

UNIVERSITÉ DE LILLE I

50 377
1999
13-1

Jean-Paul AMAT

LA FORÊT ENTRE GUERRES ET PAIX 1870 - 1995

Étude de biogéographie historique sur l'Arc meusien
de l'Argonne à la Woëvre



Thèse présentée pour le doctorat d'État
ès Lettres et Sciences humaines, mention Géographie

Volume I

Directeur : Monsieur Jean-Jacques DUBOIS
Professeur, université de Lille I

1999

the loss 2024



D 030 178242 4

UNIVERSITÉ DE LILLE I

Jean-Paul AMAT
professeur agrégé
université de Paris XII - Val de Marne
Centre de biogéographie - écologie
UMR 180 CNRS / ENS Fontenay - Saint-Cloud

LA FORÊT ENTRE GUERRES ET PAIX 1870 - 1995

Étude de biogéographie historique sur l'Arc meusien
de l'Argonne à la Woëvre

Thèse présentée pour le doctorat d'État
ès Lettres et Sciences humaines, mention Géographie

Lille, 22 novembre 1999



Jury :

Directeur :

M. Jean-Jacques DUBOIS, professeur, université de Lille I

Rapporteurs :

M. Paul ARNOULD, professeur, École normale supérieure de Fontenay - Saint-Cloud

Mme Andrée CORVOL, directeur de recherches au CNRS

Général Jean DELMAS, ancien directeur du service historique de l'armée de Terre

M. André MORMICHE, ingénieur général honoraire du Génie rural, des Eaux et des Forêts

M. Jean SOMMÉ, professeur émérite, université de Lille I

A la mémoire de mon maître

Gérard Houzard

professeur des Universités
décédé à Caen le 6 janvier 1996

A la mémoire de mon collègue et ami

Alain Lecointe

maître de conférence
décédé à Caen le 25 mai 1998

A la mémoire de tous ceux qui sont tombés sur ces terres
qui étaient forestières ou qui le sont devenues
et, pour les honorer tous, à

Henri Collignon

Conseiller d'État, secrétaire de la Présidence de la République,
Soldat de première classe engagé volontaire
Tué à Vauquois le 16 mars 1915
à l'âge de cinquante-sept ans

REMERCIEMENTS

En 1524 Adrian de Montguyon, homme d'armes au service du Roy venu de la province de Saintonge, est nommé gouverneur de Montfaucon en Argonne. Deux siècles plus tard, le 9 février 1712 à Boux (Boult-aux-Bois, Argonne), aux jours les plus sombres de la fin du règne de Louis XIV, sa descendante Anne-Louise Joly de Brézillon, fille de Claude Joly de Brézillon, lieutenant de la compagnie de fusiliers de Monsieur de Champagne, épousait François Caillet, garde forestier de la forêt de Boux. De cette union entre gens de la Guerre et gens de la Forêt naissait une branche familiale. Il est des moments rares où la rencontre entre une famille, des paysages, une profession et une formation scientifique nourrissent une curiosité intellectuelle qui s'organise et s'exprime en projet de recherche. Cette thèse est le fruit d'un effet en retour teinté de reconnaissance.

Le bruit de soie froissée du massicot qui donne à l'ouvrage sa forme dernière fait surgir des visages, des échos de conversations, d'entretiens et d'échanges. Ces derniers instants d'un travail bien souvent solitaire s'éclairent des figures de tous ceux qui en furent les guides et les soutiens.

Toutes mes pensées vont à Gérard Houzard, professeur à l'université de Caen, mon "patron" de thèse, tout à la fois le maître et l'ami, qui, passionné par cette problématique de la reconstitution des espaces et des milieux forestiers détruits par la guerre, a dirigé cette recherche en l'orientant pour sa part biogéographique vers l'analyse de sylvo-faciès. Il m'a permis de travailler au Centre de Recherches en Géographie physique de l'Environnement de l'université de Caen, a suivi les travaux de terrain et discuté les résultats jusqu'au repli devant la maladie et la souffrance. Son épouse Colette Houzard porte désormais cette amitié.

Merci à M. Jean-Jacques Dubois, qui a accepté d'assurer, et d'assumer, la succession de la direction de recherche, dans une continuité des thématiques et des problématiques. Ses propres résultats de recherches sur les forêts frontières du Nord de la France m'ont ouvert de nombreuses perspectives tant historiques que biogéographiques.

Merci à M. André Mormiche qui, alors directeur régional de l'Office national des forêts de Normandie, nous reçut, Gérard Houzard et moi-même, à Rouen et brossa les grands traits de l'histoire des deux grandes forêts de la zone rouge, le Mort-Homme et Verdun, dont il fut maître d'œuvre de l'aménagement de 1974. Cette rencontre m'a fourni un guide de départ et un sésame pour l'établissement des contacts auprès des forestiers régionaux. L'accueil dans les centres de gestion de l'Office a toujours été chaleureux, à Verdun comme à Bar le Duc ou Châlons-en-Champagne et toutes facilités me furent accordées pour accéder aux archives et consulter les documents de gestion les plus récents. Des tournées préparatoires à l'aménagement de 1997 dans la forêt du Mort-Homme, des sorties de martelage en Argonne, des journées passées dans les maisons forestières, des interventions à un cycle de formation départementale sur l'histoire forestière m'ont appris à découvrir les relations profondes qui lient les forestiers aux forêts qu'ils gèrent et qu'ils ont la lourde responsabilité d'aménager.

Je remercie le général Jean Delmas qui, directeur du service historique de l'armée de Terre, m'a offert en 1990 l'opportunité d'exposer les résultats de mes premières recherches sur le rôle stratégique de la forêt entre 1870 et 1914 à la commission française d'Histoire militaire. Depuis lors, dans ce groupe comme dans d'autres de la sphère militaire, en particulier la Société des Amis du musée de l'Armée et son président, le général Jacques Bley, j'ai rencontré des collègues, confronté des idées, participé à des sorties qui ont fait progresser

ma réflexion, et j'ai découvert des amis. Je dois à Michèle Pierron de m'avoir ouvert les richesses de la bibliothèque du musée de l'Armée, à Frédéric Lacaille et à Florence Le Corre celles du fonds photographique 1914-1918 d'où proviennent beaucoup d'illustrations. Merci à Jean-Pierre Vernet, l'ami des premiers jours sur les champs de bataille, pour ses avis, ses conseils et la porte toujours ouverte sur ses fabuleuses collections.

Ma gratitude s'adresse à Mme Andrée Corvol et M. Paul Arnould pour leur soutien attentif et constructif au cours de l'élaboration du mémoire. Le colloque Forêt et Guerre organisée en 1992 par Andrée Corvol et le Groupe d'histoire des Forêts françaises fut un moment fort de ma recherche. Les travaux menés par Paul Arnould et Laurent Simon sur les incidences de la Grande Guerre dans les forêts de Saint-Gobain et de Coucy-Basse m'apportèrent un soutien méthodologique précieux.

Mes remerciements vont aux membres du jury qui ont accepté de consacrer de nombreuses heures à la lecture de ce travail et qui, j'espère, n'auront pas été trop déconcertés par une mise en page dense et les difficultés d'une lecture aux multiples renvois, notes, figures et cartes.

Mon laboratoire de rattachement, l'UMR180 CNRS / ENS Fontenay - Saint-Cloud m'a été d'un soutien constant à plus d'un titre. D'abord par l'émulation intellectuelle d'une équipe de chercheurs assemblée autour de projets et d'objectifs dont la forêt représente une grande part ; ensuite par la possibilité qui m'a été offerte d'un retrait partiel des activités collectives pour les dernières années de ce travail ; enfin par la prise en charge de la reprographie et de la reliure des quatre volumes de la thèse par l'imprimerie du CNRS. Que son directeur, Stanislas Wicherek, et toute l'équipe administrative et de chercheurs soient chaleureusement remerciés.

La conception et la réalisation des cartes de sylvofaciès par CAO fut un travail au long cours de six ans mené à quatre mains avec Christian Fouépillou, cartographe au département de géographie de l'université de Caen. Qu'il reçoive toute ma reconnaissance pour les heures innombrables partagées devant l'écran. Mais cette partition n'aurait pu être jouée sans le soutien matériel et moral jamais démenti du département de géographie. Le chercheur "extérieur" que je fus longtemps remercie chaleureusement pour tout ce qu'il leur doit les collègues de l'université et particulièrement Roger Calmès, Michel Chesnais, directeur du département, Geneviève et Armel Coudé, Robert Hérin, directeur de la maison des Sciences de l'Homme.

Toutes les figures, dont le corpus porte la marque du passage technique de la main au clavier, et les montages photographiques furent réalisées à l'atelier de cartographie de l'université de Paris XII par mesdames Véronique Jara-Ron puis Martine Marandola. Leur disponibilité constante, leurs remarques et leurs suggestions m'ont aidé à dominer au mieux cette iconographie.

Mes remerciements s'adressent aussi à tous les collègues et ami(e)s qui m'ont apporté, au long de ces années, suggestions, aides et soutiens nécessaires et inappréciables.

Merci à mon père, Émile Amat, professeur honoraire de Mathématiques Spéciales, qui a conçu le programme informatique et réalisé le logiciel de calcul de bilan hydrique puis a relu et corrigé l'ensemble du manuscrit. Merci à Émile Roze, mon beau-père qui, par ses recherches généalogiques, a pu ouvrir le livre d'histoire d'une famille implantée sur ces marches orientales de la terre de France.

Ma reconnaissance enfin va à mon épouse, Jeanne-Marie, qui, attachée à cette terre d'Argonne, et en géographe, a trouvé les ressources pour accompagner et épanouir cette thèse qui a grandi avec Florence et Olivier.

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Le mémoire de thèse compte quatre volumes au format A4 et un volume au format A3. Le corps du mémoire est formé des volume I, chapitres un à quatre, II, chapitres cinq à neuf et III, chapitres dix à treize. Les annexes sont regroupées par chapitres dans le volume IV ; un cahier cartographique forme le volume V. Le corps du mémoire comprend :

- Le texte, rédigé en *Time 12*, accompagné de citations en *Time 10* ; le contraste permet de faire aisément la part entre texte de l'auteur et citations.
- Les figures par chapitre, sous-titrées en *Time 10*, appelées par un nombre formé du numéro du chapitre (*Time 10*) et du numéro d'ordre dans le chapitre (*Time 9*).
- Les tableaux par chapitre, sur-titrés en *Time 10* (même principe de numérotation que les figures) ;
- Les photographies par chapitre, dans le corps du texte ou en planches, sous-titrées en *Time 12* ou *Time 10* selon la place disponible (même principe de numérotation que les figures).
- Les fiches de relevés de placettes, codées par leur localisation.
- Des cartes thématiques au format A4, en noir/blanc ou couleur, extraites des fichiers numériques des cartes synthétiques couleur au format A3, numérotées en continu. La légende commune à toutes ces cartes est présentée en première page du volume d'annexes.
- Les sources et références bibliographiques, les index et la table des matières, à la fin du volume III. Afin de faciliter le suivi de la lecture un extrait de la table des matières accompagne chaque volume.

Les figures et planches photographiques peuvent être regroupées en séquences à la fin d'une section de chapitre afin d'éviter des ruptures trop fréquentes ou trop longues du texte.

Les compléments explicatifs ou illustratifs et les références sont appelés dans le texte par numéro d'ordre et présentés en notes de bas de page (en *Time 10*). Celles-ci sont classées, selon la longueur du texte principal, par sections (chapitre n, i) ou sous-sections (chapitre n, ij). Les références sont regroupées dans une bibliographie générale alphabétique en fin de volume III. Les noms d'auteurs dans le texte sont présentés en *Time 12* petites capitales lorsqu'il s'agit d'une citation. Dans la bibliographie générale sont composés en gras les noms des auteurs des travaux qui sont à la source des recherches fondamentales liées au sujet du mémoire (en biogéographie et dans les autres sciences auxquelles il est fait appel) et des publications qui ont nourri nos principales orientations méthodologiques et intellectuelles. Les ouvrages contenant de riches bibliographies sont accompagnés de la mention [rb]. Chaque référence mentionne entre crochet le(s) chapitre(s) où elle est citée. Les annexes, présentées par chapitre, rassemblent des données brutes, textes ou statistiques, des discussions méthodologiques ou techniques, des analyses de cas d'espèces. Elles sont appelées entre parenthèses dans le texte.

L'utilisation fréquente de termes empruntés à plusieurs vocabulaires et registres scientifiques ou techniques est inévitable. La définition, les contenus sémantique et thématique et le champ d'application des termes les plus importants sont présentés en note de bas de page à leur première mention. Pour les autres nous renvoyons le lecteur aux ouvrages spécialisés. Ceux qui furent notre constante référence sont nommés ci-après.

- ANONYME, 1986 - *Code typographique*, Paris, Fédération CGC de la communication, 122 p.
- 1993 - *Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale*, Paris, Imprimerie nat., 197 p.
BAIZE, D., 1989 - *Guide des analyses courantes en pédologie*, Paris, INRA, 197 p.
BAIZE, D. et B. JABIOL, 1995* - *Guide pour la description des sols*, Paris, INRA, 375 p.
BOULLARD, B., 1988 - *Dictionnaire de botanique*, Paris, Ellipses, 398 p.
COLLECTIF, 1995* - *Référentiel pédologique*, Paris, INRA, 332 p.
CORVISIER, An., 1988 - *Dictionnaire d'art et d'histoire militaire*, Paris, Puf, 884 p.
DELPECH, R., DUMÉ, G., GALMICHE, P., 1985 - *Vocabulaire pour la typologie des stations forestières*, Paris, Institut pour le développement forestier (Idf), 243 p.
GEORGE, P., 1984 - *Dictionnaire de la géographie*, Paris, Puf, 485 p.
MÉTRO, An., 1975 - *Dictionnaire forestier multilingue*, Paris, Conseil intern. de la langue française, 435 p.
TOUFFET, J., 1982 - *Dictionnaire essentiel d'écologie*, Rennes, Ouest-France, 108 p.

*nb : ces ouvrages sont parus alors que le travail de recherche était très avancé.

Les flores de référence pour la nomenclature botanique sont :

- *La Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines*, par J.E. de LANGHE et collaborateurs, Éditions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique, 3^e éd., 1983, 1 016 p.
- *La Flore forestière française* par J.C. RAMEAU, D. MANSION et G. DUMÉ, tome 1, *Plaines et collines*, Paris, Institut pour le développement forestier, 1989, 1 785 p.

Ce travail s'est échelonné sur plus d'une décennie. Avec la rapidité de la dynamique des peuplements forestiers propre aux forêts de la guerre, certains sylvofaciès ont changé depuis qu'ils ont été enquêtés. Les sylvoséquences ont comme bornes [1914-1995] et, dans la mesure du possible, des notes infrapaginales réactualisent les données aux années 1997-1998.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION A UNE BIOGÉOGRAPHIE DES FORÊTS DE LA GUERRE	p. 1
PREMIERE PARTIE	p. 16
UNE DIVERSITÉ FORESTIÈRE NÉE DE LA GRANDE GUERRE	
INTRODUCTION	p. 17
PREMIER CHAPITRE	p. 19
EN ARGONNE, FORÊT DE LA GUERRE ET FORÊT-TÉMOIN	
1. Sur les fronts de la Grande Guerre dans la forêt domaniale de Haute Chevauchée	p. 20
1.1. Diversités et contrastes dans les peuplements	p. 20
1.2. Un itinéraire sur le plateau de Bolante - Haut Jardin	p. 26
1.3. La crête de la Grande Courte Chaussée - la Fille Morte	p. 30
1.4. Les entonnoirs d'explosion, réflexions sur les communautés végétales	p. 41
1.5. Un transect dans le ravin de Perceval	p. 46
2. A l'arrière des fronts, dans la forêt de Beaulieu-en-Argonne	p. 51
2.1. Les futaies à hêtres dominant des plateaux	p. 54
2.2. Les futaies mélangées de hêtres et de chênes de versant nord	p. 63
2.3. Les futaies claires de versant sud	p. 65
2.4. Les futaies riveraines	p. 66
3. L'étude comparée fonde l'enquête biogéographique	p. 71
3.1. Éléments de géohistoire parallèle des forêts de Haute Chevauchée et de Beaulieu	p. 71
3.2. Les critères de différenciation des paysages forestiers	p. 76
CHAPITRE DEUX	p. 81
UNE BIOGÉOGRAPHIE DES FORÊTS DE LA GUERRE	
1. Les cadres de l'enquête biogéographique	p. 83
1.1. Les forêts meurtries dans la trame forestière régionale	p. 83
1.2. Images de communes et de leurs forêts, 1914 et 1990	p. 93
1.3. La mitraille : une présence spécifique et lancinante	p. 102
2. La forêt, le militaire et la guerre	p. 105
2.1. Éléments de géo-histoire militaire de la forêt	p. 105
2.2. Les forêts sont limites et frontières	p. 110
2.3. Guerres, flores et peuplements forestiers	p. 116
2.4. Forêt, environnement conflictuel et géopolitique	p. 118
3. Les fonds documentaires et leur mise en œuvre	p. 123

3.1. Les fonds iconiques	p. 123
3.2. Les sources cartographiques militaires	p. 147
3.3. Les sources scripturales	p. 155
3.3. Les sources d'archives	p. 157
4. Le choix du cadre systémique	p. 163
4.1. L'approche de système	p. 163
4.2. Le sylvofaciès, élément du système forestier	p. 171
4.3. Sylvosystème, polémosystème et formalisation	p. 179
4.4. Outils et méthodes	p. 187
 CHAPITRE TROIS	 p. 194
LE BILAN D'EAU, CLÉ DU BIOFACIÈS	
1. Le bilan d'eau stationnel	p. 196
1.1. Le bilan d'eau, boîte noire du sylvofaciès	p. 196
1.2. Cerner l'offre bioclimatique	p. 199
1.3. Évaluer la demande et ajuster l'offre	p. 203
1.4. Fiche synoptique du bilan d'eau stationnel	p. 214
1.5. Représentations diagrammatiques	p. 226
2. La réserve en eau, une dérivée des caractères morpho-structuraux	p. 234
2.1. Variables formelles : découpe et gradients des formes du relief	p. 234
2.2. Variables matérielles : substrats et formations superficielles	p. 243
2.3. Nappes aquifères et potentiels de stockage hydrique	p. 255
3. Ajustement des paramètres du bilan d'eau	p. 260
3.1. Ajustement des précipitations et des intrants énergétiques	p. 260
3.2. Estimation de la réserve en eau du sol	p. 261
3.3. L'ajustement des variables biotiques	p. 267
3.4. Ajuster les variables aux sites de sylvofaciès	p. 269
4. Test de fiabilité du bilan d'eau à l'échelle d'un bassin versant	p. 275
4.1. Le bassin-versant de la Biesme en amont du Claon	p. 275
4.2. Le bilan hydrologique du bassin-versant, 1972-1995	p. 281
4.3. Le bilan d'eau stationnel testé par le bilan hydrologique	p. 285
4.4. L'approche annuelle affine l'analyse	p. 291
 CHAPITRE QUATRE	 p. 299
LE CANEVAS DES BIOFACIÈS FORESTIERS	
1. Les biofaciès dans la trame climatique	p. 300
1.1. Un profil affirmé dans un bioclimat de transition	p. 301
1.2. L'analyse climatique forestière à petite échelle, un parent pauvre	p. 314
1.3. Les apports de la méthode des bilans hydriques	p. 316
1.4. Les potentialités forestières du biofaciès	p. 326
2. Chorologie et biofaciès	p. 335
2.1. Une terre aux marges de deux domaines phytogéographiques	p. 335
2.2. Un essai d'enquête de chorologie régionale	p. 341
3. L'offre trophique et le canevas des biofaciès	p. 349
3.1. L'offre trophique	p. 350
3.2. Le canevas des biofaciès actuels	p. 357
 CHAPITRE CINQ (VOLUME II)	 p. 370
DES SYLVOFACIÈS AU FILTRE DE LA GUERRE	
1. Les témoignages de la guerre dans les sylvofaciès	p. 372
1.1. Les témoignages biologiques	p. 372
1.2. Témoignages minéraux et <i>militaria</i>	p. 375
2. Sous la pessière, la guerre ; sylvofaciès dans la forêt domaniale de Servon (Argonne)	p. 388
2.1. Sylvofaciès et place d'expérimentation	p. 388
2.2. Biofaciès, productivité potentielle et productivité mesurée	p. 395
3. Sylvofaciès de futaies résineuses, thèmes et variations	p. 397
3.1. Guide de lecture des cartes Hors Texte de sylvofaciès	p. 399

3.2. Deux transects dans le secteur d'Haumont, forêt de Verdun	p. 402
3.3. Groupes de sylvofaciès autour du ravin de la Dame	p. 409
3.4. Autres sylvofaciès de pessières	p. 421
4. Sylvofaciès d'anciens bois blessés	p. 426
4.1. Dans les petits bois aux marges des anciens terroirs	p. 426
4.2. Le grand massif forestier de Montfaucon - Malancourt	p. 431
5. Espace protégé et végétation spontanée, le Plateau de Douaumont	p. 441
5.1. Les formations végétales en 1995	p. 441
5.2. Cadre physique et biofaciès	p. 450
5.3. Le poids du milieu dans la distribution des sylvofaciès	p. 454
BILAN DE LA PREMIÈRE PARTIE	p. 471

DEUXIÈME PARTIE LA FORÊT, LE MILITAIRE ET LA GUERRE, 1815-1918

INTRODUCTION	p. 472
CHAPITRE SIX L'AVANT-GUERRE DES SYLVOSYSTEMES CIVILS	p. 474
1. La forêt et l'homme dans l'Arc meusien à la veille de la Grande Guerre	p. 476
1.1. La forêt et les tendances séculaires de la société rurale	p. 476
1.2. Un panorama avant la déchirure, la <i>Statistique Daubrée</i>	p. 483
1.3. Les statistiques de 1859 et 1879 par cantonnement forestier	p. 495
1.4. Les <i>Historiques forestières</i> , tableaux précis des peuplements	p. 500
1.5. Cinématique forestière et conflits territoriaux	p. 513
2. Sylvofaciès et sylvosystèmes civils en forêt de Lachalade	p. 529
2.1. L'acte de naissance de la forêt	p. 529
2.2. 1863 et 1892, d'un aménagement, l'autre	p. 530
2.3. Tableau des sylvofaciès à la révision d'aménagement de 1892	p. 534
2.4. Images floues des sylvofaciès dans les bois privés	p. 547
3. Images de sylvofaciès civils du Barrois, des Hauts de Meuse et de la Woëvre	p. 549
3.1. Chênaies-hêtraies sur milieux eutrophes et carbonatés du Barrois	p. 549
3.2. Dans les taillis sous futaie communaux des Hauts de Meuse	p. 552
3.3. Chênaies pédonculées de la forêt domaniale de Spincourt	p. 556
CHAPITRE SEPT FORÊT ET DÉFENSE DU TERRITOIRE, 1815-1914	p. 561
1. 1815 - 1870, la forêt dans l'organisation défensive du territoire	p. 563
1.1. Un demi-siècle de stabilité territoriale	p. 563
1.2. La zone frontière est le cadre spatial de l'organisation défensive	p. 568
2. Le contrôle militaire sur la forêt, origine, objectifs et moyens	p. 571
2.1. La Commission mixte des Travaux publics et la question forestière	p. 571
2.2. L' <i>adhésion</i> aux demandes de défrichement 1864-1870, tableau des données	p. 580
2.3. L'adhésion, un instrument pour modeler le couvert forestier	p. 587
3. Après le choc de 1870, penser la forêt en système	p. 600
3.1. Le traité de Francfort et la nouvelle géographie de la zone frontière	p. 601
3.2. La forêt dans les enseignements d'une défaite	p. 608
3.3. La forêt acquiert une nouvelle dimension stratégique	p. 613
3.4. Les attributs tactiques de la forêt	p. 618
4. La défense du territoire, une entrée du sylvosystème, 1873 - 1914	p. 626
4.1. La forêt stratégique entre 1871 et 1914	p. 626
4.2. Le contrôle forestier par l'adhésion aux demandes de défrichement et d'ouverture de chemins forestiers	p. 628
4.3. La distraction des bois au bénéfice du département de la Guerre	p. 633
4.4. Le corps des sapeurs forestiers : une militarisation de l'administration forestière	p. 633

CHAPITRE HUIT	p. 637
LA TRAME DES SYLVOSYSTÈMES MILITARISÉS	
1. Naissance des sylvofaciès et sylvosystèmes militarisés, 1873 - 1914	p. 638
1.1. Forêt, innovation technico-militaire et nouveaux réseaux	p. 639
1.2. Informer et connaître, la forêt et les cartes	p. 642
1.3. Sylvofaciès militarisés caractéristiques	p. 646
1.4. La notion de sylvosystème militarisé	p. 648
2. Le sylvosystème militarisé du camp retranché de Verdun	p. 651
2.1. Genèse et organisation du sylvosystème militarisé	p. 651
2.2. Analyse de deux fragments du géosystème militarisé	p. 663
3. La gageure de la gestion civile des sylvosystèmes militarisés. Exemple de la forêt de Sommedieu	p. 666
3.1. En 1914, une forêt morcelée dans un secteur hautement militarisé	p. 666
3.2. Avant 1875, une gestion sylvicole sur un espace changeant	p. 667
3.3. Entre 1875 et 1914 la militarisation démembrer la forêt et compromet la gestion civile	p. 667
CHAPITRE NEUF	p. 674
L'IRRUPTION DE LA GUERRE EN FORÊT	
1. Forêt et mouvement. La 2 ^e armée dans la bataille des frontières	p. 676
1.1. La forêt sur le théâtre des opérations	p. 676
1.2. Les relations des unités combattantes avec la forêt	p. 677
1.3. Les attributs tactiques de la forêt dans la guerre de mouvement	p. 681
2. Forêt et stabilisation du front	p. 686
2.1. En Argonne de septembre à novembre 1914	p. 686
2.2. La forêt et l'organisation défensive linéaire	p. 690
2.3. Les combattants et la forêt, du face-à-face à la découverte	p. 695
3. Le polémofaciès, concept et structure	p. 701
3.1. Les entrées énergétiques dans le géosystème	p. 701
3.2. L'explosion énergétique et le polémofaciès	p. 705
3.3. Exemples de polémofaciès	p. 714
4. Du sylvofaciès au polémo-sylvofaciès, la dégradation des couverts forestiers	p. 722
4.1. Blessures aux arbres, atteintes à la forêt	p. 722
4.2. Une évaluation des dévastations, l'indice de bouleversement	p. 727
4.3. Photo-interprétation de polémofaciès	p. 728
CHAPITRE DIX (VOLUME III)	p. 734
FORÊT ET POLÉMOSYSTÈME DE LA GUERRE DE TRANCHÉES	
1. La forêt dans la zone des combats	p. 735
1.1. Panoramas à la fin de l'automne de 1914	p. 736
1.2. La zone des combats	p. 739
1.3. Le front, un complexe de réseaux	p. 742
1.4. Le bois, matière première du front	p. 745
2. Besoins en bois et gestion de la ressource ligneuse	p. 754
2.1. Les besoins en bois du front	p. 754
2.2. Les ressources du sylvosystème	p. 759
2.3. L'organisation des moyens	p. 764
2.4. Exemples à l'échelon des armées	p. 776
3. Le polémosystème en forêt	p. 787
3.1. Forêt et espace polémologique	p. 787
3.2. Le polémosystème, concept et structure	p. 793
3.3. Le polémosystème en forêt	p. 794
BILAN DE LA DEUXIÈME PARTIE	p. 820

**TROISIÈME PARTIE
LES FORÊTS DE LA GUERRE :
RECONQUÊTE BIOTIQUE ET INTÉGRATION SOCIALE**

INTRODUCTION	p. 822
CHAPITRE ONZE	p. 823
L'HEURE DES BILANS ET L'APPEL AUX FORESTIERS, 1919-1929	
1. La Zone rouge, cadre institutionnel de la sauvegarde des espaces meurtris	p. 825
1.1. Les destructions à la fin de la guerre	p. 825
1.2. Légiférer et administrer	p. 834
1.3. La réaffectation des terrains	p. 842
2. Le volet forestier de la Reconstruction	p. 848
2.1. Tableau du patrimoine forestier français en 1918-1920	p. 849
2.2. Naissance d'un territoire forestier	p. 856
2.3. Les <i>Relevés des travaux de Reconstitution forestière</i>	p. 871
2.4. <i>Constataion et Évaluation des dommages de guerre</i> , forêt communale d'Esnes	p. 877
2.5. <i>Constataion et Évaluation des dommages de guerre</i> , autres forêts	p. 882
3. Les dévastations dans les forêts soumises	p. 884
3.1. Sur le front d'Argonne, la forêt domaniale de Lachalade	p. 884
3.2. Sur l'arrière-front français des Hauts de Meuse, la forêt domaniale de Sommedieue	p. 885
3.3. Sur l'arrière-front allemand de la Woëvre, la forêt domaniale de Spincourt	p. 895
3.4. Tableau de la forêt indivise de Montfaucon	p. 898
3.5. Les dévastations dans les forêts communales du Barrois et des Hauts de Meuse	p. 901
CHAPITRE DOUZE	p. 911
CICATRISER ET RECONSTRUIRE : LA NATURE ET L'HOMME	
1. La reconquête végétale spontanée des polémofaciès	p. 912
1.1. Sur la puissance de la vie, des témoignages	p. 913
1.2. Le fantassin végétal et l'occupation des terres	p. 917
1.3. Moteurs et étapes de la reconquête	p. 924
1.4. Arrêts sur images	p. 928
2. Les forestiers aux commandes	p. 934
2.1. Un débat de société : "Doit-on reboiser Verdun ?"	p. 934
2.2. Les points d'appui	p. 937
2.3. Néo-forêts, bornages périmétraux et trames parcellaires	p. 941
2.4. Panser les blessures en forêt domaniale, exemple de Sommedieue	p. 950
3. La grande mutation paysagère, le boisement de la zone rouge	p. 957
3.1. Huit ans, trente-six millions de plants	p. 957
3.2. Polémofaciès et parcellaire, clefs de la géographie du boisement	p. 962
3.3. Les polémo-sylvofaciès une décennie après la guerre	p. 967
3.4. La cicatrisation à partir des comptages parcellaires	p. 975
4. Sylvofaciès trentenaires et orientations sylvicoles <i>circa</i> 1960	p. 981
4.1. Témoignages sur les paysages forestiers à trente ans	p. 981
4.2. Orientations des premiers aménagements, Verdun et Mort-Homme	p. 991
CHAPITRE TREIZE	p. 997
LA SYLVOSÉQUENCE, CLÉ DE TYPOLOGIE DES PAYSAGES FORESTIERS	
1. Étude séquentielle du site classé du <i>Plateau de Douaumont</i>	p. 998
1.1. Le couvert végétal du Plateau de Douaumont de 1914 à 1958	p. 999
1.2. La dynamique du couvert entre 1960 et 1995	p. 1 009
2. La sylvoséquence, une généalogie du sylvofaciès	p. 1 015
2.1. La sylvoséquence du sylvofaciès de la forêt de Servon	p. 1 016

2.2. Typologie des sylvoséquences	p. 1 022
2.3. Des sylvoséquences de restauration assistée dans les forêts de Montfaucon	p. 1 026
3. Images de la géo-histoire : les cartes de sylvoséquences	p. 1 033
3.1. La séquence évolutive des biofaciès	p. 1 033
3.2. Le temps de la transformation dans les néo-forêts, 1974-1995...	p. 1 040
3.3. Sylvoséquences [1914-1995] en Argonne	p. 1 051
 CONCLUSION GENERALE	 p. 1 057
 Sources et références bibliographiques	 p. 1 064
Index floristique et écologique des espèces recensées sur le terrain	p. 1 097
Index des figures	p. 1 100
Index des tableaux	p. 1 106
Index des photographies	p. 1 112
Index des relevés de placettes	p. 1 116
 Index des annexes : volume IV (171 pages)	
Index des cartes au format A3 : volume V	

La forêt entre guerres et paix



Musée d'Argonne
Varenes-en-Argonne

INTRODUCTION À UNE BIOGÉOGRAPHIE DES FORÊTS DE LA GUERRE

GÉOGRAPHE, nous entendons le champ disciplinaire de la biogéographie forestière comme une investigation sur la structure, le fonctionnement, la dynamique et l'évolution d'espaces et de peuplements forestiers qui sont le fruit d'interactions entre milieu physique et sociétés humaines¹. Cette définition exige du chercheur qu'il mène une double approche. L'approche naturaliste analyse les peuplements dans leurs dimensions morphologique, floristique et biologique, et dans leur relation avec le milieu physique ; l'approche géo-historique situe les espaces et les milieux dans les périodes de l'histoire des sociétés². Les structures forestières cristallisent des rapports de force sociaux qui, eux-mêmes, contrôlent la dynamique du contenu et des enveloppes de ces structures. Les forêts résultent d'échanges constants entre les forces naturelles et les interventions humaines.

Ce mémoire de biogéographie tente d'évaluer les impacts d'une *catastrophe*³, la Grande Guerre, sur un espace forestier qui en fut, à des degrés divers, le théâtre (figure 01, p. 9). Il

¹Gérard HOUZARD et Alain LECOINTE, "Biogéographie naturaliste et biogéographie géographique", *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, AFGP et ENS Fontenay-Saint-Cloud, 1990, p. 9-21.

²*Périodes. La construction du temps historique*. EHESS et Histoire au Présent, *Rev. Sources. Travaux historiques*, n°23/24, 1991.

³François RAMADE, *Les catastrophes écologiques*, Mc Graw-Hill, Paris, 1987, et Nicolas SKROTZKY, *Guerres, crimes écologiques*, Paris, éd. Sang de la terre, 1991. Sur le mot catastrophe et l'analyse de système, voir le chapitre 2. Travaillant sur la catastrophe-guerre, nous écartons les définitions qui excluent l'homme du processus catastrophique. Des deux points de vue suivants (rappelés par Pierre PAGNEY dans *Les catastrophes climatiques*, QSJ, 1994, p. 11), a) la catastrophe est « un événement provoqué par des forces échappant à la volonté de

s'inscrit sur une aire limitée du nord-est de la France – que nous appelons *l'Arc meusien septentrional* – qui court de l'Argonne à la Woëvre (figures 02 et 03, p. 10 et 11). Les paysages de cette région de vieille civilisation rurale aux marges de la Champagne et de la Lorraine ont été façonnés par une histoire qui a toujours intimement associé la forêt aux terroirs agricoles, aux structures de peuplement et aux cycles économiques ; leur marqueterie résulte de combinaisons évolutives entre les potentiels biophysiques et les actions humaines. Mais leurs forêts révèlent **une rugosité que seuls expliquent de puissants soubresauts énergétiques**, ceux d'une guerre de position qui dura quatre années. Cette rugosité se manifeste à plusieurs échelles. A la petite échelle régionale, c'est la zébrure sombre⁴ tracée par des masses résineuses dans les massifs feuillus ou au sein des terroirs agricoles, qui souligne le tracé des anciens fronts ; à la moyenne échelle du massif forestier, ce sont les contrastes inter- et intra-parcellaires entre futaies résineuses et peuplements divers de feuillus ; à grande échelle jouent les multiples compositions de la micro-topographie, de la granulation de la canopée, de la stratification et du recouvrement, de la répartition pied à pied ou bouquet à bouquet des espèces ligneuses. L'enquête biogéographique étudie les caractères, analyse les fonctionnements des sylvo-faciès et des sylvosystèmes⁵ actuels ; elle en recherche la genèse, dont elle fixe les étapes ; et elle les compare à ceux antérieurs au conflit, qu'elle tente de reconstituer (photos 0.1 et 0.2, p. 12)⁶. Les cycles sylvo-cycles, avatars socialisés des cycles naturels de la forêt primitive, étaient jusqu'en 1914 inscrits dans la durée millénaire ou centenaire. Ils furent brisés par l'irruption soudaine des agressions violentes et non contrôlées propres à un champ de bataille. Durant une brève période, deux dynamiques à pas de temps différents allaient se télescoper sur ces étroits espaces. La vie repartit après 1918 d'une sorte d'"instant zéro" biologique.

Deux types de forêts génétiquement différents s'intriquent donc aujourd'hui, celles du *changement* écologique et celles de la *catastrophe* écologique. Leurs paysages expriment-ils, plus profondément que ne l'expriment les seules marques de la gestion, des milieux différents dans leur flore, voire leur faune, leurs sols, leur comportement ? La forêt écosystème naturel est l'expression botanique d'un potentiel bioclimatique⁷. La croissance biologique, avec ses cycles aussi variés que les espèces que cet écosystème abrite, en structure les peuplements. Exploitée, tour à tour appauvrie, conservée, enrichie par les sociétés humaines, cette forêt socialisée est très ancienne source de richesse⁸. Les demandes exprimées par les usagers, celles traditionnelles de bois d'œuvre, de bois de feu et de bois de charbon, celles de pacage ou de produits alimentaires ou celles, plus récentes, d'espaces récréatifs, de détente ou de "nature" sont codifiées et traitées par les gestionnaires. Afin d'honorer ces demandes ceux-ci modèlent les peuplements, favorisent ou remplacent des essences, modifient les périmètres, contrôlent les accès et les prises. Nos paysages forestiers comme les autres paysages de l'œcoumène sont l'expression résultante de l'intervention humaine sur une double ressource biologique et écologique, la traduction d'échanges entre Nature et Culture. Les pressions techno-sociétales sur les périmètres, les milieux et les peuplements forestiers croissent avec le temps. Elles sont

l'homme » (M. SUGARAWA, « Les catastrophes », *Bull. Inform. Direct. Météor.*, 1979) et b) « la catastrophe agit souvent comme un révélateur de la cohésion ou de l'impuissance des groupes face à l'événement » (J. BÉTHEMONT, « Sur la nature des événements extrêmes... », *Rev. Géogr. Lyon*, 1991), nous retenons le second.

⁴ Zébrure fort bien révélée par l'image satellitaire, par exemple, l'image "Verdun, Madine - Côtes de Meuse", CNES, 1989, éd. Sciences Images. Ce travail de recherche n'a pas fait appel au traitement de l'imagerie satellitaire, considérée comme peu adaptée à notre problématique.

⁵ Définition de sylvosystème et voir chapitre deux pour la discussion du terme.

⁶ Le sigle CPA, photo 0.2, signifie carte postale ancienne, antérieure à 1914 *stricto sensu*, jusqu'aux années 1920 *lato sensu*. Une pelouse landeuse est une pelouse marquée de plages de ligneux sous-frutescents.

⁷ Cette expression "écosystème naturel" est à retenir si l'on accepte, avec Ph. DUVIGNEAUD, celle d'écosystème anthropisé (et pourquoi pas celle d'"écosystème urbs"). Dans la suite du mémoire, le terme écosystème sera pris au sens d'"écosystème naturel" (même si ce sens est considéré par la plupart des écologues comme étroit). On lui oppose le terme de sylvosystème. Ces notions font l'objet de développement dans le chapitre deux. L'écologue E. DE MIRANDA a donné de la végétation cette belle expression, chargée de sens plastique, « émergence spatiale et organisée de la flore » (*Essai sur les déséquilibres écologiques et agricoles en zone tropicale semi-aride*, Thèse doct.-ing., univ. de Montpellier, 1980, cité par Michel GODRON, *Ecologie de la végétation terrestre*, Paris, Masson, 1984, p. 112).

⁸ Fr. RAMADE écrit « La pérennité des ressources naturelles forestières dépend de la nature et de l'intensité de l'exploitation à laquelle elles sont soumises » ; il présente les deux types d'exploitation qu'il nomme "type conservatif" et "type destructif", in *Ecologie des ressources naturelles*, Paris, Masson, 1981, p. 237.

particulièrement fortes durant les conflits quand militaires et civils, à divers degrés, pour leurs entreprises et leur survie, tiennent compte ou tirent parti de la forêt⁹.

L'exemplarité du premier conflit mondial tient en ce fait sans précédent que les moteurs traditionnels de la dynamique entre société et forêt, le besoin de bois (*i. e.* l'exploitation de la ressource ligneuse) et (ou) la faim de terre agricole (*i.e.* les défrichements) passèrent dans les coulisses d'une scène dominée par un conflit de dimension énergétique inouïe. Les lieux d'affrontement en sortirent marqués de blessures difficilement effaçables car les combats les plus violents de la Grande Guerre furent ceux de tranchées. Pendant quatre ans, ceux-ci associèrent à une puissante infanterie une artillerie dotée d'un feu particulièrement destructeur. Entre mer du Nord et Suisse, ils ouvrirent une déchirure de près de huit cents kilomètres dans les couverts végétaux et les sols (figure 04, p. 13). La courte période 1914-1918 mit fin à une phase pluriséculaire d'équilibre¹⁰ des systèmes forestiers régionaux ; elle y introduisit le déséquilibre, les saccades d'une mobilité régressive profonde voire le chaos. L'action de l'homme-guerrier fut exclusive et brutale, les agressions furent brèves, intenses et aléatoires. Là où la guerre de position dissipa une énergie extrême le bris quasi instantané de l'héritage paysager fut définitif. Ces régions illustrent avec force l'affirmation que « à l'histoire naturelle des milieux s'ajoute l'histoire sociale, car l'anthropisation domine souvent le fonctionnement des systèmes naturels »¹¹.

La première guerre mondiale apporta cette autre nouveauté, l'intervention des pouvoirs publics, qui réglementèrent les cadres des dynamiques de l'après-guerre, durant la décennie 1919-1929 dite de la "Reconstruction"¹². L'intervention fut massive dans les domaines fonciers, fiscaux, sociaux et économiques. Ce conflit ouvrit une période charnière pour l'histoire des forêts impliquées dans les conflits. Le service régional de l'Agriculture et de la Forêt de Lorraine conduisit dans les années soixante une large enquête destinée à dresser un bilan définitif des destructions et des mutilations forestières imputables aux deux guerres mondiales en Lorraine¹³ (figure 05, p. 14). Les conclusions affirment que près de 30 % de la surface de la forêt régionale avait été atteinte (tableau 01, p. 4).

Ces terres furent après la catastrophe le lieu de reconquêtes et d'expériences. Sur leurs espaces vacants s'installèrent puis s'épanouirent de nouvelles formations végétales. Les actions engagées par les pouvoirs publics durant la Reconstruction visèrent à contrôler et orienter le processus de cicatrisation. Les interventions qui confièrent un rôle déterminant à l'arbre et à la forêt furent décisives dans l'infléchissement des dynamiques naturelles. Quelles relations nouèrent le biotique, le technique et le social ? Existe-t-il des filiations entre 1914 et l'après-guerre dans l'articulation et le fonctionnement de ce tryptique ? L'étude de l'évolution des formations végétales de reconquête doit prendre en compte les rôles respectifs qu'ont tenus,

⁹ Bilan critiques de travaux, réflexion méthodologique et axes de recherche dans le travail fondamental de Jean-Jacques DUBOIS, *Espaces et milieux forestiers dans le Nord de la France*, thèse pour le doctorat d'État, Lille, 1989, vol. 1, chapitre 7, "Des forêts frontières : quelques réflexions pour une étude causale et évolutive", p. 495-571 ; Andrée CORVOL et Jean-Paul AMAT, *Forêt et guerre*, Paris, L'Harmattan, 1994. Voir les pages que Jacques ANCEL consacre au rôle de la forêt dans la fixation des États et l'organisation des nations, in *Manuel géographique de politique européenne*, Paris, Delagrave, 2 tomes, 1936 et 1940, et *Géographie des frontières*, Paris, nrf Gallimard, 1938, où l'auteur parle des "cuirasses forestières" (p. 91). Ces points seront développés dans le chapitre deux.

¹⁰ On peut définir plusieurs états d'équilibre d'un système. Un système S est dans un état d'équilibre *stable* si, « écarté de cet état d'équilibre par une action extérieure (perturbation), il y revient spontanément dès que celle-ci cesse ». Il est dans un état d'équilibre *métastable* si « il revient à son état initial après avoir subi une faible perturbation mais le quitte sous l'action d'une perturbation suffisante ». L'équilibre est dit *instable* si « écarté de cet état [de stabilité] par une perturbation, aussi faible soit-elle, il évolue vers un nouvel état d'équilibre stable ». In Jean-Pierre SARMANT, *Dictionnaire de physique*, Paris, Hachette, 1981, article "équilibre", p. 116. Les sylvosystèmes du Nord-Est de la France ont connu des états d'équilibres métastables et instables, en relation avec les formes, les rythmes et les méthodes de l'exploitation sylvicole. Sont exclues ici les allées et venues de l'espace boisé, l'histoire des périmètres et des surfaces, qui nous placent dans un système spatial d'ordre supérieur, tel celui de l'interface entre forêt et systèmes agraires.

¹¹ Georges BERTRAND, "Pour une histoire écologique de la France rurale", in *Histoire de la France rurale*, Georges DUBY et Armand WALLON (direction de), Paris, Le Seuil, 1975, t. 1, p. 35-113.

¹² *Les Après-guerres (1918-1955)*, numéro spécial d'*Études Champenoises*, Travaux du Centre ARPEGE (Association de Recherche sur la paix et la Guerre), université de Reims, 1990-7.

¹³ SRAF-Lorraine, *Enquête sur les forêts endommagées par les guerres 1914-1918, 1939-1945*, Metz, 1974.

dans la genèse des paysages forestiers, les successions écologiques d'une part, les décisions d'affectation des terres et les programmes d'aménagement forestier d'autre part.

Tableau 01
Les forêts endommagées en Lorraine

Départements	Nombre	%	Surfaces (ha)	%
Meurthe-et-Moselle	281	46	35 169	32
Meuse	337	60	59 848	39,5
Moselle	410	70	33 450	26,9
Vosges	243	33	40 286	21,9
Lorraine	1 271	51	168 753	29,7

La méthode d'investigation et d'analyse retenue s'inspire de l'*analyse de systèmes*. Son application au monde forestier s'inscrit dans un courant de la recherche en biogéographie marqué entre autres travaux par les thèses d'État de Georges BERTRAND portant sur les géosystèmes et de Gérard HOUZARD, sur les sylvosystèmes¹⁴. La *forêt de la guerre*¹⁵ est, pour une analyse géosystémique, passionnante à deux titres au moins : son ontogenèse nous est accessible, et elle laisse un rôle déterminant aux sociétés humaines. Notre champ d'étude implique une adaptation des concepts proposés par ces deux chercheurs car les processus d'interaction en jeu touchent des sylvosystèmes puissamment perturbés qui expriment la dimension de la "globalité" à de hauts niveaux d'échanges énergétiques.

Toute étude exige des choix. Choix d'ordre épistémologique qui dépendent de l'état actuel de la science, de la formation du chercheur, des équipes auxquelles il appartient... ; choix d'ordre chronologique, l'existence d'un *instant zéro* imposant la fixation de l'échelle de temps de référence, comme celle du début de l'investigation. Choix aussi d'une terminologie pour accompagner des développements thématiques neufs qui requièrent un vocabulaire adapté. Quelques néologismes et expressions nominales forgés pour l'occasion sont ainsi apparus nécessaires¹⁶. L'arpentage du temps historique (XIX^e-XX^e siècles) conduit à distinguer trois types de sylvosystèmes. Les sylvosystèmes civils marquent les périodes de l'avant et de l'après-guerre ; ils fonctionnent dans une interactivité avec la seule société civile par l'entremise de ses représentants. Les sylvosystèmes (civils) militarisés se constituent entre 1873 et 1914 ; ils sont co-gérés et contrôlés par les pouvoirs militaire et civil. Les sylvosystèmes polémologiques, ou polémo(sylvo)systèmes, naissent dans la guerre et sont soumis aux logiques de la gestion d'un champ de bataille. Les sylvosystèmes sont étudiés à l'échelon des unités élémentaires, physiologiques et fonctionnelles, qui les constituent et que nous appelons, à la suite de Gérard Houzard, des sylvofaciès¹⁷. Nous faisons du sylvofaciès le taxon principal du monde forestier. L'ensemble formé par tous les individus de ce taxon définit une population, au sein de laquelle, après échantillonnage, sont retenus ceux des individus qui supportent les enquêtes de terrain actuelles et les enquêtes rétrospectives.

Les paysages forestiers de la dition portent encore nettement les héritages de la guerre, nonobstant les dynamiques biologiques spontanées et l'action des gestionnaires qui ont œuvré à

¹⁴ G. BERTRAND, *Essais sur la systématique du paysage, les montagnes cantabriques centrales*. thèse d'État, Toulouse, 1974, et G. HOUZARD, *Les massifs forestiers de Basse-Normandie, Brix, Andaines et Ecouves. Essai de biogéographie*. thèse d'État, Caen, 1980.

¹⁵ Cette expression de "forêt de la guerre" est générique. Elle est utilisée dans ce mémoire pour toute forêt sise sur les champs de bataille de la guerre de position durant le premier conflit mondial.

¹⁶ « Quand le vocabulaire est en retard sur l'état d'avancement d'une discipline, il peut être nécessaire de proposer des néologismes pour répondre à des besoins conceptuels nouveaux » écrit le géomorphologue Yves LAGEAT au sujet du vocabulaire des formes structurales dans les socles, in "La notion de formes structurales dans les socles", Paris, *BAGF*, 1989, 1, p. 10. Écho du bien fondé de cette position chez Denis BAIZE et Bernard JABIOL : « Celui qui veut décrire les sols doit tout à la fois connaître et employer correctement le vocabulaire de la pédologie mais il doit aussi garder la possibilité d'adapter ses descriptions à ses besoins précis et à son terrain d'étude. », *Guide pour la description des sols*, Paris, INRA, 1995, p. 11.

¹⁷ G. HOUZARD, thèse, op. cit. et "Sylvosystème et sylvofaciès. Essai d'étude globale du milieu forestier", in *Phytosociologie et Foresterie*, Coll. phytosociologiques XIV, Nancy 1985, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1988, p. 231-236.

l'effacement des séquelles. Afin d'expliquer cette rémanence le mémoire explore une hypothèse: **l'explosion énergétique que la guerre déclenche dans les sylvosystèmes civils et militarisés est trop puissante dans les deux compartiments Nature et Société à la fois pour que les bifurcations qu'elle engendre soient réversibles** (figure 06, p. 45)¹⁸. Alors l'homéostasie¹⁹ ne peut plus assurer la pérennité du sylvo-système. Le seuil de réversibilité est franchi. L'intrusion de l'énergie explosive détruit les cycles réguliers de matière et d'énergie du compartiment Nature, bouleverse les hiérarchies, anéantit les circuits d'information, brise les structures biologiques et engendre des fractures matérielles à toute échelle, de la micrométrique (pulvérisation des humus) à l'hectométrique (déchirures des couverts). Dans le compartiment Société les pertes de valeur économique et financière, l'exode des populations, l'abandon et la destruction des infrastructures foncières (parcellaires de propriété) et des superstructures (voirie...) ébranlent, fissurent, effondrent le sociosystème. Très puissante devant les valeurs des échanges énergétiques jusque là observées dans les sylvosystèmes civils et militarisés, l'explosion énergétique fut aussi **trop** puissante car les équilibres ne se rétablirent pas et le sylvosystème changea de mode de fonctionnement ; les contraintes insurmontables conduisirent à la destruction de l'édifice. Sur de nombreuses communes, comme furent anéantis les villages furent balayés les sylvosystèmes des forêts communales ou privées. L'entrée énergétique fut aussi trop puissante par rapport au temps écoulé depuis – 80 ans – pour que la cicatrisation naturelle des formes polymorphiques pût se réaliser. Il convient d'étudier cette notion d'excès, de montrer l'importance de la concomitance des événements touchant la nature et la société. L'évolution des géosystèmes du plateau de Barrois et du revers des Hauts de Meuse, agrosystèmes *de facto* en 1914, sylvosystèmes *de jure* par la domanialisation de 1926, illustrent la locution **à la fois**.

L'étude systémique des paysages forestiers se fonde donc sur une analyse à deux entrées. L'entrée stationnelle, appuyée sur l'échantillonnage de terrain et sur l'interprétation de photographies, mène à l'étude physiognomique et structurale des peuplements actuels et passés, et à l'analyse fonctionnelle et dynamique des milieux ; elle fixe une typologie des sylvofaciès des forêts de la guerre. Le traitement des données établit des indices de diversité qui expriment les ruptures et les gradients paysagers propres à ces forêts. L'entrée séquentielle part de l'état actuel des sylvofaciès²⁰ pour en décrire l'histoire par des "arrêts sur image" sur les étapes représentatives de la séquence événementielle générale (sylvofaciès - ou géofaciès - d'avant-guerre, polymorphiques de 1914 à 1918, faciès de cicatrisation...). Elle établit, à l'aide d'un corpus de données de terrain et de sources iconographiques et scripturaires, une typologie de séquences forestières dont les étapes sont confrontées les unes aux autres par la statique comparative et la cinématique diachronique. L'analyse séquentielle construit la sylvoséquence de chaque sylvofaciès actuel. Une typologie des sylvoséquences permet de proposer un schéma de l'évolution des paysages forestiers de la région. La généralisation de cette typologie conduit à des principes de modélisation pour tout espace forestier frappé par une guerre de position du type de celle de 1914-1918. Cette approche pose clairement le problème des formes et du poids de l'héritage guerrier dans les sylvofaciès actuels. Prenons l'exemple des cortèges floristiques ; les différences entre ceux des deux territoires biogéographiques de l'Argonne et des Hauts de Meuse sont plus importantes que celles qui existent entre des secteurs bouleversés et des secteurs indemnes d'un même territoire régional. Cette approche conduit aussi à une réflexion

¹⁸ Ce schéma est assez complexe. Sa lecture et sa compréhension font appel à des analyses développées dans la plupart des chapitres de ce travail. Il sera donc fait référence à cette figure 06 à de nombreuses reprises. Disons ici que, inscrits dans la flèche rythmée du temps, les sylvofaciès actuels des forêts de la guerre sont nés des soubresauts de l'histoire récente, auxquels ont obéi les dynamiques biogéographiques, successivement cycliques, régressives et progressives, contrôlées par des gestions alternées civiles et militaires de l'espace.

¹⁹ Deux définitions pour éclairer ce terme : a) « Phénomène par lequel un système biologique maintient spontanément son équilibre interne face aux variations de son environnement », Bernard FISCHER et Marie-France DUPUIS-TATE, in glossaire du *Guide illustré de l'écologie*, Paris, La Martinière, 1996, p. 309 ; b) « homéostasie ou résilience ; aptitude d'un écosystème déterminé à retrouver son état d'équilibre après une perturbation - d'origine interne ou externe », Marc DUQUET, *Glossaire d'écologie fondamentale*, Paris, Nathan, 1995, p. 94.

²⁰ Nous entendons par « état actuel des sylvofaciès » l'état décrit durant la période de recherche de terrain, de 1987 à 1996. La vague actuelle de transformation des peuplements, rapide et profonde, dans les forêts de Verdun et du Mort-Homme pose la question de l'actualisation des données ; un bilan à l'extrême limite de temps compatible avec le bouclage de ce mémoire est tenté en conclusion.

plus générale sur le rôle de la guerre dans la personnalisation des paysages, dans leur évolution, dans leur rupture.

Précisons notre champ d'investigation. Pour la partie traitant strictement des relations forêt et guerre, c'est-à-dire de la dimension stratégique et des attributs tactiques de la forêt, de la genèse des sylvosystèmes militarisés à l'étude des polémosystèmes, nous avons *volontairement* limité le champ d'étude au côté français du front. Même si « les deux camps ne sont pas refermés sur eux-mêmes, ne constituent pas des galaxies indépendantes ; ils réagissent en effet souvent en fonction de ce qu'ils croient être les intentions de l'adversaire, dans un vrai jeu de miroirs »²¹, l'étude n'est pas méthodiquement bilatérale. Notre raisonnement a été le suivant. La destruction des forêts fut la conséquence de processus et de modalités identiques sur les positions tenues par les deux armées, comme le montre la comparaison des corpus photographiques français (consultation des photographies publiées et d'archives) et allemand (photographies publiées uniquement). Seul le mode d'exploitation de la matière ligneuse dans les massifs de l'arrière front et de la zone des Étapes présenta des différences significatives, dont nous tenons compte. Par ailleurs la dition exclut les secteurs lorrains annexés au Reich entre 1871 et 1918. Seule une rigoureuse maîtrise de la langue allemande nous eût permis d'exploiter les sources forestières germaniques et les archives militaires de Coblenze et de Fribourg, ce qui, pour les raisons données plus haut, n'a pas été jugé nécessaire. Souhaitons que soient empruntées par de nouveaux chercheurs les voies ouvertes par la comparaison et la mise en perspective.

Le plan s'articule en trois parties et treize chapitres. La première partie, **Une diversité forestière née de la Grande Guerre**, analyse les structures et dégage les règles de répartition des peuplements puis des sylvofaciès actuels ; elle évalue le poids de la guerre dans cette répartition, dans l'organisation et le fonctionnement des unités forestières. Les objets forestiers, peuplements et sylvofaciès, sont étudiés dans l'emboîtement spatial qui conduit de l'échantillon précisément localisé à la totalité de la dition. La problématique s'articule sur la comparaison de deux forêts argonnaises sises respectivement sur l'ancien champ de bataille et hors de celui-ci. Cette analyse comparative fonde les cadres de l'enquête biogéographique (**premier chapitre, En Argonne, forêt de la guerre et forêt-témoin**). Après la présentation critique de l'état des recherches en 1980-1985 sur les thèmes de ce mémoire en biogéographie forestière, en histoire et géographie militaires appliquées au monde forestier, l'exposé analyse la notion de système, précise les concepts clefs de sylvofaciès et de sylvosystème, définit les structures fonctionnelle et temporelle de ceux-ci. Il présente les instruments et discute les protocoles et les limites de l'application de la méthode aux thèmes de la recherche. La collecte, le traitement et la confrontation de sources d'origine et de nature très variées, parfois disparates, posent des problèmes spécifiques (**chapitre deux, Une biogéographie des forêts de la guerre**). L'analyse factorielle du sylvosystème est conduite à l'échelle du sylvofaciès ; elle commence par les entrées biophysiques. Le bilan d'eau stationnel de chaque site échantillonné est calculé à partir des données météorologiques par ajustement des variables hydriques, énergétiques et biotiques. Des classes de déficits hydriques sont établies. La valeur des déficits hydriques mesure le potentiel bioclimatique du sylvofaciès. La fiabilité de la méthode d'évaluation est testée à l'échelle du petit bassin-versant amont de la Biesme, en Argonne (**chapitre trois, Le bilan d'eau, clé du biofaciès**). Le croisement entre classe de déficit hydrique et nature de l'humus, considéré comme indicateur de la qualité trophique du sol, définit le biofaciès, variable intégratrice du compartiment physique du sylvofaciès. Deux logiques distributives, toposéquentielle et polémologique, expliquent le canevas des sylvofaciès sur la dition. La transposition au début du siècle du canevas des biofaciès actuels établi avec la normale climatique 1950-1980 est tentée. Elle permet, au prix d'adaptations et d'approximations, de décrire les forêts de l'avant guerre en terme de sylvofaciès (**chapitre quatre, Le canevas des biofaciès forestiers**). La reconnaissance et la classification des sylvofaciès de la guerre s'appuient sur plusieurs critères, concernant les arbres, les peuplements, les sols et les *militaria* divers encore présents sur l'ancien champ de bataille. Leur distribution spatiale obéit à des règles de composition complexes. Une typologie dégage deux groupes de sylvosystèmes, celui des "néo-forêts" de la guerre (diversité à forts contrastes plurifactoriels), celui des forêts partiellement détruites (faibles contrastes

²¹ Georges-Henri SOUTOU, *L'or et le sang. Les buts de guerre économiques de la Première Guerre mondiale*, 1989, p.10.

plurifactoriels) qu'il est possible de comparer aux groupes de sylvofaciès des forêts non marquées par la guerre (faibles contrastes paucifactoriels). (**chapitre cinq, Les sylvofaciès régionaux au filtre de la guerre**).

La deuxième partie **La forêt, le militaire et la guerre, 1870-1918**, étudie la forêt confrontée au fait militaire sous ses deux états de paix et de guerre. Un panorama des grandes unités forestières régionales de la dition brossé pour la période 1886-1914 montre le classicisme des structures et des fonctionnements des sylvosystèmes civils. Constitués dans la longue durée de l'histoire sociétale, ils répondent à la fonction traditionnelle de production de biens, avant tout les "produits ligneux" (**chapitre six, L'avant-guerre des sylvosystèmes civils**). Sur le plan militaire ensuite, il est démontré que l'Armée se dote peu à peu, entre 1815 et 1914, des instruments et des moyens de contrôler les espaces et les peuplements forestiers. Une lente construction systémique assure l'intégration de la forêt à l'organisation géostratégique du territoire. Ainsi, après que le traité de Francfort eut imposé l'étrécissement et l'affaiblissement des lignes de force frontalières, la forêt acquit une dimension stratégique telle que les militaires furent amenés à la penser en système. Deux leviers de leur intervention furent l'*Adhésion* aux demandes de défrichement d'une part, la *Distraction* des bois au bénéfice du département de la Guerre d'autre part. En 1914 la défense du territoire était devenue une entrée sociétale importante des sylvosystèmes (**chapitre sept, Forêt et défense du territoire, 1815-1914**). La manifestation spatiale de cette emprise est le développement des sylvosystèmes militarisés. L'autorité militaire, représentée par le chef du Génie de la place concernée, impose au service forestier des formes et des normes de sylvofaciès de défense ainsi que les sites et les calendriers de leur mise en place. Des exemples pris dans le camp retranché de Verdun développent l'idée que le rythme de croissance et de développement des sylvosystèmes militarisés signe la marche à la guerre et que leur géographie fixe, pour une part, les lieux des prochains engagements militaires sur la zone frontière du Nord-Est (**chapitre huit, La trame des sylvosystèmes militarisés**). L'Europe s'embrace. La guerre de mouvement fait de la forêt un paramètre de la gestion du champ de bataille, comme le montre l'exemple des combats de la 2^e armée française dans la Bataille des frontières de l'été 1914. A l'automne de la même année, qui voit la stabilisation des fronts, la fortification progressive des lignes, les premiers combats de position en forêt, naissent des sylvofaciès très spécifiques, les polémo-sylvofaciès (**chapitre neuf, L'irruption de la guerre en forêt**). Tant qu'aucun des deux belligérants n'est maître de l'espace du combat les polémo-sylvofaciès restent isolés. Avec la fixation et l'organisation des fronts ils se groupent en amas puis se structurent en polémo-sylvosystèmes. Cadres des combats, ceux-ci restent aussi des gisements de ressources, dont la fongibilité n'est plus, ou l'est très difficilement, maîtrisable. La gestion et l'exploitation des produits ligneux du front engendrent une organisation très particulière, le Service des bois aux armées. A la fin de la guerre, la géographie des polémo-sylvosystèmes crée les conditions de la dynamique sociale et naturelle de l'après guerre sur les espaces bouleversés (**chapitre dix, Forêt et polémosystème de la guerre de tranchées**).

L'année 1919 se lève sur des paysages dévastés crûment révélés par l'image : « Des bois, il ne reste plus un arbre intact : il faudra procéder à un recépage général et planter des résineux qui serviront de couvert pour la régénération des anciens taillis, avant de rétablir les chênes et les hêtres qui peuplaient les forêts en 1914 : c'est une œuvre de très longue haleine »²². La troisième partie **Les forêts de la guerre : reconquête biotique et intégration sociale** est une réflexion sur cette "œuvre de très longue haleine". Deux études sont menées en parallèle. La première présente et discute les processus et les phases de la revégétalisation spontanée des espaces dénudés, puis la naissance des nouvelles forêts voulues par la puissance publique. La seconde envisage la dynamique des peuplements forestiers antérieurs à la guerre et mutilés. Réaffecter les espaces meurtris, établir les bilans des destructions, prévoir les indemnisations, gérer les intrants et orienter les flux dans un système civil restauré sont les volets de l'œuvre du législateur et des pouvoirs publics. C'est dans ce cadre que les gestionnaires forestiers instaurent ou rétablissent leur autorité sur le polémosystème (**chapitre onze, L'heure des bilans et l'appel aux forestiers, 1919-1929**). La mise en perspective de données issues de nombreuses sources permet d'abord de

²² Roland MUSSET, « La reconstitution agricole des régions dévastées du Nord et du Nord-Est de la France », *Ann. de Géo.*, 1922, p. 355-360, compte-rendu de lecture d'articles de J. GUICHARD et C. MAITROT, « Les terres des régions dévastées » (*Journal d'agriculture pratique*, 1921).

brosser le tableau de la reconquête végétale spontanée des polémofaciès, ensuite d'ouvrir la discussion sur la restauration des potentiels édaphiques. Le sol forestier est-il nécessaire à la forêt ? ou est-ce la forêt qui crée un sol ? Echelonnées sur quatre-vingts ans les descriptions de peuplements des enquêtes préalables aux aménagements forestiers sont autant d'arrêts sur image de la reconquête biotique dans laquelle nature et société interagissent. L'étude des deux "néo-forêts" domaniales de Verdun et du Mort-Homme montre que la nature et l'intensité des interactions dans le sylvosystème se modifient avec le temps (**chapitre douze, Cicatriser et reconstruire : la nature et l'homme**). Les sylvofaciès changent vite depuis la décennie 1970 ; l'effacement des marques directes de la guerre dans les paysages estompe l'histoire de leur origine. La compréhension de ces marques suscite une analyse de filiation, qui conduit à l'établissement du profil évolutif de tout sylvofaciès. Nous appelons cet arbre généalogique la sylvoséquence. Une typologie génétique des sylvofaciès retient trois groupes de sylvoséquences : - des sylvoséquences de *destitution*, séries dont les actuels sylvofaciès portent des peuplements dégradés de ceux des sylvofaciès d'avant guerre ; - des sylvoséquences de *substitution*, séries dont les actuels sylvofaciès résineux sont nés de plantations réalisées aux dépens d'anciens géofaciès agricoles ou forestiers détruits ; - des sylvoséquences de *restauration*, séries qui se substituent aux sylvoséquences de *substitution* quand le peuplement du sylvofaciès actuel est un fourré, un gaulis, voire un jeune perchis issus de plantations feuillues. Le rythme élevé d'apparition de ces sylvoséquences traduit le grand dynamisme actuel de la transformation²³ dans les néo-forêts du Barrois et des Hauts de Meuse (**chapitre treize, La sylvoséquence, une clé de lecture des paysages forestiers**).

L'aboutissement du travail de recherche est un cahier cartographique formé de deux séries de cartes concernant les trois secteurs de la dition, Argonne, Mort-Homme et Verdun.

- Quinze cartes multivariées **Les sylvofaciès des forêts de la guerre, région Argonne-Meuse, 1886-1995** construites sur la base d'une légende spécifique brossent le tableau des sylvofaciès pour les quatre périodes clefs, l'avant-guerre, 1918, 1930-1932 et la période actuelle arrêtée à 1995.

- Trois cartes de synthèse proposent une typologie des sylvoséquences 1914-1995.

Dans les conclusions de sa thèse Jean-Jacques DUBOIS proposait une typologie en quatre groupes des espaces forestiers anciennement humanisés : forêts de chasse, forêts métallurgiques et verrières, forêts de production de bois de mines et forêts frontalières « [...] qui représentent un type d'espace forestier spécifique, modelé par la fonction stratégique, parfois même dans ses contours, et un ensemble de milieux qui appellent des méthodes d'étude particulières, le cas-limite étant constitué par les "nouvelles forêts" de la "zone rouge" »²⁴. Les pages qui suivent sont consacrées à l'exploration de ce "cas-limite".

Cette thèse sur la forêt « un de ces lieux de choix où pourront le plus aisément s'entendre pour collaborer, les historiens soucieux des réalités et les géographes curieux d'origines »²⁵ relève de plusieurs champs disciplinaires. Ainsi s'appuie-t-elle sur des axes de recherche définis et explorés par les biogéographes tout en empruntant aux travaux de chercheurs dans les sciences qu'elle met à contribution. Elle s'en inspire, s'en nourrit et espère les prolonger en bourgeonnements apicaux ou rameaux axillaires.

²³ La transformation, au sens de la sylviculture, est la substitution à un peuplement forestier d'un autre peuplement, constitué d'essences différentes et obtenu au moyen d'une régénération le plus souvent artificielle (*i. e.* par plantation).

²⁴ Jean-Jacques DUBOIS, *op. cit.*, p. 948-949.

²⁵ Lucien FEBVRE, Introduction à *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, Marc BLOCH, Paris, Ar. Colin, 1931. Parlant des forêts du Nord et du Nord-Est le journaliste Lucien GUISSARD écrit : « On n'a pas idée aussi de se trouver juste là, au carrefour des guerres de l'Europe. Il a bien raison, l'historien Braudel, de répéter que, pour apprendre l'histoire, il faut faire de la géographie. », "La forêt transfigurée", in *Autrement – Hauts Lieux*, 1990, n° 115, p. 163-171.

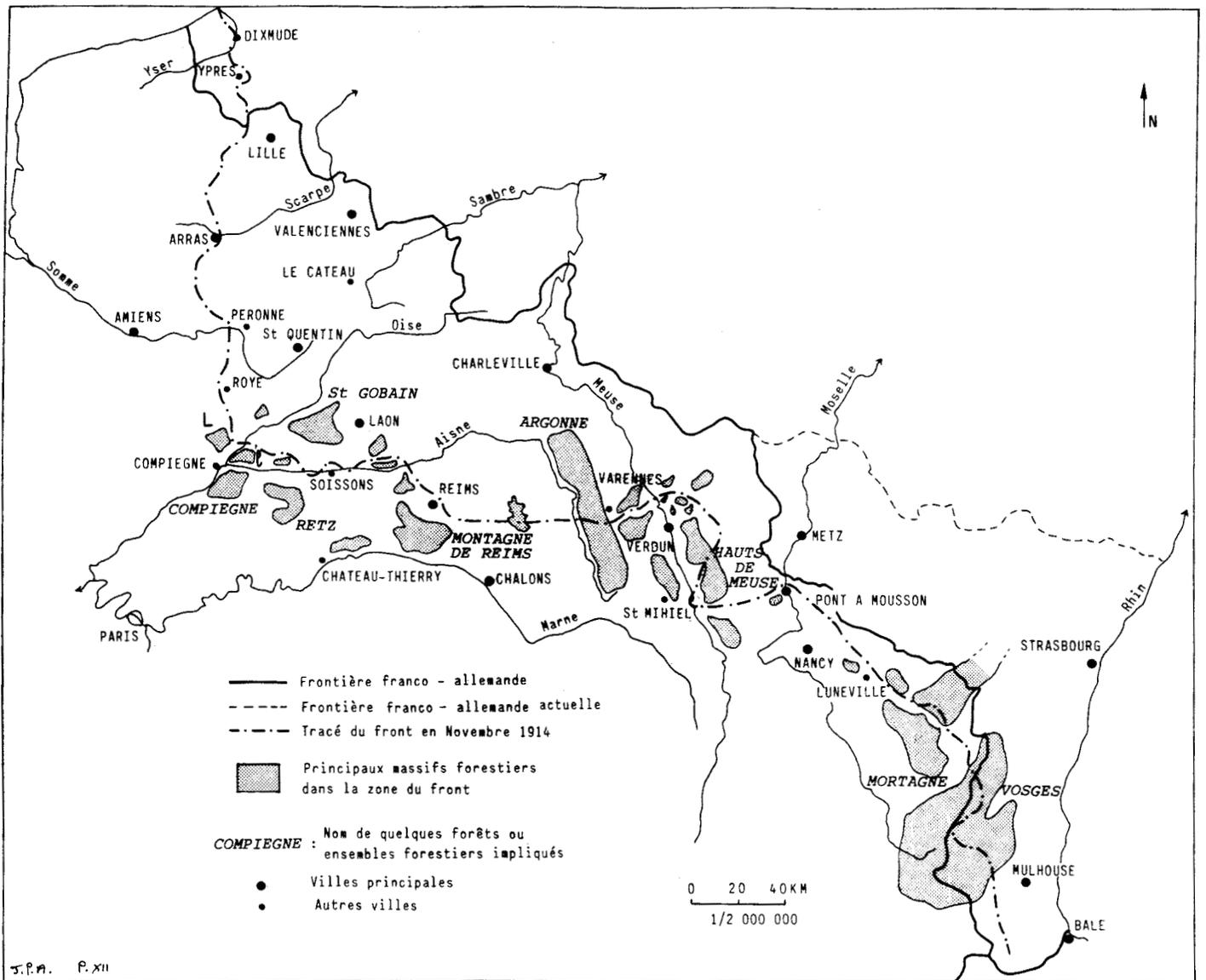


Fig. 01 - Forêt et front occidental à la fin de l'année 1914

Novembre 1914 sur le front occidental. Après la phase dite de la "course à la mer" qui succéda à la contre-offensive de la Marne, les deux armées stabilisent leurs fronts suivant une ligne sinueuse qui court de la mer du Nord à la frontière suisse. Lanières de plateaux, lignes de crêtes, talus, reliefs isolés, réseau hydrographique, forêts et bois sont les facteurs physiques qui, à côté des données techniques, tactiques et opératives, participent à la fixation des lignes de fronts du premier hiver de la guerre. La forêt, quasi absente des secteurs flamand et picard du champ de bataille, n'est impliquée dans la structuration de la zone d'affrontement que dans le nord-est de la France. Elle impose sa présence à partir du pivot de la confluence Oise-Aisne, avec l'encaissement de l'Oise entre les massifs boisés de Lassigny (L) et de Laigue (I)⁶; elle soutient la digue que la Montagne de Reims dresserait devant la poussée allemande. Les lignes sinuent dans les petits bois résineux de la Champagne sèche (non représentés à cette échelle) puis tranchent net la longue bande de l'Argonne; de cette barrière à la plaine d'Alsace, forêt et front sont intimement liés dans la géographie du champ de bataille.

* « Dans l'angle Nord-est [du sillon de l'Aisne], entre Oise et Aisne, s'élève la butte du Châtelet qui fait pendant au mont Ganelon, et s'étend la forêt de Laigue. Dans l'angle Sud-est, se développent et s'étalent les 14 400 hectares des splendides futaies de la forêt de Compiègne; la forêt de Laigue, où l'ennemi n'a jamais pu s'installer, est, au nord de l'Aisne, comme la suite de la forêt de Compiègne; elle marque le bloc forestier auquel notre résistance s'est, durant toute la guerre, appuyée. » Gabriel HANOTEAUX, *Histoire de la nation française*, tome 1, *Géographie humaine de la France*, Paris, Plon, 1920, p. 390-391.

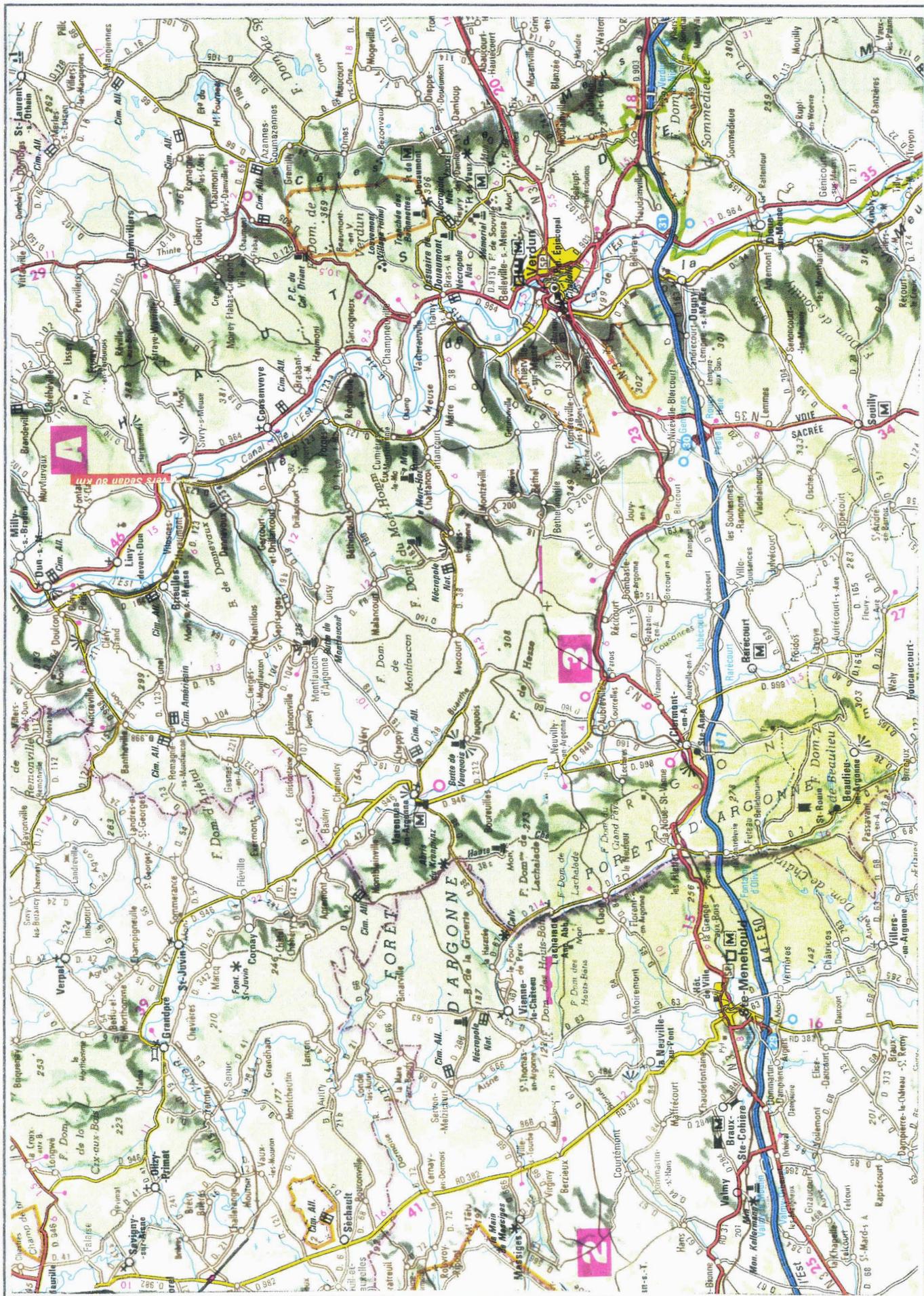


Fig. 02 L'Arc meusien septentrional, secteur d'étude

Remarque : cette carte résulte de l'assemblage des cartes 101 et 104 au 1/250 000 de l'IGN, éditions 1993 et 1996. Graphie et position des noms différentes, distorsion sur les marges ont entraîné des difficultés de calage, sensibles à la hauteur des rectangles roses de repérage A, 2 et 3.

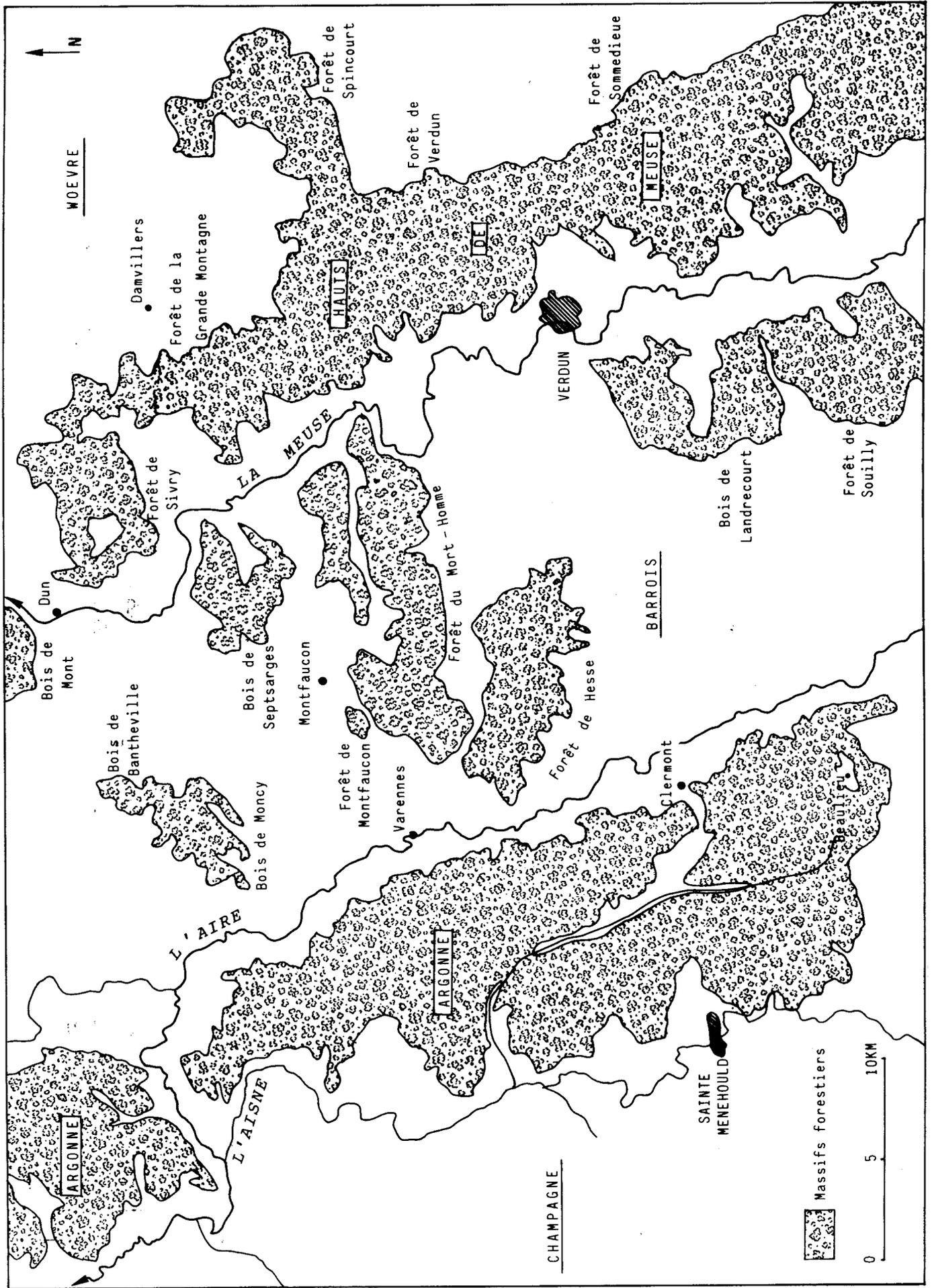


Fig. 03 - Localisation des forêts de l'Arc meusien septentrional, Argonne, Barrois, Hauts de Meuse et Woëvre

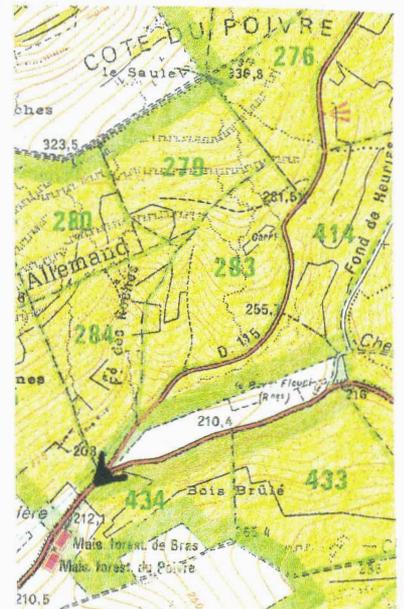


Photo n°0.1- Le pied de la Côte du Poivre en 1987

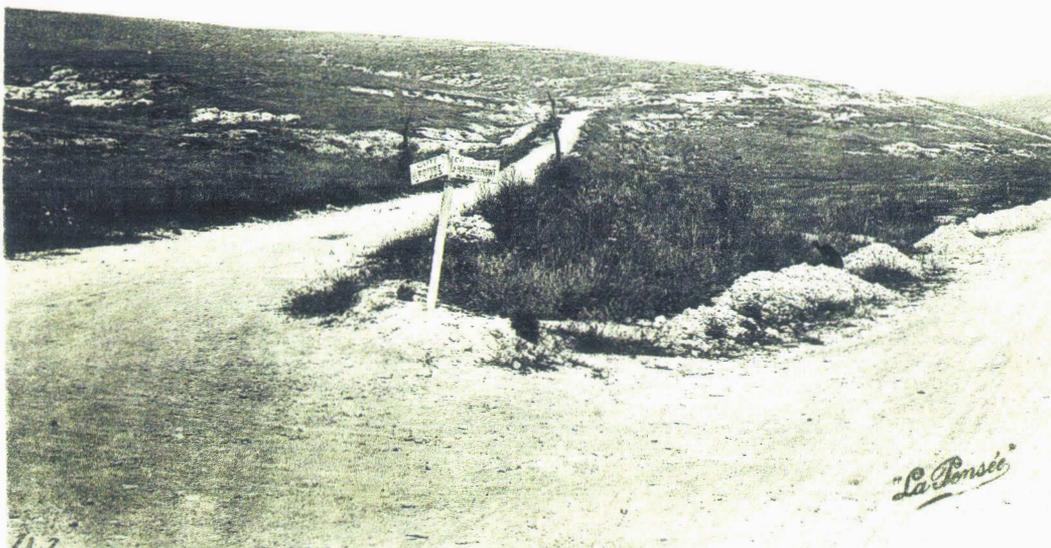
De gauche à droite, les parcelles 284 et 414 de la forêt domaniale de Verdun portent des sylvofaciès de futaies de pins noirs, qui s'étendent à la partie basse de la parcelle 283 ; ils sont issus de la vague d'enrésinement de 1929-1931. A l'arrière-plan, dans l'axe de la route de Louvemont, un taillis de feuillus divers, que soulignent les troncs blancs des bouleaux, s'étend sur la partie de la 283 qui gravit la côte du Poivre ; il est, pour une part, le fruit de la dynamique des fruticées nées sur les polymofaciès de l'ancien bois Bride de 1914. Des manteaux feuillus habillent les lisières des pinèdes ; le plus large limite la parcelle 414 et le champ du fond du vallon, enclavé dans la forêt (voir détails planche) Le réseau routier a conservé les tracés anciens. La signalétique flèche les sites des champs de bataille (disparates, elle a été harmonisée en 1995) (photo J.-P. A., avril 1987).

Photo n°0.2- Le pied de la Côte du Poivre vers 1920-21

La reconquête végétale spontanée des polymofaciès minéralisés de 1918 (voir planche) est au stade de pelouse landeuse, voire de fruticée en quelques sites de versants, et de prairie dans le fond du vallon ; le taux de recouvrement de la strate herbacée dépasse 75 %. Les taillis sous futaie du bois Bride sur le flanc sud-est de la Côte ont disparu. L'ancien chemin de Bras à Louvemont a été remis en état ; à droite, chemin de Thiaumont par le ravin de la Dame (renommé de la Mort). Début d'une signalétique, fléchage "Côte du Poivre", "Carrières d'Haudromont" (CPA, coll. Amat-Roze).



3725. Bataille de VERDUN — La Côte du Poivre et la route des Carrières d'Haudromont



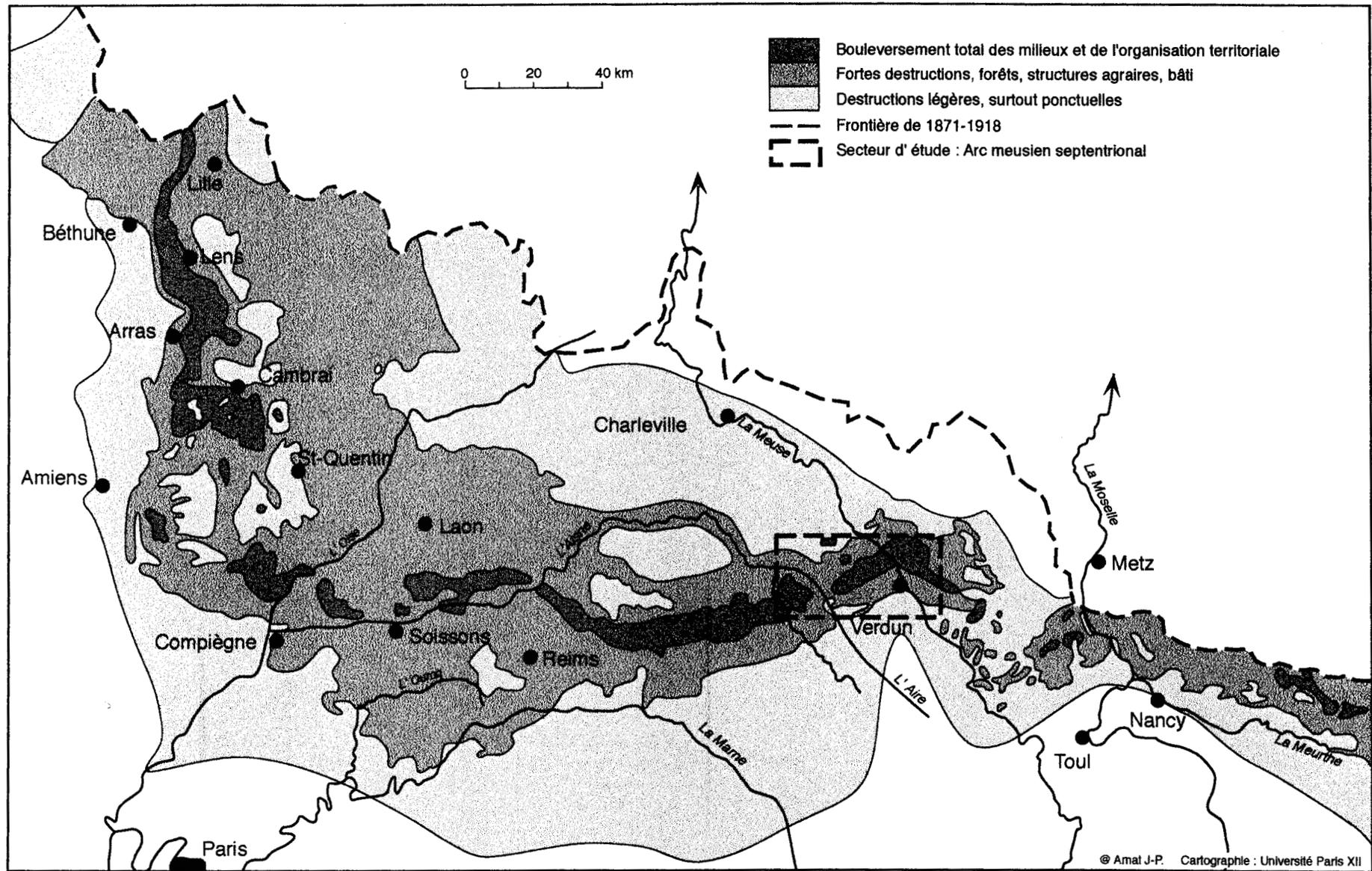


Fig. 0.4 Les destructions sur les fronts de la Grande Guerre dans le Nord et le Nord-Est de la France

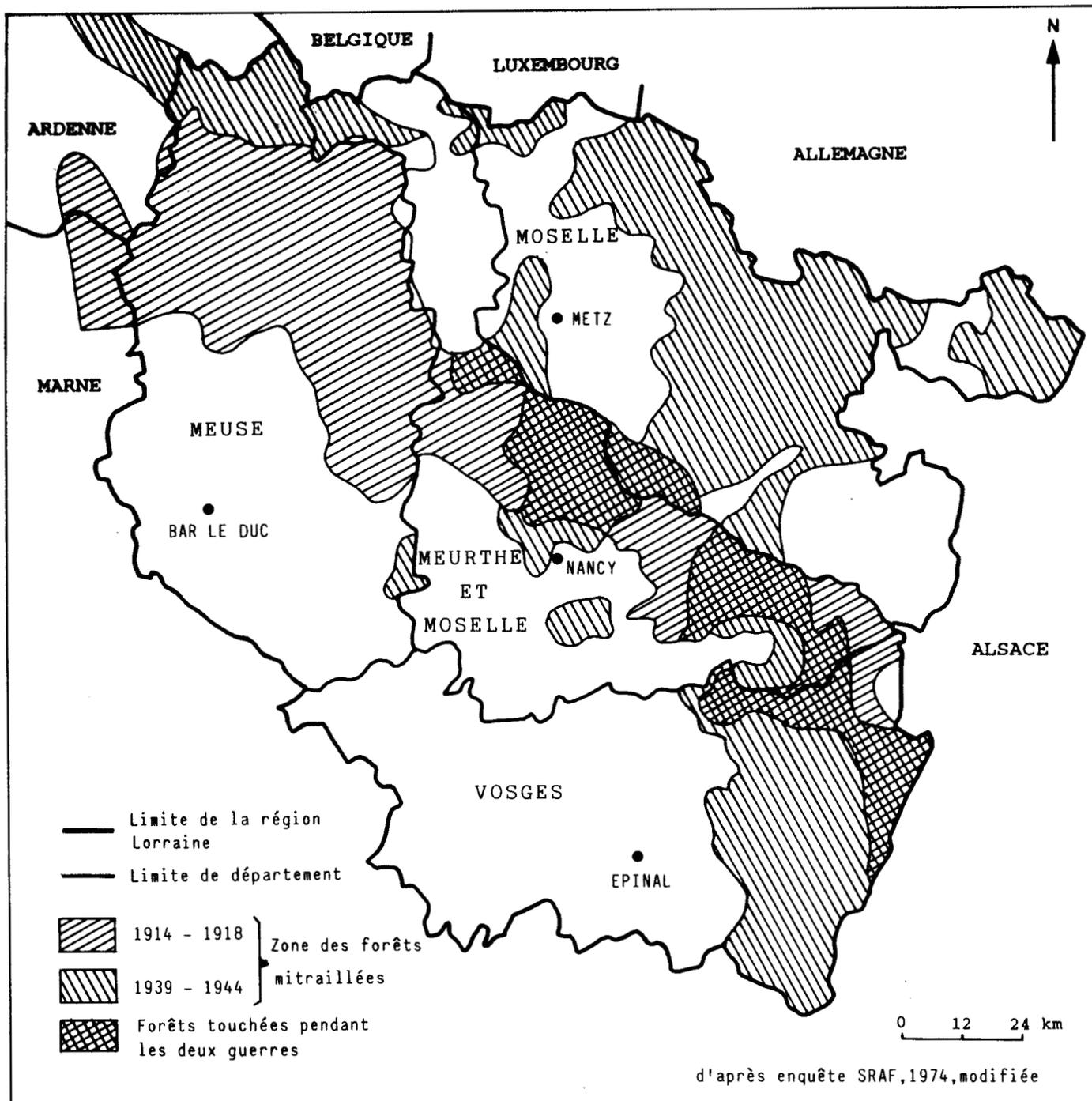


Fig. 05 - La forêt mitraillée lors des deux guerres mondiales dans les régions lorraine et champardennaise limitrophes

PREMIÈRE PARTIE

UNE DIVERSITÉ FORESTIÈRE NÉE DE LA GRANDE GUERRE

« Non seulement la Forme joue un rôle fondamental à tous les niveaux de la réalité, concrète ou spirituelle, mais elle est indissolublement liée à un partenaire, aussi universel qu'elle : la Force. Sans lui, la Forme ne se constituerait pas et pourtant, sans répit, il lutte avec elle pour la détruire. Ce couple dialectique, solidaire de celui formé par l'Espace et le Temps, poursuit son conflit depuis la matière jusqu'à l'art, de l'atome à Rembrandt : il ignore la frontière que les esprits, arbitrairement divisés en scientifiques et littéraires, ont voulu établir entre le domaine objectif et le subjectif ».

René Huygue, *Formes et Forces*, Paris, Flammarion, 1971, p. 9.

LA FORÊT, des forêts. Aux confins champenois et lorrains, au septentrion de quatre "pays", Argonne, Barrois, Hauts de Meuse et Woëvre qui dessinent et structurent l'Arc meusien, les forêts présentent des traits de caractère originaux en terme d'espace et de milieu¹. Comment définir ces unités forestières que nous groupons sous l'appellation de *forêts de la guerre* ? La variété des essences, la diversité et l'imbrication des structures de peuplements – à l'échelle de la parcelle comme à celle du groupe de parcelles – sont les premiers traits qui distinguent les forêts de la guerre dans l'ensemble des forêts de plaines et de plateaux du Nord-Est français. Les résineux sont omniprésents en trois échelons de groupements : dispersion par pieds ou par bouquets parmi les feuillus, constitution de parcelles entières, composition de massifs entiers (la forêt domaniale du Mort-Homme compte ainsi en 1990² plus de deux mille hectares de résineux pour une superficie de 2 883 hectares). L'ensemble de ces forêts – ou portions de forêts – résineuses dessine une remarquable bande de direction ouest-est, oblique par rapport aux directions dominantes des grands massifs feuillus, qui prend en écharpe les grandes unités géomorphologiques sur lesquelles ces massifs s'appuient.

Les "cicatrices de guerre" sont nombreuses et superposées. En Argonne, du camp Charlemagne, en forêt domaniale du Pont à l'Aune, au camp Napoléon et aux abris du Kronprinz, quelques kilomètres au sud en forêt communale de Varennes, la seule toponymie suggère déjà la permanence de l'occupation militaire et guerrière. Au fil des siècles les impacts militaires sur les peuplements forestiers se sont accentués, en surface affectée comme en intensité. De tous les conflits ce sont les trois guerres franco-allemandes qui ont le plus

¹ Nous faisons nôtre l'affirmation de Jean-Jacques DUBOIS : « Notre volonté d'associer espace et milieu [...] traduit le refus d'une coupure entre la géographie sociale, "où l'espace est projection de la société, expression et traduction des sociétés" et la géographie naturaliste, dont l'interrogation essentielle porte sur les influences réciproques des conditions naturelles et des sociétés », in *Espaces et milieux forestiers dans le Nord de la France*, op. cité, p. 29.

² La date est importante car la transformation des futaies résineuses en plantations de feuillus est rapide (voir chapitre douze et treize).

profondément marqué la forêt lorraine avec, pour couronnement, les combats enterrés de la première guerre mondiale. Des peuplements aux réserves appauvries et dépréciées par la mitraille, des plans d'aménagement perturbés ou interrompus par les pillages, les extractions massives ou les coupes à blanc étoc³ sont le lot de bien des forêts placées sous le régime forestier. En forêt des particuliers la situation est souvent pire. Les combinaisons de peuplements, vastes damiers ou timbres-poste, se lisent à plusieurs échelles. Empruntons deux itinéraires⁴.

– La route du Four de Paris à Varennes-en-Argonne (figure 02) qui se hausse doucement sur le revers de la cuesta d'Argonne ouvre un sombre corridor de huit kilomètres dans les *forêts de la guerre*. Le contraste est vif entre les deux murs végétaux. Au nord régiments rigides, serrés et monotones de jeunes épicéas et sapins de Douglas ; c'est le massif de la Gruerie, nappe de plus de six cents hectares de bois résineux privés. Lui succèdent sur la croupe du plateau les futaies de grands hêtres dominant un taillis bas et crochu de la forêt communale de Varennes. Plus ouvert, le côté sud de la route ménage des trouées sur le ravin encaissé des Meurissons qui fait la lisière nord de la forêt domaniale de Haute Chevauchée. Visions fugitives des fonds alluviaux où frémissaient de hauts peupliers avant que la tempête de 1990 les abattît, puis des pentes raides, aux stricts alignements d'épicéas communs en éclaircie une ligne sur cinq et aux plantations d'épicéas de Sitka, témoins d'un essai avorté de diversification dans une ancienne forêt privée⁵ que les forestiers de l'Office national des forêts s'emploient aujourd'hui à réparer ; visions fugitives sur les chênaies-hêtraies en mélange de futaie et de taillis du Haut Jardinnet (canton de la forêt domaniale).

– Une toute autre palette peint les forêts indemnes de la guerre, comme la forêt domaniale de Beaulieu-en-Argonne. La tranchée de Saint Rouin offre un riche aperçu des paysages de cette forêt ; elle parcourt l'échine du plateau du même nom, de la tête de source de la Biesme près de l'ermitage à la crête sommitale du massif. Les contrastes y sont plus difficiles à saisir car ils ont changé d'échelle. N'affectant que les seules structures de peuplements, ils s'estiment par le relevé dendrologique et le compas de forestier, s'expriment par la surface terrière⁶, la proportion des francs-pied ou des cépées. Le début de l'automne est favorable à l'expression visuelle du subtil dosage des essences, quand les merisiers, les érables planes et sycomores dispersent des flammes dans les draperies des hêtraies d'un vert encore soutenu. C'est la grande ou haute forêt perçue intemporelle, celle des équilibres qu'on croirait immuablement stables. Ici pas de télescopage des durées que rendent sensibles, dans les forêts de la guerre, les contrastes d'essences et les dysharmonies dans les classes d'âges.

Les forêts de la dition comprennent d'une part des espaces et des sylvo-faciés présents "de toute éternité" – pour reprendre l'expression des aménagistes du XIX^e siècle – même s'ils furent morcelés (bien que vaste la forêt d'Argonne n'est que l'héritière dépouillée de la grande sylvie antique) ; d'autre part des "néo-espaces" domaniaux nés des expropriations de la décennie 1920-1930, qui abritent les sylvo-faciés spécifiques des jeunes forêts domaniales de grande étendue, forêts de Servon, de Haute Chevauchée, de Verdun et du Mort-Homme, les deux dernières comptant ensemble près de treize mille hectares.

³Coupe à blanc étoc, coupe à blanc ou coupe rase, « coupe de la totalité des arbres d'un peuplement », R. DELPECH, *Vocabulaire pour la typologie des stations forestières*, p. 57.

⁴ Itinéraires parcourus en 1991 et 1992.

⁵ Cette forêt est devenue en 1978 forêt d'Établissement public de Haute Chevauchée puis, en 1982, troisième série de la forêt domaniale de Haute Chevauchée, voir chapitre treize.

⁶ La **surface terrière** est la « superficie de la section de la tige d'un arbre, le plus souvent à hauteur d'homme et sur écorce. La surface terrière d'un peuplement est la somme des surfaces terrières des arbres dont il est constitué », A. MÉTRO, *Dictionnaire forestier multilingue*, p. 269. Un **franc-pied** est « un arbre ou brin issu de semence », une **cépée**, « l'ensemble des rejets se développant sur la souche d'un arbre coupé », R. DELPECH, *op. cit.*, p. 86 et 48.

PREMIER CHAPITRE

**EN ARGONNE,
FORÊT DE LA GUERRE ET FORÊT-TÉMOIN**

DE LA butte de Valmy, éperon du talus de la côte de Champagne, se dévoile vers l'est le môle forestier de l'Argonne, plateau de revers de cuesta sous-tendu par la gaize, long de cinquante kilomètres sur une dizaine de largeur. Incliné vers l'ouest il se résout en de longues échines basses culminant à 250 mètres au nord du défilé de la Biesme, à 300 mètres au sud à Beaulieu-en-Argonne. Entre le massif et la côte de Champagne, l'Aisne écoule ses eaux calmes dans le Vallage, couloir septentrional de la dépression de la Champagne humide, épanouie au sud, entre 120 et 140 mètres d'altitude. Les échines sommitales sont disséquées par des vallées méridiennes et étroites et des vallons encaissés qui compartimentent le revers de la côte d'Argonne et festonnent son front tourné vers l'est. Le réseau hydrographique différencie des mésoclimats qui, au fond des ravins, prennent des caractères pseudo-montagnards. Cette petite région s'assimile sur beaucoup de points à sa forêt omniprésente et les caractères géo-historiques liés à la Grande Guerre sont très marqués.

Tranchées et boyaux cisailent encore le massif entre Varennes-en-Argonne à l'est et Vienne-le-Château à l'ouest. L'organisation frontale se développait sur une quinzaine de kilomètres de part et d'autres des premières lignes mais les destructions massives n'affectèrent qu'une bande de dix kilomètres de largeur en moyenne. Il est donc possible de comparer une forêt de la guerre – celle de Haute Chevauchée sur la ligne de front – et une forêt témoin – celle de Beaulieu sur l'arrière-front français – qui soient à peu de distance l'une de l'autre et dans des conditions de milieu qui, avant la guerre étaient équivalentes. Cette analyse comparative dégage les objectifs, les méthodes et les outils de la recherche.

1. SUR LES FRONTS DE LA GRANDE GUERRE DANS LA FORET DOMANIALE DE HAUTE-CHEVAUCHEE

La forêt domaniale de Haute-Chevauchée (figure 11, p. 21), 1 054 hectares d'un seul tenant¹, couvre un large secteur du plateau de revers de la cuesta d'Argonne. Sur ce môle naturel la forêt dessine un grossier parallélogramme orienté NNE - SSW et assis sur des éléments naturels. Elle n'est pas isolée ; le revers de la côte porte une couverture boisée continue qui se poursuit au sud par la grande forêt domaniale de Lachalade (2 158 hectares), au nord par la forêt communale de Varennes-en-Argonne et les vastes bois privés de la Gruerie (figure 12, p. 22). Les forêts communales des finages de la vallée de l'Aire s'alignent sur les versants et la base du front de côte².

1.1. Diversités et contrastes dans les peuplements

La forêt de Haute Chevauchée est assise sur un plateau taillé dans le binôme pétrographique gaize sur argiles et sables (figure 13, p. 24, coupe A)³. Le banc épais de la gaize (voir *infra* chapitre trois) arme la surface topographique. La ligne de crête méridienne du revers, entre 230 et 270 m d'altitude, est une étroite bande frontale non démantelée par l'érosion. A l'ouest coule la Biesme vers 140 m d'altitude dans une vallée ample et bien drainée qui a creusé toute la masse de la gaize, épaisse ici de 70 mètres environ (photos 3.1 et 3.2, p. 236) ; à l'est le front de côte est buriné de multiples rus anaclinaux*. Le revers est disséqué en étroites lanières parallèles orientées est-ouest, séparées par de profonds vallons digités aux pentes souvent très raides, les "ravins" ou "gorgeons". Le ravin de la Fontaine des Meurissons et celui des Courtes Chaussées sont les limites septentrionales et méridionales de la forêt. De courts amphithéâtres aux flancs pentus les raccordent à la bande sommitale. La forêt occupe ainsi un interfluve

¹ Depuis 1982, date de parution de la carte, les deux forêts ont été regroupées, voir *infra*.

² Cette disposition très particulière est liée à l'histoire des forêts communales, nées du cantonnement des droits d'usage forestiers des communautés rurales (voir chapitre 6).

³ Cette figure présente cinq thèmes, A, B, C, D et E, traités sur le même transect, noté T sur la carte de la fig. 11. Les quatre derniers thèmes sont présentés au § 3 *infra*. Cette présentation s'inspire de la thèse de René Braque, *op. cit.*,

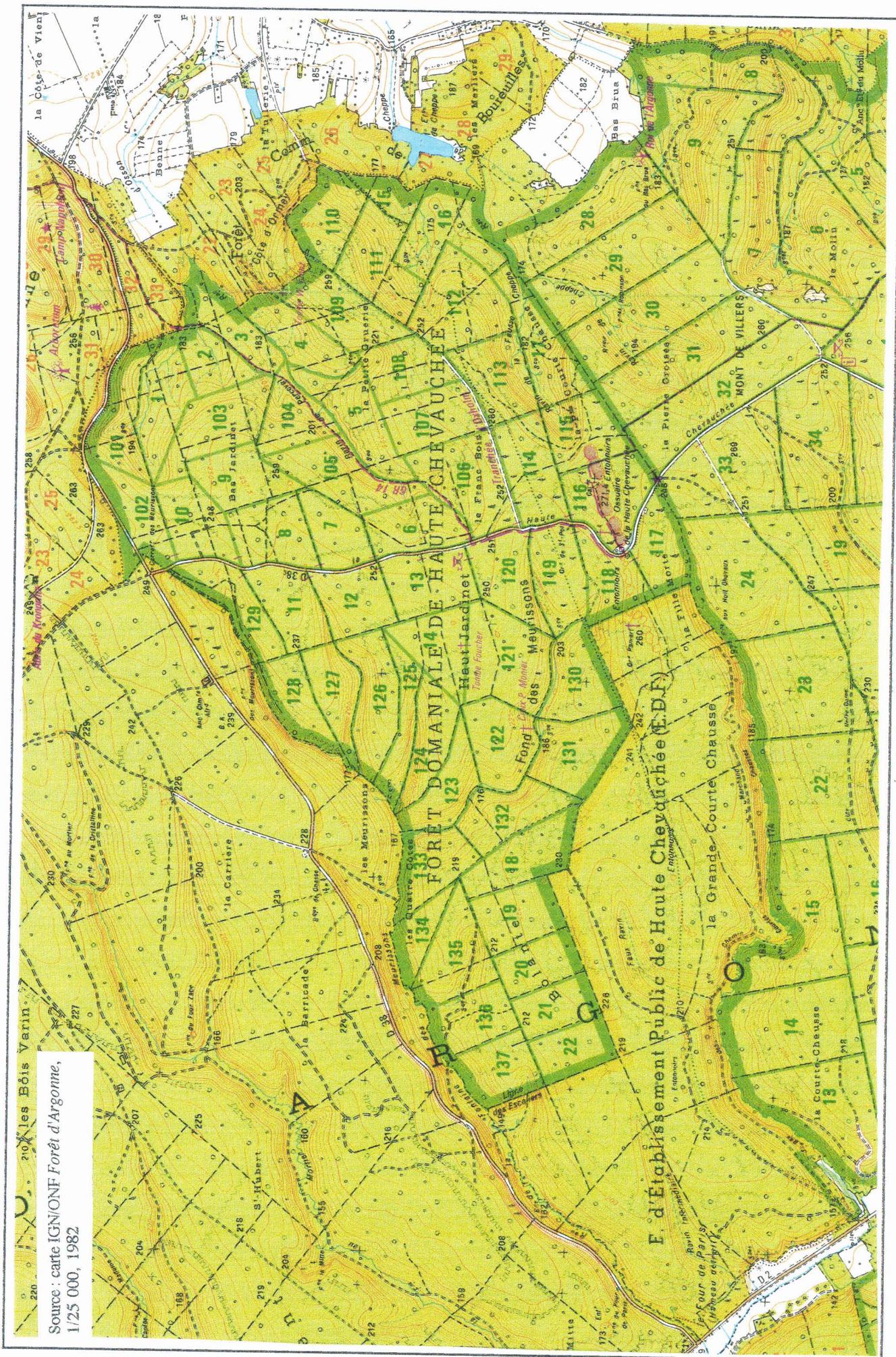


Fig. 11 Les forêts domaniale et d'Établissement public de Haute Chevauchée, propriété et parcellaire (carte IGN de 1982)

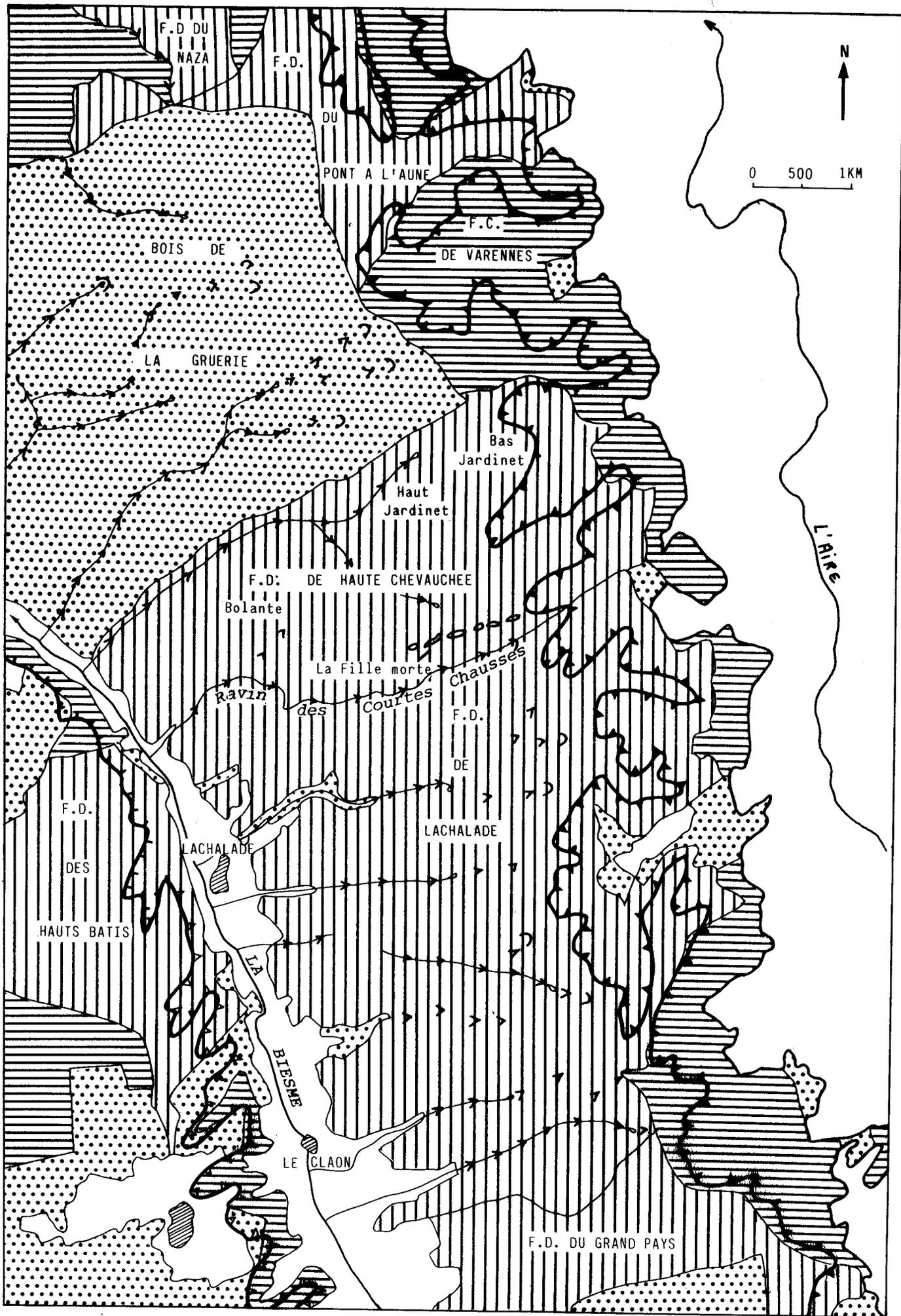
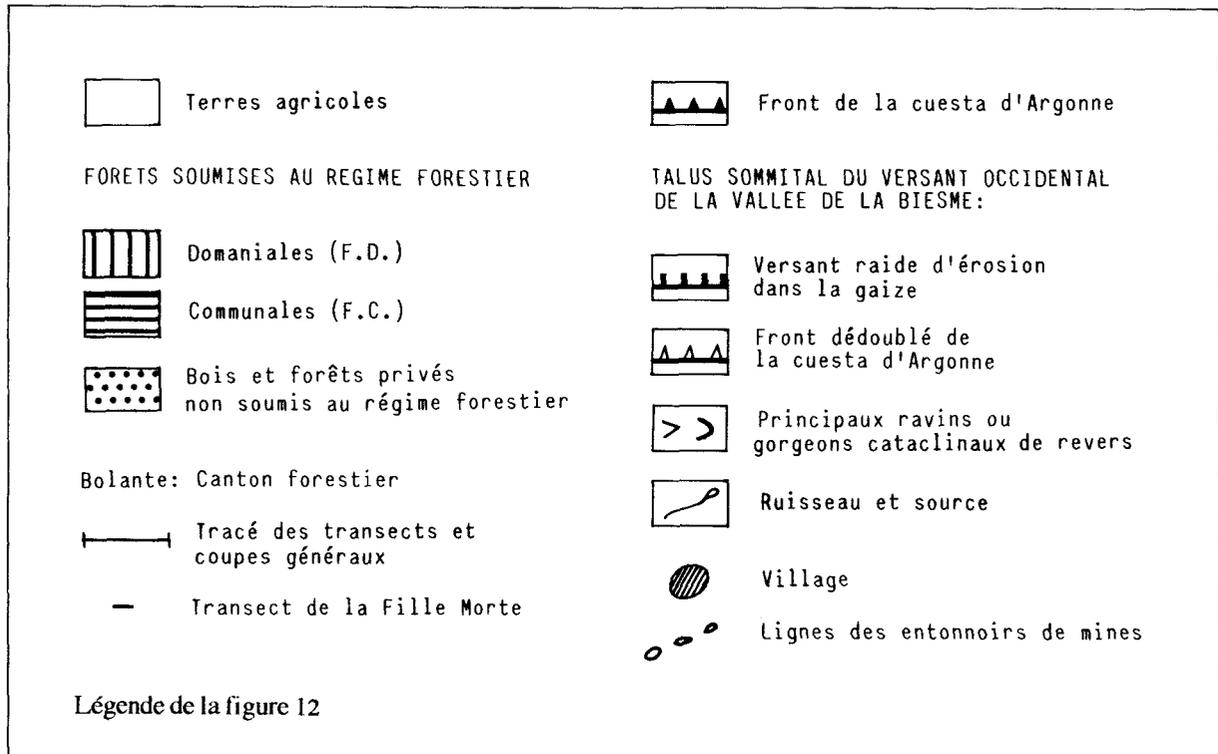


Fig. 12 Les forêts de l'Argonne centrale, localisation et statut de propriété

dissymétrique où l'étroit front oriental, qui domine la vallée de l'Aire de 90 mètres, répond au plateau occidental à la pente moyenne de 1,5 % longuement incliné jusqu'aux versants de la vallée de la Biesme et réduit, par endroits, à une simple croupe de divergence des vallées cataclinales* et anaclinales, telle l'échine de la Fille-Morte. Le total annuel des précipitations atteint 1 000 mm, la température annuelle moyenne est de 9° C avec des extrêmes très marqués (-20° C, + 32° C). L'hiver est souvent rigoureux dans le fond des ravins, avivant des caractères presque montagnards ; les gelées printanières tardives sont fréquentes (chapitre quatre). Le motif répétitif lanière de plateau - ravin crée des unités paysagères morcelées et rythmées, pour lesquelles les contrastes "adret - ubac" jouent un rôle phytodynamique marqué.



Cette forêt domaniale est jeune ; son périmètre fut délimité après la première guerre mondiale sur les vestiges de bois privés dévastés (chapitre onze). L'antique chaussée dite de la *Haute Chevauchée*⁴, longue voie sommière qui traverse l'Argonne du nord au sud, a donné, en 1932, son nom à la forêt. Bien que la partie du territoire domanial sise entre le ruisseau des Meurissons et la route du Four de Paris à Varennes soit dans le département de la Marne, la gestion de la forêt est assurée par le seul centre de Verdun-nord de l'Office national des forêts.

La carte des grands types de peuplements (figure 14, p. 25) a été établie en 1987 à partir de relevés de terrain, de la photo-interprétation de la mission IGN de 1985 et des données fournies par le dossier de révision d'aménagement de 1977⁵. Deux grandes masses s'individualisent bien. Des peuplements feuillus, futaie et mélanges futaie-taillis, occupent la majeure partie des deux premières séries (parcelles 1 à 22 et parcelles 101 à 137) accompagnés d'un bloc de futaies résineuses (à épicéas dominants plantés dans les années 1930-1935) dans les parcelles 114 à 119 ; c'est le périmètre domanial originel de 1932. La troisième série (parcelles 201 à 230) est née de l'achat récent (1982) de la *forêt d'Etablissement public de Haute*

⁴ «[...] la traduction en latin classique *equitata* prouve qu'il s'agit d'une route où l'on pouvait passer à cheval parce que mieux entretenue que d'autres chemins...», Jean Babin, *Les lieux-dits de la commune de Boureuilles*, p. 145.

⁵ Office national des forêts, centre de Verdun, subdivision de Verdun-Clermont, *Révision d'aménagement de la forêt domaniale de Haute Chevauchée, 1978-2001*, approuvé par arrêté ministériel du 8 décembre 1977.

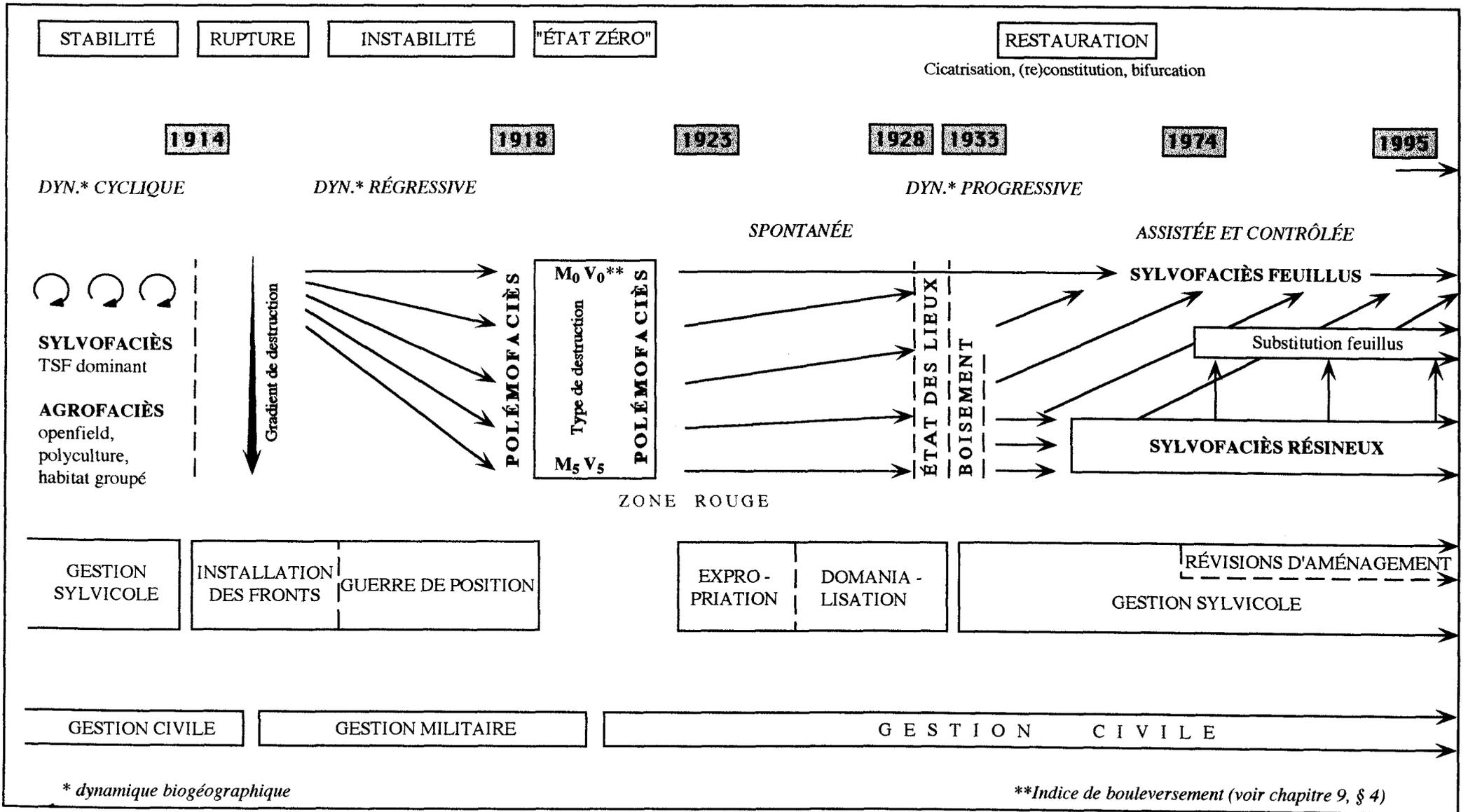


Fig.06 Structure diachronique du sylvosystème des forêts de la guerre, cas des Hauts de Meuse verdunois

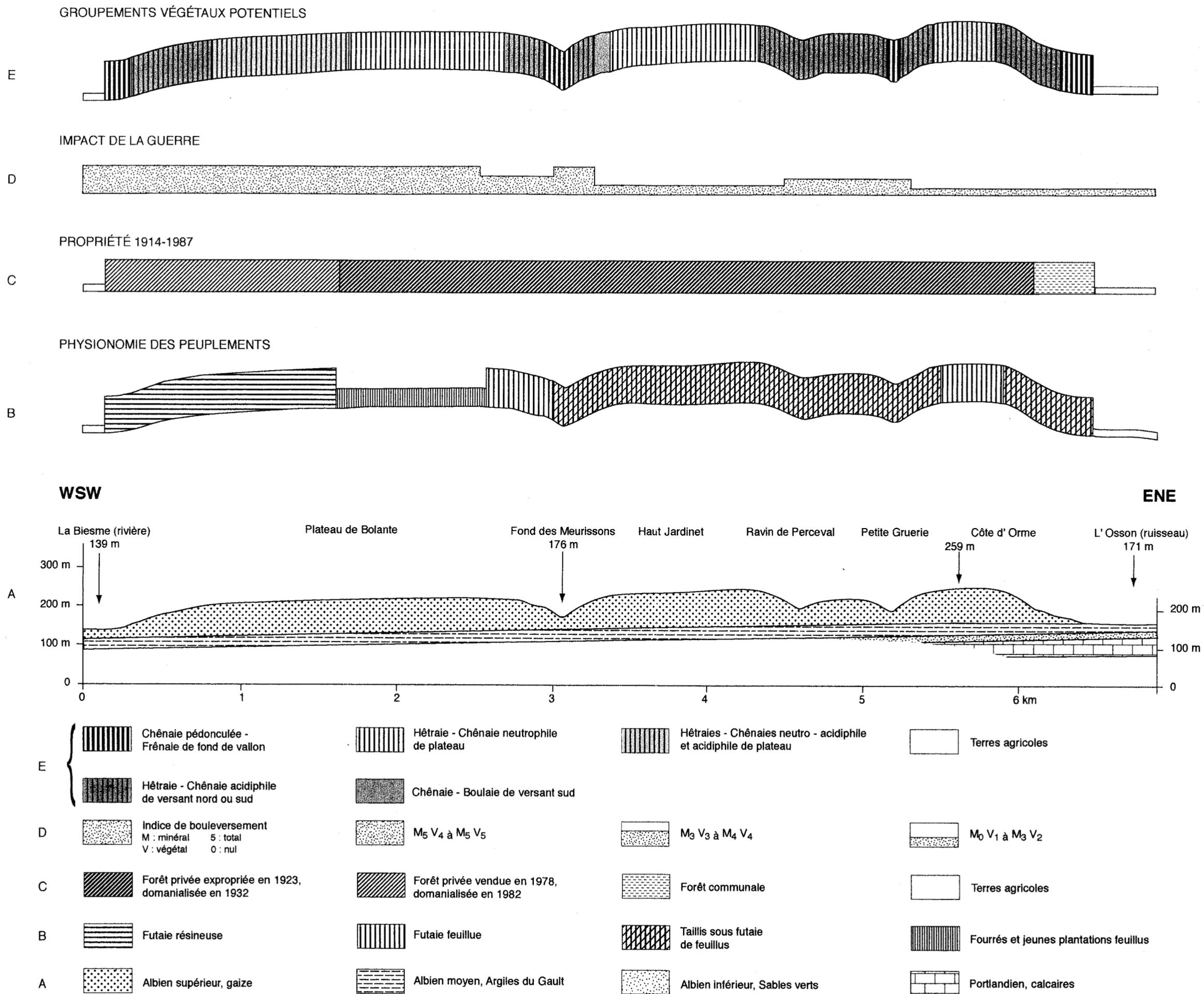
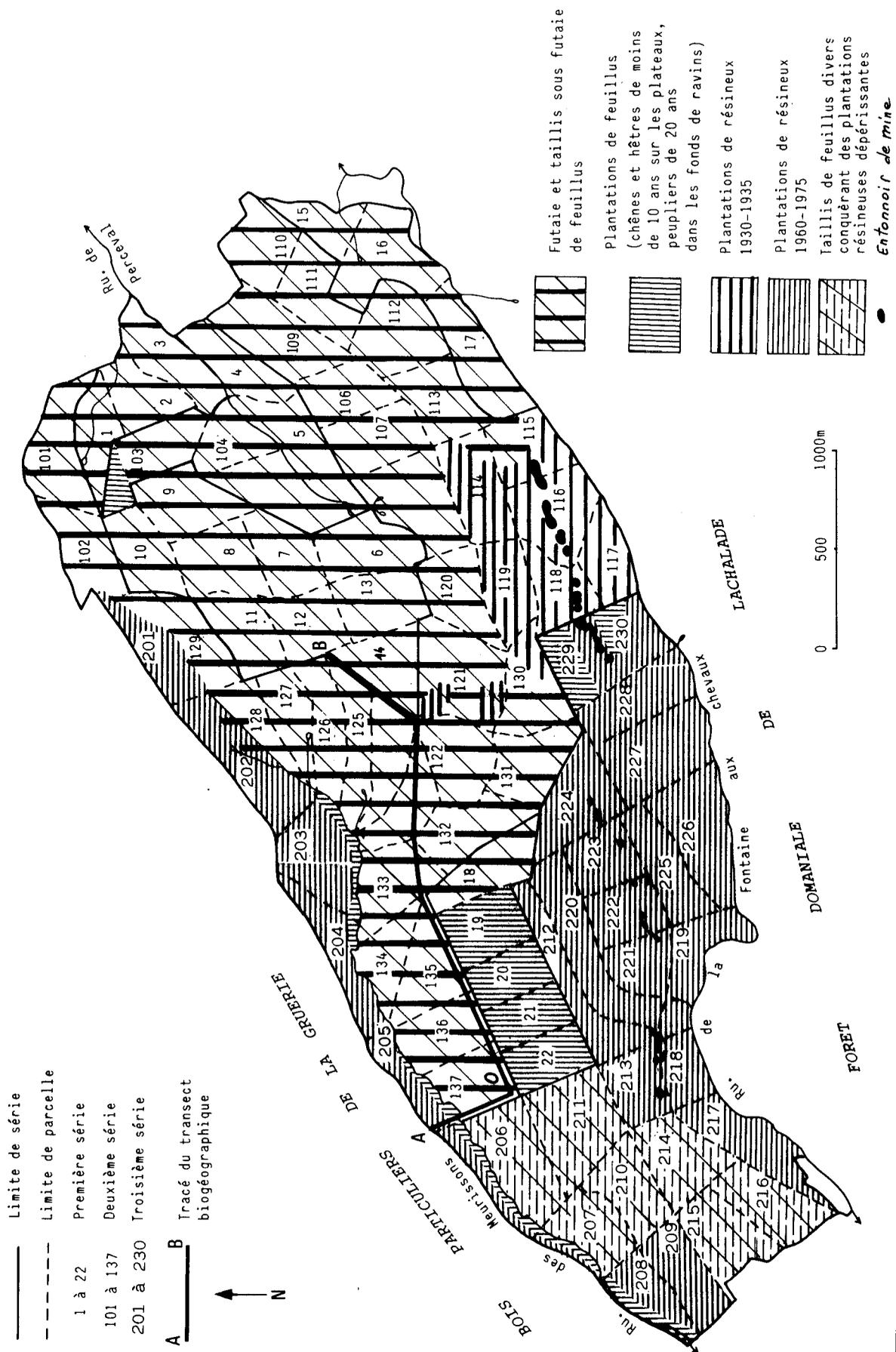


Fig.1.3 Transect général à travers la forêt domaniale de Haute Chevauchée en 1987

Fig. 14 Forêt domaniale de Haute Chevauchée, les grands types de peuplements en 1986



- Limite de série
- - - Limite de parcelle
- 1 à 22 Première série
- 101 à 137 Deuxième série
- 201 à 230 Troisième série
- A B Tracé du transect biogéographique

- Futaie et taillis sous futaie de feuillus
- Plantations de feuillus (chênes et hêtres de moins de 10 ans sur les plateaux, peupliers de 20 ans dans les fonds de ravins)
- Plantations de résineux 1930-1935
- Plantations de résineux 1960-1975
- Taillis de feuillus divers conquérant des plantations résineuses déperissantes
- Entonnoir de mine



*Chevauchée*⁶ appartenant à EDF, elle-même constituée de bois privés achetés en 1978. Les plantations résineuses, mal suivies ou abandonnées, ont déperissé et sont envahies d'un taillis de morts-bois et de halliers. La dichotomie de types de peuplements qu'offre cette carte est révélatrice d'un type fréquent de forêts de la guerre ; aux effets directs des dévastations totales (le tracé du front est souligné par les entonnoirs d'explosion de mines) se superposent les données de propriété et de gestion (enrésinements de divers âges, période 1932-1935 à la suite de la première domanialisation, période 1960-1970 dans la partie de forêt appartenant alors à des propriétaires particuliers).

1.2. Un itinéraire sur le plateau de Bolante-Haut Jardinnet

Un itinéraire d'observations long de deux kilomètres environ (divisé en deux segments A-O et O-B, fig. 14) a été établi à l'aide de la grille multivariée (annexe 2-3) en privilégiant les deux critères majeurs d'organisation des milieux, la topographie – l'itinéraire emprunte deux directions perpendiculaires aux grands axes de relief – et la géographie de l'ancien front – il parcourt des secteurs sur lesquels les ravages de la guerre suivent un gradient de destruction d'ouest en est (chapitre dix et carte HT Argonne 1918).

1.2.1. Segment A-O

Le layon partant de la route du Four de Paris à Varennes descend le versant nord du gorgeon des Meurissons au lieudit "Escalier des Allemands"⁷. Il sépare les parcelles des deuxième et troisième séries de la forêt. Les futaies résineuses de la troisième série proviennent de plantations réalisées après la seconde guerre mondiale par le premier propriétaire. Épicéas de Sitka dans la parcelle 205, denses, non dépressés mais en bon état végétatif, plantés entre 1960 et 1965 ; douglas dans la 206^{pie}⁸, en peuplement dense et bien venant, plantés entre 1965 et 1970 sur des topographies bouleversées.

Le fond du gorgeon est tapissé d'alluvions limono-argileuses à gley dans lesquelles le ruisseau dessine de petits méandres libres. Il déroule une écharpe forestière ripicole riche en espèces hygrophiles et mésohygrophiles ; l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*)⁹ et le Frêne (*Fraxinus excelsior*) dominant. Entre leurs hautes tiges on distingue des alignements de peupliers, plantés entre 1960 et 1969, et mal entretenus. Des Carex, *Carex remota* et *C. pendula* abondent dans le sous-bois ainsi que le Gailllet gratteron (*Galium aparine*), la Circée de Paris (*Circaea lutetiana*) et le Lierre terrestre (*Glechoma hederacea*) qui révèlent des sols humides à mouillés. A cette aulnaie-frênaie succède, sur les colluvions fraîches de bas de versant, le mince liseré d'une chênaie pédonculée mêlée de frênes.

Le layon qui monte le versant méridional suit la limite entre la deuxième série (P137) et la troisième (P206). La parcelle 137 exposée au nord, sur pentes raides, porte une futaie élancée au sous-bois assez pauvre, formant taillis. Dans la strate arborescente supérieure (A1) les chênes sessile et pédonculé voisinent avec le hêtre ; leur proportion augmente vers le haut du versant. A leur côté, bouleaux et charmes traités en cépées peuplent la strate arborescente inférieure (A2). Le noisetier est présent en strate arbustive (Arb.). Un relevé de placette a été réalisé à mi-versant (fiche A1)¹⁰.

⁶ C'est ce nom qui figure sur la carte IGN/ONF au 1/25 000 de 1982. Ces bois avaient été exclus de la domanialisation de la zone rouge et rendus à leurs propriétaires d'avant-guerre.

⁷ Ce layon, situé près de la charrière du front qui commandait le carrefour de la vallée de la Biesme et de la route du Four de Paris à Varennes (nombreuses références *infra*, chap. 9 et 10), était d'une si grande importance pour la logistique allemande qu'un escalier de près d'une centaine de marches avait été aménagé dans la partie centrale la plus raide du versant.

⁸ "pie", abréviation pour *partie*.

⁹ La citation des espèces obéit, dans la plupart des cas, à la règle suivante : première mention de l'espèce par les deux appellatifs, français et latin ; puis indifféremment français ou latin. Rappelons une autre règle ici suivie : le nom français d'une plante prend une majuscule, par exemple le Noisetier ou le Chêne sessile, s'il est fait référence au genre ou à l'espèce. On parlera par contre d'un bouquet de noisetiers, d'un peuplement de chênes sessiles.

¹⁰ Les espèces portent leur nom latin ; pour des raisons de place le deuxième terme du binôme spécifique est souvent tronqué ; la liste des espèces relevées (noms latin et français) est présentée en fin d'ouvrage. Les notions évoquées ci-dessous sont précisées au chapitre deux. On peut retenir la définition suivante du **groupe écologique d'espèces** : « Ensemble d'espèces végétales ayant approximativement la même amplitude par

FD de Haute Chevauchée		P. 137	juillet 1987
VEGETATION			
Taillis sous futaie à réserve jeune, TR = 80%			
PHYSIONOMIE		FLORE	
<i>Strates</i>			
A1		Quercus petræa (3), Q. robur (1) Fagus sylvatica (+)	
A2		Carpinus betulus (1), Quercus petræa (1) Betula pendula (1)	
Arb.		Carpinus bet. (2), Corylus avellana (2) Betula pendula (1)	
s Arb.			
Herb.		Vaccinium myrt. (1), Pteridium aquil. (1), Molinia cær. (1), Deschampsia flex. (1) Teucrium scor. (1), Luzula sylv. (+), Calamagrostis arun. (+), Lonicera peri. (+), Melampyrum prat. (+), Hieracium sp. (+), Solidago virg. (+) Luzula luzul. (+), Convallaria mai. (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS moder	
TYPE sol jeune post guerre	
PROFIL 	
SUBSTRAT Gaize	
MAT. PARENTAL Colluvions sableuses minces	
SITE versant nord	

Nb D'ESPÈCES PAR GROUPES D'ESPÈCES INDICATRICES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							5	1	
herbacées							2	3	7

Fiche A1 Placette FD Haute Chevauchée, P 137

FD de Haute Chevauchée		P 14	juillet 1987
VEGETATION			
Futaie feuillue mélangée, TR = 90 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
<i>Strates</i>			
A1		Fagus sylvatica (2) Carpinus betulus (1), Quercus robur (1), Prunus avium (1), Fraxinus excelsior (+)	
A2		Prunus avium (1) Carpinus betulus (1)	
Arb.		Corylus avel. (2), Fraxinus excel. (1) Acer pseudo. (1),	
s Arb.		Acer pseudo. (1), Fraxinus excel. (1) Acer platanoides (+)	
Herb.		Hedera helix (2), Anemone nemo. (1), Asperula odorata (1), Lamium galeo. (1), Miliun effusum (+), Melica uniflora (+), Primula elatior (+), Oxalis aceto. (+), Carex sylvatica (+), Stachys silv. (+), Galeopsis tretralix (+), Viola rivin. (+), V. reichenb. (+), Dryopteris cartu. (+) Athirium f.f. (+), Dryopteris f. mas (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS mésomull	
TYPE néoluvisol	
PROFIL 	
MAT. PARENTAL limons	
SUBSTRAT Gaize	
SITE Plateau	

Nb D'ESPÈCES PAR GROUPES D'ESPÈCES INDICATRICES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses			1		2	1	4		
herbacées		1	1		5	7	1	1	

Fiche A2 Placette FD Haute Chevauchée, P 14

La strate herbacée forme un tapis discontinu, par plages d'étendues variables selon les trouées du couvert arborescent. Les trois groupes écologiques présents marquent la prééminence du pôle acide (classement des espèces par groupes écologiques dans l'index floristique). Le cortège des espèces acidiphiles domine, ses représentants (la Myrtille, *Vaccinium myrtillus*, la Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), la Molinie (*Molinia caerulea*) et la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) sont aussi les plus abondants. *Dicranum scoparium* est abondant dans la strate muscinale. Sur ce versant, les colluvions sablo-limoneuses sont minces, la gaize est sub-affleurante. Les sols, peu épais, se développent sur des formations grossières et hétérométriques riches en fragments de gaize. La topographie de la placette est marquée par deux rugosités d'échelles emboîtées, décamétrique avec les témoins d'anciennes tranchées, et métrique avec quelques entonnoirs d'explosion d'obus. Elle révèle les fortes perturbations de la guerre. Les profils observés et levés dans un tel milieu bouleversé sont très difficiles de lecture, a fortiori d'interprétation. La probabilité de trouver un endroit indemne de toute perturbation est quasi nulle. A l'inverse, la présence de fragments métalliques, éclats d'obus, douilles, balles ou restes d'objets divers dans tous les horizons prouve le retournement, le brassage de l'ancienne couverture pédologique et la jeunesse de l'actuelle. La présence constante des horizons humifères pose la question de leur reconstitution après la guerre, des relations qu'ils établissent avec les formations superficielles, des orientations actuelles de la pédogenèse (voir chapitre 12).

Un petit vallon sec, affluent du ruisseau des Meurissons, incise ce versant nord du plateau de Bolante. Dans le fond à peine tapissé d'alluvions l'apparition de la Viorne lantane *Viburnum lantana* (groupe écologique 4), du Troène *Ligustrum vulgare* (4) et du Cornouiller sanguin *Cornus sanguinea* (4) dans la strate arbustive, celle de l'Épiaire des bois *Stachys sylvatica* (2) et du géranium herbe à Robert *Geranium robertianum* (2) dans la strate herbacée traduisent une ambiance nettement plus neutrophile.

1.2.2. Segment 0-B

Dans le taillis sous futaie des parties hautes des parcelles 137, 136 et 135, dominent le hêtre, le chêne sessile en essence secondaire, accompagnés de quelques charmes. Parmi les herbacées apparaissent les acidiclinales, la Fétuque hétérophylle, *Festuca heterophylla*, et le Pâturin de Chaix *Poa chaixii*, des neutro-acidiclinales comme le fraisier sauvage *Fragaria vesca*, et la Luzule poilue *Luzula pilosa* et le neutrophile Brachypode des bois *Brachypodium sylvaticum*. Sur une couverture de limons remaniés de plus de 40 cm d'épaisseur se développe un profil humifère dont la facture est proche de celle du mull mésotrophe. La Canche cespiteuse est présente sur toutes les parcelles de la crête de Bolante, sous futaie en haut de versant nord, sous les plantations de chênes dans les parcelles 19, 20 et 21 du plateau, où elle forme parfois

rapport à un ou plusieurs facteurs ou descripteurs écologiques » (1). Il est relativement facile de créer et de dénommer un groupe d'espèces végétales. Il l'est beaucoup moins de dresser le tableau d'appartenance d'espèces à ce groupe. Parmi les facteurs écologiques, citons la disponibilité en eau (mesurée par le niveau hydrique), la richesse nutritive (niveau trophique), l'acidité du sol (niveau ionique). Le classement en groupes écologiques des espèces rencontrées dans une région doit prendre en compte : a) l'existence d'une base scientifique et/ou technique (catalogue de stations forestières par exemple), b) la diversité locale due à l'intrication des conditions stationnelles. Ainsi les auteurs du catalogue des stations forestières de l'Argonne précisent-ils : « la validité de ces groupes écologiques est limité à la zone d'étude et ne saurait être étendue à d'autres territoires sans adaptations » (p. 26). La bourdaine *Frangula alnus* et la Molinie bleue *Molinia caerulea* sont en Argonne « des espèces acidiphiles, non liées à l'hydromorphie du sol ; alors que dans d'autres régions ces espèces indiquent des conditions d'hydromorphie bien marquées (pseudo-gley) » (p. 26). Prenons l'exemple d'une *espèce acidiphile* (adjectif souvent substantivé, une acidiphile) : ce caractère fait référence « au comportement "moyen" de l'espèce dans le milieu de vie » (Jean-Claude Rameau, *Flore forestière française*, t.1, p. 25). Ce comportement est défini par « la connaissance de l'amplitude de variation, des possibilités d'existence de l'espèce » selon deux gradients, hydrique (traduisant l'économie stationnelle de l'eau) et trophique (relevant le degré d'acidité souvent corrélé à la réserve nutritive du sol). Cette classification est reprise pour l'ensemble de ce travail, sauf cas précisés. Pour l'Argonne, les noms, codes et numéros d'identification des groupes écologiques sont les suivants : **hygrophiles**, Hyph (1) ; **nitratophiles**, Niph (2) ; **hygroclines**, Hycl (3) ; **calcicoles**, Ca (4) ; **neutrophiles**, Neph (5) ; **neutro-acidoclinales**, NAcl (6) ; **neutrophiles tolérantes (à large amplitude)**, Netol (7) ; **acidoclinales**, Acl (8) ; **acidophiles**, Aph (9). La notion de **groupes d'espèces indicatrices** est un peu différente. « Les espèces possédant des comportements moyens relativement superposables - donc s'observant fréquemment ensemble - peuvent être regroupées dans des **groupes d'espèces indicatrices** » (J.-Cl. Rameau, *ibid.*).

un véritable tapis graminéen ; la canche cespiteuse abonde dans la forêt de Lachalade au sud, dans des conditions stationnelles équivalentes non perturbées de sols bruns lessivés à mull mésotrophe sur limons épais et frais.

Entre ces deux tables de Bolante et du Haut Jardinnet, en limite des parcelles 132 et 133, le transect traverse le gorgeon méridional du Fond des Meurissons dans une partie fortement bouleversée par la guerre, contre-pente abritée sur les flancs de laquelle les Allemands avaient établi des cabanes, des cuisines, des aires de stockage. Les peuplements, à peine parcourus par l'aménageur, présentent un mélange de bouquets de hautes cépées de chênes sessiles où voisinent sur la même souche des brins morts ou dépérissants et un ou plusieurs brins vifs conquérants, des francs-pieds de belle venue, hêtres, érables sycomores, merisiers et frênes dans la strate dominante. Tous ces francs-pieds et rejets sont postérieurs à 1918. Ce peuplement actuel est issu de la reconquête végétale après guerre. Au sol existent encore quelques solides souches de chênes, de diamètre supérieur à 80 cm, témoins des réserves du taillis sous futaie d'avant-guerre. Près du fond du ravin, dans le liseré de la chênaie pédonculée-frênaie, végète un énorme chêne au tronc bardé de barreaux d'échelle et d'armements d'isolateurs électriques encore reliés entre eux par des fils de cuivre, hérissé de brogues, de loupes, de bourrelets cicatriciels. Cet auxiliaire militaire, poste d'observation, est un survivant (photo 5.4, p.380).

Hormis quelques hêtres et érables sycomores, la strate arbustive du versant est pauvre ; la strate herbacée, légère et dispersée, paucispécifique, abrite des espèces acidiphiles où dominent *Deschampsia flexuosa* et *Calamagrostis arundinacea* (graminée de chorologie montagnarde) accompagnés de *Vaccinium myrtillus*. La faible étendue et la pauvreté spécifique de la strate herbacée sont assez représentatives des peuplements de haut de versant nord en Argonne (voir *infra*, chapitre trois).

Le versant sud-est porte une jeune futaie de chêne sessile d'environ soixante-dix ans, pleine et bien venante, dont les individus sont issus pour moitiés de souche et de semis naturels. Il présente, dans les rares zones épargnées, des sols podzoliques à moder, qui passent à des podzols à mor sur la convexité sommitale. Sur les pentes les plus fortes où affleurent la gaize en cailloutis grossiers, le sol est bloqué dans son évolution au stade de podzol-ranker à mor. Le milieu est acidiphile. Dans la strate herbacée *Deschampsia flexuosa*, *Molinia caerulea*, *Vaccinium myrtillus* couvrent le sol ponctué de rares coussinets pâles de *Leucobryum glaucum*. Sur l'amorce de la convexité du versant *Pteridium aquilinum* se densifie. Il abonde sur le rebord du plateau. La composition dendrologique de cette parcelle est fille de la belle fructification de 1917, célèbre pour son abondance et sa qualité (voir *infra*). Tombés sur un sol moins meurtri que celui du versant opposé, les glands germèrent dans l'ambiance fort claire d'un couvert arboré emporté en grande partie par la mitraille. L'actuel plan d'aménagement transforme la parcelle en une futaie équienne de chênes à 120 arbres à l'hectare. La forêt domaniale compte deux cents hectares environ de tels peuplements, jeunes futaies de chênes sur les versants sud, de hêtres sur les versants nord. Ils sont potentiellement parmi les plus riches de tout le massif forestier. Peut-on dire que c'est, pour la forêt, un des aspects "positifs" de la guerre ? Ce point sera repris et développé au chapitre douze.

Après l'entaille du Fond des Meurissons le plateau de Bolante se prolonge vers le nord-est par la table plus massive du Haut Jardinnet. Un relevé (fiche A2)* a été réalisé dans la P. 14, aux limites des parcelles 122 et 124. Cette placette est représentative des belles futaies qui occupent les parcelles 13 et 14. Cohabitent en strate dominante *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus* avec le merisier et le frêne. Dans la strate herbacée dominent des espèces neutrophiles à large amplitude et neutro-acidiclines comme *Milium effusum*, *Melica uniflora*, *Asperula odorata*, *Hedera helix*, *Carex sylvatica* ou, dispersée, *Viola reichenbachiana*. *Eurhynchium striatum* et *Rhytidiadelphus triquetrus* dominent parmi les mousses. On note quelques acidoclines comme la fougère *Dryopteris filix-mas*, alors qu'*Oxalis acetosella*, *Primula elatior* et *Mnium undulatum* révèlent une bonne économie de l'eau et des réserves hydriques qui évitent ou tempèrent les déficits hydriques de la saison végétative (chapitre trois). Ce fait est corroboré, dans les strates arborescente et arbustive, par la présence et la bonne régénération du merisier. Ce peuplement (chênaie-charmaie potentielle, figure 12) s'épanouit sur les portions de plateau recouvertes de limons éoliens et remaniés d'origine quaternaire. Dans les secteurs non bouleversés, ces limons portent des sols lessivés à mulls mésotrophes ou mulls-moders, cas de figure classique sur le revers argonnais, dans les forêts de Lachalade ou

de Beaulieu par exemple¹¹. De petits sites à engorgement temporaire naissent de la combinaison de légères dépressions topographiques et de faciès plus argileux dans les limons remaniés. Les sols y sont du type lessivé marmorisé à mull mésotrophe ; *Deschampsia cespitosa* domine dans la strate herbacée. La rétention de l'eau est plus forte dans les micro-milieus que sont les fonds des entonnoirs d'explosion qui, assez dispersés, ponctuent la surface topographique.

1.3. La crête de la Grande Courte Chaussée - la Fille Morte

La crête orientée est-ouest de la Grande Courte Chaussée - la Fille Morte court de part et d'autre de l'ossuaire de la Haute-Chevauchée, haut-lieu des âpres combats offensifs et défensifs dont cette crête fut l'enjeu. Vue des points hauts du versant méridional du ravin des Courtes Chaussées, dans la P33 de la première série de la forêt domaniale de Lachalade (photo 1.1 et 1.2, p. 34), la Fille Morte cicatrisée porte aujourd'hui une mosaïque de peuplements où s'intriquent futaie résineuse et mélanges de taillis et de futaies feuillus. En ne considérant que la strate arborescente les cicatrices de la guerre sont, à quelques rares exceptions près, masquées. Mais la diversité de la strate herbacée et la rugosité géomorphologique aux échelles décamétrique et métrique sont de remarquables témoins des formes de la destruction (photo 1.3, 1.4, p. 35). Aux combats de surface s'ajoutèrent les combats souterrains de la guerre des mines¹². Les énormes entonnoirs en chapelet de la crête (photo 1.10, p. 42), les entrées de galeries inclinées (ou descenderies, photo 1.6), les boyaux et tranchées des premières lignes françaises et allemandes (photo 1.5) sont parmi les plus vivaces témoignages dans les forêts de la guerre (p. 36).

Les dimensions des déchirures du couvert forestier engendrées par les explosions des obus et des mines sont très variables¹³. Les stratégies de cicatrisation ont varié avec l'échelle spatiale de la destruction.

– Les faibles explosions ne créent que des déchirures métriques. Ces polémotopes¹⁴ cicatrisent par la repousse des jeunes brins ou des baliveaux présents autour de l'impact, par le recrû du taillis, par les germinations et la croissance des jeunes plants. **La "stratégie" de cicatrisation est de type forêt-forêt**¹⁵. Les structures actuelles des peuplements ligneux n'informent pas sur la micro-rugosité associée à ces explosions, si ce n'est par une possible – mais difficile à percevoir – dépression corrélative de la canopée, comme le montrent – ou le laissent deviner – certaines photographies aériennes. Dans la stratification végétale actuelle, il y a dissociation entre les structures des strates arborescentes et celles de la strate herbacée (voire arbustive) liées aux données morphologiques.

– Les explosions violentes provoquent chablis et trouées de lumière. La cicatrisation prend en compte la large et intense illumination (ou insolation) au sol et la recolonisation se fait par les essences post-pionnières, dont les chênes, issues des peuplements-réservoirs voisins. – Les bombardements intenses, les tirs sur zones, les coupes à blanc, ouvrent de grandes déchirures. La recolonisation de ces espaces se fait par les espèces pionnières qui appartenaient au stock chorologique régional. Dans ces deux cas, **la stratégie est du type forêt-trouée**.

L'agrandissement d'une photographie de la mission IGN/IFN de juillet 1987 (photo 1.7, p. 37 et croquis d'interprétation figure 15, p. 38) montre du nord au sud : – dans le coude de la route forestière de la Haute-Chevauchée, l'amande nue d'un entonnoir de mine ; – les pessières (texture grenue étoilée) qui couvrent la crête (parcelles 116 et 117) et descendent dans le ravin des Courtes Chaussées, dont le fond marque la limite avec les peuplements de la forêt de Lachalade ; – une coupe à blanc dans la parcelle 32 de cette forêt, qui porte une lande plus ou moins ouverte, encombrée d'andains de rémanents ; des portions de tranchées des premières

¹¹ Voir Serge MÜLLER, Pierre HOREMANS et Anne MADESCLAIRE, *Les types de stations forestières de l'Argonne*, CRPF Lorraine-Alsace, INA Paris-Grignon et Centre de recherche écologique de l'univ. de Metz, 1993, 163 p. Ce catalogue est présenté au chapitre 2.

¹² Les paysages de ce type de guerre qui culmina en 1915 sont exceptionnels sur le reste du front. Citons la butte de Vauquois, la crête des Éparges, et autres sites moins importants dispersés sur le front.

¹³ Les destructions, en nature, intensité et étendue sont fonction surtout des charges mises à feu, de la répétitivité et de la longueur des bombardements, chapitre dix.

¹⁴ Unité spatiale de petite dimension ; terme copié sur celui de géotope (Georges BERTRAND). Vocabulaire et échelles seront précisés au chapitre suivant.

¹⁵ Les "stratégies" d'installation et de maturation de la forêt, ou de sylvigénèse, sont exposées au chapitre douze.

lignes françaises sont encore bien visibles ; – des futaies adultes à chênes dominants dans des secteurs non détruits par la guerre.

1.3.1. Une pessière sur la croupe de la Fille Morte

Une pessière dense couvre le sommet et le haut du flanc méridional de la crête, sur les 53 hectares des parcelles 115 à 119 de la forêt domaniale. Une placette a été levée dans la parcelle 117 (fiche A3).

a) Le peuplement

FD de Haute Chevauchée P 117		FD
VEGETATION		SOL
Futaie dense d'épicéas T.R. : 100 %		TYPE sol jeune post guerre
PHYSIONOMIE	FLORE	PROFIL
Strates		
A1	<i>Picea excelsa</i> (4)	
A2		
Arb.		
s Arb.		
Herb.	<i>Pteridium aquilinum</i> (+) <i>Quercus pedunculata</i> pl (+) Avec <i>Leucobryum glaucum</i> (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%		SUBSTRAT Gaize
		MAT. PARENTAL Gaize remaniée par la guerre
		SITE Plateau

Fiche A3 Placette Haute Chevauchée, P. 117

La structure physionomique est simple (photo 1.8, p. 39). La strate arborescente supérieure est dense, monospécifique, à grands épicéas élancés car serrés. Aucune strate inférieure n'existe sous les couverts les plus sombres mais, çà et là, quelques chandelles d'épicéas morts sur pied ménagent d'étroites trouées. Les forestiers ont réalisé des nettoisements légers par place. De maigres plages herbacées profitent de ces faibles cônes de lumière. Dans un cortège floristique très pauvre dominant les espèces appartenant au groupe écologique des acidiphiles, *Pteridium aquilinum*, *Vaccinium myrtillus* et, parmi les mousses, *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum* et *Polytricum formosum* accompagnés d'acidoclines, Chèvrefeuille et Muguet en quelques brins épars. Les puits de lumière, les rives de layons plus éclairés alimentent une strate sous arbustive de quelques ligneux dégingandés : des sorbiers, *Sorbus aucuparia* et *S. aria*, et de jeunes tiges de hêtres ; là *Teucrium scorodonia* enrichit la strate herbacée.

b) Le modelé

La surface du sol, entièrement bosselée, présente deux types de formes caractéristiques, les fossés linéaires, ondulés ou crantés des anciennes tranchées, les dépressions circulaires des impacts d'obus. Par endroits, entrées de galeries dégagées par l'érosion ou la fouille, tronçons de fils de fer barbelés, pieux de boisage encore fichés sur les flancs des tranchées, traduisent un paysage à peine modifié soixante-dix ans après la fin du conflit, tel que le révèlent les sources iconographiques (chapitre deux). La surface topographique et les sols d'avant-guerre sont repérables en de rares points épargnés grâce à l'existence sur certains fronts de descenderies des profils des anciens podzosols fossilisés (photo 1. 9, p. 39). La formation superficielle actuelle est un amalgame indifférencié, hétérométrique et aéré, de fragments de gaize, de débris rocheux pulvérisés, contenant de petits éclats d'obus et des débris divers. L'épaisseur des horizons humifères varie avec la microtopographie et l'effet de confinement. En situation plane,

un horizon A0 de quelques centimètres d'épaisseur surmonte un A1 à peine souligné. Cette association entre peuplements, polémo-modelés, profils pédologiques, définit une famille de sylvofaciès.

1.3.2. Un transect dans la pessière du versant sud de la Fille Morte

Un court transect d'une cinquantaine de mètres est tracé dans la futaie d'épicéas de la parcelle 117 qui couvre le flanc méridional de la crête de la Fille Morte (figure 16, p. 40). Le choix de l'échantillon est justifié par l'existence de photographies prises pendant et juste après la guerre, utilisables grâce à la mention de la date de prise de vue et à une localisation précise, et par sa représentativité dans des unités forestières établies par zonage du croquis de photo-interprétation de la mission aérienne IGN de 1981. Les modelés profondément perturbés portent des marques encore très fraîches de la guerre. La photographie témoin (photo 1.1) englobe l'aire du transect et répond aux conditions précitées. Prise durant l'hiver 1915-1916 elle montre le versant sud du ravin des Courtes Chaussées au droit de la source de la Fontaine aux Chevaux, à la fin d'une année de durs combats sur le front de l'Argonne¹⁶. La convexité de haut de versant, labourée par les pilonnages de l'artillerie, porte une fruticée ouverte et dilacérée. En contrebas du chemin truffé d'abris, toute la concavité basale est minéralisée. De rares arbres ébranchés ou écimés sont encore debout, modernes ou anciens d'un taillis sous futaie disparu. On les retrouve aujourd'hui dispersés dans les pessières qui couvrent le versant.

a - Le couvert végétal, témoin de l'histoire

Le "plan de relevé des ligneux" suggère les alignements d'une plantation. Hauteurs et diamètres sont variables ; les petits arbres surcimés¹⁷ sont chétifs et dépérissants. Le taux de recouvrement de la strate dominante n'est pas constant, des bouquets denses voisinent avec des plages plus desserrées. Des trouées sont occupées par de grands chênes francs de pied aux troncs nouveaux voire difformes, couturés d'excroissances, de "culs de singe"¹⁸, de bourrelets cicatriciels. Leur âge, le siècle en moyenne, confirme ces "blessures de guerre". Sous leurs ramures étalées sont morts ou dépérissent quelques maigres épicéas. Les deux essences, dont la répartition est identique sur tout ce versant, appartiennent à deux peuplements successifs. Les chênes sont les réserves survivantes du taillis sous futaie détruit en 1915, photographiés à l'appui ; les épicéas ont été plantés sur les ruines de la forêt feuillue. Les dossiers d'aménagement donnent certains éléments de l'histoire du peuplement, dont l'année 1930, date du début de la plantation.

b - Un modelé hérité

Le "profil topographique" et le comptage des ligneux ont été réalisés entre deux anciens boyaux distants l'un de l'autre d'une cinquantaine de mètres, parfaitement conservés, qui griffent le versant suivant la ligne de plus grande pente. Les violents impacts des bombardements, bouleversant la topographie, engendrèrent des formations superficielles artificialisées. Dans une matrice limono-sableuse se mêlent les gélifracts naturels d'origine périglaciaire et les "polémofracts" nés autant de la mobilisation des précédents que de l'éclatement de la gaize sub-affleurante. Ce type de modelé est représentatif des secteurs les plus perturbés sur les espaces sommitaux de la forêt. Le gradient d'intensité du retournement varie en raison inverse de l'éloignement du front. Dans une vallée perpendiculaire aux lignes de front, il présente de forts contrastes selon les expositions. C'est ainsi que les contre-pentes militaires étaient, dans les deux armées, aménagées en camps de stationnement ou de repos pour la troupe, en postes de commandement ou de secours.

1.3.3. Les contrastes du ravin de la Fontaine aux Chevaux

Le ravin de la Fontaine aux Chevaux sépare les forêts domaniales de Haute Chevauchée et de Lachalade au sud (figure 11). Autour du vallon digité occupé par la source se développe une chênaie pédonculée-frênaie en strate arborescente haute et dense, ponctuée de quelques aulnes ; en strate arbustive coexistent le Néflier *Mespilus germanica*, acidophile subatlantique

¹⁶ L'officier photographe se trouve à l'ouvrage 50, bastion de la deuxième ligne française, dans un secteur alors tenu par le 125^e régiment d'infanterie.

¹⁷ Ce terme désigne un arbre dont la cime est recouverte par celles des arbres voisins ; l'apport radiatif est réduit.

¹⁸ Terme évocateur pour une cicatrice de l'écorce qui traduit la présence d'une blessure ancienne, ou d'un objet, à l'intérieur du tronc (chapitre cinq).

peu présente, et le Houx *Ilex aquifolium*, à plus forte amplitude trophique. Notons dans le cortège des herbacées *Circea lutetiana*, *Luzula luzuloides*, *Athirium filix-femina*, *Viola riviniana*, *Geranium robertianum*. Le pôle humide est souligné par la Fétuque géante, la Prêle élevée, l'Angélique, le Gaillet gratteron, le Rumex et de grandes épières des bois. La strate muscinale est riche de *Thuidium tamariscinum* et *Rhitidiadelphus triquetrus*. Le niveau trophique diminue vite sur le versant exposé au nord de la parcelle 24 de la forêt de Lachalade ; au bas du versant, sous la futaie où dominant le Tilleul à petite feuille (fréquent et caractéristique des fonds de vallons froids argonnais) et le Charme, apparaissent le Chèvrefeuille des bois, la Canche cespiteuse, *Dryopteris carthusiana* dispersée. Puis à mi-pente sur la partie rectiligne du versant, la Callune déploie ses touffes d'où émergent *Luzula maxima* et *Pteridium aquilinum*, puis la Myrtille. Sur le haut de la convexité le Sorbier blanc suivi du Tremble, du Bouleau verruqueux et du Sorbier des oiseleurs, sont les compagnes du chêne sessile. Cette succession de cortèges est représentative des transects méridiens dans les secteurs non enrésinés de la forêt.

Sur le haut de la parcelle 24 une coupe forestière fait apparaître *Calamagrostis epigeios*, *Teucrium scorodonia* très abondant, et déroule une nappe de Fougère aigle piquetée de Myrtille. *Luzula campestris*, *Carex pilulifera* et *C. palescens*, *Hypericum pulchrum* complètent et affirment le cortège des héliophiles et acidiphiles. Des sondages à la tarière sur des sites non bouleversés montrent des profils de sol brun lessivés¹⁹ sur limons colluvionnés de 80 cm d'épaisseur moyenne, enrichis de fragments dégradés de gaize.

La parcelle 229 est, sur le plan sylvicole, une jeune plantation de chêne rouge. Sur le plan physiologique et structural c'est une lande d'une hauteur moyenne de 1,50 mètre, dominée par le Sarothamne, la Callune, piquetée des boules de *Betula pubescens* et *B. verrucosa*. Les graminées dominent la strate herbacée, la Molinie abondante par places, *Agrostis tenuis*, *Calamagrostis epigeios*. *Juncus effusus* marque des secteurs plus frais. Quelques digitales égaient de leurs hampes florales cette lande gris-verdâtre.

¹⁹ "Profil de sol brun lessivé" ou "Solum de néoluvisol" selon la terminologie du *Référentiel pédologique*, op. cit.



Photo n°1.1.- Panorama de la crête de la Fille Morte (Argonne) en 1918

Photographie prise du versant sud du ravin des Courtes Chaussées (F.D. de Lachalade). Polémo- paysage, militaria divers, chandelles dispersées de la futaie d'avant-guerre. Tranchées et boyaux dessinent de larges cloisonnements, isolant des plages encore végétalisées (Cliché, coll. particulière)



Photo n°1.2.- Panorama de la crête de la Fille Morte en mars 1986

Une pessière, à l'arrière plan, couvre la crête et le versant. Jeune plantation de chênes au premier plan, mélangé de résineux, puis perchis de feuillus divers à bouleaux dominants.



Photo n°1.3 - Première ligne allemande (la Fille Morte, F.D. de Haute Chevauchée, Pelle 116)
Polémo-modelé très puissant sur le versant nord de la crête ; tranchées profondes de près de 2 mètres dans la gaize, aux flancs atténués par le ruissellement et le piétinement. La pessière fut plantée en 1932 ; noter la variabilité des diamètres des épicéas (mars 1986).



Photo n°1.4 - Tranchée allemande (la Fille Morte, F.D. de Haute Chevauchée, Pelle 116)
Parados et parapet d'une tranchée dans la gaize ; excavation d'entrée de sape au deuxième plan. La plantation résineuse fut réalisée sans nivellement ; noter les "serres" des systèmes racinaires des épicéas mis à nu par l'érosion postérieure (mars 1986).

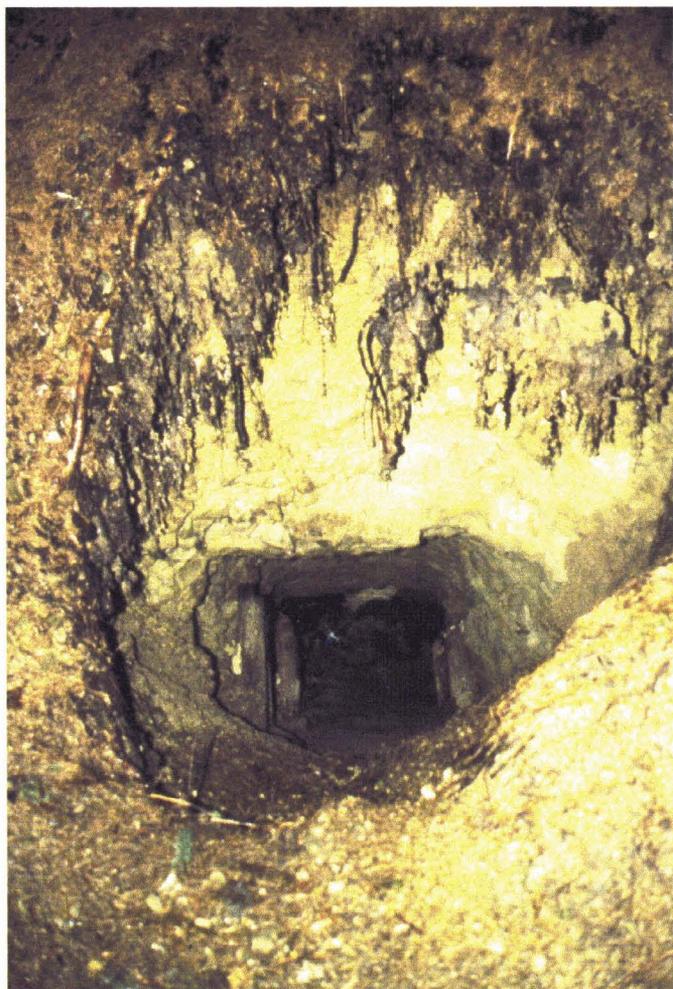
PLANCHE



Photo n° 4.5 - **Tranchée, forêt de Haute Chevauchée, 1986**
Tranchée française de première ligne sur la Fille Morte (parcelle 117), à une vingtaine de mètres en arrière des entonnoirs de mines. Restes de boisage des flancs de la tranchée, étais en place, débris divers d'élagage naturel des épicéas plantés dans les années 1930-1935. (Cliché J.-P. Amat, 1986).

Photo n° 4.6 - **Entrée de galerie, forêt de Haute Chevauchée, 1988**

Entrée d'une galerie descendante (ou descenderie) sur la première ligne française à la Fille Morte (parcelle 117). Le réseau des galeries creusées dans la gaize s'étend sur plus de cent kilomètres et à plusieurs dizaines de mètres de profondeur sous la ligne de front. L'entrée a été dégagée des éboulements qui l'obstruaient ; deux châssis en charpente bien conservés sont visibles. (Cliché J.-P. Amat, 1988).





— Limite de forêt domaniale - - - - Limite de parcelle >> Fond de ravin □ Secteur interprété

Photo n°1.7 - Haute Chevauchée - Mont de Villers, photo IGN, 1987

Forêts domaniales de Haute Chevauchée au nord et de Lachalade, première série du Mollut, au sud (figure 11). Contrastes entre futaies et mélanges futaie-taillis de feuillus et futaies résineuses (croquis d'interprétation, fig. 15). La P33-sud porte une lande après coupe à blanc révélant les traces des anciens ouvrages et fossés. La P32, qui conserve des rémanents de coupe, montre les cicatrices de tranchées crénelées de la deuxième ligne française. A droite de l'ossuaire la pelouse occupe un entonnoir de mine (photo n°1.10) qui appartient à la ligne des entonnoirs du front, aujourd'hui bande ENE-WSW de futaie-taillis feuillus entre les futaies résineuses.

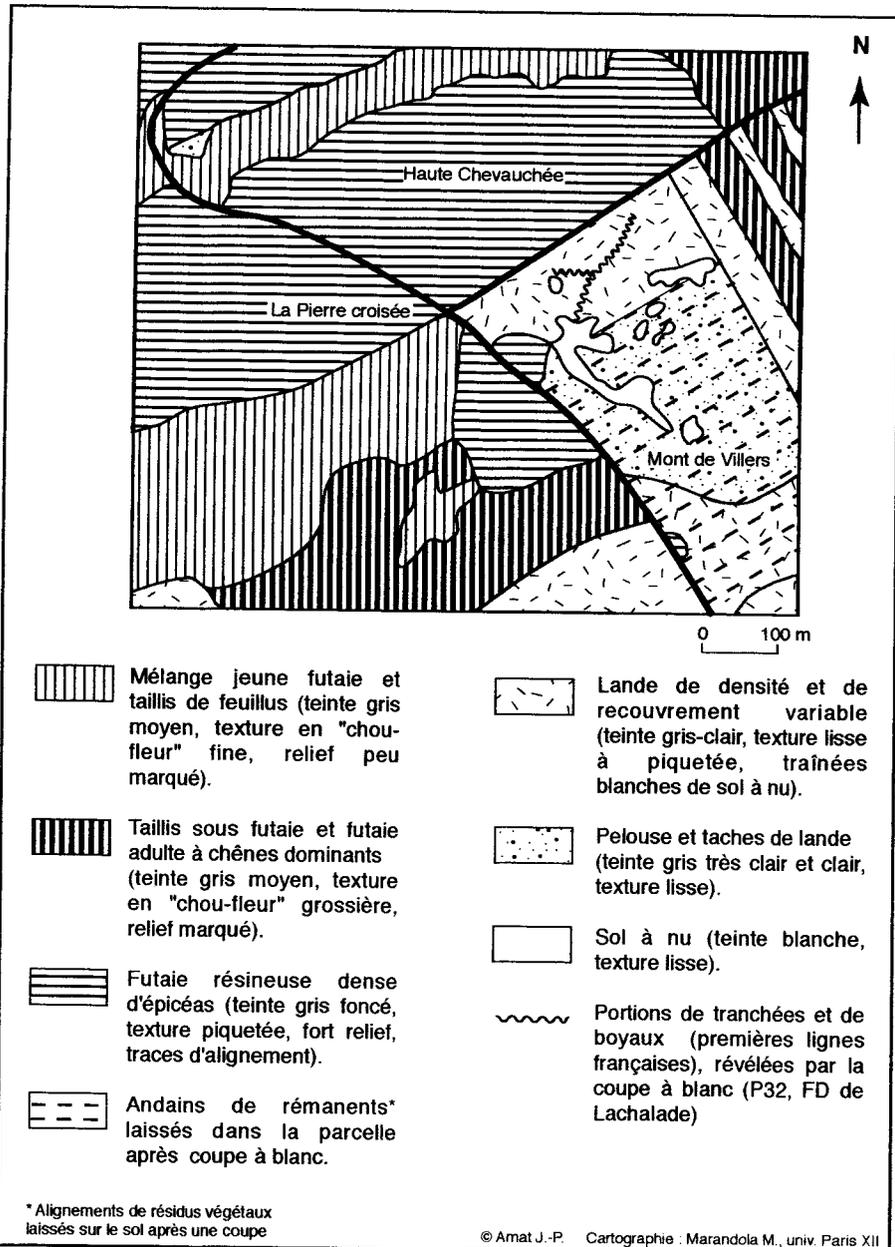


Fig. 1 5 Haute Chevauchée - Mont de Villers, croquis de photo-interprétation, cliché IGN 1987



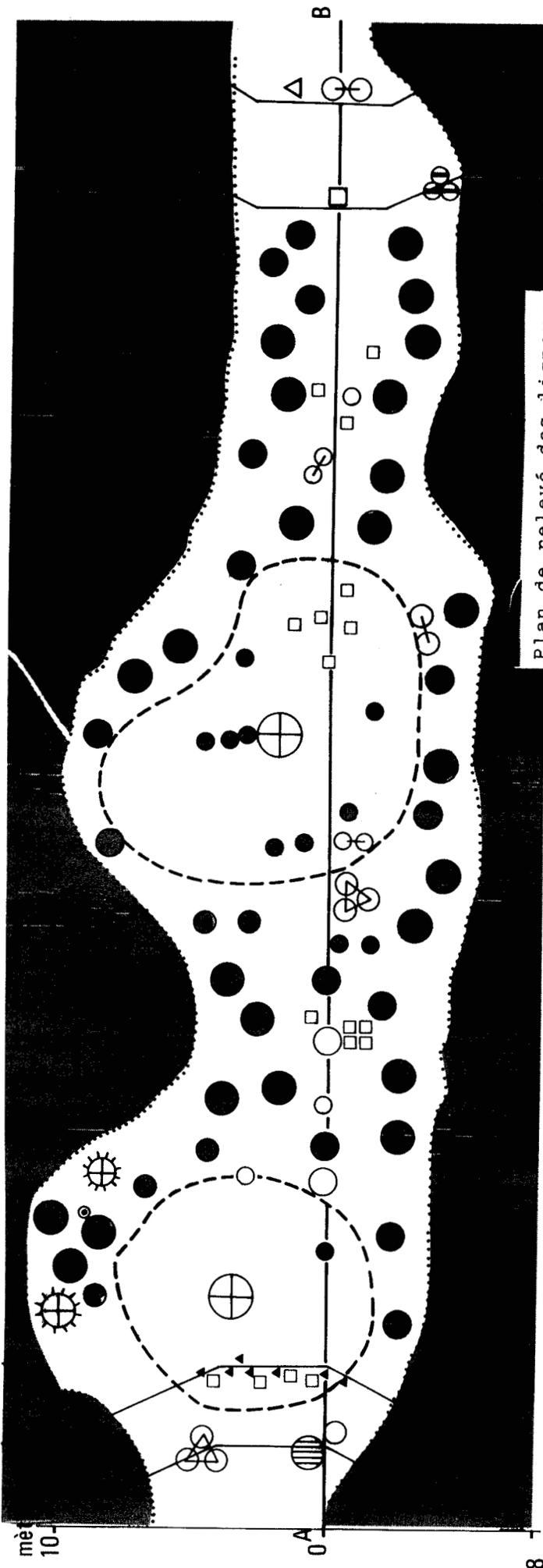
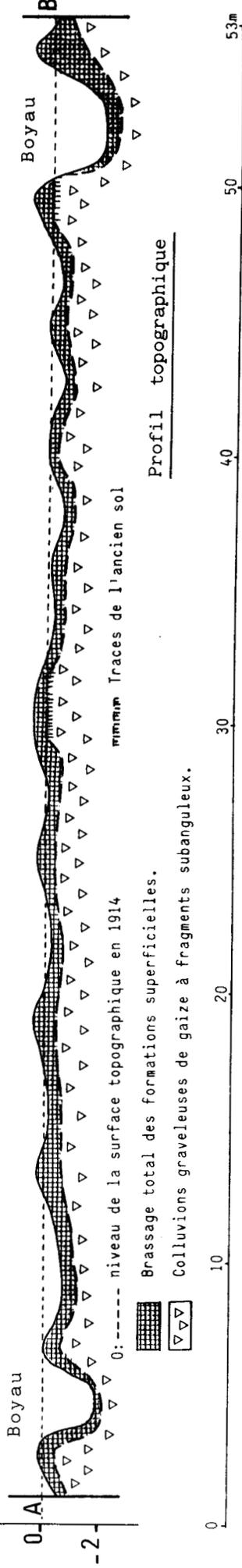
Photo 1.8 Pessière sur la Haute Chevauchée (P 117), 1990



Photo 1.9 Sols superposés au front d'une descenderie, Haute Chevauchée (P 118), 1990

mètres

Fig. 16 Un transect sur le versant de la Fille Morte, parcelle 230



Plan de relevé des ligneux

- | | | | |
|---------------------|---------------------|-----------|----------------------------------|
| Hauteur des arbres: | Port: | Essences: | Chêne: |
| ○ < 4 m | ○ Franc-pied | ● Epicéa | ⊕ Chêne |
| ○ 4 à 6 m | ○ Cépée (à 3 brins) | ⊘ Hêtre | ⊕ Vif |
| ○ 6 à 20 m | | ⊘ Charme | ⊘ Couronne du houppier |
| ○ > 20 m | | ○ Bouleau | ⊘ Chandelle de la guerre |
| | | ⊕ Chêne | |
| | | | △ Alisier terminal |
| | | | Limite du comptage |
| | | | A—B Coupe topographique |
| | | | ▲ Callune (morte) |
| | | | ⊙ Obus non éclaté |
| | | | ■ Futaie d'épicéas non précisée. |

1.4. Les entonnoirs d'explosion, réflexions sur les communautés végétales

Le chapelet d'entonnoirs d'explosion de mines de la crête la Fille Morte-Cote 285 offre, de part et d'autre de la route de la Haute Chevauchée, un paysage de puissantes polémo-formes bien conservées²⁰. Les entonnoirs sont boisés ou arborés, hormis celui qui jouxte le monument commémoratif de la bataille d'Argonne, maintenu au stade de pelouse landeuse, ou de lande, selon la périodicité des coupes d'entretien. Ils présentent des variations fines de structure et de composition floristique, comme le montrent deux exemples.

1.4.1. Analyse de deux entonnoirs

a) Entonnoir 1 (En1)

Entre 1990 et 1995, une lande à fougères (fougeraie) dense, 100 % de recouvrement, occupe les géotopes de cet entonnoir "du souvenir" (photo 1.10, p. 42). Une pelouse rase et piétinée court sur la crête de la lèvre, empruntée par le sentier de grande randonnée n°14 (figure 11). Sont présentes les fougères *Dryopteris filix mas* (3), *Athyrium filix femina* (1) et *Pteridium aquilinum* (1) accompagnées de *Dryopteris carthusiana* (+). Ces ptéridophytes forestières appartiennent au cortège régional. La dynamique végétale est contenue ; un contrat d'entretien prévoit l'arrachage ou la coupe des jeunes ligneux qui s'installent. Le traitement social du site a favorisé l'installation de la lande et en assure le maintien. Une visite en 1998 a montré que la diminution de la pression humaine (quatre ans sans intervention) a favorisé l'installation des chênes (1), des bouleaux (1), des trembles (+). Ces entonnoirs en forêts déterminent des sylvofaciès de blocage anthropique, type fréquent sur les sites de mémoire. Les photographies témoins de 1919-1920 (photos 1.12 et 1.13, p. 44) montrent l'instant zéro de la reconquête, dont la dynamique est étudiée au chapitre douze.

b) Entonnoir 2 (En2)

Cet entonnoir situé à l'est du précédent sur la même ligne (photo 1.11) abrite une formation végétale pluristrate riche en ligneux qui témoigne d'une dynamique végétale progressive spontanée (fiche A4).

Deux faciès végétaux coexistent, entretenus par les différences méso-topographiques et hydriques de l'entonnoir, frais à humide dans le fond, sec sur les flancs. Le fond et le culot (sylvotope 1) portent un stade avancé de reconquête forestière spontanée de milieu frais ; dans la strate arborescente, le Tilleul à petites feuilles, le Merisier et le Hêtre, post-pionnières de demi-ombre et dryade, accompagnent les héliophiles pionnières conquérantes (Bouleau, Tremble) ; celles-ci deviennent exclusives sur les flancs (sylvotope 2). Deux ensembles d'espèces indicatrices groupent la douzaine d'espèces de la strate herbacée. Le premier, à dominante neutrophile (N), contient les individus juvéniles de *Prunus avium* et de *Tiliacordata*, avec *Lactuca (Mycelis) muralis*, *Angelica sylvestris* ; le second à dominante acide (A) est formé de *Sorbus aucuparia*, *Frangula alnus* (dans le milieu frais à humide du fond d'entonnoir), *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*, *Moliniacaerulea* (sans doute "écotype" de milieu acide), *Lonicera periclymenum*, *Solidago virgaurea*. Cette dernière herbacée croît sur les flancs de l'entonnoir, dont elle est aussi une bonne indicatrice de la sécheresse édaphique²¹.

La combinaison floristique (Cf) de la communauté végétale qui habite cet entonnoir, noté "e" est de type $C_{ef} = P\{A\} + P\{N\}$ (avec P, population, {A} ensemble acide, {N}, neutrophile). Ce type de combinaison est rarement rencontré en Argonne²². Cette communauté est caractéristique d'un milieu confiné. Elle traduit un type stationnel original car elle se retrouve dans des milieux analogues, aux caractères stationnels identiques, que sont les grands

²⁰ Pour l'analyse des contextes tactique et énergétique des explosions de mines qui furent à l'origine de ces entonnoirs voir le chapitre dix.

²¹ On trouve aussi *Solidago virgaurea* sur des milieux très carbonatés des Hauts de Meuse. J.-CL. RAMEAU, *Flore forestière française*. Plante à répartition bimodale ; selon différents auteurs d'études, pré-études ou catalogues de stations forestières, l'espèce est acidocline en Argonne, xérocalcicole thermophile sur les Plateaux calcaires de Lorraine, xérocalcicole sur les Crêtes pré-ardennaises, calcicole xéro-thermophile dans la forêt de la Montagne ; plante héliophile de lisières, landes, bois clairs, voire pelouse (Plateau de Douaumont, chapitre douze).

²² S. MULLER, sorties de terrain préparatoires au catalogue des stations forestières de l'Argonne, communication personnelle.



Photo n^o.10- **Entonnoir 1, forêt de Haute Chevauchée, Pelle 116, novembre 1997**

Cet entonnoir résulte de l'explosion souterraine, le 12 décembre 1916, de la plus grosse mine allemande en Argonne, chargée à 52,5 tonnes d'explosif. A peine amoindri par l'érosion, il mesure 50 m de diamètre pour 10 m de profondeur (8 m sans la lèvre) ; le cubage de terre déplacée est évalué à 5 200 m³. L'entonnoir est maintenu dans un état de pelouse ou de lande basse qui préserve la vue générale du site. Derrière la lèvre occidentale, ossuaire de la Haute Chevauchée, érigé en 1923, et pessière dans les lignes allemandes ; en lisière, quelques bouleaux (cliché J.-P. A.)

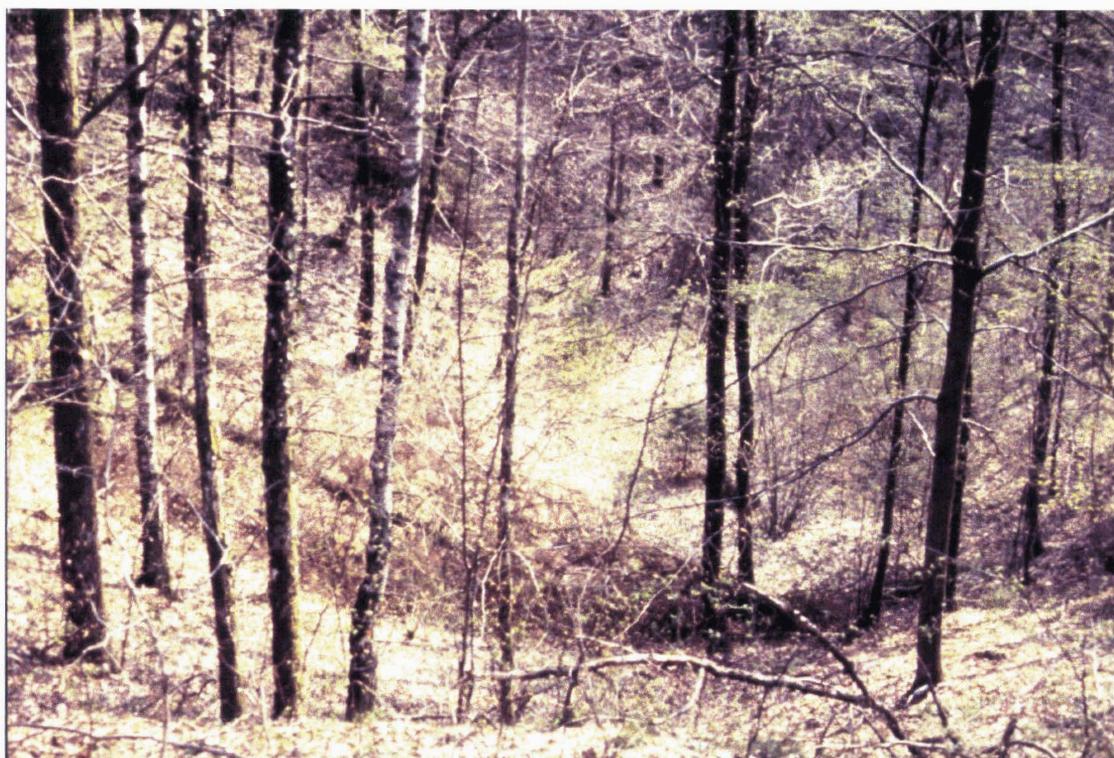


Photo n^o.11- **Entonnoir 2, forêt de Haute Chevauchée, Pelle 116, décembre 1992**

Cette longue et profonde excavation est formée par la coalescence de trois entonnoirs du chapelet. Elle est occupée par une végétation arborescente de reconquête spontanée. Les feuillus dominent, bouleaux et trembles sur le haut des versants, hêtres dans le bas ; apparaissent quelques jeunes épicéas dispersés. Litière et humus s'accumulent dans le fond (cliché J.-P. A.)

entonnoirs d'explosion d'obus. C'est une communauté végétale de polémo-modèles, creux profonds dont les fonds qui accumulent les fines retiennent l'eau et assurent un meilleur équilibre en bases et une remontée trophique.

F D de Haute Chevauchée P. 116		juillet 1987
VEGETATION		
Formation boisée		
PHYSIONOMIE	FLORE	
Strates		
A1		
A2	Betula pendula (3), Populus tremula (2), Tilia cordata (1) Prunus avium (+)	
Arb.	Betula pendula (1) Tilia cordata (+)	
s Arb.	Sorbus aucuparia (+)	
Herb.	Vaccinium myrtillus (1), Sorbus aucu. (+), Frangula alnus (+) Deschampsia cesp. (1), Molinia caer. (+) Lonicera peri. (+), Solidago virg. (+) Lactuca mur. (+), Angelica sylv. (+) Prunus avium (+), Tilia cordata (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%		
SOL		
TYPE sol jeune post guerre		
PROFIL		
SUBSTRAT Gaize		
MAT. PARENTAL Gaize remaniée par explosion		
SITE Flanc d'entonnoir de mine		

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses					1	1	1	2	
herbacées		1				2	1	1	3

Fiche A4 Placette Haute Chevauchée, entonnoir de mine n°2, P. 116

1.4.2. Généralisation et problèmes

Les déchirures de la canopée engendrées par les explosions de mines prirent de vastes dimensions entre le plateau de Bolante et la Cote 263. Les espèces pionnières du stock chorologique régional commencèrent, nous l'avons dit, la colonisation et le début de cicatrisation végétale des entonnoirs. Parmi les espèces ligneuses, le Bouleau et le Tremble (chapitre douze). *Populus tremula* est fréquent dans les groupements végétaux sur limons assez épais comme la hêtraie-chênaie neutro-acidiphile de plateau (figure 13 coupe E). L'essence « participe fréquemment aux manteaux des forêts acidiphiles, mésoacidiphiles, voire neutrophiles (variante méso-hygrophiles) à l'étage collinéen »²³. Elle marque aussi de nombreux faciès de dégradation de la chênaie pédonculée, comme c'est le cas en Woëvre²⁴. Ses caractères sont les suivants²⁵:

- **Caractères biologiques.** Espèce peu longévive (70-80 ans) à croissance rapide. Son enracinement est superficiel ; les longues racines grêles drageonnent fortement. De souche, il rejette mal. L'espèce est dioïque, les fleurs en châton apparaissent bien avant les feuilles ; elle est anémochore, tant pour la pollinisation que pour la dispersion.
- **Caractères autécologiques.** Le Tremble est héliophile, surtout quand il est jeune, frugal, peu exigeant. L'amplitude trophique est large, pour un optimum méso-hygrophile. L'espèce est pionnière ; sur matériaux divers mais plutôt fins, elle colonise les espaces nus, avec facilité et rapidité. La grande capacité de reproduction végétative (mise en évidence par la multitude de

²³ J.-CL. RAMEAU, thèse, op. cit., p. 85.

²⁴ Denis GIRAULT, *Les stations forestières de la Woëvre (Lorraine)*, CNRF, Champenoux-Seichamps, 1981.

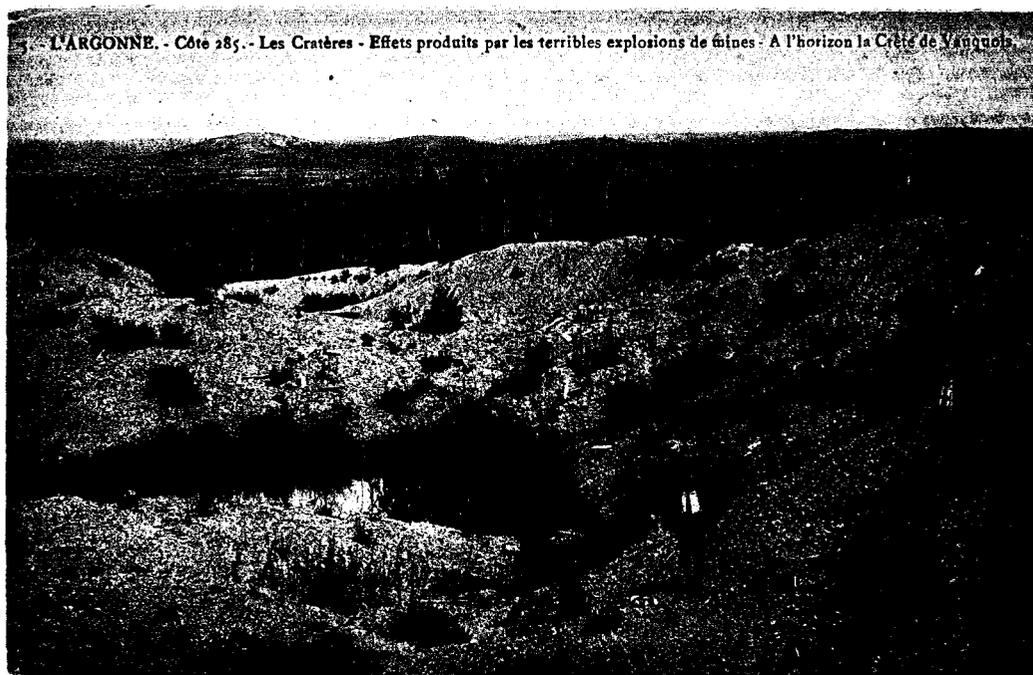
²⁵ Larousse des arbres et arbustes, p. 310, article *Tremble*. Voir aussi, Louis LANIER, *Précis de sylviculture*, éditions de l'ENGREF, Nancy, 1986, *Peuplier tremble*, p. 47.



OR Côte 285.
Monument aux Morts de l'ARGONNE
vu du sommet des entonnnoirs.

Photo 1.12 - L'entonnnoir du monument de la Cote 285, entre 1919 et 1921

Vue de l'arrière du monument. Derrière, butte de la Cote 260, prolongement du chapelet d'entonnnoirs de mines. Au fond, vers le nord-ouest, les hauteurs de Bolante. Minéralisation de l'entonnnoir, abondance des polymofracts de gaize. Le chemin court sur la lèvre tassée par le piétinement ; chevaux de frise et barbelés sur les flancs et le fond de l'entonnnoir ; fragments divers, pieux de bois, tiges de fer, tôle de récupération d'abri (encore présente en 1988). Début de reconquête végétale, herbacées cespiteuses et chaméphytes (CPA, coll. Roze-Amat).



L'ARGONNE. - Côte 285. - Les Cratères - Effets produits par les terribles explosions de mines - A l'horizon la Crête de Vauquois

Photo 1.13 - Les entonnnoirs de la cote 285

Le chapelet d'entonnnoirs atteint le front de cuesta d'Argonne. Il dessine une écharpe minéralisée dans la forêt dominant le ravin anaclinal de la Fausse Cheppe. A l'horizon, sur la rive droite de l'Aire, les buttes témoins du massif de Gaize, Vauquois à gauche, la plus haute, puis la Maize et les collines du massif de Hesse. Chevaux de frise, en avant et derrière les personnages. Dans ce polymofaciès d'entonnnoirs minéralisés, deux polymotopes au moins s'individualisent : le fond de l'entonnnoir, concentration des eaux de ruissellement, auréole biotique de milieu humide ; les flancs secs, touffes de chaméphytes, peut-être jeunes ligneux (CPA, coll. Roze-Amat).

dragons dans les peuplements à trembles), la dispersion des diaspores, capsules ovoïdes à graines "volantes" cotonneuses²⁶ et l'héliophilie²⁷ donnent à l'espèce une grande puissance colonisatrice. L'amplitude écologique du Tremble est représentée par la signature diagrammatique ci-dessous (tableau 11), suivant le modèle proposé par Jean-Claude Rameau²⁸. Elle est mise en regard de celle du Bouleau verruqueux.

Tableau 11
Diagrammes autécologiques du Tremble (*Populus tremula*)
et du Bouleau (*Betula pendula*), d'après J.-Cl. Rameau

XX						
X						
m						
f						
h						
hh						
H						
	AA	A	aa	a	n	b

Populus tremula

XX						
X						
m						
f						
h						
hh						
H						
	AA	A	aa	a	n	b

Betula pendula

– La stratégie adaptative est l'expression d'un ensemble de caractères héréditaires qui prend valeur adaptative, favorisant l'espèce à un ou plusieurs moments de la succession des stades de la sylvigénèse²⁹. Tremble, Bouleau verruqueux et Saule marsault sont des pionnières conquérantes de sols nus dont la présence fut relevée dans de nombreux états des lieux et descriptions parcellaires dressés après la guerre (chapitre onze).

– Les stratégies démographiques³⁰ Les "stratèges r" sont des espèces caractérisées par « une petite taille, une croissance rapide, une maturité sexuelle précoce, une longévité faible, une fécondité élevée et des populations très fluctuantes »³¹. Dans un peuplement, à un moment donné de sa dynamique, les espèces dite du "modèle de facilitation" préparent l'installation d'espèces aux caractères autoécologiques plus exigeants. Les trois espèces citées appartiennent au groupe des ligneux

²⁶ Le Bouleau verruqueux, autre espèce conquérante, n'a pas de graines volantes. 95 % des graines s'éloignent à moins de 50 mètres, le maximum est de 15 mètres environ.

²⁷ « Le comportement des germinations et des régénérations (stade juvénile) vis-à-vis de la lumière est capital pour expliquer la logique dynamique qui s'instaure lors de la reconquête des espaces ouverts pour les ligneux ou pour expliquer la composition d'un peuplement dégradé (plus ou moins ouvert, ouvert régulièrement...) par l'exploitation anthropique pluriséculaire » écrit J.- Cl. RAMEAU, in "Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier. Objectifs, concepts, méthodes, problèmes rencontrés", *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1993, p. 47.

²⁸ J.- Cl. RAMEAU, *Flore forestière française, op. cit.* Pour ce mode de représentation, voir chapitre deux.

²⁹ J.- Cl. RAMEAU, "Phytosociologie forestière : Caractères et problèmes spécifiques. Relations avec la typologie forestière", in *Phytosociologie et foresterie*, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1985, p. 687-738. Voir chapitre douze.

³⁰ La stratégie démographique est la stratégie adaptative par laquelle « au niveau de la population, [...] les espèces répondent aux variations des facteurs écologiques pour assurer leur survie », Marc DUQUET, *Glossaire d'écologie fondamentale*, Paris, Nathan, 1995, p. 102.

³¹ ID., *ibid.* ; voir chapitre deux.

qui assurent l'expansion colonisatrice³². La présence de ces héliophiles dans un peuplement dénote l'absence de maturation de celui-ci, et leur maintien, l'arrêt de la montée vers l'équilibre. Les causes sont multiples, blocages naturels, actions anthropiques. L'abondance du Tremble dans les strates arborescentes des forêts de la guerre varie beaucoup. Elle atteint dans la strate dominante (que les trembles soient accompagnés ou non des bouleaux) des proportions bien supérieures à celles connues dans les forêts indemnes. De cette constatation naît une question : dans quelle mesure la répartition et la fréquence actuelle du Tremble dans les forêts de la guerre pourraient-elles être indicatrices de la structure, et de la géométrie, du couvert boisé qui, à la fin du conflit, présentait une association réticulaire de déchirures et de trouées, un réseau complexe de lisières anciennes et nouvelles ? L'autécologie s'exprime ici à l'échelon de la communauté ; certains de ses caractères peuvent s'exacerber lorsque des freins synécologiques cèdent. La pénombre est l'un de ceux-ci. La guerre, par l'ouverture du couvert, la dilacération des strates ligneuses, permet l'expression de caractères retenus, réfrénés (chapitre douze). Ainsi le Tremble, doté d'un attribut explicatif de polémo-chorologie, pourrait être une espèce diagnostic de la géographie des paysages forestiers au sortir de la guerre. Il conviendra de confronter les caractères de sa chorologie avec les autres sources de localisation, photographies aériennes et cartes militaires.

Un autre point est important. Les rugosités de la canopée et de la topographie sont à des échelles différentes. L'homogénéité de la première masque très souvent l'hétérogénéité de la seconde. Si on exclut le critère des modelés (éventuellement associés à la présence de *militaria*), c'est la composition dendrologique qui peut être l'élément diagnostic d'un polémofaciès, comme la présence d'héliophiles en strate dominante. La cicatrisation des polémotopes est liée au développement de la stratification. Ces remarques amènent à considérer la pertinence de l'analyse verticale intégrée de la végétation. Quels sont les degrés d'indépendance entre les strates herbacées et arborescentes ? L'étude des deux communautés peut être, dans une certaine mesure, abordée séparément³³. Cette démarche, à la fois prolongement pluridisciplinaire et extension géographique, nous avons récemment tenté de l'appliquer à d'autres forêts de la guerre, les bois reconstitués sur le champ de bataille de la Somme et les peuplements arborescents des superstructures d'un fort abandonné, le fort Mayot dans l'Aisne³⁴ (conclusion générale).

1. 5. Un transect dans le ravin de Perceval

Le ravin de Perceval, long de deux kilomètres (figure 11), dissèque la côte de l'Argonne. Cette vallée anaclinale drainée par le ruisseau d'Osson, étroite, dissymétrique, encaissée de soixante-dix mètres dans la gaize, se raccorde à la table sommitale du Haut-Jardinet par un amphithéâtre digité. Ses versants méridionaux mènent à la crête de la Tranchée d'Oxholm³⁵. Le transect est établi sur le versant nord du ravin en exposition plein sud. Les relevés stationnels analysent les principaux types de peuplements.

1.5.1. Relevé sur le plateau

L'étroite croupe du Bas Jardinet dessine, vers 250 mètres d'altitude, le dernier des diverticules sommitaux du secteur de la Haute Chevauchée vers le nord. La station A5 (fiche A5, p. 49) est au centre de la parcelle 7 de la première série, à l'est de la route sommière, sur surface plane sommitale dans un mélange futaie-taillis homogène en photo-interprétation.

³² Marcel BARBERO et Pierre QUÉZEL, "L'évolution du couvert forestier dans la région Provence - Alpes - Côte d'Azur en relation avec la déprise rurale", *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, Paris, CNRS, 1992, p. 199-212.

³³ Une telle démarche a été nommée approche "synusiale" par F. GILLET et *alii*, "La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts", *Candollea*, 1991, 46, p. 315-340. Voir chapitre douze.

³⁴ J.-P. AMAT, J. R. WATTEZ et M.-A. VALCKE, "Observations sur la composition floristique actuelle des forêts de la région d'Albert (Somme), 80 ans après les combats", in *L'impact de la guerre sur la végétation et la régénération du tapis végétal*, Albert 1996, Mémoires de la Soc. Linn. Nord-Picardie, 1997, n°III, p. 15-18 ; et J. R. WATTEZ et J.-P. AMAT, "Observations sur la reconstitution du tapis végétal après les combats de 1916 dans la région d'Albert (Somme, France)", éd. CTHS, 1996, p. 171-182.

³⁵ Crête avancée dite de la Cote 263 (259 m aujourd'hui) conquise par les Allemands durant leurs offensives de l'été 1915.

De puissants chênes sessiles de la strate A1 (arborescente supérieure) dominent un taillis vieilli, localement dépérissant. Leur morphologie tourmentée plaide pour leur antériorité à la guerre. Le charme *Carpinus betulus* apparaît dans toutes les classes d'âge ; présent en strate A1, dominant en strates A2 et Arb., ses plantules abondent en strate basse. L'érable sycomore *Acer pseudoplatanus* est présent aux deux extrémités de la pyramide (strates A1, arbres du présent dispersés (+) et Herb., plantules d'avenir) ; il régénère abondamment. Le riche cortège herbacé abrite des représentants de cinq groupes écologiques. Le profil pédologique est établi sur une aire horizontale où aucune microtopographie ne révèle l'effet d'une perturbation d'origine militaire. Il ne présente ni solution de continuité ni traces de *militaria* ; un horizon d'accumulation limono-argileux (BT) développé entre 40 et 70 centimètres passe progressivement à des limons reposant sur la gaize vers 120 centimètres. La rapide intégration de la matière organique, la structure des horizons humifères, avec un OL épais de 2 cm, l'absence d'horizon OF, un pH proche de 5,5 en A1 et le spectre écologique du cortège herbacé, indiquent un mull mésotrophe.

Une imposante tranchée longe la limite orientale de la parcelle 7. Excédant deux mètres de largeur, profonde de deux mètres là où excavations et levées des parados et parapets s'ajoutent, elle court sur la crête militaire du versant entaillant le rebord du plateau. Des polémofracts de gaize forment les levées, tapissent par endroits le fond décapé de la tranchée. Un peuplement végétal particulier surligne cette cicatrice ; il n'abrite aucun de ces vieux chênes, charmes et hêtres qui peuplent le taillis sous futaie ; ici, bouleaux et trembles élèvent la strate arborescente à hauteur de la canopée voisine et le noisetier domine dans la strate arbustive. Les ptéridophytes abondent en strate basse, *Dryopteris filix-mas*, *D. carthusiana*, *Athyrium filix-femina* voisinent, alors qu'elles sont rarement vues si abondantes ensemble. *Stachys sylvatica*, *Teucrium scorodonia* tapissent les bermes de la tranchée, avec les plantules du Merisier et du Saule marsault. Les relations entre l'arbre et la tranchée démontrent l'antériorité à la guerre de quelques vieux individus. Ainsi, au débouché de la tranchée sur le layon séparant les parcelles 7 et 12 des parcelles 6 et 13, une très grosse cépée de charme dresse un môle autour duquel s'enroule le fossé, élément majeur des défenses allemandes de 1915. L'entaille crantée de la tranchée se projette sur la canopée, à vingt mètres de hauteur, dans le ruban dessiné par les couronnes des héliophiles. Ce phénomène est quasi indécélable à l'échelle de la photographie aérienne au 1/25 000.

1.5.2. Relevé sur le haut de pente

La placette A6 (fiche A6, p. 49) se situe sur le haut de convexité du versant nord du ravin (P105), dans une futaie assez claire de chênes sessiles mêlée de quelques vieilles souches de chênes portant de gros brins en cépées. La crête militaire est sillonnée de tranchées ; la topographie chaotique porte les marques des bombardements. Le cortège floristique des ligneux groupe des neutrophiles à large amplitude ; la strate A1 forme un peuplement assez clair de chênes sessiles piqueté de bouleaux ; la strate arbustive est marquée par le sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*), acidophile. Le pôle acide se renforce dans le cortège plus pauvre des herbacées, avec la Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*), acidophile, la Myrtille (*Vaccinium myrtillus*), la Canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*) et la Molinie (*Molinia caerulea*), nettement acidiphiles. Le profil pédologique montre une pierrosité forte dès la surface, les débris de gaize, très hétérométriques, sont emballés dans une matrice limono-sableuse gris-beige, pulvérulente. Un horizon de feutrage (OF) atteint 0,5 cm d'épaisseur.

1.5.3. Relevé à mi-pente

La pente du versant augmente vite. La placette A7 (fiche A7, p. 50) est levée à mi-versant, sur une courte section rectiligne³⁶. Le hêtre se mêle au chêne dominant et au bouleau

³⁶ En continuant le transect, le fond du vallon de Perceval est drainé par le ruisseau anaclinal d'Osson. Dans ce milieu humide, aux limites des parcelles 5 et 106, une futaie élancée abrite aux côtés de vieilles souches de chênes d'avant guerre quelques francs pieds d'Aulne glutineux qui se mêlent aux charmes, hêtres et bouleaux. Le noisetier, le sureau à grappes *Sambucus racemosa* dominant dans la strate arbustive. Dans la strate herbacée, de beaux pieds d'Angélique *Angelica sylvestris*, et des touffes de *Joncus effusus* représentent le groupe des hygrocènes. Sont aussi présents le Muguet, la Circée de Paris, *Rubus idaeus*, *Stachys sylvatica*, *Geranium robertianum*, *Fragaria vesca*, *Teucrium scorodonia*, les deux fougères *Athyrium filix femina* et *Dryopteris filix-mas* de milieu plus neutrophile.

dans la strate A1. La pyramide des âges des ligneux est contrastée ; le chêne dispersé en A2 disparaît dans les strates inférieures. Le hêtre, par contre, est présent dans toutes les classes d'âge et ses plantules et jeunes plants sont abondants. Ce peuplement n'abrite pas de vieux arbres. Le poids de l'histoire est lourd : ce versant d'exposition sud, occupé par les Allemands, a été soumis pendant plusieurs années à des pilonnages fréquents. La surface topographique présente une grande rugosité. La forte pierrosité, l'hétérométrie du matériel sont, pour une part, dues au décapage des horizons de surface, au brassage, hérité de la guerre, des colluvions de pente et des horizons d'altération physico-chimique de la gaize. Ces *polémofracts*, débris superficiels grossiers et anguleux, occupent une vaste surface de la forêt, où les formations superficielles sont sous le contrôle des bouleversements militaires (chapitre cinq). L'année 1918 fut-elle pour autant un temps zéro ? seul un témoignage photographique pourrait apporter la réponse quant à une minéralisation totale du milieu. Le profil pédologique est de type OL/OF/OH/A/C, le matériau parental formé de colluvions fines limono-sableuses d'altération de la gaize mêlées de polémofracts et de cailloutis résiduels. L'horizon OF est bien développé, 3 à 4 cm, le OH est épais de 2 cm, avec un pH de 4,3. Ce profil est celui d'un podzsol, *sol podzolique à mor de versant sud* pour reprendre la classification du catalogue des types de stations forestières de l'Argonne³⁷.

Cette placette pose le problème central des sols et de la pédogenèse dans ces milieux bouleversés. Coexistent, sous forme d'intrications ou de mosaïques dont la logique de distribution est guerrière, des profils intacts, témoins de la longue durée et des "néo-profil" relatifs à une pédogenèse relancée après la cassure de la guerre. Ces néo-sols sont des éléments de la "couverture pédologique"³⁸ régionale. Ils appartiennent bien à l'"ensemble typologique de référence" des *anthroposols* du Référentiel pédologique³⁹. On peut les classer dans le type des *anthroposols transformés*. Des onze principaux processus "anthropo-pédogénétiques" recensés par les auteurs, ces sols répondent en partie à la définition du troisième : « la destruction d'une horization antérieure par mélange d'horizons et nivellement »⁴⁰. Il convient de considérer aussi les processus dynamiques du brassage, de la pulvérisation de l'humus, de la fragmentation de débris ; le nivellement, lui, est exceptionnel ; par contre la rugosité morphologique et ses formes caractéristique est un signe distinctif. **Nous proposons de dénommer ces sols des *polémosols***. Comment définir leurs horizons, le degré de maturation de leurs profils, leurs évolutions ? Peut-on évaluer, dans ce cas de figure, les vitesses de reconstitution ? Quelles sont les relations entre la couverture végétale actuelle et la couverture pédologique ? Autant de questions auxquelles nous tenterons d'apporter des réponses.

37 S. MÜLLER, P. HOREMANS et A. MADESCLAIRE, *Les types de stations forestières de l'Argonne*, op. cit.

38 « Ce qu'on appelle habituellement « le sol », en pédologie, est un objet naturel (c'est à dire dont l'existence initiale ne dépend pas de l'homme), continu et tridimensionnel, qui sera nommé « couverture pédologique » dans le présent Référentiel », COLLECTIF, *Référentiel pédologique*, AFES, Paris, INRA, 1995, p. 9.

39 ID., *ibid.*, p. 95-96. L'horization est la différenciation de la couverture pédologique en horizons selon un axe vertical, p. 76.

40 ID., *ibid.*, p. 95.

FD de Haute Chevauchée		P 7	juillet 1987	
VEGETATION				
Taillis sous futaie, TR = 100 %				
PHYSIONOMIE		FLORE		
<i>Strates</i>				
A1		Fagus sylvatica (3) Carpinus betulus (+) Quercus petraea (+), Acer pseudo. (+)		
A2		Carpinus betulus (3) Betula pendula (+)		
Arb.		Carpinus betulus (3) Fagus sylvatica(1)		
s Arb.				
Herb.		Hedera helix (1), Rubus sp (1), Lamium galeob. (+), Anemone nemo. (+), Milium effusum (+), Melica uniflora (+), Luzula pilosa (+), Deschampsia cesp. (+) Carex sylv. (+), Oxalis acetosella (+), Scrophularia nod. (+), Phyteuma spic. (+) Luzula sylv. (+), Galeopsis tetrahit (+)		
TR 0 20 40 60 80 100%				
Acer pseudo. pl (2), Carpinus bet. pl (1)				

SOL	
HUMUS mésomull	
TYPE luvisol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL Limons éoliens	
SUBSTRAT Gaize à 120 cm	
SITE Plateau, 250 m.	

NOMBRE D'ESPECES PAR GROUPES ECOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	3	1	
herbacées		1			3	7	2	1	

Fiche A5 Placette dans le ravin de Perceval, P116

FD de Haute Chevauchée		P 105a	juillet 1987	
VEGETATION				
Futaie claire de chênes sessiles, TR = 80 %				
PHYSIONOMIE		FLORE		
<i>Strates</i>				
A1		Quercus petraea (3) Betula pendula (1)		
A2		Quercus petraea (1), Betula pendula (1) Fagus sylvatica (+)		
Arb.		Sorbus aucuparia (1) Sorbus aria (+)		
s Arb.		Rubus sp (1)		
Herb.		Vaccinium myrtillus(2) Pteridium aquilinum (2) Deschampsia flexuosa (+) ? Molinia caerulea (+)		
TR 0 20 40 60 80 100%				

SOL	
HUMUS Moder	
TYPE sol post-guerre	
PROFIL	
MAT. PARENTAL Limons d'altérat. de la gaize	
SUBSTRAT gaize	
SITE haut de versant convexe	

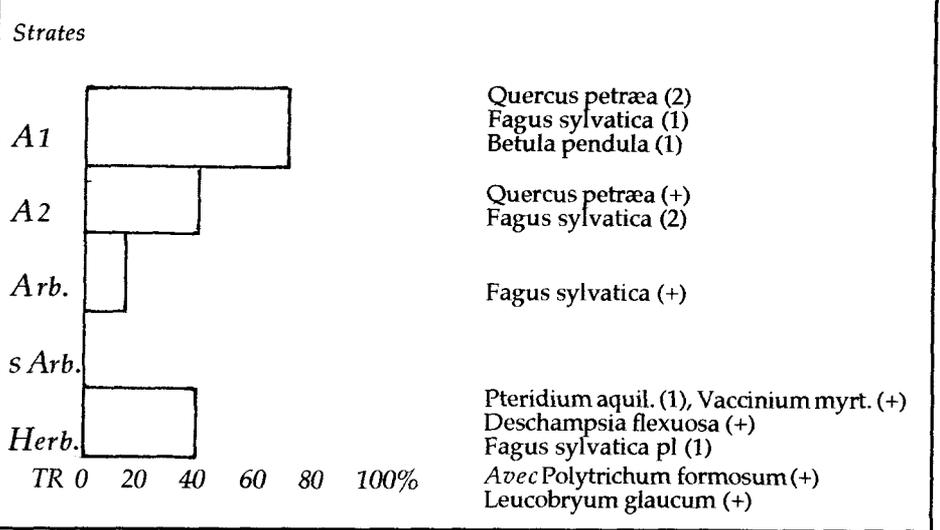
NOMBRE D'ESPECES PAR GROUPES ECOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							4	2	
herbacées								2	2

Fiche A6 Placette dans le ravin de Perceval, P105a

VEGETATION

Futaie - taillis de feuillus

PHYSIONOMIE **FLORE**



SOL

HUMUS Mor
TYPE sol post-guerre
PROFIL
MAT. PARENTAL Colluvions de gaize
SUBSTRAT Gaize
SITE versant 35% mi-pente

NOMBRE D'ESPECES PAR GROUPES ECOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							2	1	
herbacées								2	3

Fiche A7 Placette dans le ravin de Perceval, P105B

2. A L'ARRIÈRE DES FRONTS, DANS LA FORÊT DE BEAULIEU-EN-ARGONNE

La seconde étape consiste à échantillonner une unité forestière qui soit, dans des conditions de milieu équivalentes à la première, l'héritière d'une histoire longue dominée par la stabilité. Les forêts qui ne subirent ni pilonnage, ni bombardements massifs, ni combats d'infanterie ne basculèrent pas dans le polémosystème ; tout juste si elles abritèrent des polémofaciès très localisés. A l'abri des contraintes énergétiques qui brisaient leurs voisines traversées par les lignes de front, elles sortirent de la guerre sans dommages majeurs. Le choix des forêts domaniale et communale de Beaulieu, à une vingtaine de kilomètres au sud de la forêt de Haute Chevauchée (figure 02), repose sur trois raisons.

– Situées dans la partie méridionale du massif de gaize ces forêts occupent des milieux semblables à ceux qui abritaient, avant 1914 au moins, les forêts septentrionales meurtries : crête sommitale méridienne pour la forêt communale, plus des interfluves laniérées, des gorges et des fonds alluviaux pour la forêt domaniale.

– La permanence et la stabilité multiséculaires de la sylviculture argonnaise sont attestées par les textes et les cartes¹. Ces forêts, bien qu'elles fussent incluses dans la zone militaire de l'avant², restèrent assez éloignées du champ de bataille. Seules des coupes localisées y furent conduites par l'armée, pour le ravitaillement du front.

– Les dossiers de gestion permettent de suivre avec précision les peuplements sur plus d'un siècle. Un état des lieux existe pour l'année 1912, prise comme témoin de l'état forestier avant la Grande Guerre.

Fleuron de l'Argonne, la forêt domaniale de Beaulieu déploie ses 2 605 hectares sur tous les types de milieux du massif de gaize. Elle est divisée en deux séries de gestion, dont la première, au nord, fait l'objet principal de cette présentation (figure 17, p. 52). Sur 1 328 hectares le chêne et le hêtre sont les essences dominantes. La présence des résineux, l'épicéa surtout, est notable. Un transect général semblable à celui de la Haute Chevauchée exprime les principaux caractères du massif en 1990 (figure 18, p. 53).

– Coupe A : les forêts de Beaulieu sont assises sur la côte d'Argonne dégagée dans le binôme de la gaize cénomaniennne et de l'Argile du Gault (Albien supérieur et moyen). La gaize qui arme les lanières de plateau du revers est ponctuellement couverte de dépôts limoneux³. L'argile n'affleure que dans les fonds des vallées les plus creusées (Gorge des Goulettes), surtout dans le défilé méridien parcouru par la Biesme ; elle y est masquée par des dépôts d'alluvions ou de colluvions de bas de versant. Le bâti de la gaize, qu'entaillent les cours d'eau pénéséquentiels de revers, offre des matériaux parentaux acides qui déterminent les caractères de la couverture pédologique. Les unités topographiques organisent des ensembles morpho-pédologiques d'orientation transversale qui structurent les chaînes de sol.

– Coupe B : Futaie feuillue et taillis sous futaie dominant. La seule diversité est, sur le versant de la vallée de la Biesme, une jeune futaie résineuse sur le haut, une lande dans le secteur moyen, parcelle en cours de reboisement.

– Coupe C : Succession caractéristique du massif argonnais, forêt domaniale sur le plateau, communale en draperie sur le talus de la cuesta, bois des particuliers en marge, en tampon avec les terres agricoles.

– Coupe D : La forêt a très peu souffert de la guerre⁴ ; elle n'abritait que quelques cantonnements dispersés le long de la vallée de la Biesme⁵.

– Coupe E : L'influence du milieu et de l'exposition, la dépendance édaphique, se lisent bien sur le transect des groupements végétaux potentiels⁶. La hêtraie-chênaie, en proportion variable des deux espèces, peuple les plateaux ; la diversité interne naît des conditions édaphiques induites par l'épaisseur de la couverture limoneuse ou d'altérites de la gaize. Sur les versants, le

¹ Recensement des corpus cartographiques et des sources d'archives dans Jacques HUSSENET, *Argonne 1630-1980*, Reims, Cendrée, 1982.

² Pour l'organisation de la zone des armées, voir chapitre neuf.

³ Cette couverture limoneuse ne dépasse pas 5 % de la surface ; les placages ne sont pas figurés sur les cartes géologiques de Sainte-Menehould et de Clermont.

⁴ Cet état de fait ne concerne pas les exploitations forestières pour le ravitaillement des armées qui furent conduites suivant les prescriptions des aménagements.

⁵ Ces cantonnements dépendaient de la gare distributrice des Islettes, sur les arrières de la 3^e armée (chapitre dix).

⁶ Source, S. MÜLLER et alii, *Catalogue des stations forestières de l'Argonne*, op. cit., Ph. DUCHAUFOR, M. BONNEAU, E.-F. DEBAZAC et J. PARDÉ, "Types de forêt et aménagement : la forêt de la Contrôlerie en Argonne", *Ann. de l'École nationale des Eaux et Forêts*, t. XVIII, 1961, fasc. 1, 44 p.

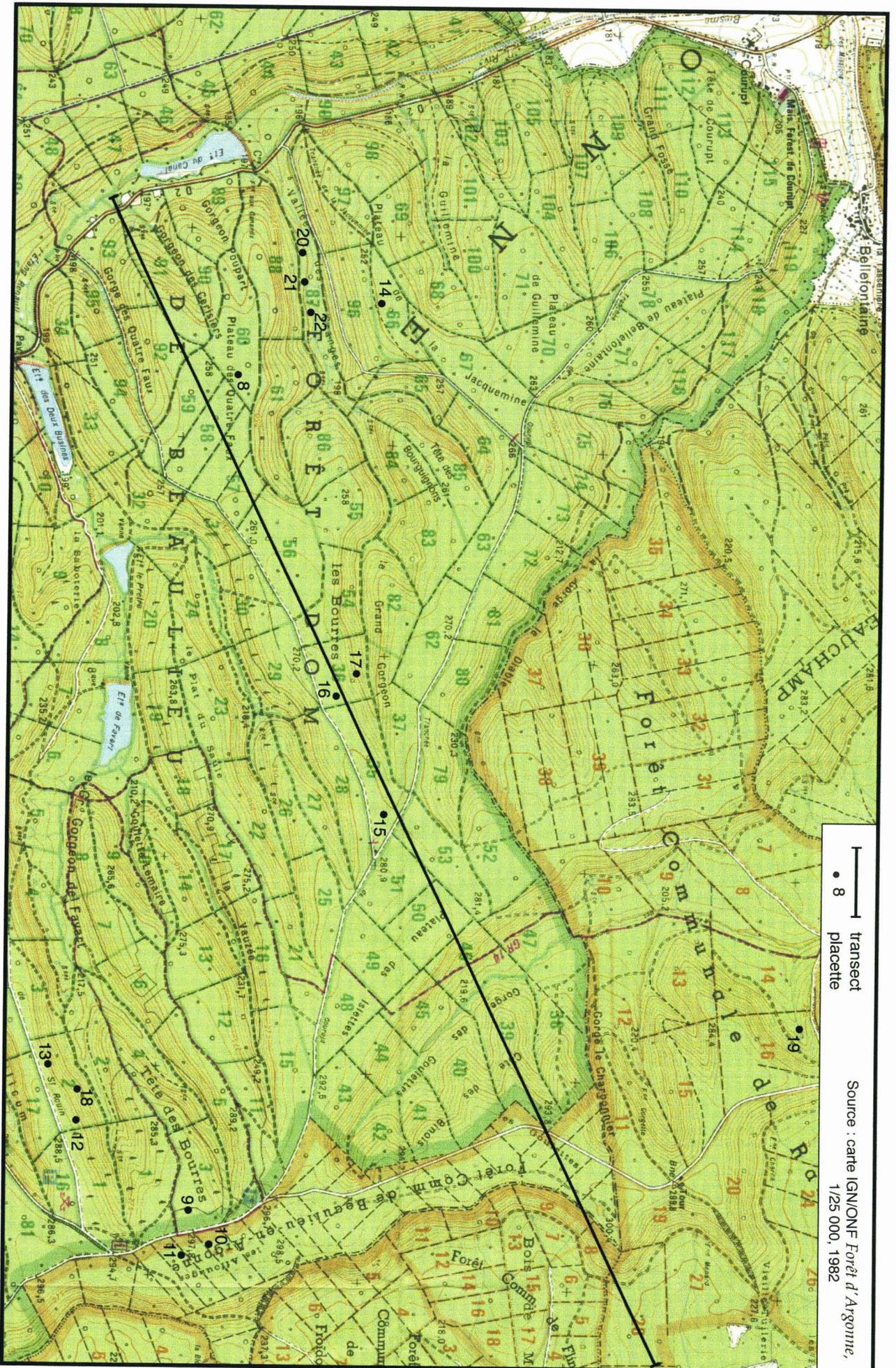
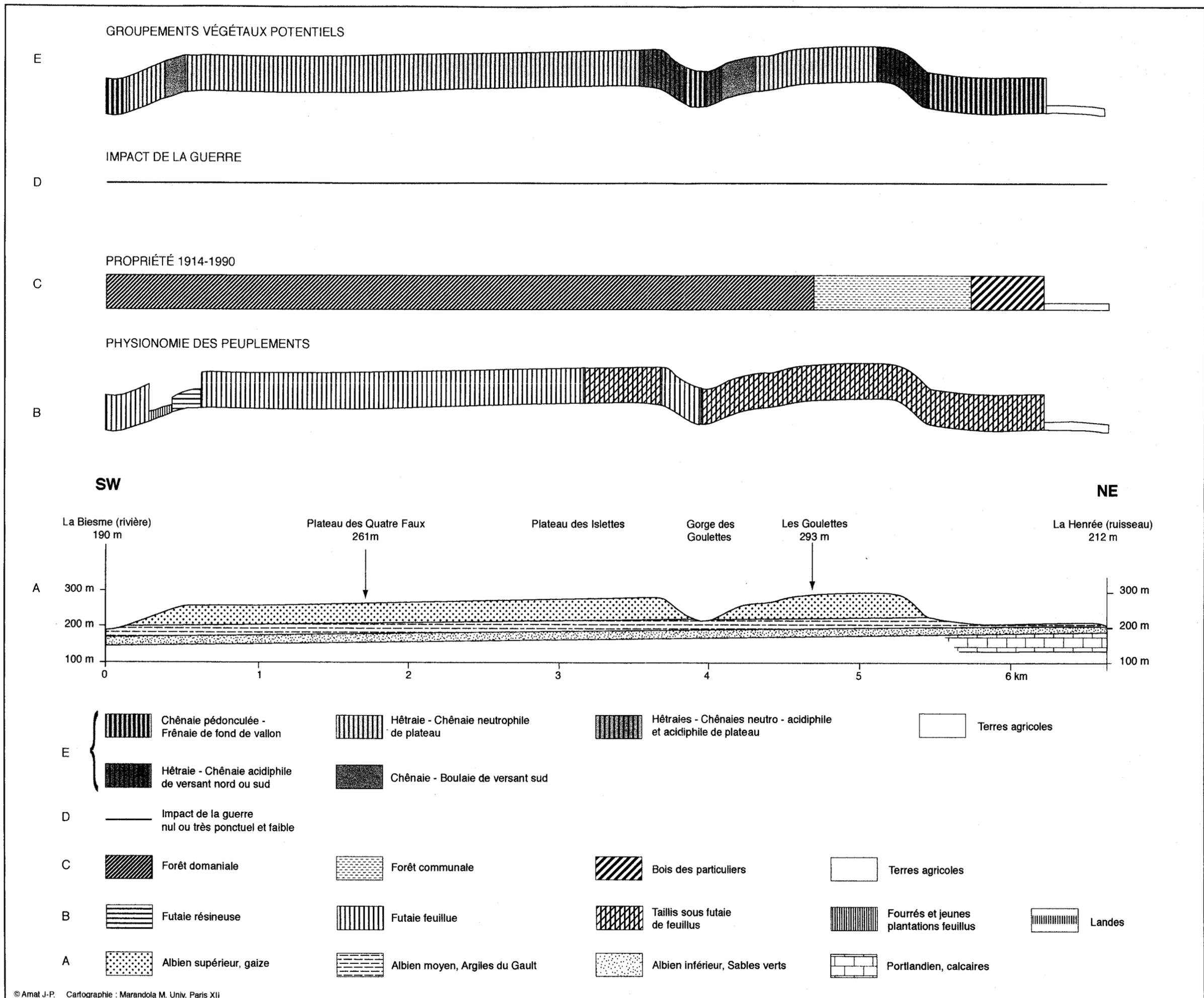


Fig. 17 Les forêts domaniale (1^{ère} série) et communale de Beaulieu, communale de Raucourt, transect et placettes



pôle acide l'emporte ; le déficit hydrique de versant sud introduit une différenciation floristique (cortège acide, dominance du chêne sessile et d'espèces acidiphiles). Dans cette forêt fort modelée par l'homme, cette diversité potentielle caractérise les strates herbacées et arbustives (voir *infra* les analyses de placettes).

Le cadre climatique général est celui de la forêt de Haute Chevauchée : pluviosité de 900 mm en moyenne, avec des pointes à 1 000 mm dans la partie méridionale du plateau, température annuelle moyenne de 9° C ; les gelées tardives sont fréquentes. La valeur de l'indice d'aridité de Martonne (voir chapitre 3) est voisine de 50.

L'échantillonnage repose sur le croisement de données : photo-interprétation des types de peuplements sur la mission IGN 1985, types de milieux, plateaux, versants à double exposition, fonds de ravins et plan d'aménagement de la première série (figure 17). La comparaison avec le transect de la Haute Chevauchée est abordée en conclusion.

2. 1. Les futaies à hêtres dominants des plateaux

La qualité visuelle qu'on accorde souvent aux "futaies cathédrales" marque les futaies feuillues qui occupent la quasi-totalité des lanières de plateau de la table du massif. Elle masque toujours des déséquilibres structuraux et démographiques, liés à la forte domination, voire l'exclusivité, du hêtre et la distorsion, dans la pyramide des âges, de la fréquence du chêne, présent dans les strates A1 et Herb., absent dans les strates intermédiaires. Deux faciès forestiers principaux se distinguent, les futaies mélangées à hêtres et chênes, les hêtraies pures.

2.1.1. Futaies mélangées à hêtre dominant et chêne subordonné

A la suite des prospections de terrain, nous retenons trois placettes représentatives des peuplements les plus fréquents.

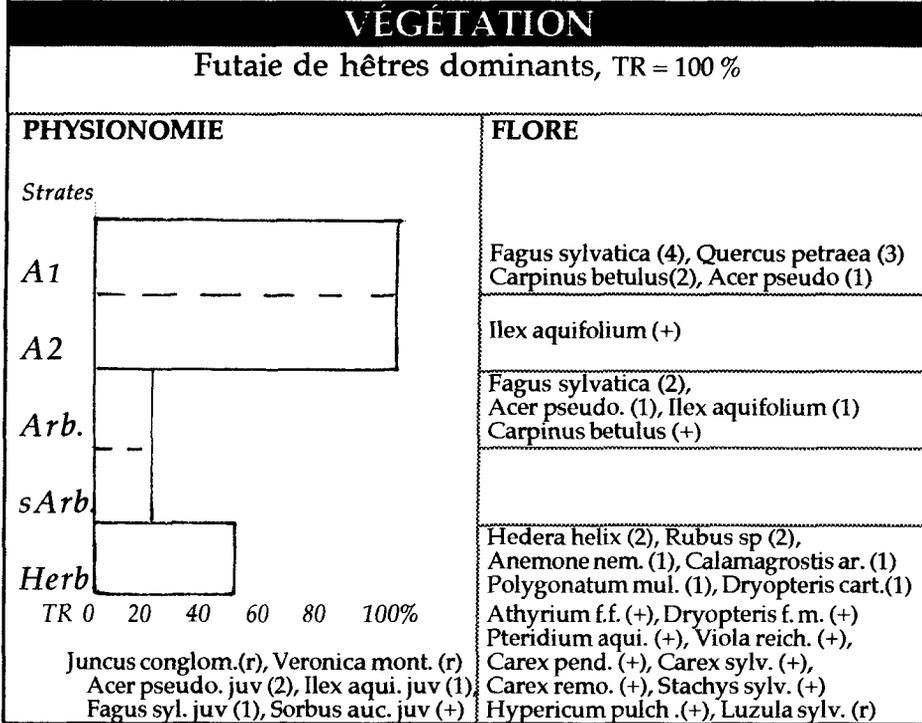
a - Placette A8, plateau des Quatre Faux, FD, P60

Le plateau des Quatre Faux constitue la croupe la plus large (jusqu'à 600 mètres) du plateau de revers. Il porte des futaies denses où se mêlent le hêtre, dominant, et le chêne. Les canopées sont jointives, la lumière est chiche en sous-bois, les strates intermédiaires sont maigres ou absentes. La station A8 (fiche A8, p. 55) offre l'image classique d'une futaie cathédrale ; les troncs droits s'élancent vers la strate arborescente supérieure, aux couronnes entrelacées, dans laquelle la répartition hêtre - chêne est assez régulière. Les strates intermédiaires sont quasi inexistantes ; de beaux spécimens de Houx apparaissent en A2, qui signent la maturité du peuplement. La strate herbacée couvre à moitié le sol, en plages plus denses quand la voûte s'éclaire sous les houppiers des chênes. Le riche cortège floristique herbacé a un large spectre, avec la présence de sept groupes écologiques ; dix espèces sur dix-huit appartiennent aux groupes des neutrophiles et tolérantes. *Carex pendula* et *Carex remota* indiquent un milieu frais. La régénération des ligneux est forte, marquée par l'abondance des jeunes plants d'Érable sycomore (son absence en strate haute sur cette placette n'exclut pas sa présence dans la forêt) mais aussi par l'absence du chêne.

b - Placette A9, échine sommitale de Saint-Rouin, FD, P3

Le second relevé se situe au sud-est de la série, sur la partie orientale de l'interfluve du Plateau de Saint Rouin au lieu-dit Tête des Bourres, étroite échine d'une centaine de mètres de large (fiche A9, p. 55). La futaie de hêtres dominant et de chênes, TR de 90 %, ne laisse filtrer qu'une chiche lumière vers le sol ; les strates inférieures sont peu couvrantes ; les hêtres et les houx sont grêles quand ils atteignent cinq mètres de hauteur, plus massifs dans la strate sous-arbustive où ils se mêlent au Sorbier des oiseleurs. Le cortège floristique est marqué par les acidiphiles, le Sorbier et surtout la Myrtille et la Fougère-aigle qui s'étalent en plages assez denses. Lorsque ce type de peuplement s'ouvre, en lisière par exemple, le cortège herbacé s'enrichit très vite ; les juvéniles du Sorbier blanc et du Sycomore se mêlent à ceux du Chêne et du Hêtre, et apparaissent la Circée de Paris *Circealutetiana*, le Chevreuille des bois *Lonicera periclymenum*, le Lierre *Hedera helix*, le Faux-fraisier *Potentilla sterilis*, accompagnés, en bordure du chemin, de l'Aigremoine eupatoire *Agrimonia eupatoria* et de la Prunelle *Prunella vulgaris*.

La forêt communale de Beaulieu occupe la crête sommitale méridienne du massif d'Argonne qui, élargie en lanière de plateau, culmine à près de 300 mètres et drape les vallons anaclinaux, courts et encaissés, de la côte. Les deux placettes A10 et A11 ont été levées dans les futaies de chênes et de hêtres du plateau, à une cinquantaine de mètres à l'intérieur des

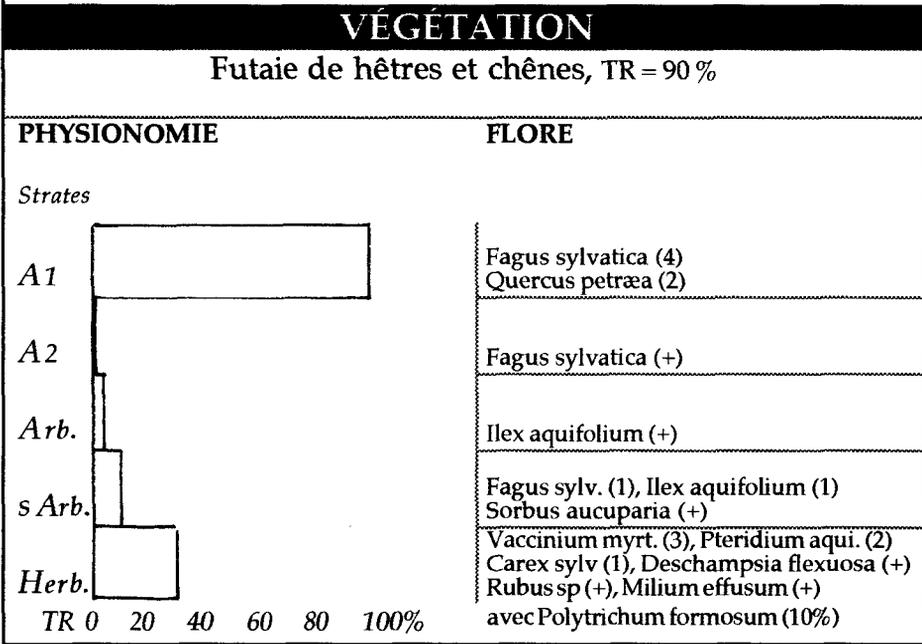


SOL
HUMUS moder
TYPE luvisol
PROFIL
MAT. PARENTAL limons sableux
SUBSTRAT gaize
SITE 260 m plateau

NOMBRE D'ESPECES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	3	1	
herbacées		1	3		3	5	2	2	2

Fiche A8 Placette dans la première série de la FD de Beaulieu, P60



SOL
HUMUS moder
TYPE luvisol
PROFIL
0 A1 (A) A2 (E) Btg (BTg) gaize 100
MAT. PARENTAL limons sableux
SUBSTRAT gaize
SITE plateau, 275 m

NOMBRE D'ESPECES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							2	2	
herbacées					1	1	1	2	2

Fiche A9 Placette dans la première série de la FD de Beaulieu, P3

peuplements. Le manteau, en bordure de la voie sommière, abrite dans sa strate arbustive, *Salix caprea*, *Sambucus racemosa*, *Corylus avellana*, *Fraxinus excelsior*.

c - Placette A10, hêtraie-chênaie (p. 57)

Cette futaie présente un faciès plus riche que celui des exemples précédents. Le bouleau et le charme gagnent une strate A1 moins élancée, moins dense, tandis que la strate arbustive bien développée abrite, aux côtés des hêtres et des charmes, le sycomore et l'aubépine épineuse. Les herbacées couvrent plus de la moitié de la surface, et le sol est riche de plantules diverses, surtout celles de chênes. Mais cette abondance de plantules se tarit vite, puisque on ne trouve aucun plant de chêne qui atteigne un demi-mètre de hauteur ; la pyramide de l'espèce est vide aux étages intermédiaires. Le remplacement des générations ne se réalise pas. Nous reviendrons sur ces constatations.

d - Placette A11, chênaie-hêtraie

Le Chêne est ici dominant (fiche A11, p. 57) ; la futaie à strate arborescente supérieure fermée (TR = 100 %) est assez éclairée pour permettre le développement de strates inférieures fournies. Le Hêtre est exclusif en A2, mais appartient à une riche cortège en strate arbustive ; aux côtés du houx, l'érable sycomore, le sorbier blanc et le rare néflier⁷. La strate herbacée est couvrante et plurispécifique. Les groupes écologiques présents révèlent un pôle acide marqué avec le groupement Canche flexueuse, Myrtille et Fougère-aigle. Le milieu est bien ressuyé, un luvisol est développé dans une couverture limoneuse dont l'épaisseur dépasse le mètre.

La crête sommitale de la lanière de Saint-Rouin est parcourue par le chemin de Saint-Rouin qui sépare, dans la deuxième série, les parcelles 1, 2 et 3 en exposition nord des parcelles 16, 17 et 18, tournées vers le sud (figure 17). Les placettes A12 et A13 se situent à l'amorce de la convexité du versant nord, dans la parcelle 2.

e - Placette A12, hêtraie chênaie

La placette (fiche A12, p. 58) est située sur le haut du versant, en légère déclivité vers le nord. La futaie mélangée à hêtres dominants est ouverte (TR = 70 %). La pyramide physiologique est riche, les strates Arb. et sArb. couvrent à 50 % ; le hêtre domine, présent dans toutes les classes d'âge. L'abondance du houx (2) et (1) donne un faciès fréquent dans les hêtraies-chênaies de l'Argonne. La strate herbacée est couvrante, souvent "armée" par des ronciers infranchissables. Le pôle acide est prépondérant dans le cortège. La mince couverture pédologique ne dépasse pas 40 cm d'épaisseur, dans des formations superficielles limono-sableuses à charge pierreuse issues de la fragmentation de la gaize ; l'humus est de type mull-moder⁸ passant à moder (présence ni caractéristique ni continue de l'horizon OH).

f - Placette A13 (hêtraie-chênaie)

La placette (fiche A13, p. 58) située à l'extrémité occidentale de la parcelle 2 occupe la même position topographique que la placette A12. La futaie, aux mêmes proportions de hêtres et de chênes, est plus fermée, ce qui entraîne un abaissement du taux de recouvrement et de la diversité des strates inférieures. Aux côtés du hêtre, le houx est toujours présent ; à ses côtés, le Sureau à grappes, espèce submontagnarde⁹. Le pôle acidocline du cortège est bien marqué ; la présence de la Laïche à pilules *Carex pilulifera*, indique un axe acidophile. Les données pédologiques sont semblables à celles de la placette précédente, avec un manteau colluvial moins épais (30 - 40 cm).

2.1.2. Les futaies pures de hêtres

Les hêtraies pures n'existent que dans la forêt domaniale, fruits d'une gestion sylvicole qui a longtemps privilégié cette essence. Les individus sont élancés, équiennes. Certaines parcelles sont classées comme semencières. On les trouve surtout sur les échines sommitales disséquées du revers.

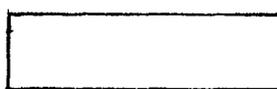
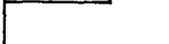
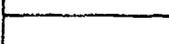
a - Placette A14, hêtraie pure

Cette placette (fiche A14, p. 60) se situe dans la P66 de la première série sur la lanière du Plateau de la Jacquemine, entre 250 et 255 m d'altitude. Seules sont présentes les strates

⁷ La présence conjointe de ces deux ligneux aux chorologies opposées, le premier européen, le second atlantique, illustre la position de marge biogéographique du massif argonnais.

⁸ ou hémimoder avec une discontinuité nette avec l'horizon A (dysmull dans le cas contraire) ; « le terme "mull-moder" est à éviter dans la mesure où il privilégie le mot mull », *Référentiel pédologique*, p. 290.

⁹ La chorologie de l'espèce dans l'est du Bassin parisien suit, entre Champagne et Lorraine, la crête ardenno-argonnaise, J.-Cl. RAMEAU, *Flore forestière*, p. 647 et P. DUPONT, *Atlas partiel de la Flore de France*, p. 318.

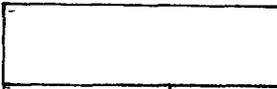
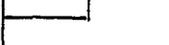
FC de Beaulieu		juillet 1993	
VÉGÉTATION			
Futaie pleine, chênaie-hêtraie, TR = 100 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Fagus sylvatica (3), Quercus petraea (2) Betula pendula (1) Carpinus betulus (+)	
A2			
Arb.		Fagus sylv. (2), Carpinus betulus (2) Acer pseudoplatanus (+), Crataegus laevigata (+)	
s Arb.			
Herb.		Anemone nemorosa (1), Rubus sp (1) Hedera helix (+), Convallaria majalis (+) Pteridium aquil. (+), Lonicera pericl. (+) Quercus petraea pl (3), Fagus s. pl (+) Acer pseudo. pl (+), Sorbus aucu. pl (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS mésomull	
TYPE luvisol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL Limons	
SUBSTRAT gaize	
SITE plateau, 280 m	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses				1		1	3	1	
herbacées						1	3	3	

Fiche A10 Placette dans la FC de Beaulieu, P.

FC de Beaulieu		juillet 1993	
VÉGÉTATION			
Futaie pleine, chênaie-hêtraie, TR = 100 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Quercus petraea (4) Fagus sylvatica (2)	
A2			
Arb.		Fagus sylvatica (3) Fagus sylvatica (2), Carpinus bet. (+) Sorbus aria (+), Acer pseudo. (+) Ilex aquifolium (+), Mespilus germ. (+) Sorbus aucuparia (+), Betula pubes. (+)	
s Arb.			
Herb.		Vaccinium myrtillus (2), Rubus sp. (2) Hedera helix (1), Anemone nemorosa (+) Lonicera peri. (+), Deschampsia flex. (+) Polygon. multi. (+), Pteridium aqui. (+) Quercus pl (2), Ilex pl (+), Acer ps. pl (+) Sorbus auc. pl (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS hémimoder	
TYPE luvisol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL limon de couverture	
SUBSTRAT gaize	
SITE plateau, 280 m	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	4	3	1
herbacées						2	2	2	2

Fiche A11 Placette dans la FC de Beaulieu

FD de Beaulieu		2 ^{ème} série		P 2		juillet 1988	
VÉGÉTATION							
Futaie équiennne de hêtres, TR = 70 %							
PHYSIONOMIE				FLORE			
<i>Strates</i>							
A1				Fagus sylvatica (3) Quercus petraea (2)			
A2				Fagus sylvatica (+)			
Arb.				Fagus sylvatica (2) Ilex aquifolium (1)			
s Arb.				Fagus sylvatica (1) Ilex aquifolium (2) Sorbus aucuparia (+)			
Herb.				Vaccinium myrtillus (2) Hedera helix (1), Lonicera pericl. (+) Pteridium aquil. (+), Hypericum pul. (+) Rubus cæsius et R. fruticosus (4) Fagus syl. pl (1), Quercus petraea pl (+) Ilex aqui. pl (+), Acer pseudo. pl (+)			
TR 0 20 40 60 80 100%							

SOL	
HUMUS hémimoder	
TYPE luvisol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL limons gaizeux	
SUBSTRAT gaize	
SITE haut de versant, 4° nord	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	2	2	
herbacées							3	2	2

Fiche A12 Placette dans la FD de Beaulieu, P2 (2^{ème} série)

FD de Beaulieu		2 ^{ème} série		P 2		juillet 1988	
VÉGÉTATION							
Futaie équiennne de hêtres, TR = 90 %							
PHYSIONOMIE				FLORE			
<i>Strates</i>							
A1				Fagus sylvatica (3) Quercus petraea (2)			
A2				Fagus sylvatica (+)			
Arb.				Fagus sylvatica (1) Ilex aquifolium (1)			
s Arb.				Ilex aquifolium (1) Sambucus racemosa (+)			
Herb.				Vaccinium myrtillus (1), Rubus sp (1) Hypericum humi. (1), Luzula sylv. (1), Carex pilul. (+), Acer pseudo. pl. (+)			
TR 0 20 40 60 80 100%							

SOL	
HUMUS moder	
TYPE podzosol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL altérites de gaize	
SUBSTRAT gaize	
SITE haut de versant, 4° nord	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	2	2	
herbacées							1	3	1

Fiche A13 Placette dans la FD de Beaulieu, P2 (2^{ème} série)

extrêmes ; la A1 est dense et fermée ; le hêtre règne sans partage, hormis quelques érables sycomores, filiformes et contournés, qui réussissent à s'insinuer dans la canopée. La strate herbacée est riche, même si elle est peu couvrante ; sept groupes écologiques sont représentés, dominant les neutro-acodoclines. La couverture pédologique est un sol lessivé sur limons épais de 60 à 70 cm, sur gaize. Le pH est voisin de 4,5 ; l'humus est un hémimoder, passant à un moder.

b - Placette A15, hêtraie pure (p. 60)

La placette (fiche A15) est située dans la P35 sur l'isthme de 200 mètres de large qui raccorde le plateau sommital des Islettes, à l'est, au plateau laniéré et digité des Quatre Faux. La hêtraie est pure, le hêtre étant le seul ligneux. La strate herbacée est dense par plages. Le relevé diffère des autres relevés de la série. Le pôle acide manque dans les cinq groupes écologiques présents. Par contre, les nitratophiles comptent quatre espèces, qui, sans être abondantes, marquent bien le sous-bois. Ils dénotent des sols plus riches en éléments nutritifs, ce que confirme le profil. La couverture limoneuse, qui dépasse 80 cm d'épaisseur, porte un sol lessivé (luvisol) à horizon Bt d'une vingtaine de cm. L'humus est un mésomull marqué par un pH autour de 5 dans l'horizon A1. L'influence de la gaize ne se fait plus sentir. Ce type de profil est assez rare dans le massif argonnais¹⁰.

c - Placette A16, hêtraie pure

La placette A16 (fiche A16, p. 61) est située dans la P36 au point où le pédoncule s'élargit en une surface de de 300 mètres de largeur environ, au lieu dit les Bourres. La futaie est dense mais la canopée n'est pas totalement fermée (TR = 80 %). Une strate arbustive dispersée mais nette fait le lien avec le tapis herbacé, dispersé. Le hêtre est le seul ligneux mais il est présent exceptionnellement sur tous les barreaux de la pyramide des âges. Les huit espèces relevées dans la strate herbacée appartiennent à cinq groupes écologiques, avec une bonne représentation des acidoclines. Un luvisol, marqué par un horizon BT affirmé, se développe sur des limons épais de près d'un mètre, pollués par quelques fragments de gaize à la base du profil. Des marques de marmorisation apparaissent vers 50-60 cm. Les résultats des analyses pédologiques effectuées sur cette placette sont portés dans les tableaux *infra*.

Tableau 12
Analyses pédologiques, placette A16

Horizon	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	Fe1 %
A1	10,5	36,2	34,1	8,1	0,7	0,32
A2	11,6	37,4	37,1	7,9	0,2	0,24
B1	16,1	32,4	34,1	10,0	2,9	,46
B2	28,6	29,2	23,7	10,0	3,3	0,78

Horizon	profond.	pH	MO%	C%	N%	C/N	Ca	K	Mg	T	S/T %
A1	0,3	4,4	7,3	4,24	0,22	19,3	2,18	0,26	0,088	11,9	21
A2	10-20	4,3	1,7	0,97	0,08	12,1	0,25	0,10	0,042	6,1	6,4
B1	30-40	4,4	1,3	0,18			0,16	0,09	0,04	8,6	3,4
B2	70-80	4,5					3,69	0,26	1,24	18,4	28

Le pH de surface est de 4,4 ; l'humus est un hémimoder par la morphologie (pas d'affirmation nette de l'horizon OH), mais l'activité biologique est fort réduite pour un mull (rapport C/N élevé) ; un caractère de moder apparaît nettement dans le taux de saturation très moyen. La texture est limono-argileuse en B2, le lessivage des argiles est supérieur à deux. Le cycle du calcium n'est pas négligeable, supérieur à ce que l'on trouve en général sur les plateaux de gaize, témoignant peut-être de dépôts limoneux anciennement carbonatés.

L'examen de ces relevés de végétation sur neuf placettes de futaies, hêtraies-chênaies et hêtraies pures sur plateaux, permet de dégager quelques conclusions. La diversité stationnelle des peuplements est faible dans les strates arborescentes. Se conjuguent la sylviculture et l'unité écologique des milieux étudiés. Le houx (présent en strate Arb. et sArb) est assez fréquent et définit même certains faciès (placette A12) ; cette dryade traduit un stade de maturation avancée de la forêt. Une certaine diversité, par contre, anime la strate herbacée. Considérons la totalité

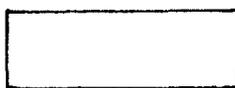
¹⁰ S. MÜLLER et alii, *Catalogue des stations forestières de l'Argonne*, op. cit.

FD de Beaulieu, la Jacquemine		P 66	juillet 1993
VÉGÉTATION			
Futaie de hêtres, monostrate, TR = 100 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Fagus sylvatica (5) Acer pseudoplatanus (+)	
A2			
Arb.			
s Arb.			
Herb.		Anemone nemor. (2), Carex sylvatica (1) Dryopteris f.m. (1), Pteridium aquil. (1) Polygonatum multif. (+), Rubus sp. (+) Lonicera peri. (+), Cardamine prat. (1) Brachypodium sylv. (+), Carex remota (+) Athyrium f.f. (+), Dryopteris carth. (r) Carex pilulifera (r.), Ilex aquif. pl. (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%		Acer pseudo. pl (1), Fagus s. pl (+)	

SOL	
HUMUS	hémimoder
TYPE	luvisol
PROFIL	
MAT. PARENTAL	Limons
SUBSTRAT	gaize
SITE	échine de plateau, 250 m

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	1	1	
herbacées		1	1		2	6	1	3	1

Fiche A14 Placette dans la FD de Beaulieu, P66

FD de Beaulieu		P 35	juillet 1988
VÉGÉTATION			
Futaie de hêtres équiennes, TR = 80 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Fagus sylvatica (4)	
A2			
Arb.			
s Arb.			
Herb.		Deschampsia cesp. (1), Stachys sylv. (1), Carex sylvatica (+), Geranium rob. (+) Rubus sp. (+), Moehringia trinervia (+) Oxalis acetosella (+), Urtica dioica (+) Circea lutetiana (+), Geum urbanum (+) Mycelis muralis (+), Fagus sylv. pl. (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS	mésomull
TYPE	luvisol
PROFIL	
MAT. PARENTAL	limon épais
SUBSTRAT	gaize
SITE	Plateau, 275 m

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							1		
herbacées		4	1		2	3	1		

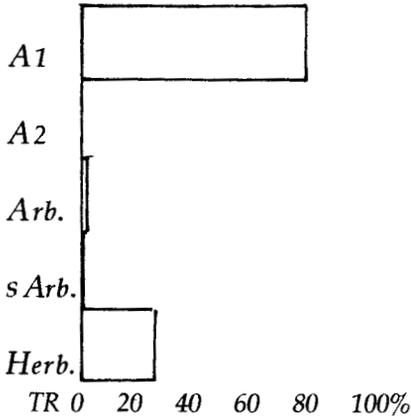
Fiche A15 Placette 12 dans la FD de Beaulieu, P35

VÉGÉTATION

Futaie de hêtres, équienne et monospécifique, TR = 80 %

PHYSIONOMIE

Strates



FLORE

Fagus sylvatica (4)

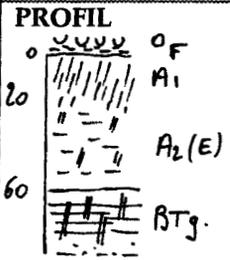
Fagus sylvatica (1)

Fagus sylvatica (+)
Luzula sylv. (1), Rubus sp (1),
Hedera hed. (+) Carex sylv. (+)
Juncus eff. (+), Festuca heter. (+)
Deschampsia cesp. (+)
Lonicera peri. (+), Fagus sylv. pl (2)

SOL

HUMUS
hémimoder

TYPE
luvisol



MAT. PARENTAL
limon épais

SUBSTRAT
gaize

SITE
plateau, 270 m

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses							1		
herbacées			1		1	1	2	3	

Fiche A16 Placette dans la FD de Beaulieu, P36

des neuf placettes. Le tableau 13 donne la fréquence des groupes écologiques pour la totalité des placettes.

Tableau 13
Fréquence des groupes écologiques pour les neuf placettes des futaies de plateau

Espèces	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						6	10	7	1
herbacées		3	4		5	7	9	8	6
Total		3	4		5	13	19	15	7

Le pôle acide (groupes 6, 8 et 9) compte 35 citations sur 66, soit 53 % du total. Le groupe 9 (acidiphile) est dans le rapport de 1 à 6 pour les herbacées. Affectons chaque citation du nombre d'espèces concernées (tableau 14).

Tableau 14
Total des citations d'espèces pour les neuf placettes des futaies de plateau

Espèces	Niph (2)	Hycl (3)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses				6	20	13	1
herbacées	6	6	9	19	16	17	12
total	6	6	9	25	36	30	13

L'omniprésence du hêtre et le chêne sessile chez les ligneux contribue à la prédominance du groupe des neutrophiles tolérants. L'acidiphile est le bouleau pubescent. Chez les herbacés le pôle acide groupe 48 citations sur 85, soit 56 % du total. Le caractère acide de l'Argonne apparaît même si ces placettes se situent dans des milieux où cette influence est la plus tamponnée. Les tableaux 15 et 16 classent les espèces par groupes écologiques.

Tableau 15
Liste des espèces par groupes écologiques pour les neuf placettes des futaies de plateau

ligneux

NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Carpinus betulus</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Fagus sylvatica</i> <i>Quercus petraea</i> <i>Sorbus aria</i>	<i>Ilex aquifolium</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Betula pendula</i> <i>Mespilus germanica</i> <i>Sambucus racemosa</i>	<i>Betula pubescens</i> <i>Vaccinium myrtillus</i>

herbacées

Niph (2)	Hycl (3)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
<i>Stachys sylvat.</i>	<i>Carex pendula</i>	<i>Viola reichen.</i>	<i>Anemone nem.</i>	<i>Hedera helix</i>	<i>Pteridium aquil.</i>	<i>Calamagrost. a.</i>
<i>Cardamine prat.</i>	<i>Circea lutetiana</i>	<i>Carex sylvatica</i>	<i>Polygonat. mu.</i>	<i>Rubus caesp.</i>	<i>Luzula sylvat.</i>	<i>Hypericum p.</i>
<i>Geranium rob.</i>	<i>Carex remota</i>	<i>Veronica mont.</i>	<i>Dryopteris cart.</i>	<i>Rubus frutic.</i>	<i>Lonicera péri.</i>	<i>Deschampsia fl.</i>
<i>Geum urbanum</i>	<i>Juncus conglo.</i>	<i>Brachypodium s.</i>	<i>Lactuca muralis</i>	<i>Convallaria m.</i>	<i>Festuca hetero</i>	<i>Carex pilulifera</i>
<i>Urtica dioica</i>			<i>Dryopteris f. m</i> <i>Athyrium f. f.</i> <i>Milium effus.</i> <i>Moehringia tr.</i> <i>Oxalis acetose.</i> <i>Deschampsia c.</i>			

Tableau 16
Nombre d'espèces par groupes écologiques pour les neuf placettes des futaies de plateau

Espèces	Niph (2)	Hycl (3)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)	Total
ligneuses				1	5	5	2	12
herbacées	5	4	4	10	4	4	4	36
total	5	4	4	11	9	9	6	46

Les espèces du pôle acide sont 26 (groupes 6, 8 et 9), soit 56 % du total. Un classement des placettes a été tenté selon le critère de présence/absence des groupes écologiques des espèces herbacées. Après diagonalisation et compte tenu que le groupe des neutrophiles tolérantes n'est pas discriminant nous obtenons le résultat suivant (tableau 17).

Tableau 17
Diagonalisation placettes/présence* des groupes écologiques

	8	6	9	5	3	2
A8	3	6	1	2	1	1
A14	2	5	2	3	3	1
A15		3		2	1	4
A9	2	1	2	1		
A11	2	2	2			
A10	3	1				
A16	3	1		1	1	
A12	2		2			
A13	1		3			

 pôle acide

* La présence est figurée par le nombre d'espèces

Les stations sur plateau, couverture limoneuse et luvisols (A8, A14 et A15) présentent le spectre le plus large de groupes écologiques ; l'influence de la gaize est amoindrie ou inexistante. Les placettes sur amorce de versant, A12 et A13, n'abritent que les groupes du pôle acide. Ces futaies de plateau à hêtres dominants représentent 40 % environ de l'ensemble des futaies. On les trouve sur les croupes les plus larges, tapissées de limons d'origine variée, éolienne pour certains dépôts, dérivés de la gaize et remaniés pour d'autres. Sur ces matériaux parentaux les sols sont le plus souvent des luvisols à mésomull¹¹. Plusieurs siècles de sylviculture ont, dans ces peuplements représentatifs de la hêtraie-chênaie, privilégié le hêtre, qui domine toujours le chêne, surtout dans les strates arborescente inférieure et arbustive, où celui-ci est souvent absent. Les rares témoins de taillis sous futaie montrent l'importance que le charme tenait dans le taillis.

2.2. Les futaies mélangées de hêtres et de chênes de versant nord

Des hêtraies monospécifiques ou des futaies mélangées de hêtres et de chênes occupent les parties centrales des versants exposés au nord des multiples vallons cataclinaux qui dissèquent le revers de la côte d'Argonne. Elles couvrent un quart environ de la surface de la première série de la forêt domaniale. Le hêtre domine nettement, surtout dans la partie médiane des versants, les strates arbustives et herbacées sont très réduites. La présence, à l'état dispersé dans les trouées de la futaie, du Sureau à grappes (*Sambucus racemosa*) et, à un moindre degré, du Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*), traduit des influences sub-montagnardes, nettes en fin d'hiver sous ces mésoclimats froids de versant nord ; ces deux espèces sont bien moins fréquentes dans les sites équivalents du nord de l'Argonne.

2.2.1. Placette A17, bas de versant

La placette A17 (fiche A17, p. 64) est située dans la P36 de la première série, dans la partie basse du versant orienté au NNW de la partie amont du grand Gorgeon, au nord du plateau des Bourres, vers 250 mètres d'altitude. La futaie monospécifique de hêtres présente de grands spécimen qui ferment la strate arborescente supérieure (TR = 80 %).

Tableau 18
Analyses pédologiques, placette A17

Horizon	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	Fe1 %
A	7,7	21,3	23,1	18,9	9,6	0,26
E/(BP)	7,2	23,0	25,8	13,3	11,3	0,22
BP ou (B)	8,5	22,8	24,2	15,0	11,8	0,3
(B)/C	8,6	24,9	23,9	26,0	9,8	0,26

¹¹ Id., *ibid.*

FD de Beaulieu		1 ^{ère} série		P 36		juillet 1988	
VÉGÉTATION							
Futaie équiennne de hêtres, TR = 100 %							
PHYSIONOMIE				FLORE			
Strates							
A1				Fagus sylvatica (4-5)			
A2				Fagus sylvatica (+)			
Arb.				Fagus sylvatica (1)			
s Arb.				Fagus sylvatica (1) Acer pseudoplatanus (1), Sorbus aucuparia (+)			
Herb.				Rubus sp (1), Oxalis acetosella (1) Dryopteris f.m (+), Dryopteris carthu. (+) Fagus sylvatica pl (1), Quercus petraea pl (+)			
TR 0 20 40 60 80 100%							

SOL	
HUMUS moder	
TYPE podzosol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL colluvions	
SUBSTRAT gaize	
SITE versant 20° nord tiers inf.	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	2	1	
herbacées						3	1		

Fiche A17 Placette dans la FD de Beaulieu, P36

FD de Beaulieu		2 ^{ème} série		P2		juillet 1988	
VÉGÉTATION							
Futaie régulière de hêtres dominants, TR = 100 %							
PHYSIONOMIE				FLORE			
Strates							
A1				Fagus sylvatica (4) Quercus petraea (1)			
A2							
Arb.				Fagus sylvatica (+)			
s Arb.				Fagus sylv. (2), Acer pseudo. (+) Sambucus racemosa (+)			
Herb.				Vaccinium myrtillus (1), Oxalis acet. (1) Dryopteris carthusiana(+), Dryopteris dilatata (+) Fagus syl . pl (1)			
TR 0 20 40 60 80 100%							

SOL	
HUMUS moder	
TYPE podzosol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL	
SUBSTRAT gaize	
SITE mi-versant nord, 25°	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	2	1	
herbacées						2		1	1

Fiche A18 Placette dans la FD de Beaulieu, P2 (2^{ème} série)

Horizon	profond.	pH	MO%	C%	N%	C/N	Ca	K	Mg	T	S/T
A	1,5	3,9	5,88	3,42	0,21	16,2	2,7	0,4	0,61	10,6	35
E/(BP)	10-20	4,1	1,51	0,88	0,058	15,1	0,9	0,28	0,33	5,6	27
BP ou (B)	30-40	4,2	0,8	0,47	0,044	10,6	0,5	0,24	0,30	5,6	18
(B)/C	70-80	4,7	0,39	0,23	0,025	9,2	1,3	0,16	0,94	8,0	35

Le sol est crypto-podzolique sur colluvions de gaize. Le profil des horizons humifères montre des couches OF et OH discontinues et assez peu visibles ; l'humus est un moder peu marqué, confirmé par le pH très faible, même si le rapport C/N est peu élevé pour un moder typique. Le cycle des cations est bien marqué dans une texture à dominante limoneuse, très pauvre en argile, caractérisant le colluvionnement des produits d'altération de la gaize. La capacité d'échange (T) est faible. L'élévation du taux de fer libre en BP confirme le caractère podzolique du sol. Ces podzosols à horizon BP meubles sont typiques des parties inférieures des versants des ravins argonnais en exposition nord, sur colluvions limoneuses. Leur réserve en eau est bonne.

2.2.1. Placette A18, versant nord de l'échine de Saint-Rouin

La placette A18 (fiche A18, p. 64) est située dans la parcelle 2 de la deuxième série sur le versant nord de la crête de Saint Rouin, vers 260 mètres d'altitude. Le versant raide domine le diverticule méridional du Grand Gorgeon de Favart, beau ravin très encaissé de direction est-ouest, marqué par le chapelet des étangs de Saint-Rouin (voir chapitre six). La futaie de hêtre est pénétrée de quelques chênes en A1. Le hêtre, présent dans toutes les strates, très abondant en sArb. montre une forte capacité de régénération, le tapis de plantules est abondant. La strate herbacée est très pauvre, réduite à des lambeaux. La gaize est subaffleurente sous des horizons humifères de type moder. La présence de la myrtille confirme le pôle acide.

La chênaie-hêtraie est aussi présente sur les bas de pente concaves et au fond des ravins étroits et sans écoulement de surface. La désagrégation de la gaize et le remaniement des limons de couverture alimentent un colluvionnement limono-sableux. Les sols sont des sols bruns de pente ou des sols peu évolués sur les apports les plus jeunes. Les peuplements sont restés plus diversifiés, plus riches floristiquement et structurellement. Le charme est abondant. Dominent les taillis sous futaie.

Sur les convexités des rebords des plateaux apparaissent des taillis sous futaie qui représentent 12 % environ des peuplements. Sur les secteurs de plateau à couverture limoneuse pelliculaire ou inexistante et sur les convexités de haut de versant, la gaize sub-affleurente donne naissance à des sols peu évolués à mull oligotrophe ou à moder. Le chêne et le hêtre, aux troncs souvent minces et tordus, sont de croissance lente. Le bouleau remplace le charme qui régresse aussi dans le taillis. Le tapis herbacé est plus réduit que dans la chênaie-hêtraie mésophile. La canche flexueuse et la fougère-aigle apparaissent. Sur les sols les plus acides en rebord de versant, l'apparition de la myrtille, l'extension du bouleau accompagnent un éclaircissement du couvert. Les forestiers rattachent ces peuplements à la hêtraie-chênaie acidiphile³⁸.

2.3. Les futaies claires de versant sud

Des futaies claires drapent les versants d'exposition sud et sud-est ; elles sont peu nombreuses (6 % environ des peuplements) mais donnent à l'Argonne une touche paysagère et une ambiance méridionales. Le bouleau est fréquent dans les secteurs les plus ouverts et les plus secs ; sur les sommets de convexité les peuplements sont souvent réduits à une futaie mélangée très claire, à *Quercus petraea* et *Betula pendula*, souvent pénétrée de pins sylvestres. La strate sous-arbustive est bien développée où dominant la callune, la fougère-aigle et la myrtille. La canche flexueuse est partout abondante. Les sols sont des podzols-rankers (ou rankosols) avec des horizons humifères aux humus mor épais (inférieurs en général à 40 cm), surtout sur les fréquentes contre-pentes entretenues par des accumulations bloquées de colluvions grossières de gaize. Chênes et hêtres (ceux-ci plus bas sur les versants) sont d'assez médiocre venue et de croissance lente. Tous les sols sur gaize sont instables et se dégradent

³⁸ S. MÜLLER et alii, *Catalogue des stations forestières de l'Argonne*, op. cit.

vite, surtout dans le cas de découverts qui favorisent un rapide entraînement de l'humus. Ces peuplements se rattachent à la hêtraie-chênaie xérophile³⁹.

Un relevé dans la forêt communale de Rarécourt (placette A19),* au nord immédiat de la forêt domaniale de Beaulieu, donne un exemple représentatif de ces peuplements. La strate A1 est ouverte, les chênes dominant, dont *Quercus robur* (ou un hybride ?) mais les bouleaux abondent, dispersés dans les trouées les plus larges, accompagné du Sorbier blanc (*Sorbus aria* est en Argonne inféodé à ces stations xéro-thermophiles de haut de versant sud). Le hêtre ne présente que quelques individus assez mal conformés en strate A2. De jeunes sapins de Nordmann et des sapins pectinés occupent la strate Arb. ; mais la plantation, claire, est mal venante. Le cortège herbacé est riche d'acidiphiles couvrant abondamment le sol, formant de véritables taches de landes à Myrtille et Fougère-aigle ponctuées des touffes de la Molinie bleue.

2.4. Les futaies riveraines

Les futaies riveraines, 7 % environ des peuplements, occupent les fonds alluviaux des gorgeons, minces rubans dans les sections médianes, bandes plus larges dans les fonds dégagés dans les Argiles du Gault, surtout dans les vallons anaclinaux qui s'évasent au pied de la côte. Dans la strate arborescente s'épanouissent frênes, aulnes et trembles ; le hêtre est absent. Noisetiers, aubépines, viornes obiers, cornouillers sanguins peuplent une strate arbustive souvent dense. Les sols, à caractère hydromorphe, sont saturés, riches en bases et bien alimentés en eau, gleys à hydromull (réductisols) des fonds alluviaux et basses terrasses, sols à pseudogley sur argile (pélosols). Nous prendrons l'exemple de la vallée des Granges, au pied septentrional du plateau des Quatre Faux (figure 17). Cette vallée, parcourue par un ruisseau bien alimenté affluent de la Biesme, présente un fond plat d'une soixantaine de mètres de largeur, phénomène assez rare au coeur du massif. Elle permet le développement de trois types de sylvo-faciès riverains, différenciés selon l'économie de l'eau : fond de vallon, basse terrasse ressuyée, fond de talweg, présentés par trois placettes de relevés, situées dans la parcelle 87 entièrement délimitée dans le vallon.

2.4.1. Placette de fond de vallon

La placette A20 est située au pied de la concavité de bas de versant (fiche A20, p. 69). La formation végétale est fermée et exubérante. Dans la dense strate A1 dominant des frênes vigoureux, associés au Chêne pédonculé et à l'Aulne. Arbustes et arbrisseaux animent une strate Arb. de belle venue ; localement, leur densité rend la marche difficile. Dans aucun autre site que ces vallons il n'est possible de trouver ensemble, en Argonne, les deux aubépines (+). Le cortège herbacé est riche où dominant les deux groupes des nitrato-philes et des neutro-acidiclines. Plantules et jeunes plans ligneux abondent. On note la grande capacité de régénération de l'érable sycomore (2), même si les semenciers n'abondent pas en strate haute.

2.4.2. Placettes de fonds alluviaux

a - Site de basse terrasse

La placette A21 se trouve sur une basse terrasse ressuyée (fiche A21, p. 70) ; la futaie est dominée par le frêne et l'aulne ; le chêne est subordonné. C'est le domaine de l'aulnaie-frênaie. Dans le riche cortège herbacé dominant les neutrophiles et se renforce le pôle des hydroclines.

b - Site de fond du talweg

Sur les rives mêmes du ruisseau (placette A22, fiche A22, p. 70) la frênaie domine ; le peuplement, très linéaire, est assez ouvert et le recouvrement de la strate herbacée est fort. Le groupe des hygrophiles est bien représenté, avec les deux *Chrisosplénium*, *Cardamine amara* et *Ranunculus repens*. Une fiche de vente de l'ONF aide à préciser la composition dendrologique des peuplements de cette vallée des Granges⁴⁰. L'article 17 C, exercice 1987, concerne une coupe rase de trois hectares dans la futaie de la parcelle 87. Le tableau de désignation par

³⁹ ID., *ibid.* * p. 69

⁴⁰ Catalogue des ventes de l'Office national des forêts, fiche de vente de bois, ONF, 1987, F.D. de Beaulieu, P87, article 17C.

catégorie de diamètre donne les pyramides démographiques des essences comptabilisées (tableau 19).

Tableau 19
Espèces et diamètres des tiges d'une vente de bois de la vallée des Granges (FD de Beaulieu)

	Chêne	Hêtre	Frêne	Érable syc.	autres feuill.	total
nombre	123	30	68	27	573	821
diamètres (cm)	20 à 105	15 à 85	15 à 50	15 à 50	10 à 45	

Le lot compte 821 arbres, soit une moyenne de 273 arbres à l'hectare. Le hêtre est peu représenté, localisé sur les dernières pentes du versant ; les feuillus divers sont abondants, dont le charme et l'aulne comme le montrent nos relevés. Le volume ligneux est de 297 m³/ha.

Des **futaies mixtes à résineux dominants** s'intriquent avec des futaies feuillues, sur les versants sud et les plateaux aux sols pauvres surtout. Les pessières couvrent 144 ha représentant 11% de cette première série de Courrupt ; nées à la fin du XIX^e siècle de la volonté de regarnir des peuplements ouverts et dégradés, souvent avec une première vague de pins sylvestres, elles furent réalisées par semis direct sur des banquettes dont les emplacements se dessinent encore⁴¹. Ces pessières sont rarement pleines et monospécifiques. Leurs sous-bois sont assez fournis, la stratification multiple, et les espèces herbacées sont celles des hêtraies-chênaies voisines qui les enrichissent par contact.

Le choix des localisations de ces relevés stationnels a été dicté par le croisement des variables de peuplement et de topographie. La logique de ce découpage a été démontrée par Philippe DUCHAUFOR et *alii* sur la forêt de la Contrôlerie, située immédiatement au nord de la forêt de Beaulieu. Les auteurs reconnaissent six types de forêts "potentielles" contrôlés par la géomorphologie et les sols⁴². Ces six types sont présents en forêt de Beaulieu, l'aulnaie-frênaie sur sol à gley et hydromull eutrophe (A22), la chênaie hygrophile sur pseudogley à mull eutrophe (A20), la chênaie-hêtraie à charme sur sol colluvial (non relevée), la hêtraie-chênaie de pente sur ranker d'érosion (A18), la hêtraie-chênaie acidiphile sur sols faiblement podzolisés à moder (A12, A13) et la chênaie-hêtraie xérophile de versant sud à mor (A19). Les cortèges floristiques stationnels et la répartition des groupes écologiques ont souligné les différenciations fortes entre ces types. La principale conséquence de la gestion sylvicole sur la longue durée est l'extension du hêtre et la régression du chêne dans les types forestiers des plateaux et des pentes nord.

L'entrée *sol* du sylvofaciès soulève de nombreuses questions⁴³. Dans les secteurs bouleversés la pulvérisation des humus et le brassage des matériaux des horizons superficiels détruisent les structures pédologiques⁴⁴. Humus disparus, profils anéantis, les sols "moururent" avec les combats. Et pourtant les réserves trophiques et biotiques n'avaient pas, loin sans faut, disparu⁴⁵. Les couvertures pédologiques actuelles sont des mosaïques où s'intriquent des plages résiduelles des sols autochtones "pré-guerre", ici des sols bruns acides à mull oligotrophe sur colluvions grossières de pente, là des rankers-podzols sur gaize subaffleurante ou des néoluvissols sur limons de plateau, et des sols jeunes, dont les horizons superficiels peu évolués se développent dans des formations superficielles issues de la guerre

⁴¹ Aménagement de la forêt de Beaulieu, 1886.

⁴² Ph. DUCHAUFOR, M. BONNEAU, E.-F. DEBAZAC et J. PARDÉ, "Types de forêt et aménagement : la forêt de la Contrôlerie en Argonne", *op. cit.* Voir analyse au chapitre deux.

⁴³ Comme souligné dans l'avertissement au lecteur, la nomenclature pédologique nous a d'abord posé un problème de transcription comme l'ont montré ces premières analyses. En effet le vocabulaire de la pédologie a été profondément remanié entre l'édition de 1967 (Classification des sols - Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols, CPCS) et celles de 1992 puis de 1995 du *Référentiel pédologique*. Ainsi, dans cet exemple, le groupe *sol brun lessivé* est devenu un sous-groupe des *luvissols*. La nomenclature des humus a subi le même sort. Dans la mesure du possible, les équivalences de termes, au moins, ont été proposées dans nos analyses.

⁴⁴ Disparition de l'"horizonation" antérieure, pour employer ce néologisme du *Référentiel pédologique 1995*, INRA, 1995, p. 95.

⁴⁵ Lire des témoignages sur la vitalité végétale sur les champs de bataille aux chapitres 10 et 11.

(polémo-profils). Pour tout site (surface unitaire d'un hectare par exemple) le rapport de surface entre les deux groupes varie en fonction directe de la distance au front.

Les analyses stationnelles ont montré les contrastes entre ces deux forêts de Haute Chevauchée et de Beaulieu. À un contexte de mésoformes identiques (plateau, versants à double exposition, vallons encaissés) sur mêmes substrats, la forêt de Haute Chevauchée ajoute une rugosité à toutes échelles qui doit tout à la guerre. Des géotopes multiples en ont résulté qui introduisent des variantes stationnelles inexistantes en forêt de Beaulieu. Des interventions de grande ampleur de la part des forestiers ont porté sur les reboisements. Ceux-ci sont très différents pour les deux forêts ; ils sont postérieurs à la guerre dans la néo-forêt domaniale de Haute-Chevauchée où ils reboisèrent les peuplements feuillus anéantis, ils courent sur une plus longue durée, depuis la seconde moitié du XIX^e siècle (chapitre six) en forêt domaniale de Beaulieu, pour la plupart cantonnés aux chênaies xérophiles de versants sud.

L'analyse comparée de ces deux forêts fonde ainsi l'enquête biogéographique sur les *forêts de la guerre*.

FC de Rarécourt		P 15	juillet 1993
VÉGÉTATION			
Chênaie sèche à bouleau, TR = 70 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Quercus petraea (3) Quercus robur (1) Betula pendula (2), Sorbus aria (1)	
A2		Quercus petraea(+), Betula pendula (+) Sorbus aria (+), Fagus sylvatica (+)	
Arb.		Abies normannia (1) Abies alba (1)	
s Arb.			
Herb.		Vaccinium myrtillus (4) Pteridium aquil. (3), Molinia caerulea (2) Calluna vulgaris (+) Betula pend. juv (+), Sorbus aucu. juv (+) Quercus robur juv (+)	
TR 0 20 40 60 80 100%			

SOL	
HUMUS mor	
TYPE rankosol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL gaize fragmentée	
SUBSTRAT gaize	
SITE versant sud	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NACL (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses						1	3	1	
herbacées								2	3

Fiche A19 Placette dans la FC de Rarécourt, 16

FD de Beaulieu, Vallée des Granges		P 87	juillet 1993
VÉGÉTATION			
Chênaie pédonculée - Charmaie, TR = 100 %			
PHYSIONOMIE		FLORE	
Strates			
A1		Fraxinus excelsior (4) Quercus robur (2) Alnus glutinosa (1), Carpinus betulus (1)	
A2			
Arb.		Prunus spinosa (+) Crataegus mono (+), C. oxyacantha (+) Corylus avellana (+), Acer pseudo. (+)	
s Arb.			
Herb.		Rubus sp (3), Hedera he (3), Lamium g (2) Athyrium f.f. (2), Carex pendula (2) Primula el (1), Paris qua (1), Circea lut (1) Anemone nem. (1), Polygonatum multi. (1) Veronica mont. (+), Stachys sylv. (+) Carex syl (+), Ajuga rep (+), Oxalis ac (+) Geum urb. (+), Arum macu. (+), Lapsana com. (r), Ranunculus auri. (r) Hypericum hirs. (+), Cardamine pra. (+) Dryopteris cart. (+), Galeopsis tetra. (+) Carex palustris (r),	
TR 0 20 40 60 80 100%			
Acer pseudo juv (2) Quercus robur pl (+) Carpinus bet. pl (+) Corylus ave. pl (+) Crataegus mono. pl (+) Fraxinus exc. pl (+)			

SOL	
HUMUS eumull	
TYPE colluviosol	
PROFIL	
MAT. PARENTAL colluvi-alluvions	
SUBSTRAT Argile du Gault	
SITE 195 m Fond de vallon, bas de concavité,	

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES									
Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NACL (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses			2	2		2	3		
herbacées		6	3	2	3	6	2		

Fiche A20 Placette dans la FD de Beaulieu, P87

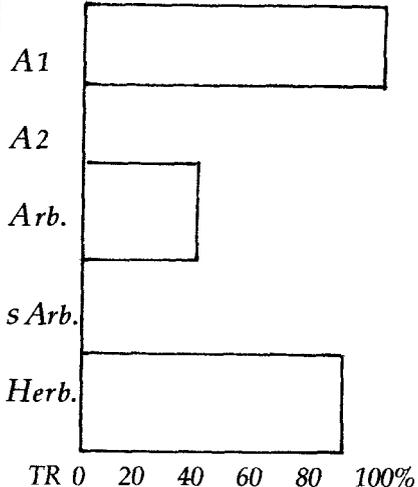
FD de Beaulieu, Vallée des Granges, P 87 juillet 1993

VÉGÉTATION

Frênaie-Charmaie, TR = 100 %

PHYSIONOMIE

Strates



Fraxinus excel pl (1), Carpinus bet pl (+)
Viburnum op pl (+)

FLORE

Fraxinus excelsior (3), Carpinus bet. (3)
Alnus glutinosa (2), Acer pseudo. (1)
Quercus robur (1)

Crataegus laevigata (1)
Carpinus bet. (+), Lonicera peri. (+)
Corylus avel. (+), Viburnum opulus (+)
Ilex aquifolium (r)

Deschampsia cesp. (2), Rosa arv. (2)
Hedera he. (2), Primula el. (2)
Carex sylv. (2), C. pend. (2), Rubus sp (1)
Lamium galeo. (1), Brachypodium sylv. (1)
Athyrium f.f. (1), Festuca hetero. (1),
Ranunculus rep. (1), Polygonatum mul. (1)
Anemone nem. (1), Stachys sylv. (+)
Oxalis acet. (+), Dryopteris cart. (+)
Galeopsis tetra. (+), Veronica m on. (+)
Viola ri. (+), Arum ma. (+), Circea lut. (+)

SOL

HUMUS

eumull

TYPE

alluviosol

PROFIL

MAT. PARENTAL

Alluvions

SUBSTRAT

Argile du Gault

SITE

Basse terrasse
ressuyée

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses									
herbacées	1	2	3		5	7	2	1	

Fiche A21 Placette dans la FD de Beaulieu, P.87

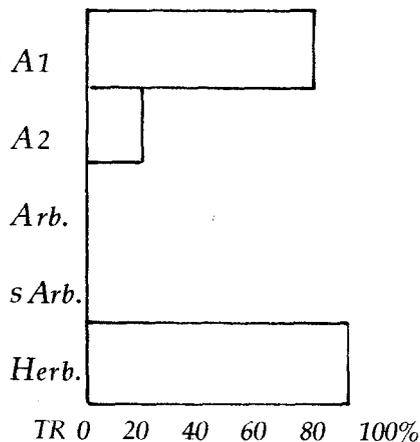
FD de Beaulieu, Vallée des Granges P 87 juillet 1993

VÉGÉTATION

Aulnaie - Frênaie riveraine, TR = 100 %

PHYSIONOMIE

Strates



FLORE

Fraxinus excelsior (2)

Fraxinus excelsior (2)
Alnus glutinosa (+)

Cardamine amara (3),
Chrysosplenium oppos (2) et C. alter. (1),
Circea lut. (1), Lamium galeo. (1)
Oxalis acet. (1), Glechoma hедера. (+)
Ranunculus rep. (1), Cardamine prat. (+)
Veronica mont. (+), Acer pseudo. pl (+)

SOL

HUMUS

hydromull

TYPE

alluviosol

PROFIL

MAT. PARENTAL

Alluvions

SUBSTRAT

Argile du Gault

SITE 190 m

Fond de talweg

NOMBRE D'ESPÈCES PAR GROUPES ÉCOLOGIQUES

Placette	Hyph (1)	Niph (2)	Hycl (3)	Ca (4)	Neph (5)	NAcl (6)	Netol (7)	Acl (8)	Aph (9)
ligneuses			1			1			
herbacées	4	2	2		2	1			

Fiche A22 Placette dans la FD de Beaulieu, P.87

3. L'ÉTUDE COMPARÉE FONDE L'ENQUÊTE BIOGÉOGRAPHIQUE

La notion de *forêt de la guerre* s'appuie sur des arguments géographiques (être située dans la fraction du territoire placée sous contrôle militaire) et anatomiques (porter cicatrices de blessures de guerre dans les peuplements, les topographies, les sols, témoigner d'aménagements spécifiques, contenir des *militaria*). Les forêts de la guerre se concentrent sur la profondeur du front des armées en bataille, entre les deux positions extrêmes que sont l'interligne (ou *no man's land*) et les arrières abrités des combats et des bombardements. Mais les fronts se déplacèrent rapidement et sur de grandes distances durant les phases de la guerre de mouvement, lentement et sur des profondeurs très faibles durant la guerre de position. Ainsi donner un sens, biogéographique entre autres, à l'expression *forêt de la guerre* suppose que cette entité soit définie par un bouquet de caractères propres. Quels caractères et comment les étudier ? La démarche comparative retenue mène en parallèle l'étude de la forêt de la guerre, la Haute Chevauchée et la forêt-témoin, Beaulieu. Deux conditions impératives précèdent la mise en perspective. Les localisations doivent satisfaire à l'homologie des données naturelles ; c'est le *critère de comparabilité*, que nous pouvons formaliser φc . Les identifiants de l'objet "forêt de la guerre" doivent être précis ; c'est le *critère d'identification*, noté φi . La méthode exige que les deux forêts pressenties satisfassent au groupe $\{\varphi c, \varphi i\}$. La relation se formalise alors :

$$F_{\text{témoin}} = \{\varphi c, \varphi i\} F_{\text{guerre}}$$

La maîtrise de l'identifiant suppose la connaissance de la "réalité de terrain" à l'instant zéro (fin de la guerre) sur des secteurs blessés précisément localisés. L'image est la source primordiale d'information. Du corpus de photographies du front, surtout militaires, aériennes ou au sol, nous avons retenu celles qui sont précisément localisables sur des cartes (dont les riches cartes des canevas de tir, voir chapitre deux). Les sites repérés sur ces clichés et localisés par leurs coordonnées géographiques ont été étudiés par des relevés stationnels. La forêt de Haute Chevauchée, ensemble de bois privés en 1914, était toute entière située sur la ligne de front qui traversait le massif argonnais ; la ressource iconique militaire satisfait à φc ; celle de Beaulieu-en-Argonne fut épargnée par les combats. L'appui photographique n'y est pas nécessaire. Par contre les homologies bioclimatique et morfo-édaphique répondent au critère φi . Ainsi,

$$F_{\text{Beaulieu}} = \{\varphi c, \varphi i\} F_{\text{Haute Chevauchée}}$$

3.1. Éléments de géohistoire parallèle des deux forêts domaniales

« Une forêt apparaît comme une imbrication d'états de croissance et de mélanges non fortuits d'espèces en continus flux dans le temps »¹. *Imbrication d'états de croissance* à l'échelle de l'unité de peuplement, arbres du présent, du passé et d'avenir, comme à celle de la parcelle, plantations équiennes ; *mélanges non fortuits*, d'origine spontanée ou dirigée... La structure et la composition de la forêt enregistrent les signatures de périodes anciennes qui obéissent à des contingences, sont le fruit de multiples héritages. L'analyse comparative des deux forêts fait appel à l'approche géohistorique, faisant référence à l'espace de la géographie, qui rend compte de « l'état actuel d'un système »², et au temps de l'histoire, qui affecte les dynamiques évolutives. Les trois lignes B, C et D des deux transects présentés *supra* (figures 13 et 18) mettent en place les peuplements et l'histoire des deux forêts.

3.1.1. Une géohistoire marquée par *la continuité*, la forêt domaniale de Beaulieu

Le traitement pluriséculaire en futaie régulière des sylvofaciès dont nous venons de commenter des placettes représentatives « uniformise les structures de peuplement et simplifie la

¹H. WALTER, *Vegetations of the Earth*, 1973, cité par R. BRAQUE, *Biogéographie des continents*, 1988.

²J.-L. PIVETEAU, "Géographie et histoire, même débat", *Cahiers de l'Inst. de Géog. de Fribourg*, 1991, n°8, p. 127-135, p. 128.

stratification »³. Ces parcelles illustrent la métaphore de la futaie cathédrale : magnifiques sujets de 25 à 30 mètres de haut, aux troncs élancés et rectilignes, souvent semenciers classés. Les densités sont très faibles : 150 arbres à l'hectare, pour des sujets âgés de 120 à 140 ans en moyenne. On retrouve ici des valeurs enregistrées par Laurent SIMON pour le pourtour de la forêt de Saint-Gobain⁴. Ce sont de vrais piliers qui s'élèvent vers la voûte, presque toujours fermée, sauf quand le soleil pénètre dans – poussons la métaphore – la nef au travers de la grande rosace à l'occasion d'un lever ou d'un coucher particulièrement lumineux. Comme les promenades, les flâneries y sont belles ! sauf à se heurter à des plages impénétrables de ronces qui barrent littéralement les sous-bois ; car, même tamisée, la lumière pénètre sous ces hautes futaies. Et gare aux trouées dans les couronnes ! c'est alors une profusion végétale comme les chablis de 1990 en ont donné maints exemples. Les futaies régulières sont parmi les plus beaux peuplements hérités d'une histoire longue marquée par la continuité et la stabilité de la gestion⁵. « C'est une histoire d'au moins 1,5 siècle qu'il faut appeler pour comprendre la physionomie actuelle du paysage » écrit l'aménagiste en 1965⁶. La soumission de la forêt au régime forestier⁷ prit réel effet en 1864 quand un décret du 23 juillet établit un aménagement de conversion du taillis sous futaie en futaie régulière. La révolution était fixée à cent quarante ans en quatre périodes égales de trente-cinq ans⁸. La première période, portée à quarante-huit ans, fut sanctionnée par un décret de révision d'aménagement en date du 12 mars 1912, dont la durée d'application était de cinquante ans (1912-1961). La forêt, série unique jusqu'alors, fut divisée en deux séries et le parcellaire, modifié. La conversion en futaie régulière était poursuivie. Le dossier de révision d'aménagement de 1912 contient un état de la forêt à la veille de la guerre.

L'aménagement de 1965 dresse le bilan d'un siècle de gestion sylvicole. Ce bilan souligne de forts contrastes de répartition des essences entre les plateaux, les fonds, les versants exposés au nord et ceux exposés au sud. La régénération naturelle reste difficile, voire impossible. Tout en réaffirmant la conversion, l'aménagiste note que la présence de nombreux peuplements feuillus médiocres ou dégradés commande de continuer à faire appel aux résineux⁹. De ce fait un objectif de production quantitative est retenu pour un quart de la superficie de la première série, soit 380 hectares. Les futaies anciennes d'épicéas arrivées à maturité (à l'âge moyen de quatre-vingts ans), dont l'exploitation commence sur 200 hectares, sont renouvelées artificiellement en résineux. Sur 180 ha de sols dégradés, ces résineux, sapins de Nordmann (placette A 19) et surtout épicéas, remplacent les feuillus de médiocre venue. Le pin laricio est recommandé sur les versants sud chauds et secs. Des futaies feuillues aptes à une régénération naturelle occupent, sur les sols les plus riches, les 948 hectares restants de la série. La conversion en futaie régulière mélangée de chêne et de hêtre est poursuivie dans le but d'une production ligneuse qualitative. Une modification importante de l'aménagement intervint en 1975, après onze ans d'application. Elle vise à éviter l'élimination du chêne au profit du hêtre en définissant des parcelles exploitables à cent quatre-vingts ans dans les peuplements de plateau traités en mélange de feuillus où le chêne est de bonne qualité.

Dans la première série de Courrupt (1.315 hectares) le groupe de parcelles en régénération est divisé en trois blocs : 178 hectares à objectifs chêne ou hêtre ; 268 hectares à objectif feuillus hêtre et chêne rouge ; 150 hectares à objectif résineux, épicéa, pin sylvestre, sapin de Nordmann, plantés entre 1965 et 1975. Les groupes de parcelles en préparation et en amélioration comptent 719 hectares à objectifs chêne et hêtre. Un comptage du matériel ligneux réalisé en 1976 dans dix parcelles, sur plateaux et versants, de la première série donnait les valeurs moyennes suivantes : 117 tiges/ha, soit 197 m³/ha. La seconde série de Saint-Rouin (1

³ Verdun, centre de gestion de l'ONF, document interne, *Aménagement de la forêt domaniale de Beaulieu*, op. cit., p. 59.

⁴ Laurent SIMON, *thèse*, p. 54-55.

⁵ Les pyramides physiologiques montrent que le gros bois domine dans les peuplements de la plupart des parcelles. Ce caractère oppose nettement les deux forêts.

⁶ Verdun, centre de gestion de l'ONF, document interne, *Aménagement de la forêt domaniale de Beaulieu*, op. cit., p. 59.

⁷ La forêt de Beaulieu était, comme la forêt de Châtrices qui la jouxte à l'ouest, une forêt abbatiale passée à l'État durant la Révolution.

⁸ Révolution : durée séparant deux recépages successifs du taillis d'une parcelle soumise au régime du taillis ou du taillis sous futaie. Une présentation de ce type d'aménagement est faite au chapitre six.

⁹ Aménagement de 1965, forêt domaniale de Beaulieu.

276,92 hectares)¹⁰ occupe, au sud de la première, la terminaison de l'Argonne de la gaize sur les plaines humides de l'Argonne des Étangs. Une futaie mélangée de hêtres et de chênes occupe 80 % de sa superficie, les futaies résineuses en occupant environ 20 %. Cette série est affectée à la production de bois d'oeuvre feuillu et résineux et, secondairement, à l'exercice de la chasse et à l'accueil du public¹¹. Elle est traitée en futaie régulière de hêtre, 60 %, de chêne, 20 % et de résineux, 20 % (6/10 Épicéa, 2/10 Sapins, 2/10 douglas et divers) pendant une durée de vingt-quatre ans (1971-1994). 988,48 hectares sont à régénérer en feuillus et 288,44 en résineux.

3.2.2. Une géohistoire marquée par la rupture de la guerre, la forêt de Haute Chevauchée

Considérons à nouveau le transect général.

– Coupe B. Futaies et taillis sous futaie de feuillus coexistent avec les futaies résineuses, présentes sur une partie du plateau de Bolante. De jeunes plantations feuillues ont remplacé des futaies résineuses ; coexistence et intrication des feuillus et des résineux sont une résultante de la guerre¹².

– Coupe C. Le territoire de l'actuelle forêt domaniale appartenait, avant 1914, à des particuliers. Les documents cadastraux (figure 19, p. 75) montrent la grande hétérogénéité des parcelles ; la plus grande, le Bas Jardin, qui dépassait les 200 hectares, appartenait à un seul propriétaire. Ces propriétaires furent expropriés en 1923 et le territoire, domanialement en 1932 ; Bolante fut en partie restituée à ses propriétaires qui la vendirent en 1978 ; elle fut ensuite rattachée à la première partie. La connaissance du massif forestier est un tableau noir jusqu'en 1914. Seules quelques bribes d'archives forestières mises au jour lèvent un coin du voile sur les peuplements¹³ ; une rare estimation des bois (chapitre six) donne un pâle éclairage aux mélanges futaie-taillis de feuillus à chênes dominants. Cette faiblesse documentaire nous a conduit à laisser en gris (absence de données) cet espace forestier sur la carte HT Argonne 1914.

– Coupe D. La largeur de la bande *Impact de la guerre* est proportionnelle à l'intensité des destructions ; la bande se réduit à un simple trait sur le transect de Beaulieu. Ici, les profondes destructions de la guerre (carte HT Argonne 1918) bouleversent les peuplements et les sols, enclenchant des dynamiques régressives et des bifurcations (figure 06). L'impact de la guerre varie selon la distance aux fronts enterrés et la densité des bombardements. Un indice de bouleversement (chapitre neuf) évalue l'intensité de la destruction (notée de 0 à 5) des milieux d'avant guerre ; il concerne la microtopographie, le sol et le substrat (noté M), et la couverture végétale (noté V). Les destructions peuvent, dans une mesure que nous préciserons, être quantifiées : le code proposé va de M₀V₀ (atteinte nulle) à M₅V₅ (destruction totale des couverts et du milieu).

– Coupe E. Le transect des groupements végétaux potentiels a été établi par comparaison avec des secteurs indemnes du massif forestier, dont la forêt de la Contrôlerie et la forêt de Beaulieu (figure 18) et les travaux de terrain pour le *Catalogue des stations forestières* de l'Argonne¹⁴.

Sans entrer dans une étude précise des peuplements les tableaux 110 établis d'après un inventaire statistique de 1978¹⁵ donnent une idée de la composition de la forêt, dans laquelle les relevés de placettes proposés *supra* s'insèrent en perspective.

Tableau 110
Composition de la futaie dans la forêt domaniale de Haute Chevauchée

	Chênes + Frêne	Hêtre + Erables	Divers feuillus	Résineux	Total
Nombre de tiges/ha	107	47	65	42	261
Volume en m ³ /ha	70	45	30	24	169

¹⁰ Cette deuxième série a fait l'objet de relevés de placettes non reproduits ici, dans les parcelles 2, 3 et 14.

¹¹ Les 10,46 ha de la parcelle 89 sont plus spécialement consacrés à ces activités de loisir. Cette parcelle est située près du village de Beaulieu-en-Argonne.

¹² L'historique de la naissance de la forêt domaniale est retracée au chapitre onze, § 2.

¹³ Verdun, arch. du centre de gestion ONF ; aucune donnée aux archives départementales.

¹⁴ Participation à des sorties de terrain préparatoires au *Catalogue des stations forestières de l'Argonne*, op. cit.

¹⁵ Source ONF

	Futaie feuillue à dominante par ha de :					Futaie résineuse ≥ à 40 ans
	Gros bois Ø ≥ 50 cm	Moyens bois 35 ≤ Ø ≤ 50 cm		Petit bois Nb de tiges d'avenir		
	V > 100 m ³	V ≥ 100 m ³	V < 100 m ³	≥ 40	< 40	
Part de la surface totale	9 %	11 %	13 %	54 %	3 %	9 %

Il est remarquable que 57 % de la futaie feuillue soient composés de tiges de petit bois et 9% seulement de gros bois. Le volume de bois est donc très moyen, 169 m³/ha. La forêt feuillue est jeune et, de ce fait, nous le verrons par la suite, pratiquement libérée de cette lourde hypothèque qu'est la suspicion de mitraillage. La futaie résineuse d'âge supérieur à quarante ans se cantonne aux secteurs bouleversés par la guerre, sur le plateau de Haute Chevauchée et de Bolante et sur les versants de la crête centrale ; forêt de substitution, sa localisation est historique. En forêt de Beaulieu les plantations résineuses sont réalisées sur les versants sud aux dépens des chênaies xérophiles dégradées ; leur localisation est écologique.

Sur le plan des essences la comparaison des deux forêts conduit à deux séries de remarques.

– Les dryades sont abondantes à Beaulieu : omniprésence du hêtre, dominant avec le chêne subordonné ou exclusif sur plusieurs centaines d'hectares ; abondance du houx (placette A12) définissant des faciès de la hêtraie. Elles sont moins représentées dans la Haute Chevauchée ; le traitement très ancien et longtemps maintenu, après la guerre, en taillis sous futaie a favorisé le maintien d'une chênaie-hêtraie ; le houx est certes présent, mais dispersé, à faible densité (+ dans les relevés) et toujours cantonné en strate Arb. La dryade résineuse qu'est le Sapin pectiné forme quelques beaux peuplements en Haute Chevauchée, issus de plantations. Ainsi dans la parcelle 130 en régénération (1994), en exposition nord, de beaux sapins pectinés introduits en plantation en 1930 sont conservés dans la coupe d'ensemencement de hêtres ; le plus majestueux a 2,41 mètres de circonférence pour 30-35 mètres de hauteur ! Sur tout le versant nord, plantation de hêtres.

- Les héliophiles en strate A1, Bouleau et Tremble surtout, n'existent qu'en forêt de Haute Chevauchée ; cette structure forestière, avec ses stades de sylvigénèse encore immatures, témoigne de la jeunesse de la forêt. La répartition de ces espèces traduit assez bien la géographie de la guerre.

A partir de conditions naturelles identiques la société a eu un rôle déterminant dans la genèse et la dynamique phytogéographiques des deux forêts de Haute Chevauchée et de Beaulieu, appartenant toute deux à la région forestière *Argonne*. La compréhension de ces deux massifs aux peuplements contrastés appelle de nombreuses composantes qui s'ajoutent ou s'excluent (tableau 111).

Tableau 111
Haute Chevauchée et Beaulieu, deux forêts, deux histoires

	Antériorité domaniale	Ancienne gestion		Destruction de la guerre profonde
		Nature de la propriété	Régime	
FD de Haute Chevauchée	50 ans	nombreux bois privés	TSF sans contrôle	
FD de Beaulieu	200 ans	ecclésiastique	futaie	nulle

Les empreintes de la guerre dans les unités géomorphologiques des forêts étudiées sont quantifiables à l'échelle de la placette, unité spatiale retenue pour le travail de terrain. Leur identification aisée souligne l'inertie particulièrement forte des formes engendrées par bouleversements des formations superficielles et des substrats – lorsque les forestiers n'ont pas nivelé –, qui s'oppose à la dynamique des reconquêtes végétales. Nous montrerons que la cicatrization a plus été l'oeuvre de la biosphère qu'elle n'a été celle de la lithosphère. L'horizonation pédologique, particulièrement les horizons humifères, s'est adaptée aux données de la microtopographie héritée de la guerre.

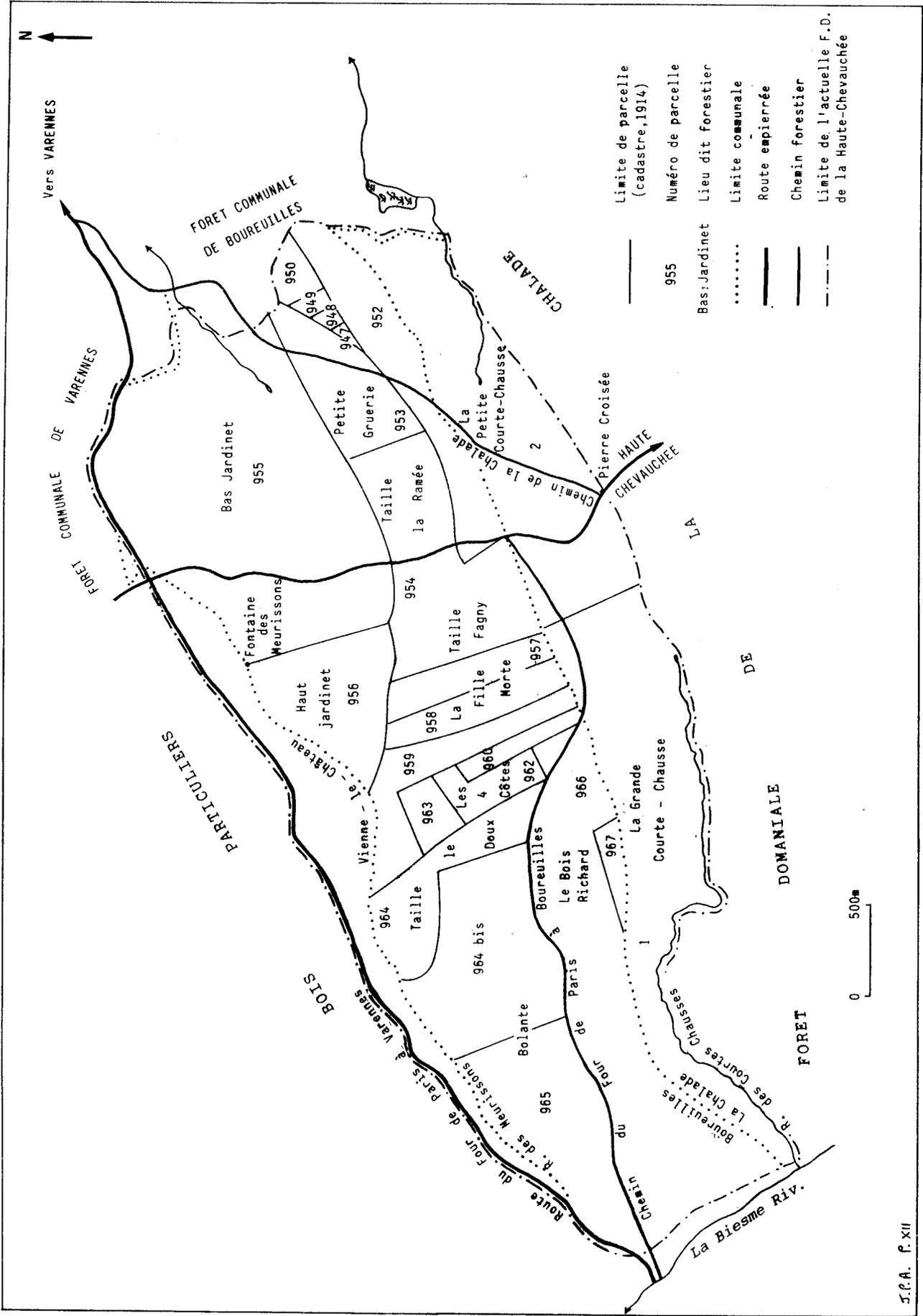


Fig. 109 Cadastre des bois privés en 1914 sur le territoire de la future forêt domaniale de Haute Chevauchée

3.2. Les critères de différenciation des paysages forestiers

Il n'est, au bout du compte, pas évident de définir la forêt, "objet" perçu en négatif de l'espace ouvert¹⁶. Sur un plan physionomique, la forêt est une *collection* d'arbres ; sur un plan fonctionnel, une *structure biologique d'utilisation* du sol. Pour l'Inventaire forestier national, dont nous retenons les définitions, la forêt entre dans la catégorie d'utilisation du sol *forêts et petits massifs*, où elle groupe les formations boisées répondant à deux conditions : a) le couvert apparent doit représenter au moins 10 % de la surface considérée (et, pour les semis ou les jeunes plants, au moins 500 brins d'avenir bien répartis par hectare) ; b) la surface des arbres doit couvrir au moins 5 ares en cime, et la largeur des houppiers, atteindre 15 mètres.

3.2.1. Le paysage forestier

Par-delà l'arbre-individu c'est la société des arbres qui donne à l'espace boisé ses caractères. Dans nos régions de vieille civilisation rurale les arbres vivent dans un espace construit et, simultanément, participent de sa construction. Ainsi sur deux parcelles voisines d'un secteur argonnais marqué par la guerre une *pessière* octogénaire, peuplement monospécifique et équienne, et un *mélange futaie-taillis* où les cépées vieilles de charmes et de noisetiers végètent sous les voûtes dominantes des francs-pieds, hêtres, chênes et sycomores, animent des paysages contrastés. Différents sur les plans physionomique et structural, ces paysages le sont aussi par leur histoire, leur fonction économique, leur avenir, en un mot par le rôle que la société humaine qui les gère leur a assigné. « Un ensemble d'arbres, un massif forestier, est une création (ou une non-destruction) de la société, et comme toute réalisation humaine cet ensemble a une histoire et une finalité »¹⁷.

– *Cet ensemble a une histoire.* Des taux de boisement actuels, national (25,2 %) ou départementaux (17,8 % dans la Marne ou 36,6 % dans la Meuse), montrent que l'histoire de la forêt, depuis le néolithique au moins, s'écrit comme l'histoire de l'homme face à la forêt¹⁸. Les contrastes spatiaux s'affinent à la grande échelle des régions forestières. Avec des taux respectifs de 69,2 % et 48,6 % les régions Argonne et Côtes et collines de Meuse se situent au-dessus de la moyenne sur une échelle dont les valeurs extrêmes sont atteintes par la Flandre maritime, 0,5 %, et les Dunes littorales de Gascogne, 83,6 %¹⁹.

– *Cet ensemble a une finalité.* Pour maints analystes la confrontation entre système social et écosystème ne laisse que peu de chances à ce dernier. La majorité des forêts actuelles porte, à des degrés divers, le double sceau des écosystèmes primitifs et des transformations que les hommes leur ont fait subir. Les activités humaines sont devenues un facteur fondamental de la structuration biotique du système forestier ; l'écologue, l'aménagiste doivent les prendre en compte. « Les modes d'utilisation actuels et anciens ajoutent à ces variations naturelles une dimension historique qu'on ne peut minimiser. De là découle la multiplicité des statuts écologiques que peut revêtir la végétation forestière »²⁰. **A l'écosystème forestier sensu stricto s'est substitué le sylvo-système**, unité forestière fonctionnelle spatialement délimitée, dont les composantes structurales élémentaires, les **sylofaciès**, résultent des interactions entre des processus sociétaux et des processus "naturels"²¹. Dans les forêts de la dition touchées par la Grande Guerre (expression que nous avons condensé en *forêts de la guerre*), les transformations que l'homme fit subir pendant quatre ans aux sylvosystèmes changèrent de nature et d'intensité par rapport à celles qu'une gestion sylvicole vieille de plusieurs siècles avait apportées dans les écosystèmes, et dont les formes modernes, codifiées dans les années 1830, avaient été mises en application depuis plus d'un demi siècle sur une portion croissante de l'espace régional. Les

¹⁶Une lecture des dictionnaires les plus courants est proposée dans *L'Atlas des forêts de France*, Paris, J.P. de Monza, 1991, p. 17, "Dans le maquis du mot forêt".

¹⁷Jean-Pierre MARCHAND, *Contraintes climatiques et espace géographique : les précipitations et l'Irlande*, thèse d'Etat ès Lettres, mention géographie, introduction.

¹⁸Un rapide survol dans Raphaël LARRÈRE et Olivier NOUGARÈDE, *Des hommes et des forêts*, Découvertes Gallimard, 1993. Andrée CORVOL, *L'Homme aux Bois*, Paris, Fayard.

¹⁹In *L'Atlas des forêts de France*, op. cit., p. 37-40, avec une carte des taux de boisement par régions forestières.

²⁰A. NOIRFALISE, *Forêts et stations forestières en Belgique*, Presses agronomiques de Gembloux, 1984.

²¹G. HOUZARD, thèse, op. cit., et *varia*, voir bibliographie ; J.-J. DUBOIS, "La dynamique des sylvosystèmes du nord de la France : l'apport de la biogéographie historique", in *"Ecoute le passé qui gémit dans les bois"*, Cahiers nantais, n° 38, p.173-192.

variables qui décrivent la structure et analysent le fonctionnement d'un peuplement forestier s'inscrivent dans un référentiel espace-temps.

a - La **physionomie immédiate** est la forme du peuplement directement perçue par un observateur. Elle est mise en valeur dans les relevés de placettes. Ses composantes sont l'allure et la taille des plantes, la répartition des biomasses végétales dans des biovolumes. Ces caractères reflètent avant tout la fréquence de l'agencement spatial des types biologiques qui composent le peuplement. La quantification physionomique passe par l'analyse de l'organisation structurale tridimensionnelle du peuplement. La *structure horizontale* traduit la répartition et le recouvrement, sur le plan horizontal, des individus végétaux. Le plan de référence sur lequel on évalue, en pourcentage, le taux de recouvrement est la surface du sol. Mais on peut y adjoindre tout autre plan parallèle, à une hauteur que l'observateur choisit pour mettre en valeur les concentrations d'individus, les intrications de houppiers..., toutes les caractéristiques morphologiques des niveaux structurant le peuplement. La hauteur de ce(s) plan(s) est ajustable aux types de formations végétales étudiées. La *structure verticale* révèle le rôle des types biologiques dans l'organisation du peuplement, dont les adaptations aux contraintes gravitaires et aux gradients énergétiques assurent à la biomasse une occupation optimale de la station. La *stratification* associe type biologique et hauteur. L'organisation structurale immédiate d'un groupement végétal dépend ainsi d'un facteur génétique, qui s'exprime dans les types biologiques des individus présents sur la placette, et d'un facteur ontogénique qui s'exprime dans le degré d'évolution du groupement.

b - La poursuite de l'observation du groupement végétal dévoile une **structuration temporelle**. Les processus biotiques engendrent des dynamiques de nature et d'échelle différentes. Vient d'abord un cycle "communautaire", dont la périodicité annuelle est sous contrôle climatique. Imposant à la végétation des saisonnalités physionomiques souvent tranchées, il crée une véritable stratification temporelle. La diversité des comportements phénologiques et, partant, des phénophases liées à ces contraintes, participe à la richesse et à la complexité des paysages forestiers régionaux. Viennent ensuite les cycles de développement propres à chaque espèce végétale du peuplement, vécus dans le temps linéaire qui modifie peu à peu la physionomie de la formation. Trois ensembles d'arbres, les arbres du présent, les arbres du passé et ceux de l'avenir donnent sa dimension temporelle à la structure de la forêt et assurent sa théorique pérennité. Toute atteinte au couvert – éclaircies de chablis, d'incendie, de coupe par exemple – provoque des modifications structurales ; celles-ci peuvent prendre, entre autres formes, l'allure de plages de régénération, souvent soulignées par des cortèges floristiques différents, herbacés notamment. Les interventions externes, celles de l'homme en particulier, introduisent dans ces cycles des perturbations ou des ruptures de diverse nature et d'intensité variable. Ainsi, sous le régime du taillis, la gestion sélectionne les essences, privilégie un mode secondaire de régénération, contrôle la croissance et installe une périodicité artificielle²². **A partir de 1873 l'utilisation de la forêt régionale à des fins militaires provoqua le déclenchement de processus qui, là où ils s'appliquaient, modifiaient puis destructuraient les paysages sylvatiques** (chapitre huit). L'analyse diachronique de quelques peuplements soumis à cette dynamique fournit des guides et des repères pour la compréhension des modalités de ces destructions, comme nous le montrerons dans la troisième partie.

c - **La structure spatio-temporelle est l'expression d'un fonctionnement.** L'architecture du ligneux obéit aux lois biologiques qui contrôlent le génotype comme aux contraintes biophysiques qui suscitent son phénotype. Dans l'ambiance extérieure du sylvosystème la succession des saisons radiatives qui fournissent les énergies, celle des saisons hydriques qui rechargent les réservoirs, s'exprime dans les relations d'autécologie de l'espèce à son milieu. Dans la durée des successions fortuites et des moyennes lissées se construisent et s'expriment les règles de synécologie propres aux groupements, communautés réduites voire monospécifiques comme les pessières ou les pinèdes du champ de bataille, comme les hêtraies pures des plateaux argonnais, et sociétés plus diversifiées telles les fréquents peuplements mélangés de futaies et de taillis feuillus. Sylvosystème civil, polémo-sylvosystème ; au-delà de physionomies si différenciées, si reconnaissables, si paramétrables – et toute l'iconographie ici assemblée le démontre – comment approcher, comprendre et comparer le fonctionnement des

²² J. LANIER, *Précis de sylviculture*, Nancy, Engref, 1986.

arbres et de la forêt dans les deux environnements ? le végétal mit-il en œuvre des stratégies de survie dans cette période de rupture que fut la guerre de position ? et dans ce cas comment les apprécier ? Des liens furent-ils conservés, des échanges assurés entre un avant et un après ? Dans les milieux bouleversés le sol garda-t-il une mémoire ? Et cette mémoire ne fut-elle pas celle de l'eau ? Nous essaierons de montrer que l'outil *biofaciès* est aussi une clef de compréhension.

3.2.2. Une grille de lecture de la diversité forestière

a - Les unités d'information

Une "unité sémantique indécomposable" – comme le *mot* l'est pour la langue – est nécessaire pour construire tout discours géographique, dont celui sur la forêt²³. La traduction spatiale de cette unité est l'aire minimale de peuplement forestier, ou **sylvofaciès** (chapitre deux). Le passage du sylvofaciès à la forêt, groupement ordonné de sylvofaciès, pose un problème autant d'échelle que d'objet. La démarche implique une généralisation des unités étudiées qui, elle-même, exige un échantillonnage. Ce point sera discuté. « En biologie comme en physique, « l'échelle crée le phénomène » : certains phénomènes écologiques apparaissent à l'échelle du globe, d'autres sont liés à la présence d'une chaîne de montagnes, d'autres encore constituent les paysages, d'autres enfin se dessinent à l'intérieur d'une formation végétale » écrit Michel GODRON²⁴. La question centrale est celle de la "montée au monde" des objets, de leur seuil de perception. À côté des unités élémentaires, "mots" de l'analyse géographique, il y a les unités élémentaires de collecte de l'information. Celles que nous utilisons sont la placette, unité surfacique, et le transect, unité linéaire. Ainsi les 400 m² d'une placette sous couvert arborescent sont-ils indépendants de la surface du sylvofaciès, unité paysagère, que cette placette identifie²⁵. Dans un sondage ce peut être le nombre de points d'échantillonnage qui varie avec la surface de l'unité homogène.

b - Le gisement résineux

Sur le plan de la végétation la présence de futaies résineuses est le critère le plus pertinent de reconnaissance des forêts de la guerre. Encore convient-il de pouvoir distinguer ces futaies de celles nées d'autres vagues d'enrésinements. C'est possible, dans les forêts échantillonnées, grâce aux paramètres de localisation, de taille, de composition spécifique et d'âge des peuplement. Ainsi les résineux en forêt de Beaulieu ne se trouvent-ils que sur les versants chauds et secs, à gaize sub-affleurante, sur mor ou moder,

²³ Des précisions de vocabulaire sont nécessaires afin, d'une part d'éviter les confusions, d'autre part de privilégier des termes de géographe. « Les biogéographes demeurent très attachés à cette simplicité : une forêt est d'abord un ensemble de grands arbres, les sapins composent une sapinière, les pins une pineraie » écrit Jean-Jacques DUBOIS (note , p. 116). Ainsi de la **formation végétale**, « groupement présentant une physionomie homogène et constante due à la domination soit d'une ou plusieurs espèces sociales (exemple, la lande) soit d'espèces ayant un caractère biologique commun (exemple, la forêt) » (id). Un **peuplement végétal** est « un ensemble d'individus pouvant appartenir à plusieurs espèces croissant sur un espace déterminé » (Jean TOUFFET, *Dictionnaire essentiel d'écologie*, 1988, p. 68). C'est donc une collection d'êtres. Un **groupement végétal** est un ensemble d'individus vivant ensemble sur une surface donnée, à un moment donné, dont on ne connaît pas encore les règles de composition interne. Sur le plan géographique, c'est une réalité visuelle, tangible, composée d'individus reliés par une forme d'agencement spatial. Dans ce mémoire, le terme de **peuplement forestier** est pris dans son sens le plus large comme « l'ensemble de la végétation, et plus particulièrement de la végétation ligneuse, poussant sur un terrain forestier » (A. MÉTRO, 1975, p. 202). Cette définition fait référence à l'utilisation du sol en sa dichotomie forêt/non forêt. Elle est géographique. Une végétation de coupe, une lande par exemple, est un peuplement forestier bien qu'il ne soit pas marqué par des ligneux : mais le stade actuel est transitoire. Le référentiel est espace/temps. A. MÉTRO donne aussi une définition large du peuplement forestier : « Ensemble des arbres, jeunes et vieux, faisant partie d'un peuplement tel que défini au sens large, à l'exception des arbustes, arbrisseaux et du reste de la végétation ». Nous verrons que l'approche synusiale rend en compte cette différenciation (chap). Ces questions de vocabulaire sont délicates car les définitions varient avec les usagers. En sylviculture par exemple, le terme de peuplement a des acceptions plus étroites, « Ensemble des végétaux ligneux, morts-bois [ligneux sans valeur économique] exclus, croissant sur une surface donnée, la parcelle par exemple » (IDF, *Vocabulaire pour la typologie des stations forestières*, p. 134), ou même, « Réunion, en un même point, d'un certain nombre d'essences forestières formant un **ensemble** de même nature et indépendant, qui fait l'objet d'un **traitement** et d'une **exploitation déterminés** » (L. LANIER, *Précis de sylviculture*, op. cit., p. 464)

²⁴ Michel GODRON, *Ecologie de la végétation terrestre*, Paris, Masson, 1984, coll. Abrégés, p. 129.

²⁵ Pour une présentation de la placette, de la surface minimale, voir chapitre deux.

en exposition sud, alors qu'ils peuplent tous les milieux dans la première série de la forêt de Haute Chevauchée. Les enrésinements, homogènes et pleins dans les forêts de la guerre, ont par contre engendré dans les forêts civiles des peuplements ouverts, des bouquets ou des individus isolés. La domination des pins noirs, pins sylvestres, secondairement épicéas en mélanges intra-parcellaires est typique des forêts de la guerre. Cette analyse n'est juste que pour les forêts domaniales car l'enrésinement n'est plus un critère de différenciation dans les forêts communales ou des particuliers. Un exemple : les bois de la Fontaine d'Olive, secteur forestier indemne au sud-est de Sainte-Menehould, et les bois de la Gruerie, au nord-est de Vienne-le-Château, sur les premières lignes du front, portent de jeunes futaies d'épicéas et de douglas comparables sur le plan sylvicole, mêmes types de plantation, mêmes interventions pour les premières éclaircies. Les sylvofaciès se différencient par la micro-topographie : sols bouleversés ou non, traces spécifiques de bombardements, présence de *militaria*, etc. Dans un autre registre, et cette réflexion sera développée dans la troisième partie, la même spéculation résineuse réalisée sur ces deux forêts laisserait penser que la guerre n'a pas détruit les potentialités intrinsèques des milieux.

c - Propriétés structurales des forêts de la guerre

La physionomie et les structures actuelles des peuplements des deux forêts comparées résultent de l'interférence entre des potentiels morphologiques, hydriques, trophiques et floristiques identiques et des histoires dont les épisodes s'inscrivent sur des échelles de temps et d'intensité des échanges énergétiques très différentes. Il en est ainsi pour la gestion d'avant guerre, gestion à long terme en forêt domaniale de Beaulieu, volonté constante de favoriser le hêtre par le traitement en futaie régulière, ou gestion approximative des taillis sous futaie privés de Bolante-la Fille Morte ; il en est de même pour l'impact de la guerre, suite d'événements brefs dans la durée, brutaux dans l'intensité des intrants énergétiques et matériels qui donnèrent naissance à des polémopaysages. La présence de certaines essences feuillues, et particulièrement les pionnières héliophiles, traduisent une reconquête, dans un temps passé, d'espaces nus. Tous ces caractères conduisent à proposer une grille de lecture de la diversité forestière. Les peuplements des forêts de la guerre présentent les propriétés suivantes:

– Intrication des peuplements feuillus et résineux, tant à l'échelle de la parcelle qu'à celle de l'intra-parcellaire. Les peuplements mixtes aussi sont nombreux.

– Structure mono-stratifiée dans les peuplements résineux purs ; elle s'explique par la présence d'une classe d'âge unique dont les individus sains construisent des formations équiennes.

– Structure bi-stratifiée de nombreux peuplements mixtes : - strate arborescente de mixité variable selon la densité du couvert et l'espèce résineuse présente ; ouverte et plurispécifique avec le pin noir, elle est pauci - ou monospécifique quand l'épicéa entretient une canopée dense et fermée. - strate arbusive où dominent les essences forestières climaciques feuillues, même sous futaie résineuse ; sa densité varie en raison inverse de la fermeture du couvert. Physionomiquement, francs-pieds et cépées sont présents.

– Hétérogénéité des peuplements feuillus dans lesquels dominent le taillis ou un mélange futaie - taillis à futaie diversement clairsemée, qui renferme souvent de vieux anciens ayant survécu au conflit. La structure horizontale de ces peuplements est fréquemment du type mosaïque. Le profil architectural est caractérisé par un fort contraste de biovolume entre ces anciens et les individus postérieurs à la guerre.

L'étude comparée des forêts domaniales de Haute Chevauchée et de Beaulieu-en-Argonne a montré que soixante-dix ans après le conflit l'association futaie résineuse et polémomodelés est le critère le plus simple et le plus sûr de l'identification des forêts de la guerre. Les structures de peuplement s'organisent selon un gradient polémologique dominé par la variable de distance à l'ancien front, celles des forêts indemnes témoignent surtout des réponses sylvicoles apportées dans le long terme aux articulations du milieu physique, toposéquences et chaînes de sols. L'étude a conduit à une grille de lecture de la diversité paysagère des forêts régionales qui fonde l'enquête biogéographique. Une typologie est établie sur la base de paramètres naturalistes, bloc acide (Argonne) ou bloc neutre ou carbonaté (Woèvre, Barrois, Hauts de Meuse), milieux secs ou humides, et de données géohistoriques, transformation des assises forestières et foncières, présence ou absence des fronts militaires, massifs existant avant la guerre et "néo-forêts". La géographie des forêts de la guerre est marquée par le recoupement de deux unités aux peuplements très contrastés, la première disposée selon les orientations

méridiennes du cadre géomorphologique régional, la seconde, transverse, plaquée sur les lignes de front de la Grande Guerre. Elle pose trois questions majeures au biogéographe.

– Le principe de la forêt cicatrisant des terres bouleversées est **loin d'être général** sur le front occidental²⁶. Si l'option forestière n'était pas la seule possible qui, dans l'est de la France, l'imposa à la collectivité et pourquoi ?

– Pourquoi les fantassins de la reconquête forestière furent-ils surtout les résineux, par ailleurs largement absents des cortèges floristiques des plaines et plateaux du nord-est de la France ?

– Pourquoi les marques des combats de la Grande Guerre sont-elles encore si puissantes dans les paysages forestiers ?

Le cadre morfo-pédologique des lieux d'affrontement reste fort perturbé. Entonnoirs d'explosion, segments de tranchées, déblais et remblais, abris, ces unités élémentaires du champ de bataille devenues autant de biotopes ont engendré un canevas de méso- et micro-modèles aux échelles décamétrique et métrique. Sur l'infime gradient latitudinal qui sépare les deux forêts comparées il ne semble pas incohérent de tenir pour invariantes les valeurs des variables mésoclimatiques. Quel rôle jouent les bilans hydriques stationnels, composantes du biofacès, dans la diversité des peuplements ?

Le système forêt est depuis longtemps exploré par les écologues et les biogéographes – le travail fondateur sur la forêt argonnaise de la Contrôlerie en Argonne ouvrit une des voies de recherche sur les catalogues de stations forestières – En revanche les implications spatiales et paysagères du système guerre l'ont peu été. Et peu d'études jusqu'à ce jour ont tenté de rapprocher, de recouper, d'articuler les deux systèmes, en interaction depuis plus d'un demi-siècle dans les "forêts de la guerre". Pour conduire ce travail de quels matériaux, de quels outils et de quelles références avons nous disposé ?

²⁶ Sur les plateaux soissonnais, picards et artésiens, dans la plaine de Flandre intérieure, la proportion de terres aussi dévastées qui furent rendues à l'agriculture est beaucoup plus élevée (chapitre onze).

CHAPITRE DEUX

UNE BIOGÉOGRAPHIE DES FORÊTS DE LA GUERRE

« Le paysage tout entier lisible, avec ses amples masses d'ombre et sa coulée de prairies nues, avait une clarté sèche et militaire, une beauté presque géodésique : ces pays de l'Est sont nés pour la guerre, pensa Grange. Il n'avait manœuvré que dans l'Ouest confus, où même les arbres n'étaient jamais tout à fait en boule, ni tout à fait en pinceau. »

Julien GRACQ, *Un balcon en forêt*, José Corti, 1986, p. 18.

« Notre problème est la complexité. Elle caractérise un état, un système dont le nombre des éléments et celui des liaisons en interactions est immensément grand ou inaccessible. »

Michel SERRE, *Le passage du Nord-Ouest*, Les éditions de Minuit, p. 51.

LES RÉPONSES aux *pourquoi* posées dans la conclusion du premier chapitre sont duales, réponses *parce que* sur le versant de la causalité, *pour que* sur celui de la finalité. Nous abordons surtout le premier terme de cette dualité. L'interrogation sur le *comment* est corrélatrice. Comme toute science la biogéographie se définit par un objet d'étude, un champ d'analyse et une méthode d'investigation. Objet d'étude, la formation végétale est une collection d'êtres vivants structurée dans un espace accessible à l'analyse ; l'analyste définit des surfaces de référence sur lesquelles il qualifie et quantifie des répartitions et des structures. La formation végétale est dynamique, inscrite dans un temps sécable en segments de durée variable. Cette collection est fondamentalement une société : « Une formation végétale représente, à un moment donné, la résultante de deux forces concourantes, l'une spatiale, l'autre sociale »¹.

Quelle est la place de la forêt dans l'histoire militaire ? Quelles sont les sources disponibles et leur mise en œuvre appelle-t-elle des procédures particulières ? Quelles sont les formes conservées de la guerre enterrée ? Les impacts existent dans des sols aux caractères morpho-édaphiques stationnels très particuliers ; dans les flores avec la présence d'espèces dites *obsidionales* ; dans les cortèges floristiques avec l'abondance des essences pionnières ou post-pionnières. Ces caractères expliquent les bases conceptuelles et méthodologiques retenues. Même chez les géographes rappelle Jean-Jacques DUBOIS la forêt a longtemps « été considérée à tort comme un milieu naturel sujet de monographies de géographie physique négligeant, le plus souvent, l'humanisation des paysages végétaux »².

Le courant de pensée de l'*analyse de système* offre à cette biogéographie un cadre conceptuel et opérationnel de grand intérêt, dont l'exploration par notre discipline est assez récente et dans lequel s'inscrit aujourd'hui une part importante des recherches. Quelques pages sont consacrées au concept de **géosystème**, à ses développements théoriques et appliqués. Avec celui de **sylvosystème**, catégorie de géosystème, le géographe se démarque des façons

¹ G. HOUZARD, "De l'écologie à l'étude biogéographique des forêts", *Travaux du CREGEPE*, univ. de Caen, HS, 1984, p. 99-111.

² Extension d'emploi de l'adjectif *obsidional* dont le sens restreint est « qui concerne le siège d'une ville ». "Obsidiale" est une forme moins usitée ; par exemple par Auguste CHEVALIER, tome troisième, *Biogéographie*, du *Traité de géographie physique* d'Emmanuel de MARTONNE, Paris, A. Colin, op. cit., p. 1246. Pour toutes les définitions, voir chapitre deux. J.-J. DUBOIS, introduction à *Espaces et milieux forestiers...*, op. cit., t.1.

classiques d'appréhender en naturaliste le réel forestier par le fait qu'il place l'homme dans le système – place centrale ou périphérique – et qu'il tente d'évaluer son rôle d'acteur de la structure, du fonctionnement et de l'évolution des peuplements forestiers, voire de leur genèse. L'objet élémentaire du sylvosystème est le **sylovaciès**, concept dont nous rappelons la naissance, les développements, les applications et les limites. L'échantillonnage des sylovaciès crée la trame des points élémentaires de collecte de l'information de terrain. La comparaison de deux corpus d'observations fonde la démarche analytique. Le premier rassemble les relevés stationnels actuels et le traitement des informations nécessaires. Le second est le recueil des témoignages du passé : des supports photographiques surtout, mais aussi des notes écrites et cartographiques ; inscrit dans le temps de la guerre il s'ancre dans l'immédiate avant-guerre et se prolonge après le conflit. Sa mise en oeuvre repose sur des principes et des procédés de décryptage. Pour conduire ce type d'étude, le chercheur doit choisir et adapter ses instruments d'analyse dans trois catégories d'outils : outils conceptuels, méthodologiques et expérimentaux.

1. LES CADRES DE L'ENQUÊTE BIOGÉOGRAPHIQUE

La disposition arquée des unités régionales de relief qui s'affirme dans l'inscription des principales vallées de l'Aisne, de l'Aire et de la Meuse se retrouve dans la disposition des unités forestières (figures 02 et 03, p. 9)³. Aux dispositifs massifs et orientés de l'Argonne et des Hauts de Meuse répond un ensemble d'aires disjointes sur le large interfluve entre Aire et Meuse constitué du plateau du Barrois et des Collines de Meuse. Ces localisations ne sont pas indépendantes de la topographie – l'isohypse 300 m fixe bien assez la géométrie forestière – ni de la géologie⁴. Exemple de relation entre forêt et milieu comme l'est aussi, à un autre niveau, la présence d'espèces liées à des tendances mésoclimatiques submontagnardes, comme l'Orme de montagne⁵, l'Érable sycomore ou le Sorbier des oiseleurs. Mais sur la dition le poids du milieu est équilibré par des phénomènes qui relèvent de l'histoire sociétale et de la géostratégie. Les forêts de "terres hautes" de l'Argonne et des Hauts de Meuse furent dans le temps long autant des forêts de marche frontière⁶ que des forêts de protection et de défense des passages sur les voies d'invasions.

1.1. Les forêts meurtries dans la trame forestière régionale

La notion de trame forestière pose la question des découpages spatiaux. Ainsi, que représentent ces deux expressions courantes bâties avec le terme de région, la *région forestière* et la *région naturelle* ? La région forestière, expression formalisée par l'Inventaire forestier national, est une « unité territoriale naturelle qui présente, pour la végétation forestière, des caractères de sols et de climats suffisamment homogènes pour abriter des types de forêts comparables »⁷. Dans cette définition le mot *abriter* prend deux sens, *abriter actuellement* ou bien *abriter potentiellement*, ce dernier dans le cas d'une forêt actuelle dont tout ou partie des espèces arborescentes ne seraient pas celles qui peupleraient la forêt naturelle si elle était restée en équilibre avec les seules conditions du milieu.

³ Voir la carte des régions forestières du fascicule *Meuse* de l'Inventaire forestier national (deuxième passage, 1980 ou troisième passage, 1990).

⁴ « L'un des principaux faits à souligner, c'est la concordance entre les principaux massifs forestiers et le relief ou les affleurements géologiques » écrit Jean DION in "Les peuplements forestiers", planche 20 de l'*Atlas de l'Est*, Nancy, 1970. L'auteur cite le calcul des surfaces boisées sur les différents affleurements géologiques (dénominations de la géographie lorraine) effectué par HUFFEL en 1888 qui arrive aux résultats suivants : sur le grès vosgien, 72 %, sur le grès bigarré, 40 %, sur le calcaire coquiller, 9 %, sur les marnes irisées, 5 %, sur le calcaire du Bajocien des côtes de Moselle, 41 %, sur les argiles de la Woëvre, 14 %, sur le calcaire corallien des Hauts de Meuse, 79 %, sur les alluvions anciennes des principaux cours d'eau, 50 %.

⁵ Philippe MILLARAKIS, "Un vestige de la forêt alluviale primitive : l'Orme lisse (*Ulmus laevis*)", Sainte-Menehould, *Horizons d'Argonne*, 1988, n° 57, p. 83-87. « L'importance des forêts sur [...] les revers de côtes calcaires est tout naturellement en rapport avec la médiocrité des sols qui n'ont pas été défrichés, mais cette influence géologique a été renforcée par les conditions climatiques (plateaux plus froids et plus humides que les dépressions) » écrit R. ROL, *Végétation de la Lorraine. (Notices botaniques et itinéraires commentés)*, VIII^e congrès international de Botanique, 1954.

⁶ Roger DION, *Les frontières naturelles de la France*, Paris, Hachette, 1947, rééd. G. Monfort.

⁷ Définition donnée par l'Inventaire forestier national.

L'instrument qui détermine et exprime cette unité est le Catalogue des stations forestières, propre à chaque région forestière. La station forestière est une « unité élémentaire de description ou de cartographie du milieu à l'échelle de la gestion forestière »⁸. La notion de région naturelle s'inscrit dans un emboîtement scalaire :

Climat régional	----->	grandes régions
Climat régional		
+ altitude	----->	régions naturelles
+ données géologiques		

« C'est à ces unités, grandes ou petites, mais toutes d'ordre physique, qu'il convient de donner le nom de "régions naturelles" » écrit Georges BERTRAND⁹ à qui fait écho Jean-Claude RAMEAU, phyto-écologue : « région naturelle : définie par les géographes comme territoire homogène sur les plans climatique, géomorphologique et du tapis végétal ; la notion sous-entend également une exploitation humaine particulière »¹⁰. La deuxième partie de cette proposition nous semble prêter à confusion. L'auteur assimile ce concept à celui de *région écologique* définie par « un certain macroclimat, par des variables orotopographiques, géologiques et géomorphologiques, une appropriation particulière des terres par l'homme au cours de l'histoire ». Ce glissement du concept des géographes vers une définition plus large incluant les transformations des milieux par l'homme et les empreintes sociales dans les paysages conduit l'auteur à un élargissement sémantique du terme "naturel" qui lui permet d'établir une correspondance phytogéographique entre la région naturelle et des concepts spatiaux naturalistes : « une région naturelle correspond à un district ou à un sous - district phytogéographique s'intégrant dans un étage bioclimatique donné ». Mais cela reste une correspondance.

1.1.1. Les strates *Région forestière* et *Zone rouge*

La trame forestière peut s'envisager à plusieurs échelles, tant du point de vue de la perception que de celui de l'analyse du fait forestier. Ces échelles introduisent des lectures différentes de la relation trame - milieu. Le découpage administratif fut longtemps la seule base des enquêtes forestières. Il ne fut remis en cause qu'à partir des premiers travaux de l'IFN qui, dans les années 1970, explorèrent la notion de région forestière puis impulsèrent la réalisation des premiers catalogues de stations¹¹. Des voix, souvent isolées, s'étaient néanmoins levées depuis longtemps pour critiquer le schématisme d'un tel découpage. Le forestier Pierre BUFFAULT par exemple proposait de réutiliser à fin d'aménagement concerté certains résultats de la *Statistique Daubrée* en prenant en compte des recoupements trans-départementaux de portions de territoire¹². Ces unités formaient en effet des "entités géographiques" qui auraient pu donner naissance à des "régions naturelles" dans un cadre plus "écologique". Le projet de l'Inventaire forestier national reprit cette idée¹³. De la définition même des régions forestières il ressort que la trame des milieux naturels s'impose à leur découpage. Ainsi celles de l'Arc meusien reprennent-elles la disposition en auréoles des unités morpho-pédologiques sédimentaires du Bassin parisien comme le montre bien la comparaison entre les figures 24, p. 92 et l'annexe 3-5, p. 12 .

Les champs de bataille perturbent ce schéma. La comparaison des cartes des deux derniers inventaires du département de la Meuse (1980 et 1991) est sur ce point intéressante.

⁸ Cemagref, *Guide technique du forestier méditerranéen*, Stations forestières, 1992.

⁹ G. BERTRAND, "Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique", *RGPSO*, 1968, t. 39, fasc. 3, p. 249-272.

¹⁰ J.- Cl. RAMEAU, *Contribution phytoécologique...*, op. cit.; trois citations.

¹¹ Paul ARNOULD et Laurent SIMON, "Les catalogues des stations forestières : de l'histoire d'une idée à ses implications théoriques et pratiques", *Biogéographie Aménagement, Environnement*, pp. 155-167. Un catalogue des stations forestières est « un document de synthèse écologique, des données floristiques, pédologiques et géomorphologiques, comportant une présentation de la région étudiée, des indications sur la méthode de travail utilisée, un recensement classé des types de milieu forestier, une clé pour parvenir à reconnaître et identifier sur le terrain les principales stations forestières et des annexes diverses. Le catalogue renseigne sur les potentialités forestières des stations et apporte des conseils pour leur mise en valeur » in Jean TIMBAL & alii, *Recommandations pour la présentation des catalogues de stations forestières*, Groupe de travail sur la typologie des stations forestières, commission "Méthodologie". Paris, min. de l'Agriculture, Direction des forêts.

¹² Pierre BUFFAULT, *Les forêts de France en 1911*, REF, 1941, et *Statistique Daubrée*, voir *infra*, chapitre six.

¹³ Tous les fascicules départementaux présentent au moins une carte au 1/500 000 de localisation des régions forestières du département concerné.

- Sur la carte de l'inventaire de 1981 (figure 21, p. 89)¹⁴ l'unité supra-régionale dite *Périmètre de la zone rouge*¹⁵ ne répond pas à cette distribution à fondement écologique. Elle forme une aire disjointe de cinq blocs indépendants qui recoupent perpendiculairement les régions forestières¹⁶. L'"éco-logique" du découpage est battue en brèche. La *zone rouge* est l'avatar juridico-administratif de la strate thématique "guerre". Elle n'abrite d'ailleurs pas – nous le montrerons – tous les espaces que la guerre a meurtris. Les blocs regroupés dans ce *Périmètre de la zone rouge* ont plus de caractères en commun qu'ils n'en ont avec les régions forestières qu'ils recoupent. La carte des structures de peuplements en 1980 (figure 22, p. 90)¹⁷ place cette unité sous le sceau du type de peuplement : les futaies résineuses couvrent la quasi-totalité des blocs Argonne¹⁸, Barrois, Hauts de Meuse. Ces futaies ont une histoire, le (re)boisement après la guerre, et un cadre, les périmètres bouleversés par les combats, ce qui suppose des particularités et des contraintes de gestion imposées par le monde très particulier des polémomilieus de la zone rouge.

- Par contre, sur la carte du troisième inventaire de 1991, le *Périmètre de la zone rouge* a disparu. Il est "rentré dans le rang". La mutation des forêts qu'il abritait, à savoir la progressive transformation des futaies résineuses en plantations feuillues, explique pour une grande part cet effacement.

L'existence de cette unité trans-régionale repose sur un faisceau de caractères communs qui ne sont pas d'essence écologique ; elle montre la finalité de la région forestière que les aménagistes veulent un espace opérationnel de production et de gestion. Elle se conçoit à l'amont d'une chaîne dont les trois maillons suivants sont le catalogue de stations forestières, les laisons stations-production puis les recommandations de sylviculture. Nous ne présentons ici que la région forestière *Argonne*¹⁹.

1.1.2. Tableau de la région forestière *Argonne*

Silhouette caricaturale cette région forestière *Argonne*, partagée entre trois départements et deux régions administratives ! Pierre BUFFAULT, dans son article cité *supra*, la prenait en exemple²⁰. Il envisageait pour les forêts de plus de 2 000 hectares les regroupements trans-départementaux suivants : - dans l'*Argonne de la gaize* la création d'un bloc de 3 645 hectares formé des forêts domaniales de Beaulieu « 2 617 ha, Meuse, peuplements de chênes, hêtre, feuillus divers dominants, TSF traité en conversion » et de Châtrices « 1 028 ha, Marne, peuplements de chênes, hêtre et charme dominants, traités en TSF » ; - dans l'*Argonne des Étangs* la création d'un massif de 5 881 hectares formé de la réunion de la forêt domaniale de l'Isle (2 701 ha, Meuse) et de la forêt particulière de Belval (3 180 ha, Marne) toutes les deux à peuplements de chênes, hêtre et

¹⁴ Cette carte des régions forestières de l'Arc meusien a été réalisée par le regroupement - après harmonisation des échelles et des légendes - des documents contenus dans les trois fascicules départementaux Ardennes, Marne et Meuse de l'IFN.

¹⁵ Pour la définition et l'analyse de la zone rouge voir chapitre onze. Cette "unité forestière" fort particulière est ainsi présentée par Georges PLAISANCE, in *Guide des forêts de France*, Paris, la Nef de Paris, 1963, p. 325.

¹⁶ Soit d'ouest en est deux blocs argonnais, forêt de Servon sur le versant marnais et forêt de Haute Chevauchée, puis les forêts du Mort-Homme et de Verdun, enfin, détaché au sud-est, la forêt d'Apremont.

¹⁷ Carte établie à partir des deux fascicules Marne et Meuse de l'IFN qui, outre les cartes de délimitation des régions forestières, contiennent des cartes à moyenne échelle des principaux types de peuplements forestiers, au 1/200 000 (Meuse) ou au 1/250 000 (Marne). Les taxons de peuplements retenus sont issus de l'interprétation des photographies aériennes couvrant les deux départements concernés. Nonobstant les limites de représentativité inhérentes à leur échelle, ces cartes offrent une localisation précise des forêts et de leurs structures de peuplements.

¹⁸ Il convient de tempérer les affirmations de Jeanne BÉRENGUER qui écrit : « La forêt en effet couvre l'Argonne, là où les bombardements de la première guerre mondiale ne l'ont pas remplacée par une lande de fougères. [...] Cette forêt, ce "rempart végétal", est morcelé par les clairières cultivées, et les nombreuses routes qui la traversent. Depuis la Grande Guerre des résineux ont été plantés dans les vides » in *De l'Ardenne à l'Argonne, progrès et régressions dans le monde agricole*, thèse, univ. Lyon III, 1984, p. 24 : infimes sont les surfaces de landes sur les sites bouleversés des anciennes forêts et tous les vides n'ont pas été plantés de résineux.

¹⁹ Voir les publications de l'Inventaire forestier national : fascicules départementaux des Ardennes, de la Marne et de la Meuse et atlas forestiers régionaux. Site internet www.ifn.fr/, depuis 1998.

²⁰ P. BUFFAULT, *Les forêts de France en 1911*, op. cit., 1941.

charme dominant traités en TSF. Cette proposition n'éveilla aucun écho et n'eut pas de suite, au moins directe²¹.

a - Profil interdépartemental

La région *Argonne* (code IFN 555) couvre 100 080 ha²² ; les trois départements qui la composent contribuent diversement à ses caractères généraux, comme le montrent les tableaux 21, 22 et 23.

Tableau 21
Taux de boisement de la région forestière *Argonne*, par département, 1987

ARGONNE	Surface totale (ha)	Surface boisée (ha)	Taux de boisement (%)
Ardennes	36 140	15 710	43,5
Marne	18 200	12 590	69,2
Meuse	45 740	22 320	48,8
Total	100 080	50 620	50,6

Le taux de boisement, 50,6 %, est le double de la moyenne régionale française (25 %). La part marnaise est formée de massifs puissants, peu aérés, alors que la forêt ardennaise est plus morcelée, découpée en massifs isolés par les voies de passage trans-argonnaises. La propriété présente de notables contrastes ; dans la Meuse dominant (81,9 %) les forêts domaniales et communales, placées sous le régime forestier (tableau 22).

Tableau 22
Argonne, surface des peuplements boisés de production et "soumission", 1987

ARGONNE	Propriété soumise (ha)	Propriété non soumise (ha)	Total (ha)	Taux de soumission (%)
Ardennes	6 860	8 850	15 710	43,7
Marne	5 870	6 330	12 200*	48,1
Meuse	18 150	4 020	22 170*	81,9
Total	30 880	19 200	50 080*	61,6

* Les différences avec les données du tableau 21 ne sont pas expliquées.

Par delà cette diversité départementale le taux moyen de soumission est fort, comparé à celui de la France entière, 7,6 %. L'évolution décennale est peu sensible, 29 865 ha soumis et 20 031 ha non soumis en 1998.

Tableau 23
Argonne, boisement, reboisement et conversion, 1987

ARGONNE	Boisements artificiels ¹		Reboisements artificiels ²		Conversions feuillues ³	
	Forêts soumises	Forêts non soumises	Forêts soumises	Forêts non soumises	Forêts soumises	Forêts non soumises
Ardennes	0	0	948	499	952	906
Marne	0	34	444	2 557	908	223
Meuse	0	81	2 777	448	2 296	1 055
Total	0	115	4 169	3 504	4 156	2 184

1 : Plantations de moins de 40 ans entraînant une extension de la surface boisée

2 : Idem, sans extension de la surface boisée

3 : Stades préparatoire ou avancé de la conversion du mélange futaie-taillis et des taillis simples

La dynamique forestière sur quarante ans est marquée par une faible extension de la couverture boisée, 115 ha, soit 0,23 % d'augmentation, une intense activité de valorisation de

²¹ Rappelons l'actuelle unité de gestion de la forêt domaniale de Haute Chevauchée, légèrement trans-départementale, présentée au premier chapitre.

²² Les données retenues sont celles des seconds passages sur les trois départements. Une présentation cartographique de la région a été faite par ailleurs, J.-P. AMAT, "Petit atlas forestier de l'Argonne", *Horizons d'Argonne*, 1987. La France métropolitaine compte 309 régions forestières. La plus petite, le Quérigut (Aude), a une superficie de 12 190 hectares ; la plus grande, le Plateau landais, couvre 1 144 420 hectares.

la forêt sur 15 % des surfaces, par reboisement artificiel, résineux ou feuillus, avec un contraste croisé pour les forêts soumises et non soumises entre la Marne et la Meuse. La conversion de peuplements feuillus à la futaie représente 12,5 % des massifs²³. Les données les plus récentes de l'inventaire (troisièmes passages) montrent une grande stabilité à dix ans. La surface corrigée passe à 99 413 ha, la surface boisée à 49 896 ha, soit un taux de boisement de 50,2 %. Pour les surfaces boisées les valeurs sont les suivantes : Ardennes, 15 327 ha, Marne, 13 119 ha et Meuse, 21 450 ha, total 49 896 ha, soit une perte de 724 ha (1,4 %). Dans le même temps, la surface totale de la région a été corrigée, passant de 100 080 ha à 99 413 ha, soit une baisse de 667 ha. La diminution de la couverture forestière est donc de 57 ha (0,1 %) sur une décennie environ. C'est la stabilité.

b - Caractères des peuplements²⁴

- La futaie pure couvre 25 663 ha, soit 51,4 % des peuplements. Chêne sessile et épicéa sont les essences principales largement dominantes, 57 % du total de la futaie, avec respectivement 31 et 26 %. Les chênes sessiles et pédonculés comptent pour 10 076 ha, soit 39,3 % du total. Le hêtre est subordonné, 3 260 ha (12,7 % du total). Le rapport hêtre / chênes est de 0,32.

- Les mélanges futaie-taillis couvrent 22 077 ha, soit 44,2 % du total des formations boisées. En essence principale de la futaie, les chênes comptent pour 14 737 ha, soit 66,8 % du total. Le hêtre ne couvre que 1 839 ha. La subordination est très marquée.

Au total des futaies pures et des mélanges futaie-taillis les chênes occupent 24 813 ha, le hêtre 5 099 ha. Celui-ci ne compte donc que pour 17 % des surfaces occupées par les trois essences. Le charme représente plus de la moitié (58,6 %) des essences du taillis dans le mélange futaie-taillis. Le taillis simple est peu représenté, 1 661 ha, soit 3,3 %. Les "boisements et reboisements artificiels par essences introduites" couvrent 9 717 ha, soit 19,5 % de la surface boisée totale. Les résineux dominent avec 8 352 ha, soit 86 % du total.

1.1.3. Profil forestier de la dition

a - Les régions forestières de la dition dans le Nord-Est de la France

Le domaine d'étude abrite trois autres régions forestières, le Barrois (554), les Côtes et collines de Meuse (551) et la Woèvre (552) (figures 21 et 23, p. 89 et 94)²⁵. Le Pays-haut (543), bien qu'il porte quelques blocs isolés de la forêt domaniale de Spincourt étendue surtout sur la Woèvre, a été laissé hors du domaine. La figure 23 montre le hêtre essence principale (à moins de 75 % de la surface) sur deux unités, la longue région arquée des Côtes et collines de Meuse relayée vers l'est par le *Plateau de Haye* (544), vers le nord-est par le *Pays haut* et vers le nord par la *Première crête ardennaise* (086) ; en relais, les régions à chêne pédonculé du *Barrois* et de *Woèvre*.

b - Forêts et types de peuplements sur la carte départementale de l'IFN

La carte de la figure 24 (p. 92) est un montage obtenu à partir des trois cartes départementales des types de peuplements disponibles sur le site internet de l'IFN²⁶. La dition enferme quatre grandes auroles forestières orientales du Bassin parisien. Celles des cuestas et revers : massif d'Argonne, Barrois au sud de Montfaucon, puissante Côte de Meuse qui se prolonge au nord, au-delà de la vallée de la Meuse à Stenay, par les Première et Deuxième Côtes ardennaises, étroites et rapprochées au sud de la large dépression dominée par la montagne ardennaise. Celle des plaines humides, Argonne des Étangs et Woèvre. Les peuplements dominants sont les mélanges de futaie de feuillus et taillis. Les futaies de feuillus dominent dans l'Argonne meusienne où le taux de soumission atteint 81,9 % des surfaces boisées (tableau 22).

²³ Les résultats de mesures dendrométriques sont présentés en annexe.

²⁴ Cette présentation prend en compte les données du troisième passage.

²⁵ La présentation générale de ces régions n'est pas envisagée ici. Il sera fait appel à certaines données au fil des chapitres pour des analyses ponctuelles.

²⁶ Après téléchargement les trois fichiers départementaux ont été tirés sur papier au format A4 ; les trois cartes ont été assemblées par découpage manuel ; le montage obtenu a été scanné puis réduit. Le nouveau fichier numérique a été enrichi des limites départementales, de celle de la dition et d'un complètement toponymique. La légende, commune à toutes les régions France entière, est inchangée. Une polychromie ténue liée à la petite taille des unités affecte l'équilibre des couleurs entre la légende et la carte, rendant l'interprétation de celle-ci difficile.

Le poste *Futaie de conifères* présent sur les trois unités correspond à une partie des forêts de la guerre mais aussi à des boisements spéculatifs dans des forêts privées (au sud de Sainte-Menehould par exemple). Cette dualité d'origine soulève la question du zonage de l'enquête de terrain (voir *infra*). Le raisonnement est identique pour les camps militaires de la Champagne sèche. Ceux de Suippes et de Moronvillers sont nés dans et de la zone rouge, celui de Mailly est bien loin de celle-ci. Le camp de Mourmelon a une double origine : né camp de Châlons – ouvert par Napoléon III en 1857²⁷, – étendu après la Grande Guerre sur les zones bouleversées du front.

c - Profil forestier de la dition

Traçons un simple profil forestier de la dition (tableau 24).

Tableau 24
Peuplements et essences dans les quatre régions forestières de la dition, 1987

Peuplements et essences	Profils régionaux (en %)			
	Argonne	Barrois	Côtes et collines	Woèvre
<u>Types de peuplements</u>				
Futaie de feuillus	17,9	11,5	12,4	13,4
Mélange futaie-taillis et taillis simple	59,7	63,8	57,5	70,1
Futaie de conifères	19,4	10,1	18,8	9,7
Boisements morcelés	3	14,6	11,3	6,8
<u>Essences*</u>				
Chêne	52,1	41,9	23,5	65,8
Hêtre	14,7	26,6	40,3	6,9
Autres feuillus	17,2	18,2	11,5	13,7
Conifères	16	13,3	24,7	13,6

* les essences sont estimées en % de la surface occupée.

La part du chêne décroît de l'Argonne aux Côtes, domaine du hêtre, pour remonter fortement dans la Woèvre, pays du chêne pédonculé. Le hêtre a un profil en miroir. Le poids des résineux porte pour une part la marque de la guerre, surtout dans les Côtes et Collines (forêt de Verdun) ; il participe aussi d'enrésinements d'autres origines.

Les forêts de la guerre appartiennent ainsi à quatre régions forestières. Nous tenterons de répondre aux questions que pose cette géographie : **les caractères spécifiques des régions forestières se disposent-ils selon la trame régionale de ces régions ? si oui, dans quelle mesure ? ou, inversement, la guerre a-t-elle effacé toute différence ?**

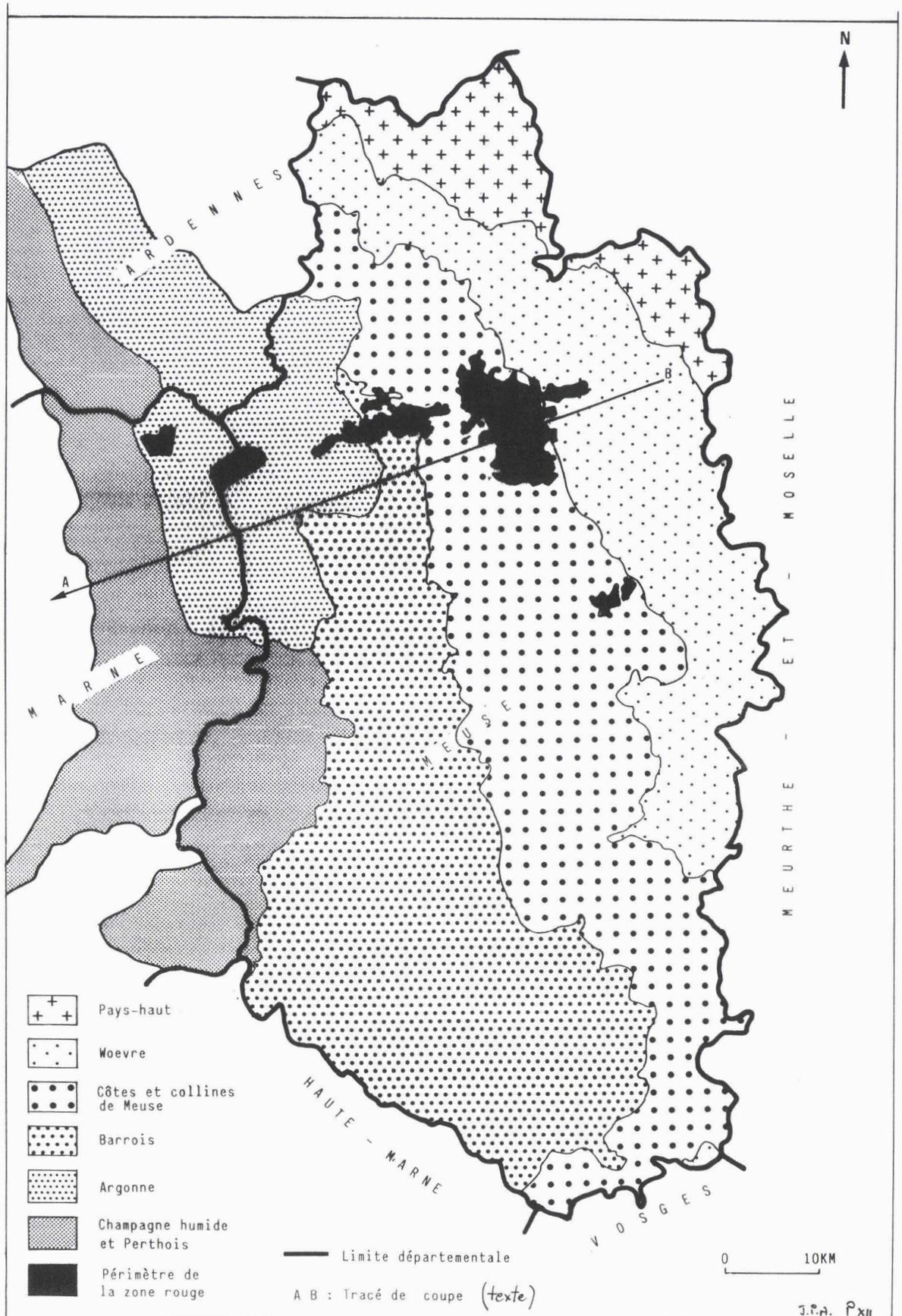
1.1.4. Tableau synoptique des forêts étudiées

L'ordinogramme de la figure 25 (placée en annexe 2-1, p. 2) montre la procédure de sélection multicritères des forêts étudiées. Selon les principes de l'analyse régressive le point de départ est le type d'occupation du sol en 1914, forêt ou terre agricole. Le premier niveau des *Destructions de la guerre* définit le type de filiations. La filiation directe forêt => forêt (flèches fines) conduit à des forêts indemnes (Beaulieu, hampe pointillée) ou atteintes (hampes pleines simples pour la destruction des seuls peuplements, hampes doubles pour les destructions des peuplements et des sols, hampes tiretées pour la seule prise de bois). La filiation indirecte (flèches épaisses) concerne les forêts nées du boisement de terres agricoles. Certaines forêts, celles de Servon-Melzicourt, de Verdun, du Mort-homme participent des deux filiations. La part de chacune est précisée par la longueur respective des traits gras et maigres du cartouche qui la figure. Les données naturelles sont synthétisées dans le substrat, dont le type permet d'identifier trois régions naturelles, Argonne, Barrois - Hauts de Meuse et Woèvre. La disposition de gauche à droite répond au gradient de continentalité (qui conduit aussi à séparer Barrois et Hauts de Meuse). Une même forêt peut appartenir à deux ensembles différents mais jamais en parts

²⁷ J.-M. HUMBERT, L. DUMARCHE et M. PIERRON, *Photographies anciennes 1848-1918. Regard sur le soldat et la société*, Paris, musée de l'Armée, Préal, 1985, p. 19-22.

²⁸ De même ce problème a-t-il été réglé les aménagistes. Ainsi, la néo-forêt domaniale de Verdun incluait à sa naissance le bois du Breuil, commune d'Ornes, sis dans la plaine de Woèvre ; ce bois fut par la suite rattaché à la forêt domaniale de Spincourt (chapitre douze).

égales et nous avons évité ce cas de figure²⁸. Le fond gris du cartouche nominal précise la propriété forestière. Chaque forêt présentée sur ce tableau est donc repérée (située dans le temps par rapport à la guerre), porteuse d'empreintes (marque profonde, durable, distinctive), de traces (marques légères, minimales ou cicatricielles) de la guerre, ou indemne.



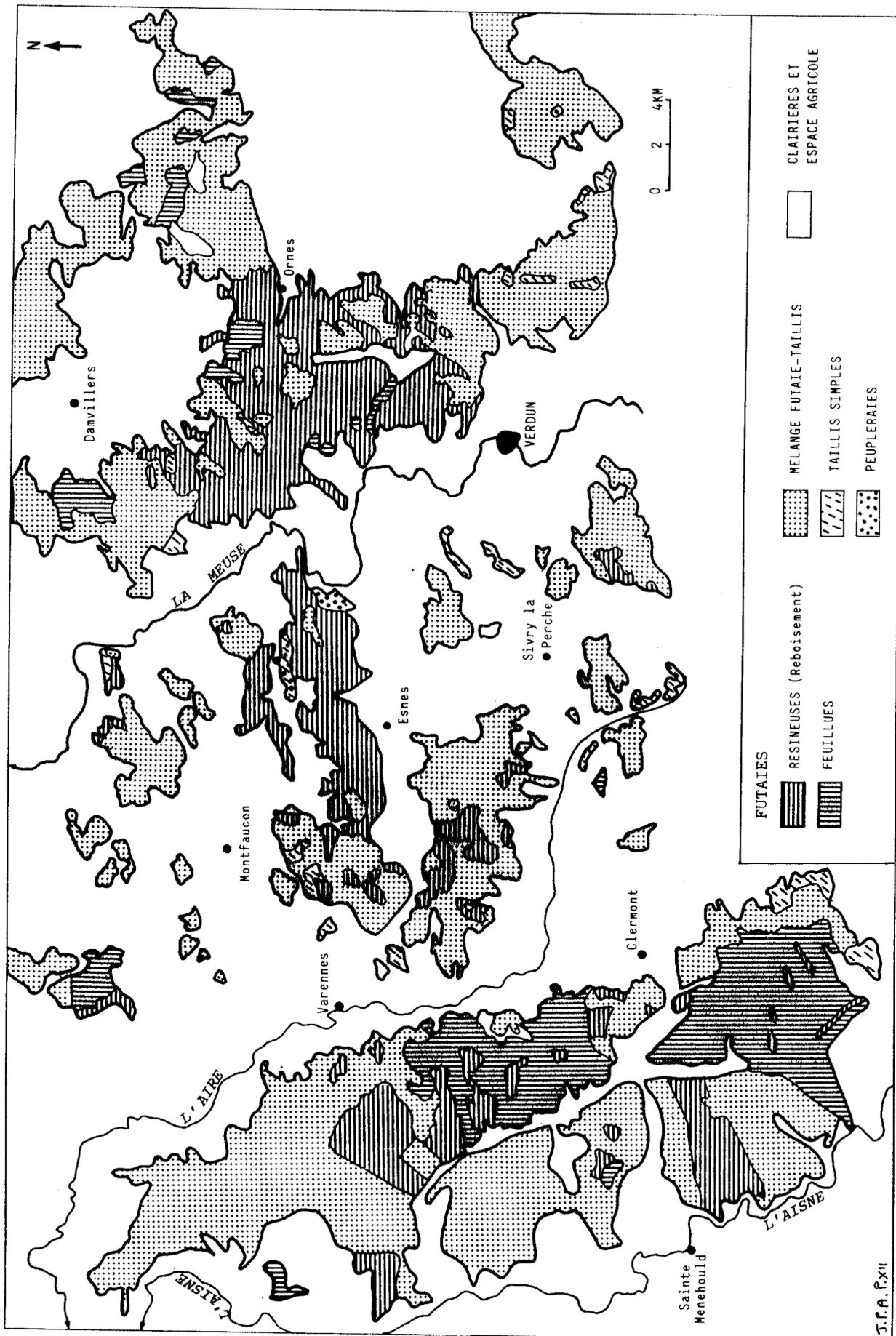


Fig. 22 Argonne, Barrois, Hauts de Meuse et Woëvre, structures de peuplements en 1980 d'après les cartes de l'IFN

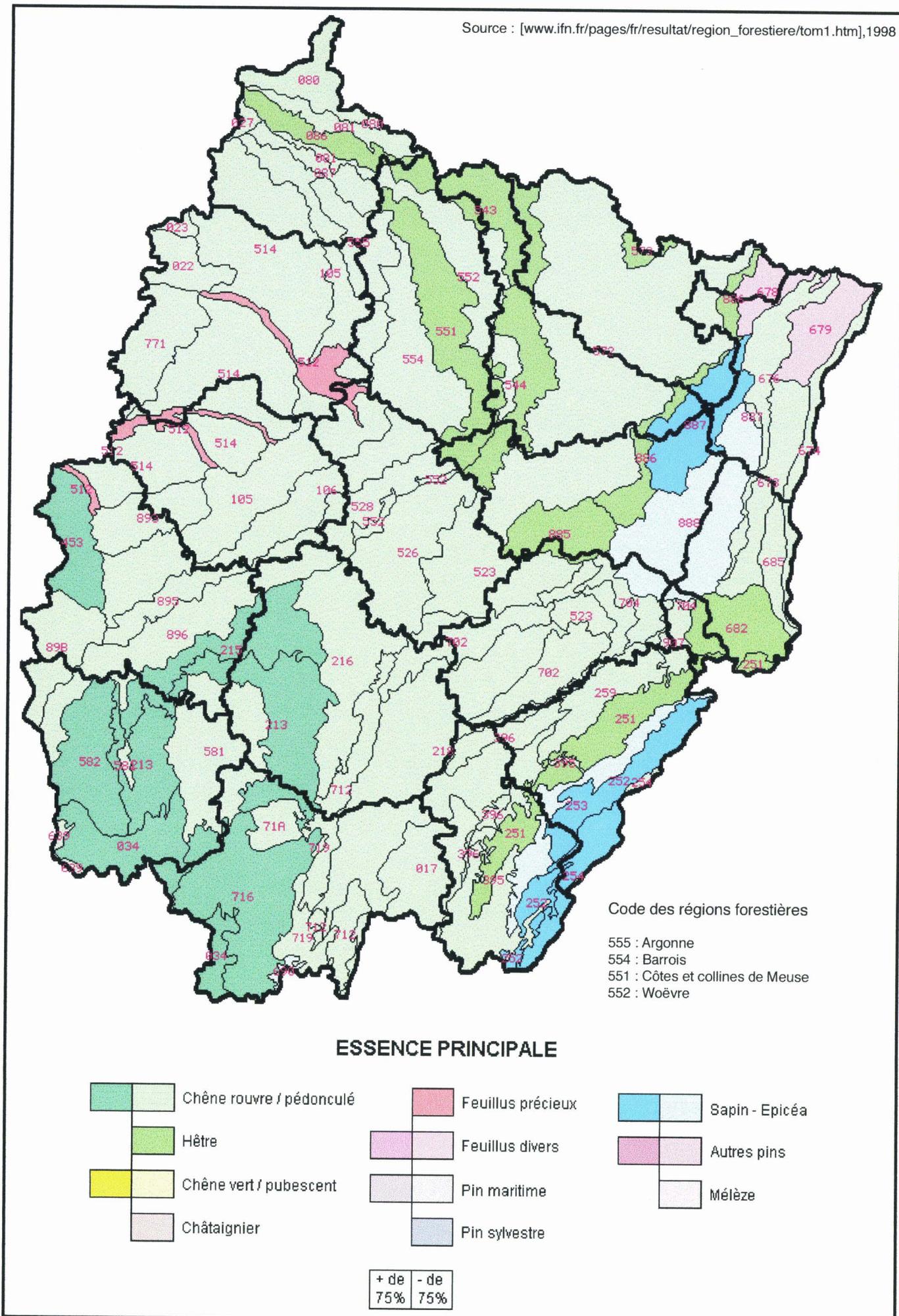


Fig. 23 - Régions forestières et essences principales, quart Nord-Est de la France

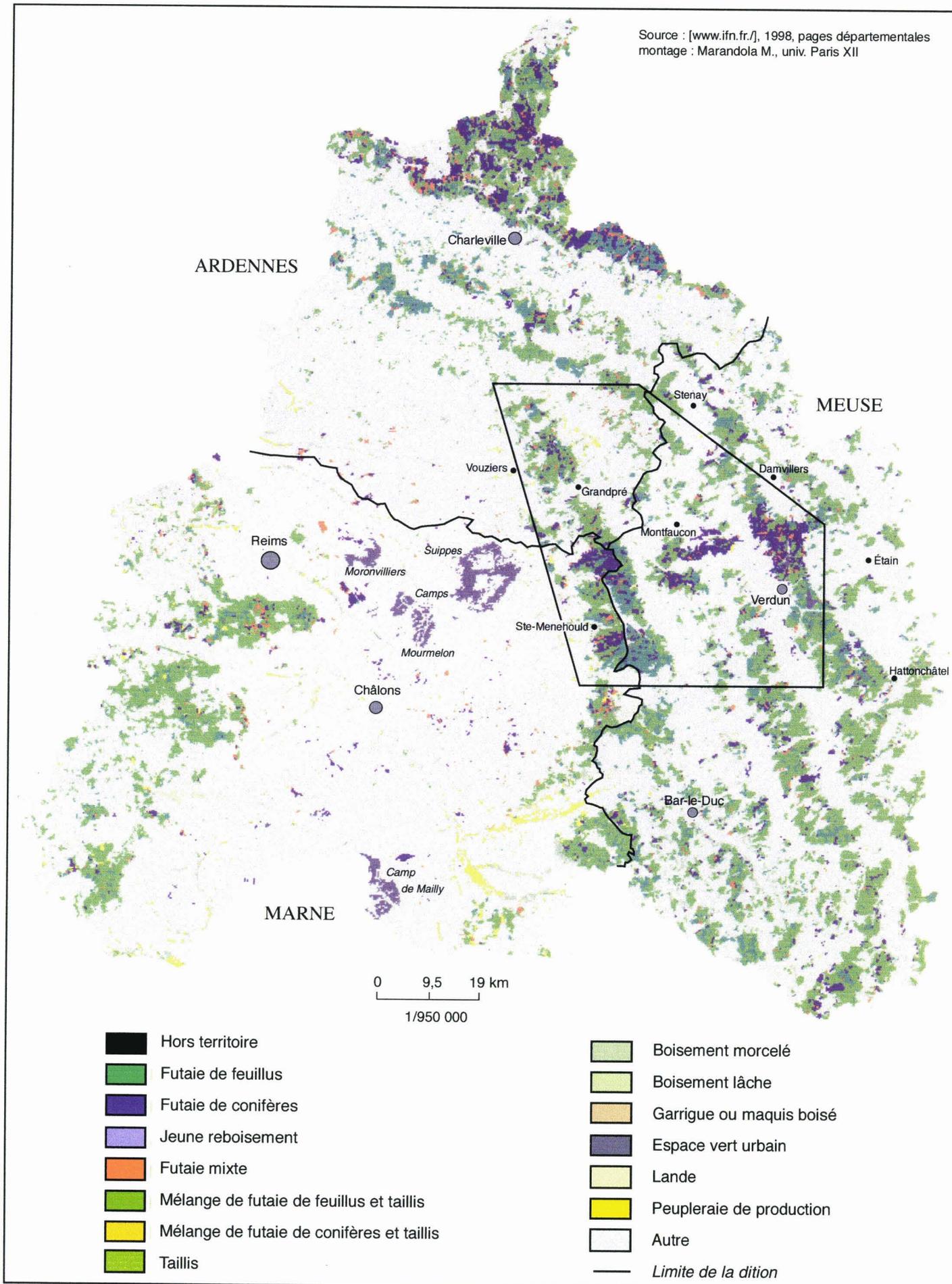


Fig. 24 Forêts et peuplements forestiers en 1998, Ardennes, Marne et Meuse

1.2. Images de communes et de leurs forêts, 1914 et 1990

Haumont-près-Samogneux, Crépion-Moirey-Flabas et Ornes, les trois communes présentées ici, appartiennent aux périmètres retenus par les cartes hors-texte en couleur de Verdun²⁹. En Argonne l'espace forestier a été très peu modifié entre 1914 et 1990³⁰, les transformations n'affectent que la propriété et les peuplements. Dans les secteurs du Mort-Homme et de Verdun par contre l'échelle communale saisit bien l'ampleur des mutations de l'occupation des sols entraînées par la guerre, surtout la fusion en deux vastes massifs forestiers de bois et de forêts dispersés (figure 26, p. 95)³¹. Ces trois communes sont représentatives des transformations subies par les cadastres (tableau 25).

Tableau 25
Matrice de pertinence des communes retenues

1914	actuel	forestier	agricole et forestier	groupement de communes	repeuplée	dépeuplée	morte
agricole et forestière		Haumont	Crépion-Moirey-Flabas, Ornes				
commune indépendante				Crépion-Moirey-Flabas			
peuplée					Ornes	Crépion-Moirey-Flabas	Haumont

Deux cartes d'utilisation du sol ont été réalisées pour chaque commune ; celle de l'état en 1914 se fonde sur les matrices du cadastre napoléonien, complétées à la fin du XIX^e siècle³². Celle de l'état actuel est établie d'après les cartes IGN au 1/ 25 000, les photographies aériennes et le terrain.

1.2.1. Haumont-près-Samogneux, commune "morte"

Sur les Hauts de Meuse verdunois (cartes HT Verdun-nord 1995 et 1914) la commune d'Haumont-près-Samogneux est déserte. Elle comptait 131 habitants en 1913, après un maximum de population de 291 habitants recensés en 1851³³. Le territoire communal s'étend sur les longues lanières du revers de la côte de Meuse inclinées vers le couchant ; aujourd'hui totalement forestier (figure 27a, p. 96) il présentait en 1914 le contraste lorrain classique entre deux formes d'occupation des sols et d'agencement des terroirs (figure 27b), commun à tous les finages des communes aujourd'hui mortes. Sur 30 % de la surface les forêts communales (bois d'Haumont) et privées (bois des Côtes ou des Caures) couvraient les crêtes et les versants les plus raides. L'openfield dominait ; les prairies permanentes serpentaient dans les fonds humides des vallons. L'habitat était groupé au village, typiquement lorrain avec ses deux rangs de ferme accolées, séparées de la rue par un large usoir. Deux grosses fermes isolées, Ormont et Anglemont, marquaient une extension tardive du terroir cultivé aux dépens de landes ou de bois. La destruction du village, l'exode puis le non-retour de ses habitants, le bouleversement des terroirs, l'extraordinaire concentration des *militaria* sur ce secteur du champ de bataille, justifiaient le classement en zone rouge, l'expropriation puis la domanialisation de la totalité du finage. Cette commune n'a plus qu'une existence fictive³⁴, des ruines éparées, un enclos

²⁹ Un autre exemple pris sur le plateau du Barrois, communes d'Esnes et de Chattancourt, est étudié au chapitre douze.

³⁰ De plus, hors champ de la carte, seule la forêt domaniale de Servon située sur le flanc occidental de l'Argonne marnaise est née de la domanialisation de terres agricoles.

³¹ Pour les modalités de la constitution des périmètres des deux forêts domaniales nouvelles, celle du Mort-Homme et celle de Verdun, voir chapitre onze.

³² C'est ce cadastre que l'Administration utilisa pour la délimitation de la zone rouge.

³³ Albert et Lionel FRÉMONT, *L'armée à Verdun avant 1914 et les villages "morts pour la France"*, Verdun, Impr. Frémont, 1988.

³⁴ Comme les autres communes du champ de bataille aux villages "morts pour la France" Haumont a un maire délégué mais pas de conseil municipal ; voir chapitre onze.

abritant un monument aux morts et une chapelle commémorative (érigée en 1932) sont les seuls marques et souvenirs de l'ancienne vie (photos 2.1 et 2.2, p. 97).

Haumont est le cas extrême d'une disparition définitive de l'habitat et des terres agricoles. Toutes les communes de la zone rouge ne connurent pas le même sort mais les mutations dans l'affectation des sols qu'elles subirent se sont traduites, dans la plupart des cas, par une hémorragie démographique, par le recul des surfaces cultivées et l'extension corrélative de l'espace forestier. Le découpage administratif fut souvent utilisé dans la fixation des nouvelles limites forestières. Il en fut ainsi de celui d'Haumont, qui est limite pour seize parcelles de la forêt domaniale, soit 27 % des soixante parcelles qui se partagent en tout ou partie la surface communale. Un secteur de la forêt centré sur l'ancien village (chapelle) illustre cette profonde transformation (figures 28 et 29, p. 98)³⁵. Il couvre 1 300 ha environ à la confluence des vallons (ravins) d'Haumont et du Bois des Caures. En 1914 les bois communaux occupaient les larges croupes et versants, les petits bois des particuliers, les versants les plus raides ; les peuplements étaient des mélanges de futaie et de taillis feuillus. En 1995 la forêt domaniale couvre tout le territoire communal, déborde sur ceux de Samogneux et de Brabant-sur-Meuse. Les peuplements sont diversifiés, futaies et taillis de feuillus sur les parcelles tracées dans les anciens bois, futaies résineuses de pins noirs et d'épicéas et jeunes plantations, de hêtres surtout, dans les parcelles découpées sur les anciennes terres agricoles. Les parcelles bordières 27, 28 et 29 sont, sur un kilomètre et demi environ, calées sur les limites communales.

1.2.2. Crépion-Moirey-Flabas, trois communes unies par un semblable destin

L'actuelle commune de Crépion-Moirey-Flabas (cartes HT Verdun nord) est une commune de regroupement³⁶. Prenons l'exemple de Moirey (figure 210, p. 99). En 1914 l'ancienne commune dessine un rectangle allongé entre le front de la Côte de Meuse agricole ou forestier (bois communal d'Ormont partagé avec Crépion et un bois privé sur la commune d'Haumont, figure 211, p. 99), les pentes du talus qui portent le quart en réserve communal et la plaine drainée par le ruisseau de Moirey. Les bois représentent 30 % du finage. Aujourd'hui le taux de boisement atteint 55 %, la partie front et revers du finage est occupée par la forêt domaniale de Verdun qui a englobé le bois d'Ormont. Un tel cas de figure est fréquent sur les autres secteurs du front lorrain ; ainsi sur la périphérie de la forêt domaniale du front de Haye à l'ouest de Pont-à-Mousson, analysée par Jean-Pierre HUSSON³⁷ : sur trois communes les bois occupent près de 80 % des surfaces contre moins de 20 % en 1914.

1.2.3. Ornes, commune exangue

Le territoire communal d'Ornes affecte la forme d'un rectangle de 8 sur 2,5 km, allongé d'ouest en est (figure 26, p. 95). Il prend en écharpe des milieux contrastés. A l'ouest le talus de la Côte de Meuse interrompt une partie massive et sèche du plateau de revers développée vers 330 mètres d'altitude dans les calcaires durs du Rauracien. Au pied du talus la plaine de Woèvre étale ses sols humides et lourds vers 260-270 mètres dans les argiles épaisses du Callovien ; seul le net et fort relief des Jumelles d'Ornes l'interrompt, butte-témoin calcaire disséquée par l'érosion, remarquable poste d'observation sur les Hauts et sur la plaine. En 1914 deux unités paysagères complémentaires se partagent le finage (figure 212, p. 100). Dans la plaine, le bois

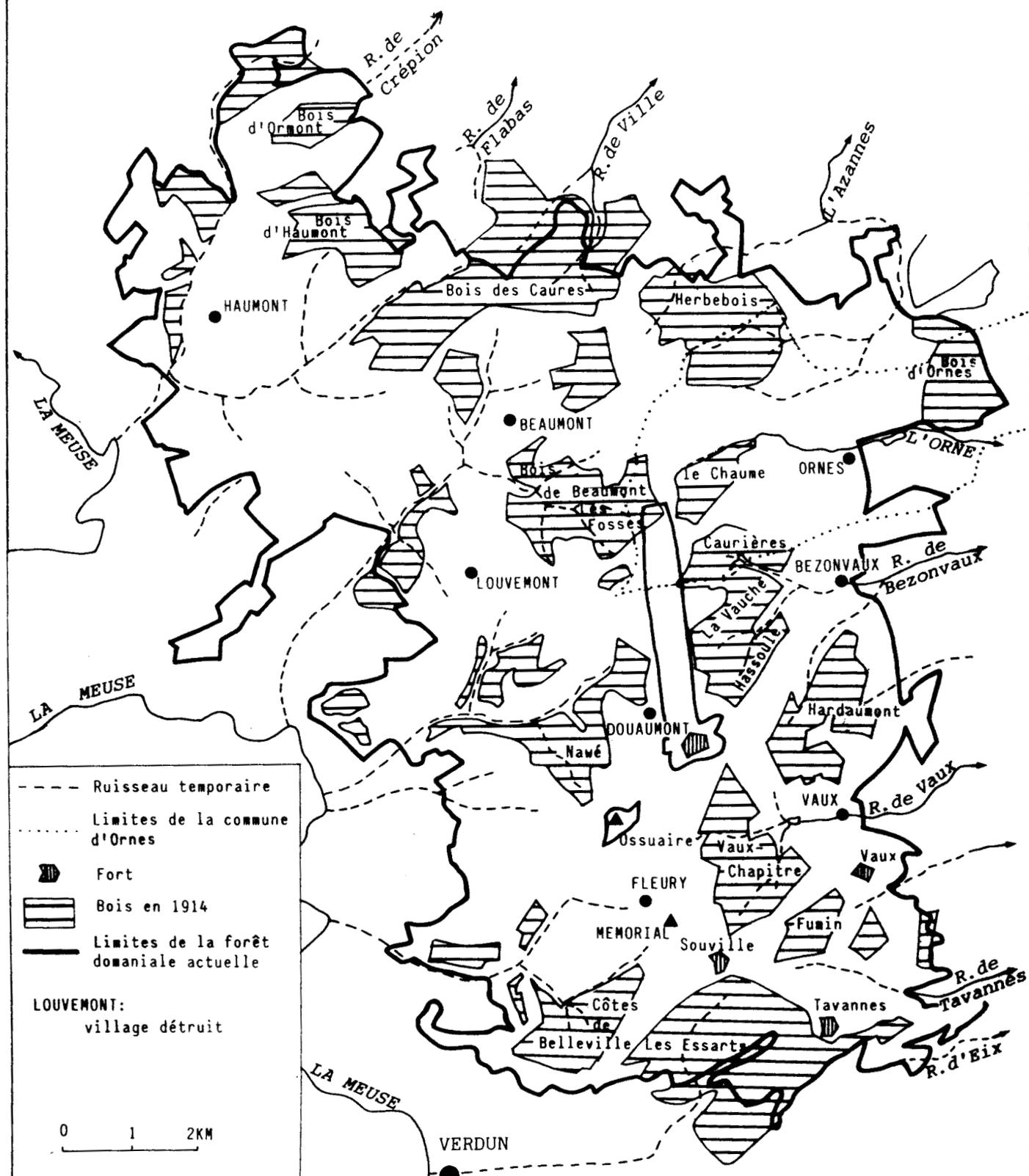
³⁵ Ce même secteur est le support de l'étude des transformations des paysages conduite au chapitre douze.

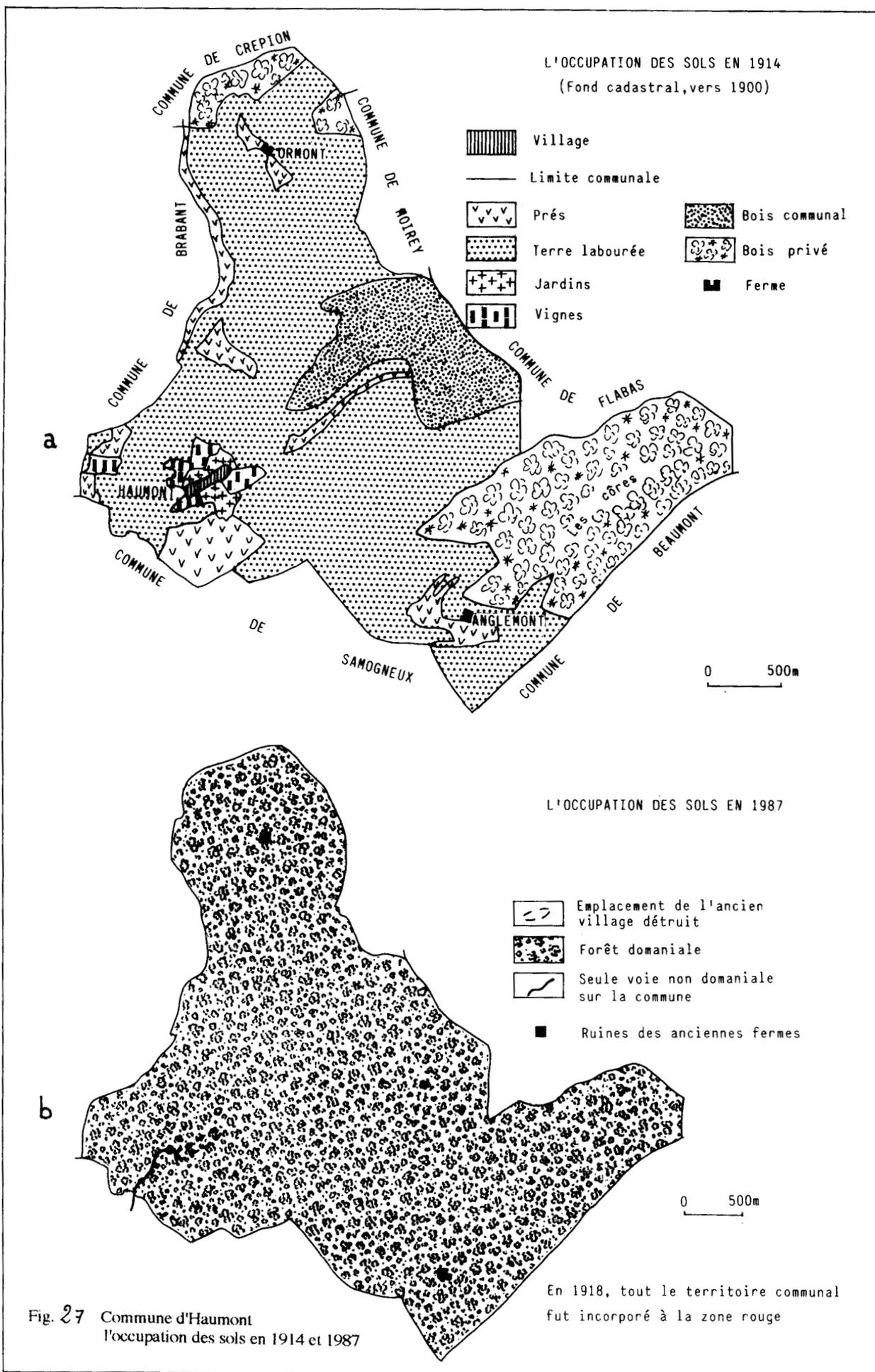
³⁶ Le regroupement date de 1972 ; les trois villages, totalement détruits en 1918, furent reconstruits *in situ*. Les communes regroupées sont nombreuses dans la Meuse ; voir *Diversité meusienne. Portrait des cantons meusiens*, Dossiers documentaires meusiens, OCCE, Bar-le-Duc, n° 37, 1984 ; Michel de LA TORRE, *Meuse, Guide de l'art et la nature*, Nathan, 1985.

³⁷ Jean-Pierre HUSSON écrit dans sa thèse, p. 380 : « Avant 1914, les finages étaient, dans les trois cas, défrichés sur environ 85 % de leur étendue. Le paysage d'openfield aux horizons largement ouverts s'imposait partout. Il est désormais remplacé par une vaste plaque forestière dominée par les enrésinements artificiels ». L'auteur prend un autre exemple : « une évolution similaire se rencontre quelques kilomètres à l'ouest de la région étudiée, à proximité du village de Flirey. La forêt domaniale des Hauts de Mad forme une tache d'enrésinement gagnée sur une partie des anciennes terres de Flirey et Saint-Baussant. Elle réalise la jonction de bois naguère isolés ». Et encore : « L'abandon du village de Régnieville s'accompagne d'une extension quasi généralisée des bois à l'ensemble des terres du finage, la commune étant aujourd'hui rattachée administrativement à Thiaucourt distant de plus de 7 km ».

du Breuil ; les alentours du village, le long versant de la côte et les croupes lourdes du plateau (lieux-dits le *Verre d'eau* et le *Champ Gabriel*) sont emblavés. L'Herbebois, les bois des Chaumes et des Caurières occupent les versants raides des vallons entaillant le plateau et débordent sur les larges interfluves. La forêt couvre 35 % de la superficie communale. Aux côtés des bois privés quatre blocs composent les 436 hectares de la forêt communale. Toutes les terres furent expropriées après la guerre avec l'inclusion de la commune dans la zone rouge (figure 213, p.104). Commune désertée, habitants non rentrés, village non reconstruit. L'État mit en vente 204 hectares en 1929, terres alluviales humides ou fraîches vite achetées par des éleveurs. C'est aujourd'hui le seul secteur agricole de la commune qui compte cinq habitants recensés en 1992 ; un embryon de village s'est néanmoins reconstitué. Le bois du Breuil exproprié fut d'abord rattaché à la forêt de Verdun puis à celle de Spincourt (chapitre douze).

Fig. 26 L'inscription de la forêt domaniale de Verdun dans l'espace rural et forestier de 1914





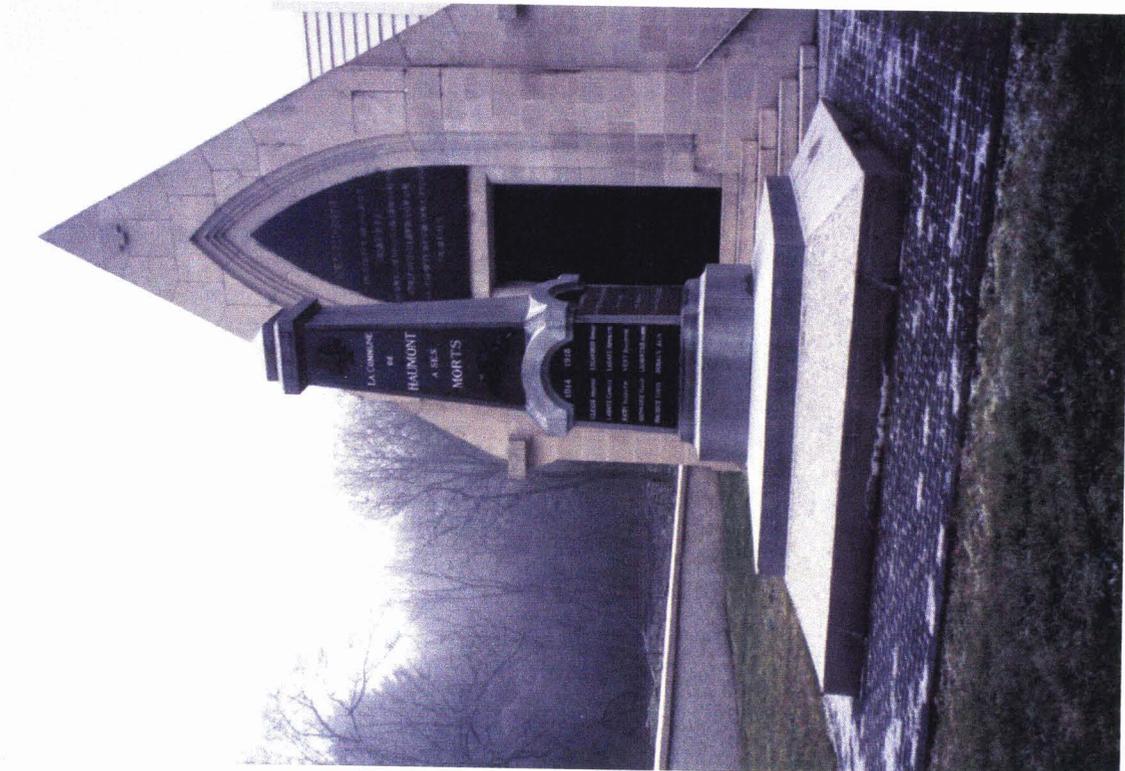


Photo n° 2.1 - Monument aux morts et chapelle sur le site de l'ancien village d'Haumont, 1996 (cliché J.-P. A.)

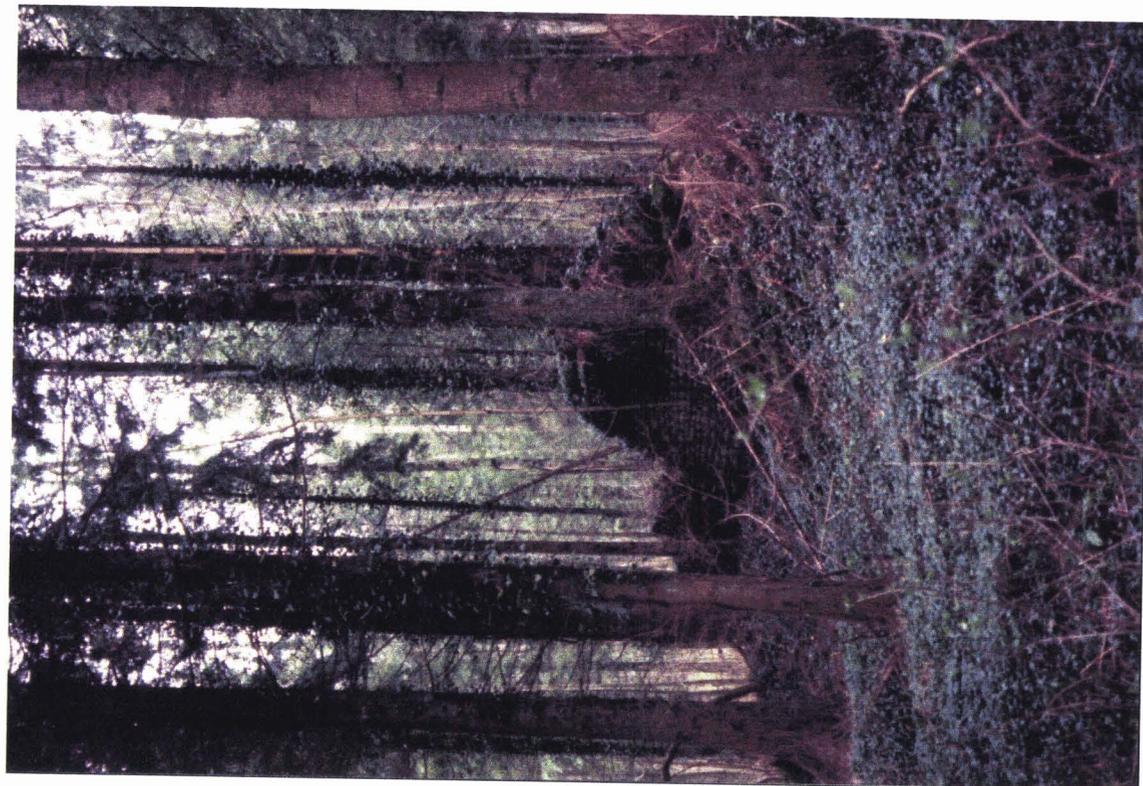


Photo n° 2.2 - Les ruines de la ferme d'Ormont, commune d'Haumont, 1994 (cliché J.-P. A.)

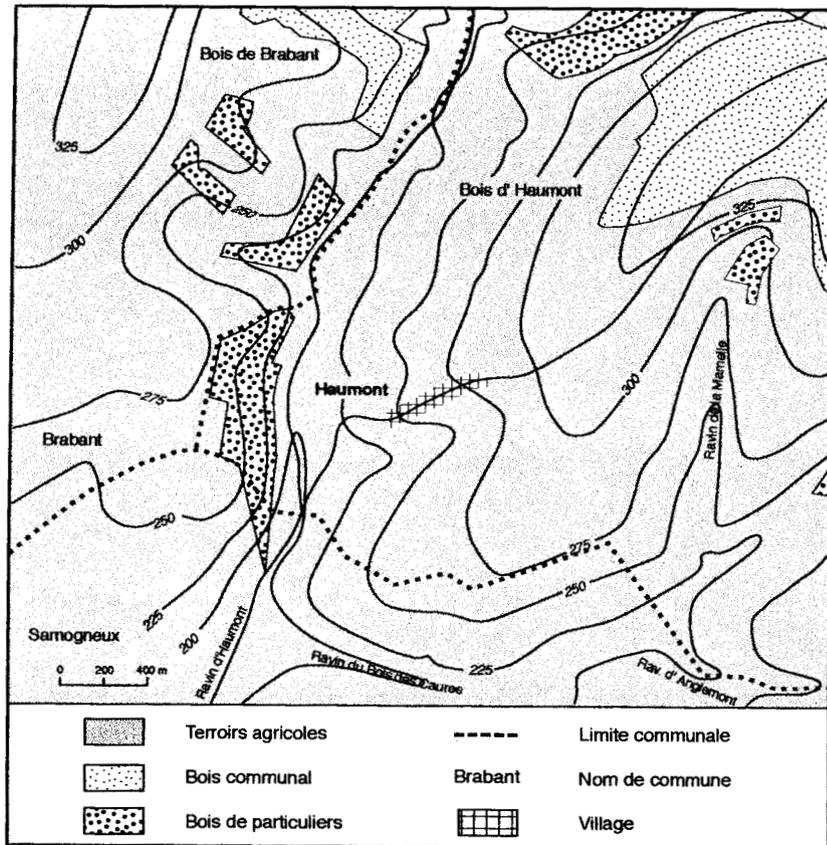


Fig. 28 Le secteur d'Haumont : occupation des sols en 1914

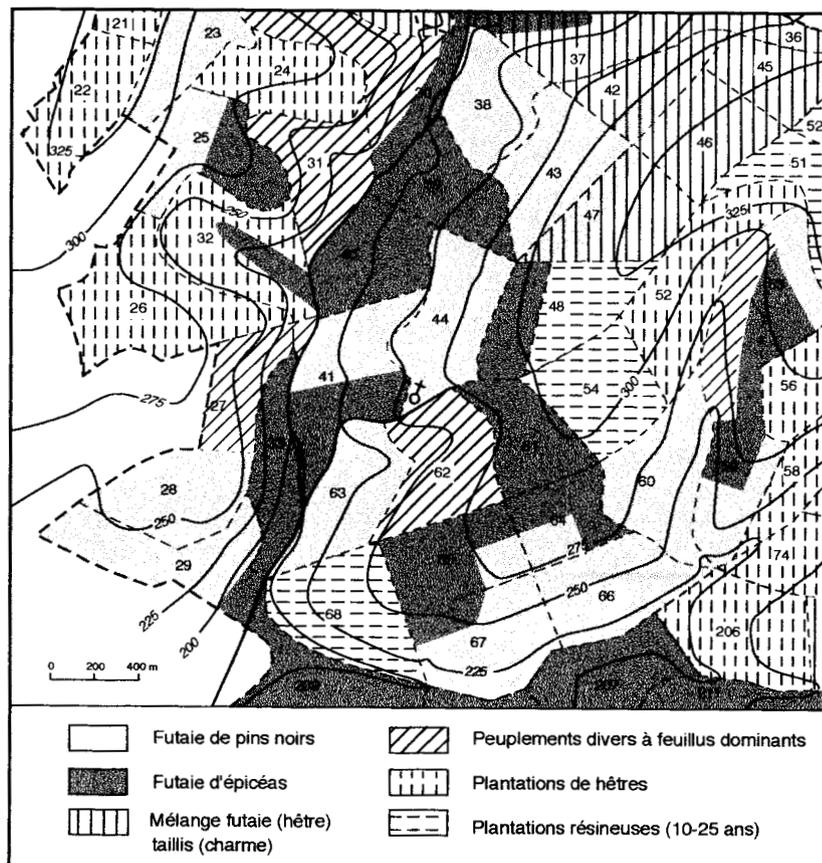


Fig. 29 Le secteur d'Haumont : peuplements en 1995

Fig. 210 Les mutations d'un finage communal des Hauts de Meuse, Moirey, 1914 et 1987

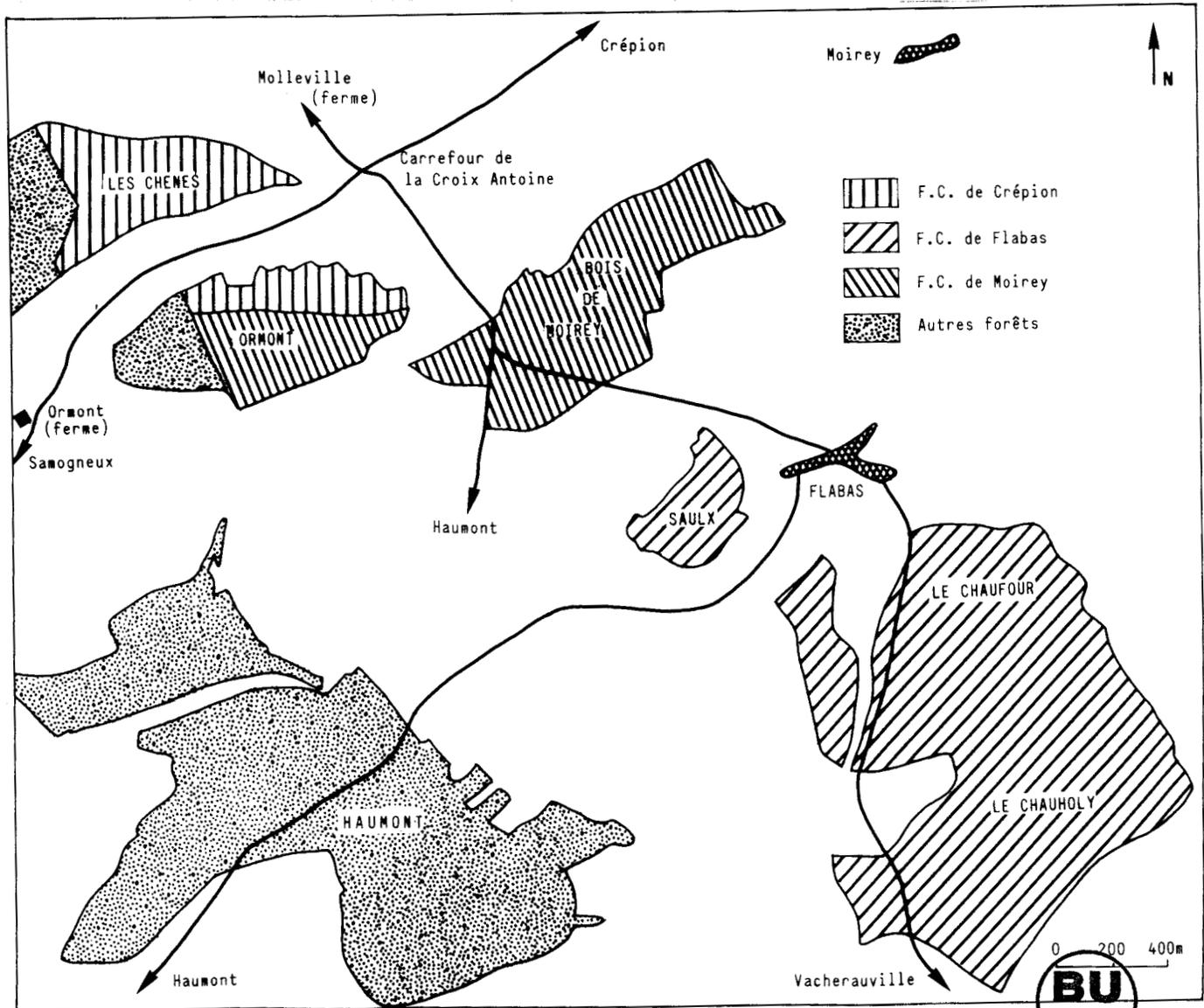
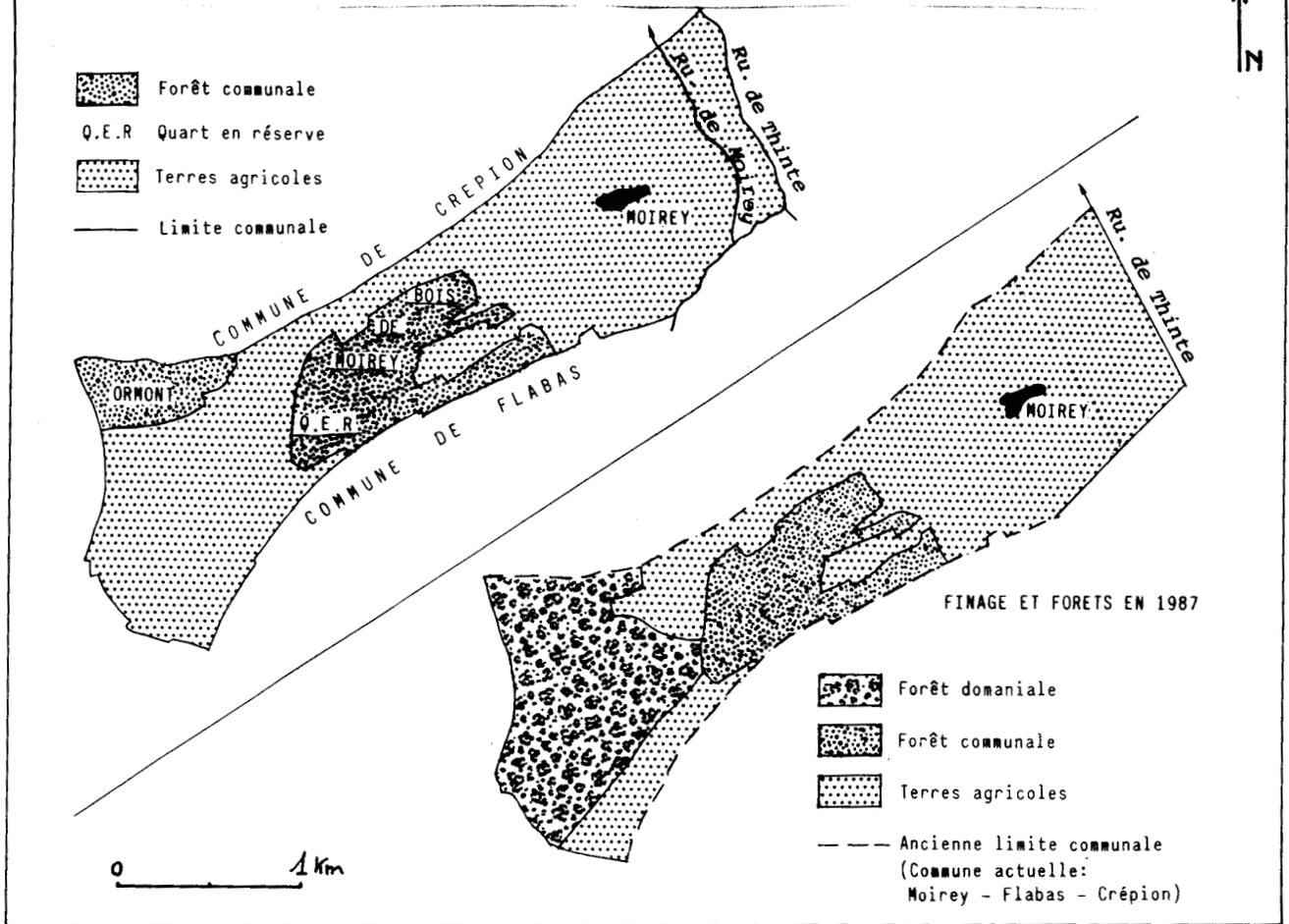


Fig. 211 Localisation des forêts communales de Crépion, Flabas et Moirey en 1914

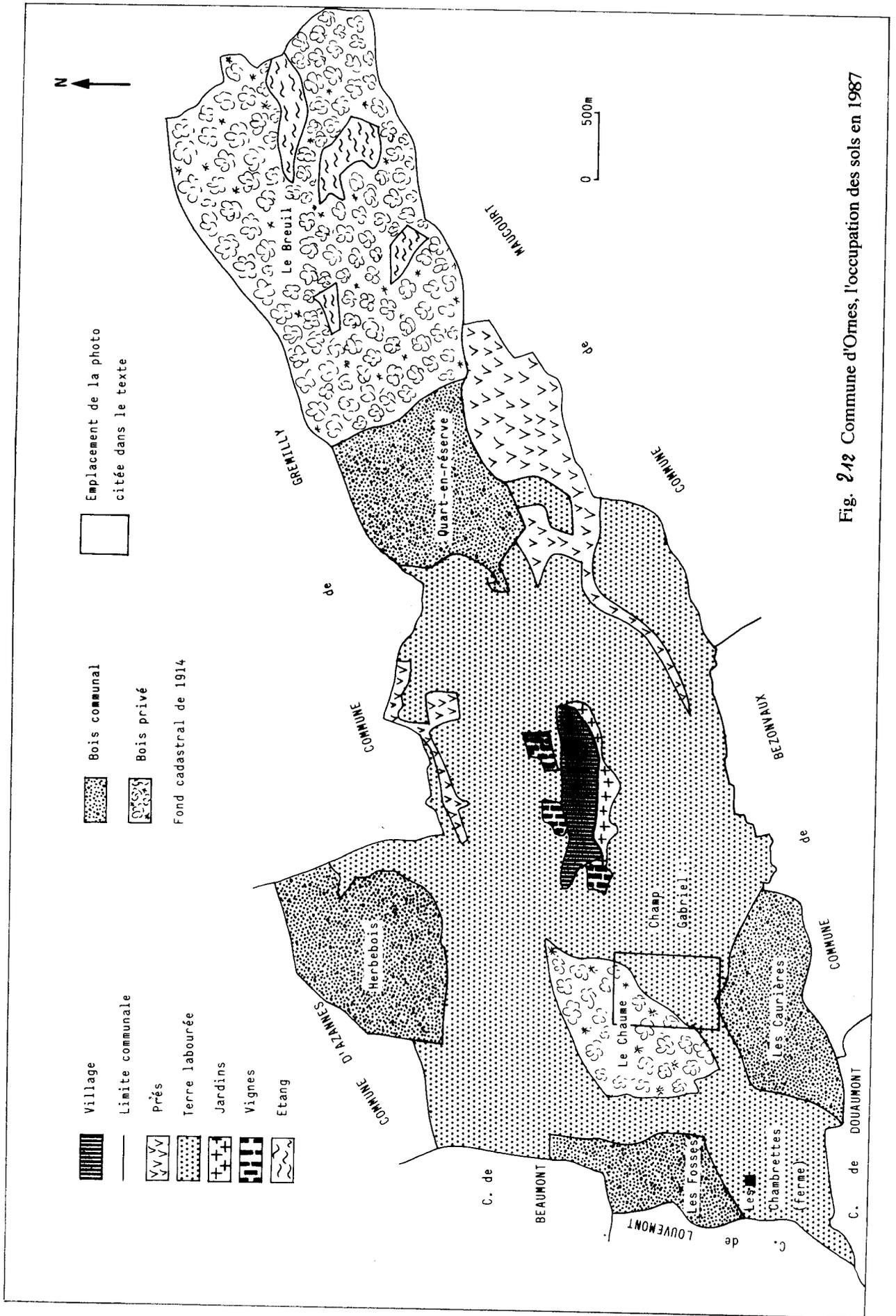


Fig. 242 Commune d'Ormes, l'occupation des sols en 1987

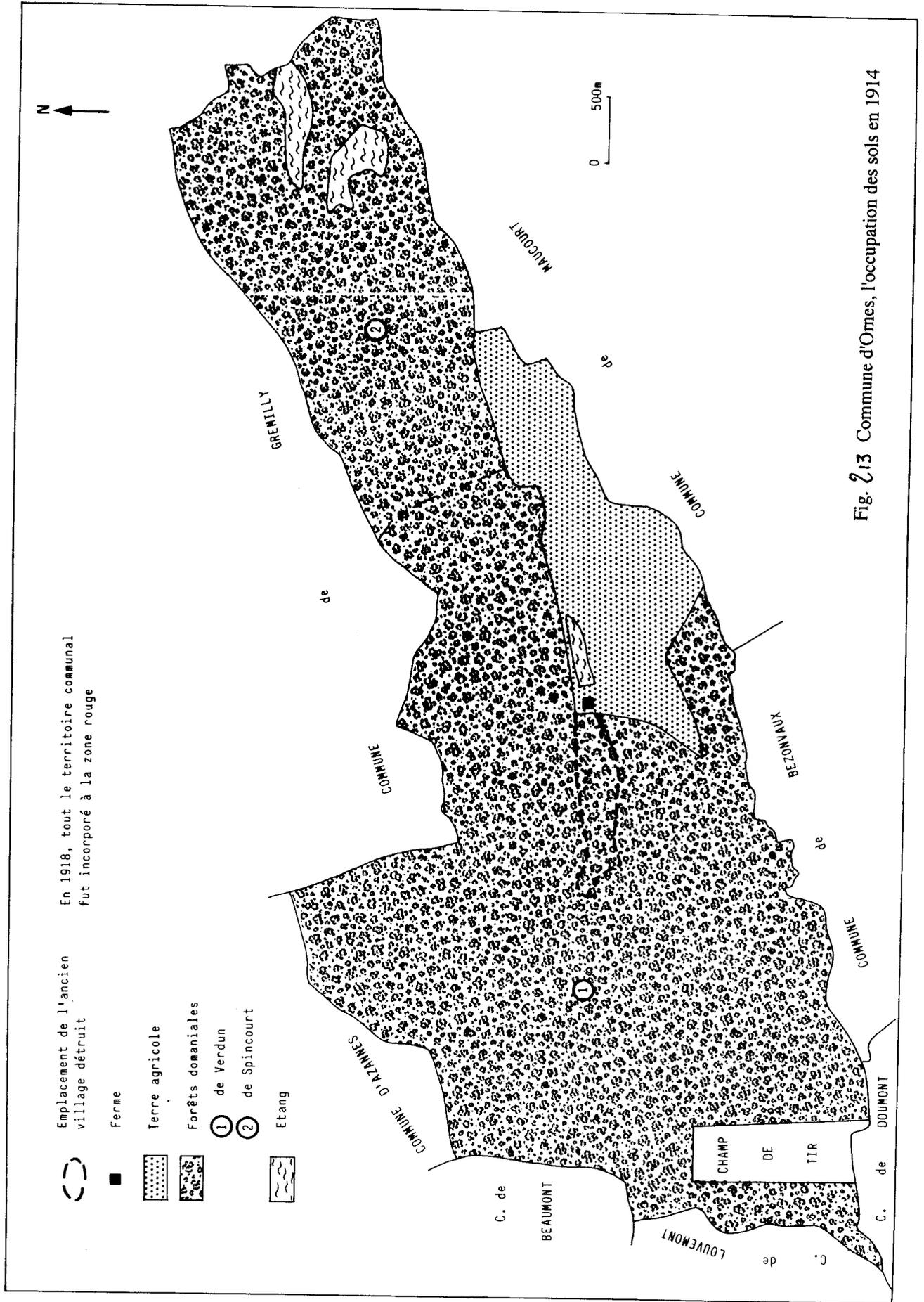


Fig. 213 Commune d'Ormes, l'occupation des sols en 1914

1.3. La mitraille, une présence spécifique et lancinante

Depuis la fin de la Grande Guerre l'hypothèque "mitraille" a pesé très lourdement sur l'économie forestière du Nord-Est de la France. Les deux guerres mondiales qui balayèrent la Lorraine ont porté le fer dans les peuplements (figure 05, p. 14). Chacune eut ses types d'armes. À la mitraille et aux shrapnells³⁸ de la première guerre répondirent les obus en 1940 et surtout les balles à lames d'acier de l'aviation durant les combats de libération de la France³⁹. Comment diagnostiquer un arbre mitraillé ? Les blessures, les dégradations biologiques et leurs conséquences sont depuis longtemps connues. Les cicatrifications étant rapides⁴⁰, souvent spectaculaires (photo du frontispice), seuls des examens attentifs permettent de repérer les marques extérieures ténues qui sont les signes de profondes dégradations internes des arbres survivants⁴¹ (photo 5.2, p. 379). Le critère de diamètre aussi est difficile à appliquer⁴² car les variables extrinsèques sont très nombreuses. Cette indétermination fit naître la notion de bois à *présomption* de mitraillage, expression vite détournée par la filière économique, marchands de bois en tête, en bois à *suspicion* de mitraillage. Alors les périmètres des forêts mitraillées eurent une fâcheuse tendance à s'étendre⁴³. Une malheureuse conséquence a été la "dissimulation réciproque" entre vendeurs et acheteurs de bois "mitraillés". A la dépréciation des produits ligneux du fait de la mitraille des deux guerres s'ajoute, sur les seuls fronts de la Grande Guerre, la dépréciation induite par le bouleversement des terrains. Le fait "mitraille" est ici présenté dans la seule problématique de la recherche. Les développements, les incidences biogéographiques de la forêt mitraillée et les solutions envisagées et appliquées pour éradiquer la mitraille sont étudiées au chapitre treize.

1.3.1. Caractères spécifiques d'une forêt mitraillée

Réalité ou suspicion de mitraillage handicapent lourdement les forêts. Les coûts de gestion sont augmentés et les revenus, durablement hypothéqués. L'accroissement en valeur des peuplements très mitraillés (en moyenne plus de 30 % des arbres touchés) est nul. Après un demi siècle, trois conséquences majeures : – la réduction de revenu, qui peut atteindre 60 à 70 % pour un taillis sous futaie à base de hêtres⁴⁴ ; – le peu d'intérêt du propriétaire, qu'il soit commune ou particulier, à conserver le peuplement sur pied ; - la perte de valeur du capital sur pied, au point que les dépenses de renouvellement ne sont plus autofinancées. Cette situation est surtout grave pour les taillis sous futaie, peuplements dominants. Le seuil semble se situer à 200 m³/ha de bois. Ces faits posent la question de l'octroi des aides et subventions spécifiques indispensables à la valorisation des bois mitraillés.

1.3.2. Tableau lorrain de la forêt mitraillée

a - Données générales pour la Lorraine

La carte générale de la forêt mitraillée en Lorraine (figure 05, p. 14) montre l'étendue du territoire touché. Les atteintes cumulées des deux guerres ne se superposent que sur un espace restreint. L'extension des mitraillages de la seconde guerre mondiale jointe à la difficulté de

³⁸ Shrapnell ou shrapnel, obus explosif chargé à balles sphériques de plomb, du nom de son inventeur anglais.

³⁹ Le record en la matière appartient aux Américains de la première armée, qui avança en 1945 derrière une véritable muraille d'acier (voir aussi l'artillerie engagée pour la libération de l'Argonne à la fin de 1918).

⁴⁰ Analyses dans le chapitre neuf. Voir Pierre GOUTTIN, "Les forêts mitraillées soixante ans après", *RFF*, XXXI, 1979, n°4, p. 318-322.

⁴¹ Ainsi, un pistolet mitrailleur presque intact fut découvert dans le tronc d'un sapin des Vosges.

⁴² P. GOUTTIN, article cité, avance que pour le chêne et le hêtre, en considérant un accroissement annuel moyen du diamètre de 0,5 cm, l'hypothèse d'une naissance après 1918 serait confortée par des diamètres supérieurs à 15 cm en 1948, à 30 cm en 1978, à 35 cm en 1988.

⁴³ Des étudiants en géographie (stagiaires à l'ONF et au CRPF) ont tenté d'évaluer les surfaces réellement affectées par les mitraillages : Nicolas COURTIER, "Les bois mitraillés dans l'aire du parc naturel régional de la Montagne de Reims", mémoire de maîtrise, univ. de Reims, 1989 ; Philippe DUBOIS, "Etude cartographique et biogéographique des bois privés mitraillés dans le département de la Marne", mémoire de maîtrise, univ. de Paris XII - Val de Marne, 1992.

⁴⁴ Office national des forêts, "La forêt mitraillée en Lorraine", compte-rendu de la tournée du Conseil d'administration de l'ONF en Lorraine, nov. 1987, document interne, n°7.

rendre compte avec certitude du phénomène dans les peuplements sont à l'origine des problèmes de la prise en charge. Les enquêtes toujours difficiles furent souvent reportées. La plus importante, réalisée en 1972 à l'échelon de la région Lorraine à l'initiative du service régional de l'Agriculture et de la Forêt (SRAF), portait sur les forêts placées sous le régime forestier, dont elle donnait l'état au premier janvier 1973. Elle reposait sur la connaissance de terrain des agents forestiers, sur les calepins, sur les catalogues de ventes pour les données de prix de vente et de retrait. Toute la région fut sollicitée. L'ajustement entrepris en 1987⁴⁵ tenait compte de l'avancement des travaux de purge dans les forêts soumises. La situation des départements lorrains en 1987 était la suivante (tableau 26).

Tableau 26
La forêt mitraillée en région lorraine, estimation 1987, en hectares

propriété	départements				total Lorraine	en % des surfaces totales
	54	55	57	88		
forêts domaniales	10 000	13 000	14 000	13 000	50 000	23
forêts communales	21 000	40 000	16 000	23 000	100 000	29
Total forêts publiques	31 000	53 000	30 000	36 000	150 000	26

b - A l'échelon du départemental de la Meuse

Des forêts soumises les forêts communales sont les plus touchées avec 74 % du total (tableau 27).

Tableau 27
La forêt mitraillée en Meuse, situation 1973

Propriétaires	nombre	surface (ha)
État	31	15 202
département	1	35
communes	260	39 213
section de commune	37	4 958
établissement public	8	440
total	337	59 848

Depuis cette date la superficie mitraillée n'a cessé de diminuer sous l'effet des purges menées lors des opérations de conversion des taillis sous futaie. En forêt domaniale elle était en 1985 de 12 700 ha, soit une diminution de 2 502 ha, 16 % ; en forêts des collectivités ses 40 000 ha représentaient une diminution de 4 611 ha, soit 10,3 %.

1.2.3. Placé au cœur du problème, le centre de gestion de Verdun

Le centre de Verdun de l'Office national des forêts gère 47 241 ha de forêts mitraillées, soit 79 % de la forêt mitraillée meusienne. Les peuplements mitraillés encore sur pied représentent 59 % des 80 000 ha de la surface boisée de la circonscription (tableau 28).

Tableau 28
Superficies des peuplements mitraillés, centre de gestion de Verdun

Forêts	Superficie mitraillée (ha)*			total	%	peuplements reconstitués**	Sup. mitraillée totale en 1918	%
	0-10 %	10-30 %	> à 30 %					
domaniales	1 558	5 996	5 349	12 903	27,3	505	13 408	0,04
communales	6 243	11 921	16 174	34 338	72,7	1 012	35 350	0,03
total	7 801	17 917	21 523	47 241	100	1 517	48 758	0,03
% par classe	16,5	37,9	45,6	100				

*en hectare par intensité de mitraille (0-10 % des arbres du peuplement, etc.)

** peuplements endommagés et reconstitués avant le 31/12/1973

Avec près de 73 % du total la propriété communale est la plus touchée. Les grandes forêts domaniales concernées sont celles de Sommedieue et de Spincourt. La proportion des

⁴⁵ ID, *ibid.*

peuplements reconstitués avant le 31 décembre 1973 était infime ; tout le travail restait à faire. La répartition de la mitraille par essences se calque sur la répartition des essences elles mêmes : 39% pour le chêne, 35 % pour le hêtre, 26 % pour les feuillus divers ; 45 ha de résineux, en forêt communale, sont atteints. Le poids de la mitraille varie selon les régions forestières : 8 159 ha pour l'Argonne sur 8 749 ha mitraillés en 1914, 24 159 ha sur 24 786 ha pour les Côtes et collines de Meuse, 12 643 ha sur 12 898 pour la Woëvre. Le taux de reconstitution des peuplements est faible, respectivement 6,7 %, 2,6 % et 2 %, toujours au léger bénéfice des forêts domaniales.

Dix-neuf forêts domaniales et communales (27 437 ha) gérées par les divisions Verdun nord et Verdun sud sont mitraillées. Les peuplements touchés couvrent 13 296 ha (48,5 % de la surface totale). Avec 13 214 ha et dix-sept forêts touchées le poids de la Grande Guerre est écrasant ; les dégâts de la seconde guerre mondiale ne comptent que pour 82 ha (0,6 % du total) sur les forêts de Juvigny et de Woëvre. Les atteintes sont massives ; les forêts communale de Baulny (27 ha) et domaniale de Grand-Pays (486 ha) sont marquées à 100 % de leur surface, les autres à plus de 70 %, sauf les deux néo-forêts de Verdun et du Mort-Homme. La majorité des dommages affecte plus de 10 % des arbres des peuplements concernés. La reconstitution fit surtout appel aux résineux, 505 ha pour 86 ha de feuillus, sans compter les 8 900 ha de plantations sur terres agricoles abandonnées dans les deux néo-forêts. Le poids de la mitraille n'a cessé de peser sur la gestion forestière. Depuis 1988 une carte de la mitraille est obligatoire dans le plan d'aménagement de toute forêt ayant été mitraillée⁴⁶.

⁴⁶ Office national des forêts, *Guide pratique pour l'élaboration des aménagements en Lorraine*, direction régionale, document interne, 1^{ère} éd. 1988, 2^{ème} éd. 1993.

2. LA FORET, LE MILITAIRE ET LA GUERRE

Là où existe la forêt toujours les militaires ont eu des préoccupations forestières, en état de paix comme sur le pied de guerre¹. Ils conduisent leurs actions dans le secret, dans la coopération ou en opposition avec la société civile. Beaucoup de paysages forestiers portent à des degrés divers, dans leurs périmètres comme leurs peuplements, les empreintes de ces préoccupations. Elles relèvent de trois facettes : - les caractères de l'objet forêt lui-même, qui impliquent exploration, évaluation, si possible compréhension d'un organisme vivant ; - les relations de la forêt avec son environnement ; - la mise en oeuvre de la forêt en environnement militaire.

2.1. Eléments de géo-histoire militaire de la forêt

L'action de l'homme dans le milieu naturel (écosystème au sens originel) se manifeste par des entrées énergétiques qui en modifient les équilibres². Le développement des sociétés est jalonné de grandes étapes énergétiques, que rappelle Jean DEMANGEOT reprenant les propositions de Pierre DANSEREAU³.

Tableau 29
Les grandes étapes énergétiques de l'histoire humaine

Événements	Consommation individuelle d'énergie (en thermie/jour)	Périodisation en Occident (P1 à P5)
Instrumentation, Chasse, pêche, cueillette	5	P1 : Paléolithique
Domestication animale nomadisme	8 à 10	P2 : Paléolithique sup., Néolithique
Agriculture, sédentarisation, sociétés rurales	12 à 25	P3 : du Néolithique au XVIIe siècle
Industrie, techniques, urbanisation	70 à 80	P4 : XVIIIe et XIXe siècles
Révolution cybernétique Action de l'homme sur les grands équilibres	200 - 220	P5 : Fin du XXe siècle

* 1 thermie = 10⁶ calories

Où situer la naissance de la guerre ? Pas au stade P2 si l'on prend en compte la remarque d'Alain JOXE : « La chasse n'est pas la guerre. La guerre est alors, plutôt, cette partie de la chasse où on se dispute le gibier entre groupes chasseurs, mais il est aisé d'éviter le contact »⁴. Reprenant la position la plus communément admise le préhistorien Gabriel CAMPS place son apparition au début du stade P3, dans la concurrence pour la terre cultivable, devenue la ressource⁵. La concurrence portait alors aussi bien sur la terre cultivée (par d'autres), donc la richesse, ce qui ferait de la guerre un instrument d'appropriation d'un espace déjà riche d'investissement énergétique sociétal, celui d'un groupe humain « brandissant des armes pour gérer le stock »⁶. **Partout et de tous temps** la forêt s'est inscrite et construite en contre-point des espaces ouverts dans les paysages mentaux,

¹ Le colloque *Forêt et Guerre*, organisé à la Sorbonne par le Groupe d'histoire des Forêts françaises en 1992 (An. CORVOL et J.-P. AMAT, *Forêt et Guerre*, Actes du colloque, Paris, L'Harmattan, 1994, 325 p.) a permis de faire le point des recherches engagées sur ce thème par des historiens, des historiens militaires, des géographes, des politologues, des stratèges et de dégager un bilan et des axes de recherche, J.-P. AMAT, "Conclusion générale", p. 287-291.

² J.-P. SARMANT, *Dictionnaire de physique*, op. cit., p. 116, voir introduction générale.

³ J. DEMANGEOT, *Les milieux « naturels » du globe*, Paris, Masson, 1994, 5^{ème} éd., p. 5.

⁴ A. JOXE, *Voyage aux sources de la guerre*, Paris, Puf, 1991, p. 45.

⁵ G. CAMPS, *La préhistoire*, Paris, Perrin, 1982, « Avec les réserves qu'impose toute affirmation péremptoire, écrit l'auteur page 311, on peut donc souscrire à la formulation devenue classique de l'apparition de la guerre au Néolithique ».

⁶ A. JOXE, op. cit., p. 45.

sociaux et politiques⁷. La membrane entre le monde ouvert et le monde fermé a été un lieu privilégié de frottement ou d'affrontement de l'homme avec les matières, les formes et les forces de la nature. Chez les premiers groupes qui séjournèrent sur ces interfaces le contact avec la forêt, la pénétration dans la forêt créaient des occasions d'inventions nécessaires aux expansions territoriales appuyées sur la conquête. La lisière, qu'elle fût barrière ou plage, mur ou gradient, ligne ou marche, traduisit vite un équilibre dynamique fluctuant entre les deux pôles de l'expansion ou de la contraction. Le militaire commença tôt l'investissement des bois, dans les forêts denses cambodgiennes ou latino-américaines, dans les savanes arborées des empires africains, dans les forêts feuillues européennes ; il le fit à toute échelle, de celle la clairière à celle des biomes⁸. En 216 av. J.C. dans la vaste *Silva litana* de la plaine du Pô les Boiens de Gaule cisalpine tendent une embuscade au général romain Postumius Albinus. Les Gaulois désarticulent la colonne romaine grâce à des abattis et on estime que furent plus de 20 000 les légionnaires massacrés⁹. Quelle entrée fracassante de la guerre en forêt dans l'histoire ! Durant la courte "Guerre d'Hiver" de 1939-40 avec l'URSS la Finlande trouva dans sa forêt infranchissable aux chars une alliée tant stratégique que tactique qui lui permit de résister simultanément sur plusieurs fronts¹⁰. La forêt bosniaque présenta récemment dans les montagnes autour de Sarajevo les paysages et les fonctions de sylvosystèmes militarisés et de polémo-sylvosystèmes¹¹.

Deux ouvrages récents d'histoire militaire permettent une première approche critique : comment traitent-ils de la forêt, sur quel plan, dans quel registre, pour quels thèmes ?¹²

2.1.1. La forêt dans le *Dictionnaire d'Art et d'Histoire militaire*

Le *Dictionnaire d'Art et d'Histoire militaire* d'André CORVISIER parut alors que se terminait une longue éclipse de la recherche universitaire en histoire militaire : « En cette fin du vingtième siècle, l'histoire militaire se ressent encore du discrédit qui l'a frappée entre 1925 et 1965 »¹³. Pour différentes raisons elle fut « quasiment évacuée de l'histoire par les universitaires et réduites par les militaires à des cours *ex cathedra* »¹⁴. L'intérêt que le géographe peut porter à cet ouvrage vient que ce dictionnaire non encyclopédique se propose : « sauf en ce qui concerne les articles les plus techniques, de donner le pas aux idées générales et de privilégier tout ce qui pouvait intégrer l'histoire militaire dans l'histoire générale, en quelque sorte de proposer un désenclavement de l'histoire militaire ». L'ouvrage propose des réflexions aux frontières de l'histoire militaire et de l'histoire générale ; et l'histoire des relations entre les militaires et la forêt ? Nous avons procédé en deux étapes¹⁵ : - inventorier les articles où *forêt* apparaît ; - préciser les thèmes et les lieux au sujet desquels le mot est cité. Quatre articles apparaissent.

= **CARTOGRAPHIE**. La seule mention de la forêt concerne la légende des cartes à vocation militaire : « Les hachures apparaissent au XVII^e siècle, mais sans aucune rigueur, ainsi que quelques symboles pour représenter **forêts**¹⁶, marécages, etc... » (p. 144). La forêt est un objet spatial. Pas d'information sur les périodes plus récentes.

= **PANIQUE**. Aux côtés de la nuit ou du ravin profond la forêt est un « environnement menaçant, impénétrable aux regards, [qui] favorise les méprises fatales » (p. 655)¹⁷, l'éclosion et l'extension de la panique. « Des troupes [...] expérimentées peuvent être sujettes à la panique quand elles se trouvent à découvert entre des **haies** et des **bois** qui leur masquent la progression de l'adversaire et où elles risquent de se voir couper

⁷ J.-P. AMAT, "La forêt, le militaire et la guerre", *La forêt, les savoirs et le citoyen*, Chalon-sur-Saône, Agence nationale de création rurale, 1995, p. 283-290.

⁸ Jean-Paul CHARNAY, "De la géographie militaire à la géopolitique", *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 9-18.

⁹ A. DEYBER, 1994, "Les Celtes et la forêt pendant la guerre des Gaules", *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 29-39.

¹⁰ J.-P. AMAT, "La forêt, le militaire et la guerre", art. cité, p. 283.

¹¹ Comme, dans l'actualité la plus immédiate, les forêts montagnardes du Kosovo.

¹² Il n'est pas question d'entrer ici dans une recherche systématique de l'apparition du thème *forêt* dans les écrits des historiens militaires ; ce vaste sujet relève d'autres problématiques. L'évocation ici faite est destinée à dresser un bref constat.

¹³ An. CORVISIER, *Dictionnaire d'Art et d'Histoire militaires*, Paris, PUF, 1988.

¹⁴ ID., *ibid.*, Introduction ; deux citations, p. V et p. VI.

¹⁵ L'absence d'un index des noms et d'une table des cartes et croquis rend difficile la recherche des références sur la forêt.

¹⁶ Tous les mots en gras sont soulignés par nous.

¹⁷ Article *Panique* rédigé par Jean CHAGNOT ; deux citations.

la retraite ». L'auteur cite deux batailles : « A Malplaquet, des **bosquets** et des ravins cloisonnaient le champ de bataille [...] à Bertrix¹⁸, ce fut en **pleine forêt** qu'une division allemande surprit de flanc et sur leurs arrières les artilleurs du 17^e corps d'armée ».

= **RUINES DE GUERRE**. Les destructions aux forêts sont évoquées à plusieurs reprises (p. 748-753). C'est la conséquence du passage des troupes : « Détérioration des routes par les passages de convois [...], **arbres coupés**, murailles et maisons abattues » ou des destructions tactiques : « **abattis d'arbres** sur les routes pour gêner la progression de l'adversaire ». L'auteur introduit une nette différence entre les impacts des guerres de mouvement et ceux des guerres de position. Après avoir noté que les guerres de mouvement « ne laissent généralement pas de traces durables », il tempère : « C'est le cas au moins jusqu'aux guerres du XX^e siècle ». Des champs de bataille sont « même restés intacts (par exemple Malplaquet, 1709, malgré les **abattis** pratiqués alors) »¹⁹. Dans les guerres de position, l'intensité des destructions « va jusqu'à modifier le paysage ». L'auteur consacre un paragraphe à la guerre de tranchées : « La ligne de front de 1914-1918 en France, ou "zone rouge", a laissé des traces visibles pendant très longtemps. Le champ de bataille de Verdun a vu disparaître des villages entiers, oblitéré le réseau routier et le cadastre anciens, laissé des étendues devenues dangereuses car le sol y reste encore truffé de projectiles et mines non éclatés. Sur les hauteurs, les sols, dénudés par les combats, ont repris lentement leur **vocation forestière** ancienne, après une longue transition caractérisée par des **taillis** » (p. 750). Dans les remarques sur l'évaluation des ruines il n'est pas fait mention de la forêt²⁰.

= **SERVITUDES MILITAIRES**. L'auteur de l'article présente (p. 782) la législation des travaux mixtes²¹. Le rôle de la commission mixte des Travaux publics dans le contrôle de l'espace forestier n'apparaît que par le contrepoint de celui-ci, le défrichement : « Entrent dans le ressort de la commission (mixte) [...] les projets de défrichement » qui doivent être autorisés²².

2.1.2. La forêt dans l'Histoire militaire de la France

La forêt est peu présente dans des quatre tomes de *l'Histoire militaire de la France*²³. Examinons les références et notations intéressantes.

a - Dans le tome 1 (Des origines à 1715) deux croquis concernent des batailles dans la conduite desquelles la forêt fut impliquée, Azincourt en 1415 au nord-est de Montreuil-sur-mer (figure 214, p. 108) et Malplaquet en 1709 au nord-est de Bavay (figure 215, p. 108)²⁴. Dans le texte d'une page consacré à la défaite française d'Azincourt les aspects physiques du champ de bataille concernent « l'état du terrain, le sol détremé où s'enfonçaient des combattants français empêtrés dans des armures trop lourdes » et « la trop grande exigüité du champ de bataille », sans que soit mentionné le rôle de couloir et de canalisation jouée par les deux petits bois. Par contre le récit d'un auteur contemporain expliquerait l'épuisement physique des Français par une nuit passée dans la boue puis le fait que « le lendemain, [ils] marchèrent au travers d'un grand guéret à l'encontre de leurs ennemis [...] »²⁵, sans qu'il soit possible de localiser cette lande. La bataille de Malplaquet, « sanglante bataille frontale » (p. 533), n'est pas présentée. Pourtant la carte montre la cohérence de l'utilisation de l'espace forestier : « Aussi le maréchal de Villars avait-il judicieusement posté son infanterie dans un espace légèrement surélevé de 1 900 m de large, avec, à sa gauche, le bois de Sars au nord-ouest, et, à sa droite, le bois de Lanière au sud-est »²⁶. Utilisation aussi du milieu boisé car les peuplements forestiers contribuèrent à la préparation tactique du combat : « la troupe mit à profit une journée de répit avant le combat pour couper branches et troncs »²⁷ afin de réaliser des défenses accessoires ; une partie de la

¹⁸ Bataille des frontières d'août-septembre 1914, voir chapitre neuf, § 1.

¹⁹ Sur la bataille de Malplaquet Jean CHAGNOT écrit par ailleurs : « Aux deux ailes, cependant, la troupe mit à profit une journée de répit avant le combat pour couper branches et troncs : cette pratique était un véritable saccage », "Les armées françaises aux prises avec la forêt : De Malplaquet à Wilhemstadt (1709-1762)", *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 41-47.

²⁰ « On évalua (...) à près de trois millions d'hectares de terres cultivables dont certaines irrécupérables, car les bombardements d'artillerie avaient souvent mis la roche à nu [...] », p. 752.

²¹ Analyse de la commission mixte des travaux publics au chapitre six.

²² Article rédigé par Jean-Marie GOENAGA, p. 781-783. La présentation et le rôle de la commission mixte des Travaux publics sont exposés au chapitre six.

²³ La publication de cet ouvrage s'échelonna de 1992 à 1994.

²⁴ *HMF*, tome 1, p. 180 et 534, sans renvoi en légende.

²⁵ D'après Jean de BUEIL, *Le Jouvenel*, rédigé vers 1470.

²⁶ J. CHAGNOT, phrase citée à la note 19.

²⁷ ID., *ibid.*, p. 42 ; deux citations.

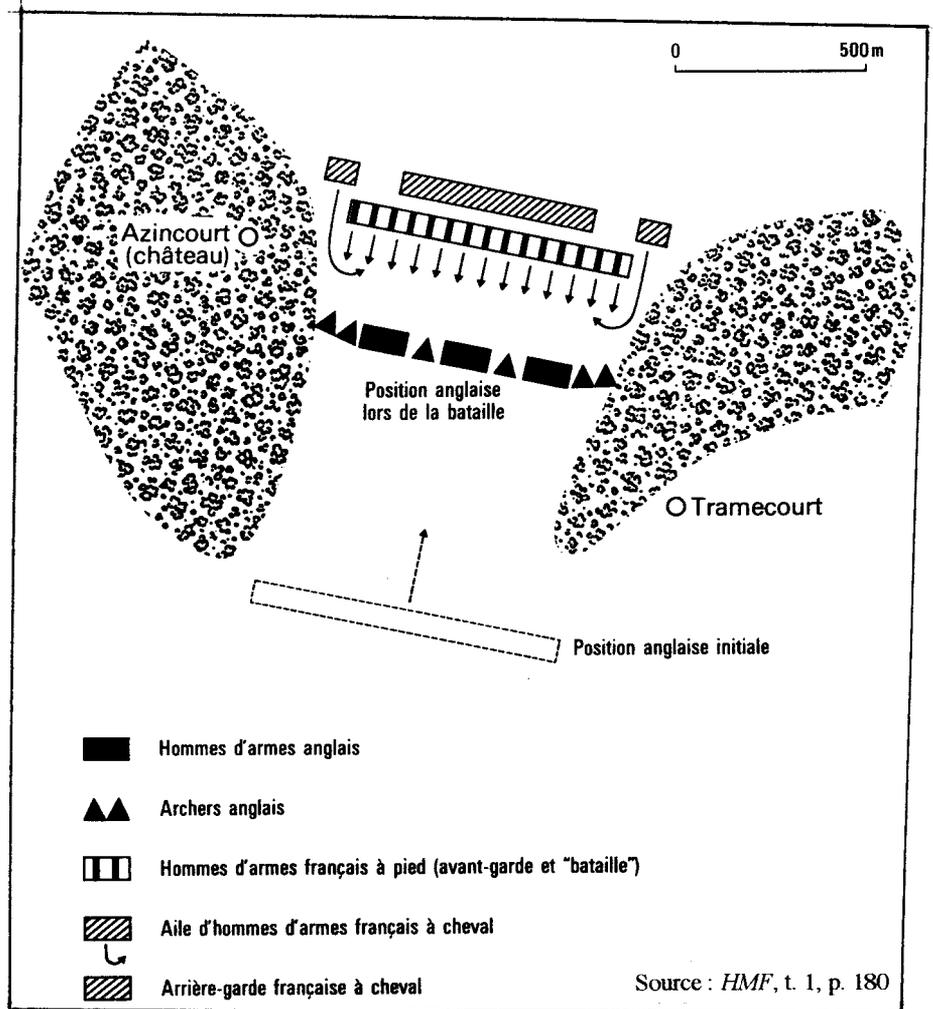
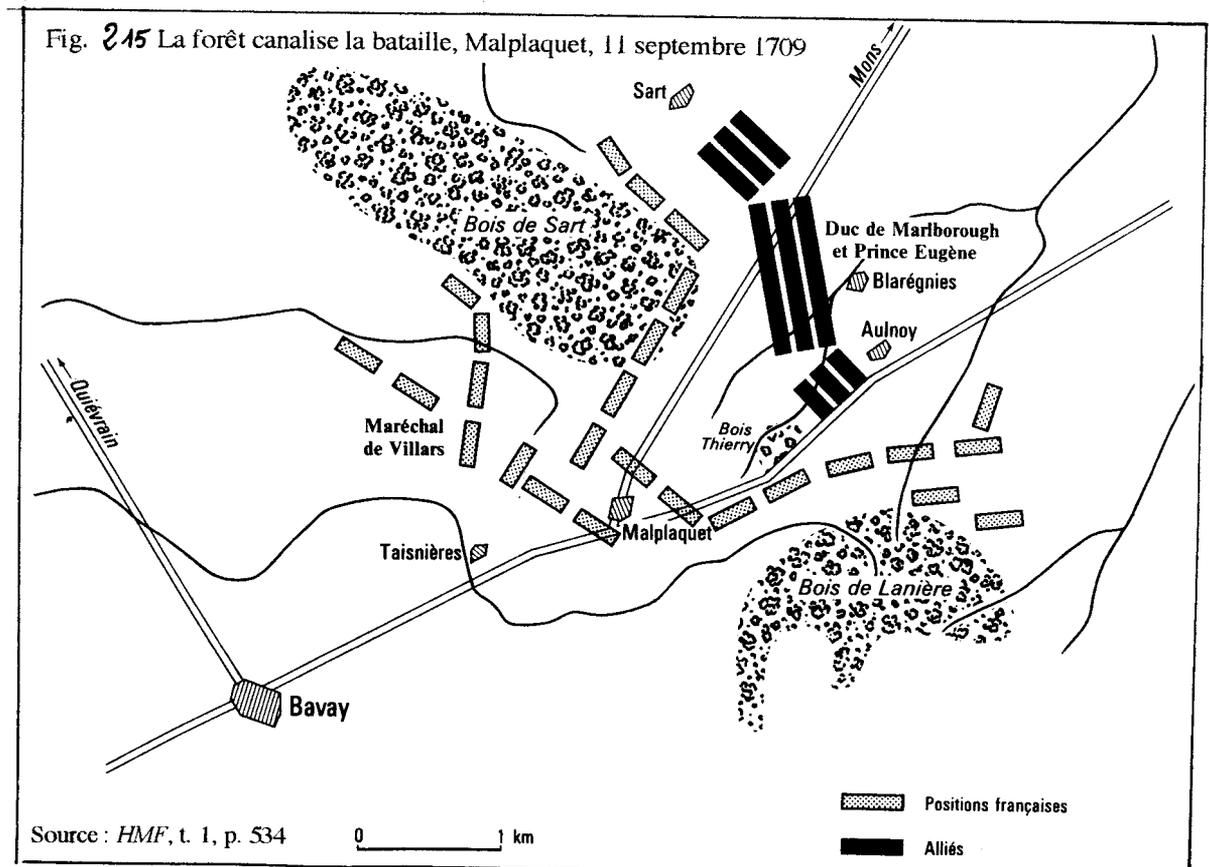


Fig. 214 La forêt fixe la bataille, Azincourt, 25 octobre 1415



coupe servit « à couronner les épaulements des retranchements creusés à coups de pelle, à l'abri desquels était postée l'infanterie ».

b - La rédaction du tome 2 (de 1715 à 1871), sous la direction du général Jean DELMAS, coïncida avec les premiers résultats de nos recherches dans les archives du génie²⁸, qui furent utilisés dans le chapitre xx "L'organisation défensive du territoire" : « Dépouillant les dossiers de demandes d'autorisation de défrichement dans trois départements (Ardennes, Meuse et Marne) entre 1853 et 1870, le géographe J.-P. Amat a calculé que l'autorisation de défrichement avait été refusé pour 5 580 ha soit 54 % des surfaces qui faisaient l'objet de demandes »²⁹.

c - Le tome 3 (de 1871 à 1940) contient quelques références.

+ Dans le chapitre 2 "Le bouclier" certains éléments d'analyse concernant les forêts sur la zone frontalière et leur rôle dans les trouées sont repris de nos travaux³⁰.

+ L'analyse des batailles perdues par l'armée française du 10 mai au 8 juin 1940 rappelle les champs de bataille de 1914. La bataille de Belgique « s'engage dans les conditions rendues encore plus délicates par l'existence d'une menace sur les arrières du premier groupe d'armées engagées en Belgique. Entre Liège et Charleville, la forêt n'est tenue que par un léger rideau de troupes. Elle constitue une trouée de même nature que les trouées de Charmes et de Stenay du système Séré de Rivières »³¹.

+ Hormis les deux illustrations de la bataille de Verdun³², les cartes n'apportent guère d'informations sur les forêts³³.

d - Le tome 4 (de 1940 à nos jours) n'aborde que rarement le fait forestier. - Sur le champ de bataille de la seconde guerre mondiale est uniquement rappelé le rôle de la forêt d'Ecouvès dans les combats livrés par la 2^e DB³⁴. - La forêt est replacée dans un cadre physique général, sous ses deux états de jungle et de brousse, dans l'évocation du cadre physique du théâtre de la guerre indochinoise³⁵. - La carte "Permanences : le premier cercle, le sanctuaire national"³⁶ évoque le rôle essentiel dans l'histoire des régions du nord-est de la France. Dans sa légende à quatre entrées, *Bataille* (les grandes batailles de l'histoire), *Fleuve stratégique*, *Marais*, *Escarpe* (principales cuestas)³⁷, la forêt n'est pas citée.

Nous évoquerons un seul ouvrage plus spécialisé. Dans *La guerre au Moyen Age* Philippe CONTAMINE livre quelques réflexions sur les fonctions de la forêt dans le système militaire et la guerre médiévale³⁸ ; ainsi le chapitre VII, *Art militaire*, dans sa partie II, "Stratégie

²⁸ Et la présentation du thème de recherche *Forêt et aménagement du territoire dans l'est de la France entre 1870 et 1914* à la commission française d'Histoire militaire.

²⁹ HMF, op. cit., tome 2, p. 477.

³⁰ Jean-Charles JAUFFRET, auteur du chapitre, écrit : « Cet intérêt pour les Côtes de Meuse provient d'un choix stratégique initial : couvrir et manœuvrer en se servant du relief et d'épais massifs forestiers [...] La [...] trouée de Charmes [...] canalise l'avance ennemie dans d'étroits couloirs flanqués de grandes forêts de plaine et de secteurs inondables et marécageux », HMF, tome 3, chapitre 2, p. 31 ; voir J.-P. AMAT, "Guerre et milieux naturels ; les forêts meurtrières de l'Est de la France, 70 ans après Verdun", *L'Espace géographique*, 1987, n° 3, p. 217-233, article cité en orientation bibliographique, HMF, tome 3, p. 483.

³¹ HMF, tome 3, p. 392 ; souligné par nous.

³² Cartes 7 et 8 du front de Verdun, HMF, t. 3, p. 172 et 173, reprises de l'ouvrage du maréchal PÉTAINE, *La bataille de Verdun*, Paris, Payot, 1929.

³³ HMF, t. 3, p. 10, *Plan de concentration numéro XIII (1895)*, p. 167, *Le front immobile*, p. 174, *La bataille de la Somme en juillet 1916*, (source PÉTAINE, *ibid.*), p. 366, *Les fortifications en 1939*. (pas de donnée sur les forêts alors que sont portés les obstacles naturels des zones inondables, trouée de la Sarre et Valenciennes). Une seule référence forestière dans l'index, *Forêt noire* (au sujet du plan stratégique de 1924).

³⁴ « Le 12 [août], Leclerc entre dans Alençon et reçoit l'ordre de s'emparer d'Argentan dans la zone réservée aux Britanniques qui piétinent au nord de Falaise. Il lui faut franchir la forêt d'Ecouvès que défend opiniâtement la 116^e Pz », HMF, tome 4, chap. IV, p. 203.

³⁵ « La diversité des terrains [...] le climat difficile et un milieu généralement peu favorable mettent à rude épreuve une troupe [...] qui doit s'adapter. La jungle et la brousse, la rizière et la montagne, les sables des lagunes et les forêts-clairières, les arroyos et les marécages sont les paysages sans cesse parcourus sous un soleil brûlant comme sous un crachin pénétrant », HMF, tome 4, chap. VI, p. 316.

³⁶ Cette carte est suivie des cartes "Permanences : le deuxième cercle, le glacis euro-méditerranéen" et "Permanences : le troisième cercle, la présence au monde", HMF, tome 4, introduction au chap. VIII, *Conduire la défense : les institutions, les forces, les alliances*, p. 358, 359 et 360-361.

³⁷ Un cinquième symbole de la carte indiquant les massifs montagneux n'est pas légendé.

³⁸ Ph. CONTAMINE, *La guerre au Moyen Age*, Paris, PUF, 1986, 2^e éd. L'index ne contient pas d'entrée spécifique forêt .

: la maîtrise de l'espace et du temps" et sa partie III, "Tactique : la bataille rangée"³⁹. L'auteur propose une analyse tactique de la bataille rangée à partir de l'exemple de la bataille de Morat en 1476 : après la présentation des troupes des belligérants, des modes de combat et des ordres de bataille de Charles le Téméraire, il souligne que Charles tint compte dans la disposition de celles-ci de « la nature accidentée du terrain », de son « souci de s'adapter à la réalité tant du terrain que de l'adversaire ». Une carte donne le plan de la bataille (figure 216, p. *AM*). Les trois entrées "végétales" de la légende, *Haies*, *Bois actuels* et *Étendue des bois à l'époque (reconstitution)* permettent de lire la modification de l'espace forestier depuis la fin du XV^e siècle. La rugosité du terrain introduite par les couverts linéaires ou surfaciques⁴⁰ est bien suggérée, ainsi que l'utilisation tactique des couverts : débouché, même s'il est supposé, de l'attaque suisse ; position défensive de l'armée de Charles, la forêt en ados du corps de bataille, la ligne de haies entre le corps de fantassins et celui des archers.

2.2. Les forêts sont limites et frontières

La forêt élément constitutif de limites et de frontières⁴¹ est un thème interdisciplinaire qui a suscité de nombreuses avancées conceptuelles, en historiographie comme en géographie. Depuis les travaux de Roger DION sur les forêts frontières de la France⁴², la recherche a suivi plusieurs voies : extension à d'autres espaces⁴³, exploration des contextes géopolitiques⁴⁴, sociaux et économiques, reconstitution des cadres de vie des populations, cartographie dynamique et évolutive, approfondissements pluridisciplinaires. Une synthèse géo-historique a été proposée pour les forêts du Nord et du Nord-Ouest de la France par Jean-Jacques DUBOIS et Jean-Pierre RENARD⁴⁵, qui montrent que les marches forestières sont une caractéristique des périphéries de systèmes politique.

2.2.1. Limites et frontières sont forestières

Marches primitives de l'Antiquité, grandes haies forestières médiévales d'organisation défensive d'ensembles de finages comme celles de l'Avesnois-Thiérarchie – dont le modèle semble être en Europe centrale – affirment « la présence d'une autorité militaire et politique sur les marges d'une principauté ou d'un État »⁴⁶. Dans leur expansion vers le sud les Russes annexèrent au milieu du XVI^e siècle l'État Tatar de Kazan. Une première ligne fortifiée fut établie, dans la steppe au sud, dans la forêt à l'est : « C'est là qu'au moyen de clairières ouvertes dans les forêts furent tracées des lignes continues patrouillées, les *zaseka* ou bois coupés. [...] A mesure de la progression militaire furent établies des barrières successives, ponctuées de villes neuves abritant des garnisons, et parcourues de détachements mobiles recrutés chez les Tatars et les paysans russes »⁴⁷. Très tôt en Europe occidentale, dans les pays de riches emblavures tels Flandres, Picardie, Beauce, Poitou, la forêt devient une masse tampon, une ouate à qui est dévolue d'absorber les trop-plein, une graisse pour atténuer les frictions, un lieu où la marginalité sociale se mue en marginalité spatiale. Un espace de tous les possibles, où « les populations hésitent sur leurs fidélités »⁴⁸ où se hasardent et se nouent contacts ou échanges, se dénouent des conflits. Le militaire y a ses postes. L'index de l'ouvrage de

³⁹ ID., *ibid.*, p. 365 à 389 ; deux citations, p. 385 et 387.

⁴⁰ Le développement de ces deux thèmes est entrepris aux chapitres sept et neuf.

⁴¹ Exploration de ces deux notions par Michel FOUCHER, *Fronts et frontières*, Paris, Fayard, 1988, premier chapitre, "L'invention des frontières", p. 29-47.

⁴² R. DION, *Les frontières naturelles de la France*, Paris, Hachette, 1947, rééd. G. Monfort, 1979.

⁴³ Pierre DEFFONTAINES, *L'homme et la forêt*, Paris, NRF Gallimard, 1969, 2^e éd., p. 20-22.

⁴⁴ Jacques ANCEL, *Manuel géographique de politique européenne*, Paris, Delagrave, 2 tomes, 1936 et 1940 ; *Géographie des frontières*, Paris, NRF Gallimard, 8^e éd., 1938 ; M. FOUCHER, *Fronts et frontières*, op. cit.

⁴⁵ J.-J. DUBOIS et J.-P. RENARD, "Forêts et frontières : quelques réflexions pour une étude causale et évolutive", *Espaces, Populations, Sociétés*, 1984, n° 1, p. 25-42 ; travaux repris dans J.-J. DUBOIS, *Espaces et milieux forestiers dans le Nord de la France*, thèse pour le doctorat d'État ès Lettres et Sciences humaines, mention Géographique, Lille, 1989, "Septième chapitre : des forêts-frontières...", p. 495-559.

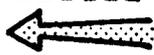
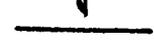
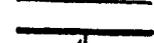
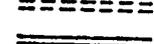
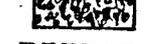
⁴⁶ J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 505.

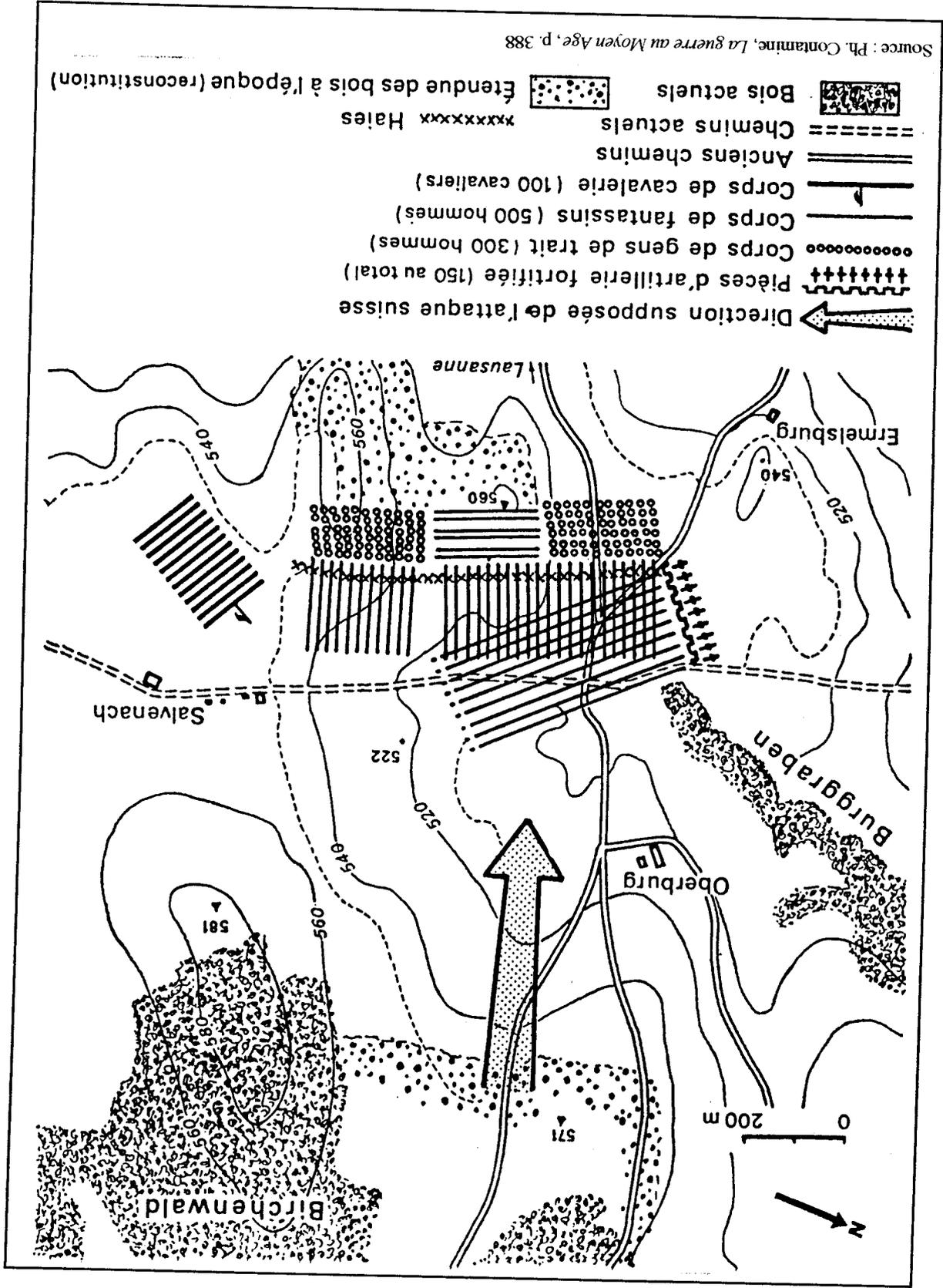
⁴⁷ M. FOUCHER, *Fronts et frontières*, op. cit., p. 45 ; « [...] zaceki, forêts en défens, renforcées par des abattis d'arbres » note P. DEFFONTAINES, *op. cit.* notait 43, p. 21, repris par J.-J. DUBOIS, op. cit., p. 506.

⁴⁸ B. GUÉNÉE, "Des limites féodales aux frontières politiques", in Pierre NORA (direct.), *Les lieux de mémoire, II. La Nation*, Paris, Gallimard, 1986, p. 11-33.

Fig. 216 Forêt et tactique à la bataille de Morat, 1476

Source : Ph. Contamine, *La guerre au Moyen Age*, p. 388

-  Direction supposée de l'attaque suisse
-  Pièces d'artillerie fortifiée (150 au total)
-  Corps de gens de trait (300 hommes)
-  Corps de fantassins (500 hommes)
-  Corps de cavalerie (100 cavaliers)
-  Anciens chemins
-  Chemins actuels
-  Bois actuels
-  Haies
-  Etenue des bois à l'époque (reconstitution)



Daniel NORDMAN *Frontières de France*⁴⁹ compte seize références à la forêt et dix-sept aux bois. La forêt est limite (7 références), borne (3), "départ" (1) ou ligne (1) ; c'est un lieu de conflits ou de revendications politiques ou économiques (9), un gisement de ressources (8), un cadre d'échanges (4).

Les limites sont des cordons forestiers qui ceignent des clairières occupées chacune par un groupement humain, zone vague et neutre, "désert-frontière" illustré en 1911 par Paul VIDAL DE LA BLACHE : « Entre le Poitou et la Saintonge, une série de bois, échelonnés de Surgères à la Rochefoucault, laisse encore apercevoir l'antique séparation de deux provinces et de deux peuples »⁵⁰. Une ceinture forestière couvre aussi les marges nord-orientales de l'Ile-de-France : « Sur le territoire de la Gaule mérovingienne (...) la forêt qui protège au Nord la région de Paris était encore bien plus étendue et d'un seul tenant. Elle allait jusqu'au delà de l'Aisne, jusque dans le Laonnois et jusque dans la Thiérache, jusqu'à la grande "Forêt Charbonnière", à la forêt des Ardennes »⁵¹. Et le massif se prolongeait vers le sud, « les forêts de Compiègne, d'Halatte, d'Ermenonville et de Chantilly [formant] primitivement une sylve continue avec la forêt de Retz » ou de Villers-Cotterêts⁵². Les limites sont aussi des marches forestières. En Europe balkanique, exception faite des pays de l'ex-Yougoslavie dont le déboisement, considérable depuis l'antiquité, s'est accéléré au début du XIX^e siècle, c'est « aux confins militaires de Croatie et de Slavonie, [que la] forêt a été protégée car elle constituait un obstacle à la progression des Turcs et une zone où se réfugiaient les populations »⁵³. En Croatie ce sont les soldats serbes installés sur ces confins qui bloquent toute tentative de pénétration turque pendant plus d'un siècle (1538 - 1683) ; mis sur le pied de guerre à la moindre alerte ils combattent au besoin en forêt. Par ailleurs la Slavonie militaire, entre Drave et Save, fonde son essor au début du XVII^e siècle sur l'utilisation économique et militaire de la forêt humide de plaine inondable. Bien adapté au combat défensif ce type de forêt contribue autant à la fortification des confins qu'au développement des communautés rurales qui vivent sur ses marges.

2.2.2. Les forêts veillent aux frontières

« La frontière est une isobare politique, qui fixe, pour un temps, l'équilibre entre deux pressions : équilibre des masses, équilibre des forces » écrivait le géographe Jacques ANCEL à la veille de la seconde guerre mondiale⁵⁴. La forêt, prise ici au sens d'espace boisé et non de milieu sylvatique, est une composante de l'espace frontalier, un « organe périphérique de défense »⁵⁵. Cet obstacle simple – le "mur" forestier – peut au besoin être renforcé par association⁵⁶. Une fortification linéaire comme le fossé est une solution facile. Philippe CONTAMINE cite les « Fossés-le-Roi, dans le Perche, qui, s'appuyant sur l'Avre et la Sarthe, s'étendaient de Nonancourt au Mêle-sur-Sarthe »⁵⁷. Sur quelques kilomètres en bordure de l'Iton ces fossés s'appuient à la forêt du Perche. Dans sa thèse Jean-Jacques DUBOIS retrace l'historique des relations entre forêts et frontière dans les provinces du Nord de la France. Il montre qu'au Bas Moyen Age de nombreuses forêts-frontières s'intègrent dans les formations territoriales politiques en construction ; elles abritent des franges pionnières qui « se caractérisent par une coïncidence entre les

⁴⁹ D. NORDMAN, *Frontières de France. De l'espace au territoire, XVI^e-XIX^e siècle*, Paris, Gallimard, 1998.

⁵⁰ P. VIDAL DE LA BLACHE, *Tableau de la géographie de la France*, tome premier de *Histoire de France*, Er. LAVISSE, Paris, Hachette, 1911 ; réédition 1979.

⁵¹ L'antique forêt Charbonnière « dont la forêt de Soignes, les fagnes de la région d'Avesnes, de Trélon, de Fourmies ou de Chimay et la forêt de Mormal sont les vestiges » écrit D. NORDMAN, *Frontières de France...*, op. cit., p. 271.

⁵² Cette forêt « paraît avoir deux noms, mais l'un n'est que la déformation de l'autre » L'étymologie est rappelée par Jean BRUNHES, "Géographie humaine de la France", premier volume de *Histoire de la Nation française*, Paris, Plon, 1920, p. 382 : « La carte du dépôt de la guerre au 80 000^e porte : *Forêt domaniale de Retz*. Or le plus vieux nom était *Cot de Retz*, ce qui signifie tout simplement forêt de Retz ; et le suffixe de la ville de Villers-Cotterêts est un "fossile" authentique". Cot, ancien mot celtique a été traduit en latin par Cotia, ou Cautia, ces mots exprimant la forêt. De cette racine est issu le nom de Cuise ; de ses dérivés, Cauciacus, Cuissiacus, un grand nombre de toponymes : Coucy, Choisy, Quincy, Cuissy, Cuisy.

⁵³ Jean NOUZILLE, "La forêt, élément défensif des confins autrichiens (XVI^e-XIX^e siècles)", in *Forêt et Guerre*, Paris, L'Harmattan, 1994, p. 85-92.

⁵⁴ J. ANCEL, *Géographie des frontières*, op. cit., 1938.

⁵⁵ R. DION, *Les frontières naturelles...*, op. cit., p. 88.

⁵⁶ Ce thème est développé et conceptualisé au chapitre sept.

⁵⁷ Ph. CONTAMINE, *La guerre au Moyen Age*, op. cit., p. 369. Une carte (p. 370) de la frontière entre Perche et Normandie au XII^e siècle montre les relations entre ce fossé et les forêts.

paysages ruraux et les structures socio-politiques locales »⁵⁸ ; ainsi des forêts de la frontière septentrionale de la Normandie, forêts d'Eu, de Bray, de Lyons et de Thelle. Du XV^e au XVIII^e siècles le rôle défensif des massifs forestiers fut modeste sur les "glacis militaires frontaliers". L'auteur montre que ces forêts passèrent du statut de forêts-frontières à celui de forêts frontalières « qui furent intégrées dans une stratégie militaire, non plus à l'échelle d'une seigneurie ou d'une petite province, mais dans le cadre du Nord du royaume de France »⁵⁹. Leur rôle économique fut décisif car elles fournissaient le bois pour la construction, l'aménagement et l'entretien des places-fortes ; une carte à l'échelle régionale montre cette complémentarité entre la ressource ligneuse et les aménagements militaires (figure 217, p. 114). Ces fonctions tenues par la forêt dans le Pré carré sont peu évoquées par les historiens militaires eu égard à l'importance des études consacrées à l'autre élément du milieu naturel qu'est l'hydrographie⁶⁰. Les analyses de l'auteur concernant l'époque contemporaine sont rappelées au chapitre sept. Dans la conclusion du chapitre consacré aux forêts-frontières J.-J. DUBOIS traduit sous forme d'un diagramme de causalité les interactions multiples entre certains héritages historiques et le fonctionnement actuel d'un système forestier-frontalier (figure 218, p. 115)⁶¹. Ce diagramme met en évidence que « la notion de forêt-frontière traduit une relation entre un environnement forestier et un système régional frontalier, plus ou moins marginalisé par rapport aux entités étatiques qui s'y affrontent »⁶². La partie haute du tableau "Héritage de systèmes d'organisation du territoire" montre les processus de pérennisation d'un environnement forestier par un réseau de "connivences" entre données/contraintes naturelles et attitude des propriétaires forestiers, dont l'objectif de protection stratégique. La conséquence est l'établissement de communes frontalières. La partie basse du tableau, "Depuis un siècle, affirmation d'un système dissuasif : une évolution inévitable" montre les processus successifs et leurs rétroactions qui conduisent au dépeuplement puis au repli et à la contraction de l'espace vécu ; la marginalisation des espaces forestiers frontaliers est acquise.

Nos propres recherches envisagent les conséquences après 1870 de la rupture de ces équilibres de pression évoqués par Jacques ANCEL et le rôle de la forêt dans la constitution de la frontière franco-allemande issue du traité de Francfort. Un nouvel espace physique sous-tend la nouvelle membrane politique et la forêt se révèle à travers le prisme de ses multiples fonctions, obstacle, écran, môle, lieu d'observation, ressource économique, un enjeu territorial dès les premières discussions sur le tracé de la frontière (chapitres sept et huit).

⁵⁸ J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 531.

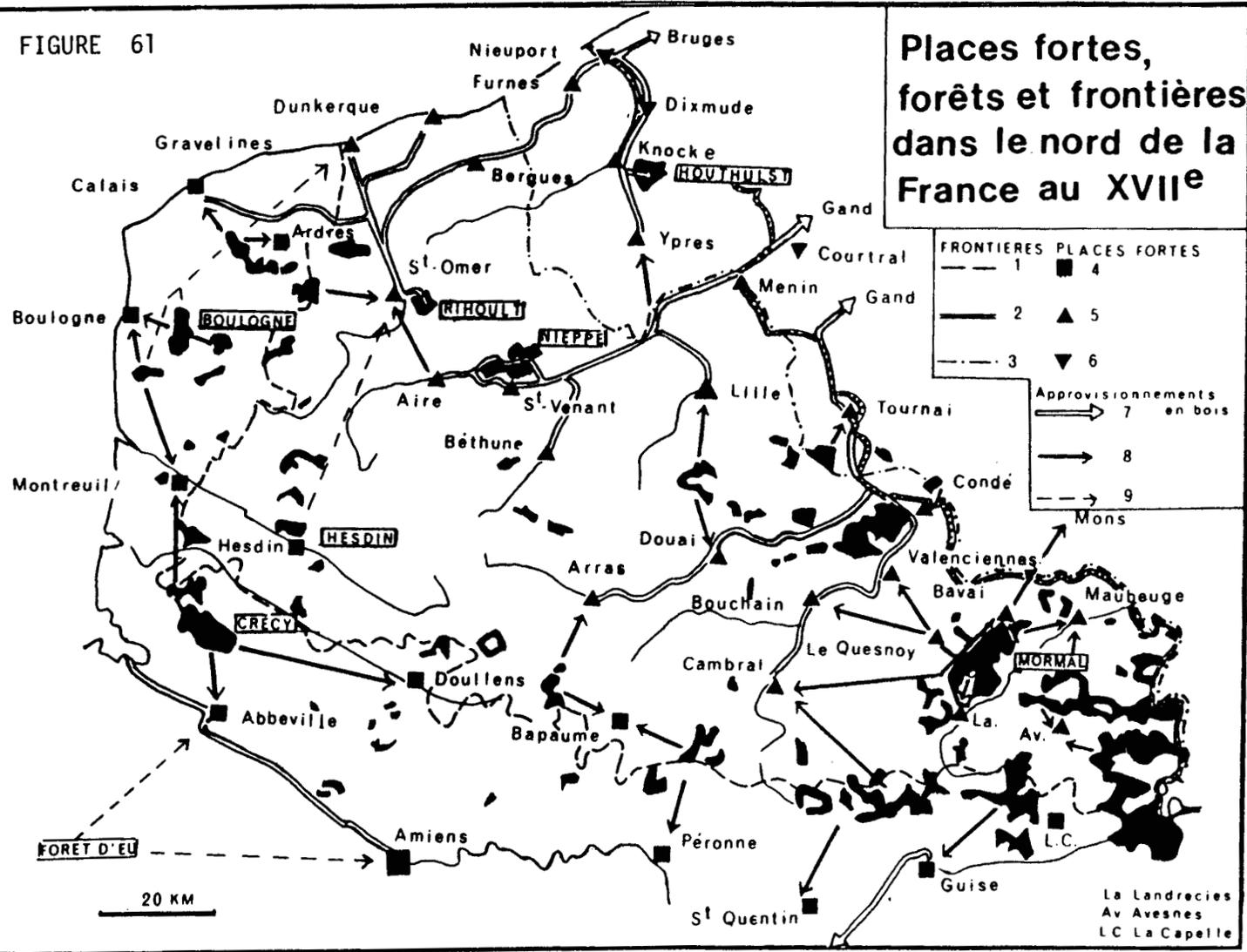
⁵⁹ ID., *ibid.*, p. 543.

⁶⁰ Col. Pierre ROCOLLE, "La réalisation du Pré carré", in *Vauban réformateur*, Paris, Association Vauban, 1993, p. 41-48 ; Jean MESQUI, "Vauban et le projet de transport fluvial", *ibid.*, p. 62-75 ; Louis TRÉNARD, "La navigation en Flandres : projets et réalisation de Vauban", *ibid.*, p. 76-91. Notons aussi que, sur un autre registre, ce colloque met en lumière le Vauban forestier visionnaire : An. CORVOL, "Vauban et la forêt", *ibid.*, p. 159-169.

⁶¹ J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 558.

⁶² ID., *ibid.*, p. 557.

FIGURE 61



LÉGENDE

- 1 - Frontière du royaume de France avant le traité des Pyrénées (1659)
- 2 - Après le traité de Nimègue (1678)
- 3 - Après le traité d'Utrecht (1713)
- 4 - Villes fortifiées liées à la frontière du XVI^e siècle
- 5 - Places fortes du "Pré Carré Vauban"
- 6 - Places fortes des Pays Bas Espagnols
- 7 - Approvisionnements en bois des places fortifiées par voie d'eau
- 8 - Approvisionnements par roulage
- 9 - Approvisionnements exceptionnels

Pour la carte des fortifications, voir *HMF*, tome 1, p. 480 et 482. Des guerres de religion à 1715 : « Implantation géographique raisonnée tant des citadelles qui veillent "au-dedans du royaume" que des places frontières destinées à "empêcher que l'ennemi n'empiète chez nous". Les cours d'eau et les canaux jouent désormais leur rôle dans cette stratégie défensive », *ibid.*, p. 483. La forêt n'est pas citée.

Source : J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 558, figure 61 (même titre de figure)

Fig. 217 - "Places fortes, forêts et frontières dans le nord de la France au XVII^e siècle"

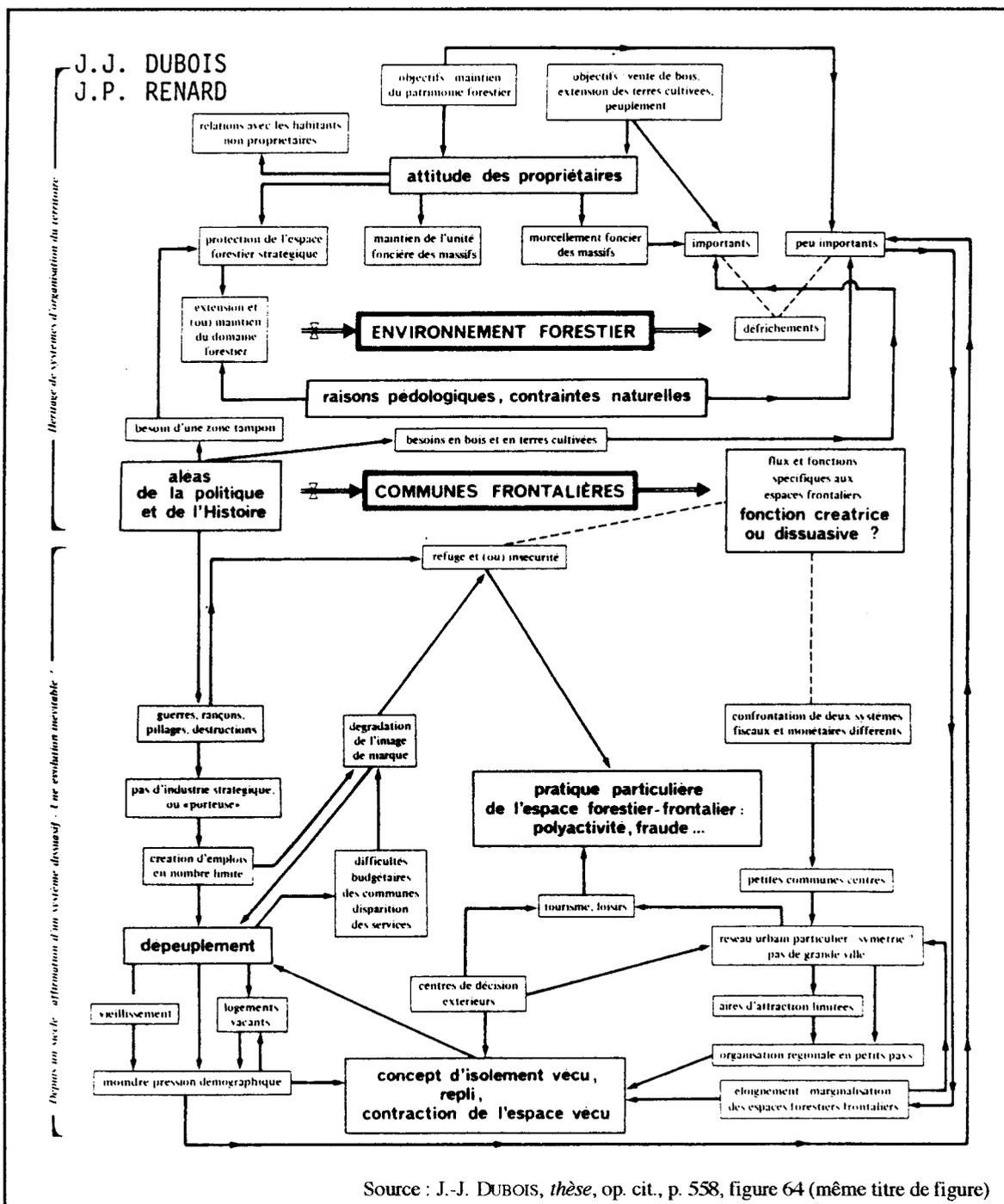


Fig. 218 - "Diagramme causal. Évolution théorique d'un système forestier-frontalier régional"

2.3. Guerres, flores et peuplements forestiers

Les recherches chorologiques ont conduit botanistes et biogéographes à s'intéresser aux conflits comme sources et causes de déplacements d'espèces et de modifications des flores accueillantes. Migrations et guerres sont des facteurs puissants et très anciens de déplacements des espèces végétales.

2.3.1. Des plantes au front

La chorologie des plantes adventices⁶³ montre que la guerre est un des facteurs importants qu'elle fait intervenir. Emmanuel de MARTONNE affirmait en 1932 : « [...] les guerres sont [...] une cause d'introduction de plantes »⁶⁴. Les champs de bataille de la Grande Guerre furent et restent un vaste et riche terrain d'investigation. Le même auteur note que la première guerre mondiale « a amené le pullulement dans le Nord-Est de la France, aux abords des anciennes tranchées, de certaine espèces anthropophiles (Orties, Chardons, *Sinapis arvensis*, etc.). Ces plantes constituent ce qu'on a nommé la *flore obsidionale*. »⁶⁵. En 1917 Arthur William HILL, sous-directeur du Royal Botanic Gardens de Kew, se rendit en mission sur les champs de bataille de la Somme à titre de conseiller en horticulture auprès de la Commission impériale des Tombes militaires. Il fut frappé par le fait que : « En regardant la région dévastée depuis la route de Bapaume, on ne voyait qu'une immense étendue de plantes messicoles annuelles qui recouvrait si complètement le sol et imprégnait si fort le paysage de leur présence que tout semblait n'être qu'une surface unie »⁶⁶ ; le botaniste se posait la question de l'origine de toutes ces semences⁶⁷.

Georges-Henri PARENT a consacré plusieurs articles à la flore obsidionale de Lorraine, particulièrement aux introductions d'espèces durant la Grande Guerre⁶⁸. Prenons l'exemple de la Gentiane jaune (*Gentiana lutea*) qui présente de nombreuses stations isolées, en aires nettement disjointes de celles des Vosges ou de Bourgogne⁶⁹. Citons parmi ces stations :

- un gisement de 160 individus environ près du village de Bacourt au nord de la butte témoin de Delme-Moncheux (nord-ouest de Château-Salins). La plante pousse vers 325-355 mètres d'altitude sur des pelouses réputées pour leur flore d'orchidées. Offrant de beaux panoramas sur les plateaux environnants, la côte de Delme fut allemande de 1871 à 1918 ; située à quatre kilomètres de la frontière elle accueillit de nombreuses troupes cantonnées. Pendant la bataille de Morhange (août 1914) elle fut occupée par le III^e corps de la IV^e armée bavaroise. Sont-ce ces soldats bavarois qui introduisirent la Gentiane jaune, s'interroge l'auteur ?

- des stations aujourd'hui disparues. En Meuse l'espèce fut notée près de Montiers-sur-Saulx en 1927. En Champagne crayeuse elle fut repérée en 1934 dans les bois entre La Neuville-en-Tourne à Fuy et Hauviné ; là « [...] les allemands disposaient de chalets de repos pour leurs troupes et des plantes ornementales auraient été introduites près de ces chalets [...] »⁷⁰. Ce fut aussi le cas en 1956 entre la ferme de Constantine et le village de Machault pour quelques centaines de pieds qui

⁶³ Cet adjectif est pris dans le sens de la première définition donnée par B. BOULARD, *Dictionnaire de Botanique*, op. cit., p. 17 : « Se dit d'une plante originaire d'une autre contrée qui colonise un territoire sans qu'on l'y ait sciemment introduite » et non dans celui, plus commun, de la seconde : « [...] espèce végétale "indésirable", présente dans une culture d'une autre espèce, souhaitée celle-là ».

⁶⁴ Em. de MARTONNE, *Traité de géographie physique*, tome troisième, *Biogéographie*, Paris, A. Colin, 1932, p. 1246.

⁶⁵ ID., *ibid.* La forme *obsidionale* de l'adjectif est plus juste (Dictionnaire Larousse ou Le Robert, 4, p. 698), voir *infra*.

⁶⁶ Br. de FOUCAULT, J. R. WATTEZ et J.-P. AMAT, "Observations sur la reconstitution du tapis végétal après les combats de 1916 dans la région d'Albert (Somme, France)", in *Actes du coll. du 119ème congrès annuel des Sociétés historiques et scientifiques*, éd. CTHS, 1996, p. 171-182.

⁶⁷ voir *infra* chapitre douze.

⁶⁸ G.-H. PARENT, "La flore obsidionale de Lorraine", *Bull. SHNM*, 45, 1990, p. 51-118.

⁶⁹ ID., "Etudes écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 6. La gentiane jaune dans le département de la Moselle", *Bull. SHNM*, 1985, 44^e cahier, p.127-140. L'espèce est localisée près de la série des buttes témoins boisées, bois de Ravillet, Jacquin, hauts du Mont.

⁷⁰ID., *ibid.*, p. 131.

disparurent avec le défrichement du site, avant que quelques individus réapparussent plus loin⁷¹.

Des causes possibles pour expliquer cette dispersion l'auteur retient une raison médicale. Plante médicinale en Allemagne, la Gentiane jaune est une « véritable panacée »⁷² qui fut largement utilisée pendant la guerre, sans doute parce que « on l'utilisait pour dilater les plaies et favoriser leur drainage [...] ; les feuilles étaient utilisées pour favoriser la cicatrisation des plaies ouvertes ». Voici quelques autres espèces que PARENT donne comme introduites dans le Nord-Est de la France par le premier conflit mondial : *Acer x dieckii* Pax dans le Toulouais⁷³ ; *Carex brizoides* (présent en Argonne, voir chapitre cinq) dont beaucoup de stations coïncident avec les emplacements de camps allemands – on en bourrait les matelas – ; *Euphorbia esula*, subsp. *tommasiniana* ; *Galega officinalis*⁷⁴ ; *Sizyrinchium montanum* dont nous reparlerons au chapitre douze⁷⁵.

2.3.2. Grande Guerre et peuplements, recherches parallèles

a - Dans les forêts de Saint-Gobain et de Coucy-Basse

Laurent SIMON fait de la Grande Guerre un des événements majeurs qui expliquent les structures de peuplements des forêts domaniales de Saint-Gobain et Coucy-Basse (Aisne, 6 347 et 2 156 ha). Il affirme que « La première guerre mondiale constitue l'une des clefs pour la compréhension de la physionomie de ce massif, plus de soixante années plus tard »⁷⁶. Dans la partie nord-ouest du massif de Saint-Gobain « la diversité des taillis et des âges des arbres dominants en est une preuve, de même que la dynamique plus récente du taillis »⁷⁷. Cet ensemble physionomique correspond à une zone très affectée par les combats. La ligne Hindenbourg s'appuyait sur les parties Sud et Ouest de la forêt⁷⁸. Les conséquences sont majeures sur les peuplements. Trois cent mille mètres cubes de bois sont mitraillés, 75 % de la superficie de la 1^{ère} série doivent être parcourus par des coupes de régénération. Les coupes définitives sont nombreuses. Mitraillée et surexploitée par les Allemands, la forêt de Coucy-Basse est parcourue par des coupes entre 1924 et 1926. Elle se « présentait en 1939 comme "un taillis simple, âgé de 12 à 34 ans" suffisamment riche cependant en baliveaux et semis naturels pour que l'on puisse envisager la reconstitution du taillis sous futaie »⁷⁹. L'importance des surfaces en taillis simple, la désorganisation des aménagements mais aussi la vigueur de la régénération et la multitude des semis, autant d'observations qui frappaient les aménagistes de l'Aisne comme, à la même époque, elles impressionnaient leurs collègues des départements lorrains. L'auteur montre aussi que les dossiers des archives forestières révèlent sans ambiguïté l'état de presque abandon dans lequel furent laissés les peuplements blessés après la guerre⁸⁰. Aucune éclaircie n'avait en effet « succédé aux premiers dégagements de 1926, tant et si bien que les essences précieuses avaient régressé » au profit des feuillus divers⁸¹. Le tableau forestier est très voisin dans les massifs de notre étude.

b - Dans les forêts du Nord

Les forêts de l'arrière-front allemand et de la zone occupée échappèrent à l'anéantissement de la guerre de position mais pas aux ravages de l'exploitation : « Dans la zone d'occupation

⁷¹ L'auteur cite encore le village de Leffincourt, dans un bosquet près d'une des sources de la Retourne. Cette station est à près de 130 km au nord des stations de la Montagne châillonnaise, les plus proches.

⁷² ID., *ibid.*, p. 136 ; l'auteur énumère toutes les applications de la plante ; deux citations.

⁷³ G.-H. PARENT, "Etude écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 2", *Dumortiera*, 1975, 1, p. 20-30.

⁷⁴ D'après N. CÉZARD, "Galega officinalis en Lorraine", *Monde des Plantes*, 57, oct.-déc. 1962, n° 337, p.7.

⁷⁵ G.-H. PARENT, "L'écologie de *Sizyrinchium montanum* Greene (*Iridaceae*) en Forêt d'Argonne et en Lorraine", *BSRBB*, 1977, 110 (1-2), p. 77-84 et "Le genre *Sizyrinchium*. dans les limites de la carte de l'Institut floristique franco-belge", *Documents floristiques*, 1978, 1 (2), p. 43-55.

⁷⁶ L. SIMON, *Recherches biogéographiques en forêt de Coucy-Basse (Aisne) : cartographie thématique à grande échelle d'un massif forestier*, thèse de 3^e cycle, univ. de Paris I, p. 3.

⁷⁷ ID., *ibid.*, p. 67.

⁷⁸ Voir l'analyse des relations entre fronts et forêts, chapitre sept.

⁷⁹ L. SIMON, thèse, *op. cit.*, p. 71.

⁸⁰ En 1966, note l'auteur, les forestiers « se sont aperçus "avec surprise" que la majorité des peuplements avaient pratiquement été laissés à l'abandon depuis 1939, voire même pour certains depuis 1916 ! », ID., *ibid.*, p. 131.

⁸¹ ID., *ibid.*, p. 131.

allemande la majorité des forêts domaniales et une partie des forêts privées ont été rasées, et tous les autres massifs, dans le Boulonnais comme dans l'Avesnois, ont subi des prélèvements abusifs dans la futaie et une exploitation anticipée des taillis [...] »⁸². Le bilan des coupes rases menées de 1916 à 1918 est lourd car celles-ci ont porté sur un matériel ligneux considérable, chênes et hêtres, dans les forêts de Phalempin, de Marchiennes, de Saint-Amand, de Fourmies et de Mormal, parfois jusqu'à 120 m³ exploitables⁸³. Dans la forêt de Mormal toutes les séries de futaie ont été dévastées, les plus beaux sujets des gaulis et perchis ont été enlevés ; ailleurs les bombardements ont causé de sérieux dégâts ; 5 000 ha sur 9 163 ha sont ruinés. Sur 400 ha le taillis sous futaie est réduit à un taillis simple⁸⁴.

2.4. Forêt, environnement conflictuel et géopolitique

2.4.1. La forêt et son environnement polémologique

La forêt occupe une place ancienne dans le champ de la dialectique feu-cuirasse. Dans la longue durée jouent quelques constantes. D'abord l'augmentation, par paliers technologiques, de la puissance des armes aptes à la destruction des couverts, de la hache néolithique à l'épandage en nappe de défoliants⁸⁵. Ensuite la permanence de la fonction d'obstacle de la forêt. C'est l'obstacle surfacique de la **forêt manteau**. Seuls des douze peuples qui s'opposèrent à César entre 58 et 50 av. J.C., les Trévires, les Atrébates et les Cadurques tinrent bons durant toute la guerre grâce à la vaste couverture forestière qui était une particularité de leurs territoires⁸⁶. C'est l'obstacle linéaire de la **forêt-digue**, qui peut constituer l'espace du dernier refuge comme le montrent les combats du Sundgau du 21 au 26 novembre 1944 quand les alliés accablèrent la 198^e division d'infanterie allemande à la reddition sur la frontière suisse dans les bois marquant l'antique frontière linguistique alémanique (figure 219, p. 119)⁸⁷.

Le commandement scrute la forêt aux trois échelons d'organisation du théâtre. L'échelon tactique de l'utilisation des forces armées au combat, l'échelon opératif des mouvements de l'armée en campagne, l'échelon stratégique de la gestion du théâtre de la guerre⁸⁸. Les combinaisons et les poids relatifs de chacun varient selon le conflit. Dans des contextes militaro-industriels identiques pour les belligérants (guerres symétriques⁸⁹) les conflits modernes et contemporains entre nations européennes illustrent bien ce phénomène et sa périodisation. Deux périodes dans les relations entre forêt et combats peuvent être distinguées.

- Celle de la bataille par petites unités. Les exemples abondent aux XVII^e et XVIII^e siècles. Dans le champ de vision des stratèges la forêt est un décor peu ou pas intégré à la gestion du théâtre. Seule est capitale la maîtrise du couple distance-appvisionnement. C'est qu'il faut vaincre d'abord l'obstacle majeur du vide, comme autour de la place de Phalsbourg : « Une armée qui la voudra attaquer sera obligée de se camper dans les grands bois, en un pays où il n'y a aucun fourrage et quasi point d'eau ; en sorte que pourvu qu'elle soit en état de tenir pendant dix ou douze jours, l'armée qui l'attaquerait serait obligée de se retirer faute de subsistance » écrit Louvois à Louis XIV en 1679⁹⁰. L'espace boisé, vaste sylve ou étroit boqueteau, est un instrument de canalisation destiné à resserrer des

⁸² J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 664.

⁸³ ID., *ibid.*, p. 670. L'auteur présente quelques photographies prises par l'administration forestière en 1920 montrant l'état des peuplements et les formes de prélèvement ligneux.

⁸⁴ ID., *ibid.*, p. 679 ; ces données commentent une carte "Les crises des guerres mondiales en forêt de Mormal", p. 678.

⁸⁵ Michael HOWARD, *La guerre dans l'histoire de l'Occident*, Paris, Fayard, 1986 ; Nicolas SKROITZKY, *Guerres, crimes écologiques*, Paris, éd. Sang de la Terre, 1991 ; Ar.-H. WESTING et E.-W. PFEIFFER, "The Cratering of Indochina", *Scientific American*, 1972, vol. 226, n°5, p. 21-29.

⁸⁶ A. DEYBER, "Les Celtes et la forêt...", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 29-39.

⁸⁷ Col. Jacques VERNET, documentation personnelle.

⁸⁸ « La stratégie présente également une dimension "spatiale" - au sens où elle se situe dans une étendue géographique - à ses niveaux les moins élevées, mais au niveau tactique c'est la nature et le détail du terrain qui importent ; au niveau opérationnel, la géographie n'est plus que l'arrière-plan mouvant des rencontres et des combats qui auraient pu se produire tout aussi bien dans un autre décor », Ed. N. LUTTWAK, *Le paradoxe de la stratégie*, Paris, Odile Jacob, 1998, p. 147.

⁸⁹ Jacques SUANT, "La forêt dans la guerre dissymétrique", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 105-110.

⁹⁰ Louvois, réf

Die Kämpfe südlich Dammerkirch (Elsaß)
21. bis 26. November 1944

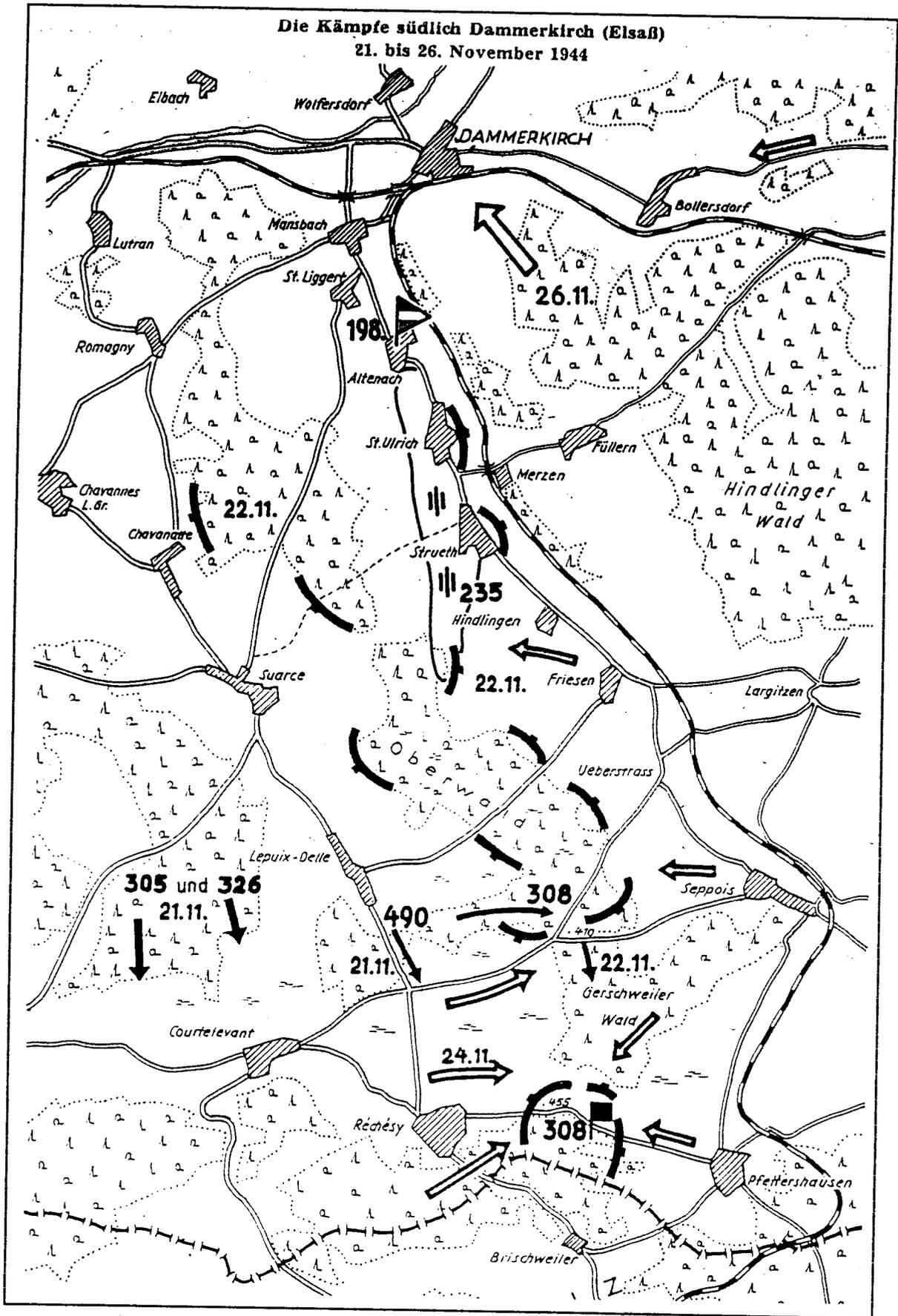


Fig. 219 Les combats de Dammerkirch, Alsace, 21-26 novembre 1944

troupes, voire provoquer le combat. Il conditionne axes de marche, pivots de rotation, écrans de contournement et de contre-marche, comme l'a montré la carte de la bataille de Malplaquet (figure 215, p.) où les bois latéraux de Sart et de Lanière canalisent les troupes alors que le boqueteau central du bois Thierry ferme la trouée, le tout sur moins de deux kilomètres de largeur⁹¹. La forêt est ici impliquée dans la seule scrutation tactique ; la scrutation opérative est faible, la scrutation stratégique, nulle.

- Le temps des guerres de masse qui voit s'effacer l'obstacle de la distance est aussi celui du déploiement de la bataille dans la troisième dimension. Les zones de front et de l'arrière sont surveillées par l'observateur embarqué sur avion. L'oeil perce la canopée ; est devenue cardinale la variable "taux de recouvrement" du couvert végétal. Bel exemple que celui de la bataille de Villers-Cotterêts en juillet 1918 qui ouvre la contre-offensive alliée victorieuse. Sa conception, sa préparation et son déroulement sont consubstantiels à la forêt de Retz qui reçoit et abrite pendant quarante-huit heures les seize divisions et les 400 chars de l'armée Mangin, puis masque leur déploiement et leurs débouchés⁹². La scrutation tactique de la **forêt manteau** est déterminante, la scrutation opérative, forte ; la scrutation stratégique, elle, reste faible.

Le niveau supérieur est l'intégration du manteau boisé à la structure même de la défense du territoire. Peut-on avancer l'expression de "climax géostratégique" ? Elle pourrait s'appliquer au cas de la défense finlandaise⁹³. Appuyé sur la totalité d'un territoire fortement boisé le système de défense finlandais implique comme une nécessité vitale l'intégration des écosystèmes forestiers, le suivi permanent de leurs dynamiques, dont celles de la gestion sylvicole, et des exploitations. Ce système associe aux méthodes de guérilla bien dans la tradition des armées de paysans la disponibilité opérationnelle permanente, la concentration rapide, la délégation du pouvoir de décision dans un environnement compartimenté, fermé, peu peuplé, aux liaisons difficiles. Mais aussi le recours maximum aux ressources naturelles par la maîtrise des techniques de survie dans un environnement hostile associant à la forêt le froid, l'eau et la glace dans des contrastes nyctéméraux quotidiens et saisonniers. La scrutation de la forêt à l'échelon stratégique est devenue déterminante.

2.4.2. Le militaire et le territoire forestier

Élément du complexe environnemental du champ de bataille la forêt est engagée sous ses deux espèces, territoires et peuplements. De cette aire complexe plus ou moins bien périmétrée, bornée et cartographiée, photographies aériennes et images satellitaires réduisent aujourd'hui l'aléatoire des contours, précisent les périmètres, les combinaisons internes, les dynamiques, affinent les procédures d'intervention. Mais toujours le militaire voit et écrit la forêt en couloirs, corridors, musoirs, membranes, obstacles, car la sylve introduit ou renforce deux variables déterminantes de l'environnement polémologique, **la rugosité et le compartimentage**. Cette écriture va jusqu'à la réduction aux contours de la forêt qu'est le bocage : en 1734 après la bataille de Parme – guerre de succession de Pologne – des officiers français parcourent la plaine du Pô : « Vous ne pouvez jamais marcher que sur les chaussées ; d'ailleurs comme tous les bords de ces chaussées sont plantés d'arbres, que chaque champ aussi est entouré d'un fossé planté d'arbres des deux côtés, vous ne voyez rien devant vous et l'Italie où il n'y a point de bois est comme si tout était bois. Un pays comme celui-là est bien difficile pour toutes les opérations de guerre »⁹⁴.

La forêt se travaille en fonction d'un projet. Ici comme ailleurs, dans la paix armée comme dans le conflit, la tâche a souvent été confiée au Génie. Les sapeurs moulent, sculptent, assemblent les éléments travaillés du cadre végétal et classifient les forêts. Des vocabulaires spécifiques font référence au mur forestier, affinent les analyses dendrologique et structurales en terme de champ de vision, de pénétrabilité, de couverture, de fourniture. Ils codifient les types d'intervention pour toutes les situations envisageables (ou dites telles), de et depuis les retranchements frontaux de César dans le Boulonnais en l'an -57 jusqu'aux abattis d'embuscade ou aux minages de zone les plus actuels. Conceptions et modes d'intervention sont aussi révélateurs d'ambiances culturelles, de formations intellectuelles, des relations

⁹¹ An. CORVISIER, *Art et Histoire militaire*, op. cité, p. 655. La bataille de Malplaquet a donné lieu à une bibliographie importante.

⁹² G. HANOTAUX, *Circuits des champs de bataille de France*, Paris, L'édition française illustrée, 1920, p. 87.

⁹³ Conférence de l'attaché militaire de Finlande à la Commission française d'Histoire militaire, 1990.

⁹⁴ Ce texte est cité par Jean CHAGNOT, "Les armées françaises aux prises avec la forêt...", art. cité, in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 41-42.

complexes entre les sociétés et leurs forêts. Au Vietnam « c'est bien parce qu'il est taillé dans une forêt partagée et maîtrisée par un seul des adversaires que le corridor de la piste Ho Chi Minh constitue pour le Viet-minh un couloir permanent d'infiltration vers le sud »⁹⁵. Fonction déterminante : la forêt compose et, placée au coeur d'associations diverses avec les autres données du milieu naturel, renforce de multiples effets de barrière.

- Nichée entre bois et marais, la Slavonie est vouée au combat défensif : déplacements audibles des assaillants, embuscades faciles à tendre. Les adversaires qui s'y affrontent au XVII^e siècle sont inégaux devant le milieu forestier : Croates et Serbes des confins – Serbes surtout – vivent avec la forêt alors que les Turcs ne sont ni préparés ni formés au combat dans ces milieux⁹⁶.

- Forêt plus relief ? Toute position devient intenable. César en fait l'expérience en 53 av. J.C. quand se déclenche dans les Ardennes la révolte des Eburons et des Trévires ; la 2^e armée française aussi en août 1914, devant la fortification de la "muraille de Morhange" ; et le corps expéditionnaire en Indochine⁹⁷.

- Forêt plus rivière et marais ? Durant la bataille des frontières de l'été 1914 dans la Lorraine des Étangs, « derrière l'obstacle des eaux courantes ou croupissantes, les Allemands trouvent dans les bois les places d'armes nécessaires au rassemblement discret de leurs troupes »⁹⁸.

2.4.3. Et les après-guerre ?

L'histoire et la géographie de la reconstitution forestière après les guerres en est à ses débuts. Dans le copieux catalogue de l'exposition présentée en 1991 aux Archives nationales *Reconstructions et modernisation, la France après les ruines, 1918...1945*⁹⁹, trois lignes seulement concernent la forêt, extraites d'une communication que nous avons présentée en 1988 à Péronne¹⁰⁰. Même cas de figure dans le numéro d'*Etudes Champenoises* consacré aux *Après-guerres (1525-1955)*¹⁰¹ où le seul article qui aborde explicitement la forêt commente le colloque de Péronne cité *supra* en précisant que la forêt est un élément des « formes de permanence de la guerre de 1914-1918 encore visibles dans les paysages ruraux de la France, même si la gestion de l'espace aboutit à leur effacement progressif après soixante-dix ans de présence »¹⁰². Les exemples de reconstructions forestières exposés dans *Forêt et Guerre*, après la Grande Guerre en Belgique et dans le nord de la France¹⁰³, dans les régions picarde, lorraine et champenoise¹⁰⁴, après la seconde guerre mondiale en Roumanie¹⁰⁵ témoignent de l'ampleur des difficultés conceptuelles, sociales et financières. La seule mention de la survivance d'une 'forêt mitraillée' à l'aube du XXI^e siècle (« les effets catastrophiques des deux guerres mondiales sur les forêts, notamment

⁹⁵ J.-P. AMAT, "Conclusion générale", *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 288 ; J. SUANT, "La forêt dans la guerre dissymétrique", art. cité, p. 105-110 ; Jean-Marc MARILL, "Le combat en forêt tropicale humide", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 111-114.

⁹⁶ Jean NOUZILLE, "La forêt, élément défensif des confins autrichiens (XVI^e-XVII^e siècle)", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 85-92.

⁹⁷ En 1950 dans la région de Cao-Bang le Viêt-minh monte « des embuscades coordonnées et détruit huit bataillons dans les ravins et la forêt, désastre sans précédent dans l'histoire coloniale de la France », J.- M. MARILL, "Le combat en forêt tropicale humide", art. cité, in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 107.

⁹⁸ G. HANOTEUX, voir chapitre 7, §3.

⁹⁹ Exposition des Archives nationales en 1991 sur le thème : *Reconstructions et modernisation, la France après les ruines, 1918...1945*.

¹⁰⁰ J.-P. AMAT, "L'inscription de la guerre dans les paysages ruraux du Nord-Est de la France", in *Les sociétés européennes et la guerre de 1914-1918*, univ. de Paris X-Nanterre, p. 411-438.

¹⁰¹ *Les Après-guerres (1525-1955)*, Études champenoises, univ. de Reims, centre ARPEGE, 1990-7, 182 p.

¹⁰² François COCHET, "Quelques prolongements de la Première Guerre mondiale", *Les Après-guerres (1525-1955)*, op. cit., p. 59-63.

¹⁰³ Pierre-Alain TALLIER, "La reconstitution du patrimoine forestier belge après 1918", in *Forêt et Guerre*, Paris, L'Harmattan, 1994, p. 215-226 ; J.-J. DUBOIS, "Les forêts de frontière du nord de la France : destructions et reconstructions", *ibid.*, p. 165-182.

¹⁰⁴ P. ARNOULD et L. SIMON, "Forêts, guerre, après-guerre autour du Chemin-des-Dames", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 251-269 ; J.-P. HUSSON, "L'aménagement des forêts domaniales de Front de Haye et des Hauts de Mad", *ibid.*, p. 197-214 ; François GAUDEMARD, "Les bois mitraillés dans le département de la Marne", *ibid.*, p. 193-196.

¹⁰⁵ Stefan PURCELEAN, "La régénération des forêts après la Seconde Guerre : comparaison entre la France et la Roumanie", *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 227-238.

feuillues, du Nord-Est de la France ne sont [...] hélas pas terminés »¹⁰⁶ comme nous l'avons vu ci-dessus) montre que la résilience des paysages forestiers, le temps de retour au *statu quo ante bellum*, s'allonge même si les dynamiques naturelles ont confirmé la puissance de la vie végétale, comme en forêt de Fontainebleau aux lendemains de la Seconde Guerre¹⁰⁷. Les coûts de remise en état s'alourdissent avec le temps. Les blessures aux forêts valaient-elles d'être pansées ? La réponse n'a pas d'absolu.

Une extension thématique concerne les relations entre la forêt et la géopolitique, comprise comme « l'étude des relations qui existent entre la conduite d'une politique de puissance portée sur le plan international et le cadre géographique dans lequel elle s'exerce »¹⁰⁸. La référence au cadre géographique place la forêt dans le champ de cette définition car, Jean-Paul CHARNAY l'a montré, « la forêt pose en effet un problème géo-stratégique fondamental : celui de la continuité ou de la discontinuité des espaces topographiques, climatiques, écologiques et démographiques dans lesquels se déroulera la guerre. »¹⁰⁹. Cette exploration nous entraînerait trop loin ; le thème sera développé pour ce qui concerne la période d'incertitude géostratégique qui suit le traité de Francfort de 1873 (chapitres sept et huit).

¹⁰⁶ Maurice BACH, "La convalescence et la guérison des forêts lorraines", in *Forêt et Guerre*, Paris, L'Harmattan, 325 p., p. 183-192.

¹⁰⁷ Micheline HOTYAT, "La forêt et la guerre : vitesse de cicatrisation", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 271-280.

¹⁰⁸ Pierre GALLOIS, gén., *Géopolitique, Les voies de la puissance*, Paris, Plon-FEDN, 1990.

¹⁰⁹ J.-P. CHARNAY, "De la géographie militaire à la géopolitique", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 9-18.

3. LES FONDS DOCUMENTAIRES ET LEUR MISE EN ŒUVRE

Trois catégories de sources documentaires ont nourri notre recherche, les sources iconiques, cartographiques, écrites. Trois gisements principaux ont été explorés, les documents publiés, les fonds d'archives publiques, les collections et archives privées.

3.1. Les fonds iconiques

La valeur de témoignage des images fut pressentie dès les premiers ravages de la guerre. Ainsi en janvier 1917 était-il demandé pour l'illustration d'une exposition d'architecture régionale consacrée aux provinces envahies « de chercher les tableaux, les aquarelles, les dessins, les gravures, même les photographies qui nous rendraient l'image de ce qui n'est plus (...), de les grouper suivant les régions et de les montrer au public, de manière à le persuader doucement de l'immensité de son deuil et à lui suggérer le respect dans l'avenir pour ces vieux logis de la ville, pour ces maisons des champs qui abritaient sous leurs auvents l'âme éternelle de nos plus anciennes provinces »¹. Pour la clarté de la présentation et de l'analyse la période de la guerre est isolée de celles qui l'encadrent car les documents sont différents et relèvent souvent de mises en oeuvre spécifiques. Les critères retenus pour la sélection d'un document ont été : la date de création, la localisation précise et, pour les clichés aériens, la possibilité de calcul de l'échelle.

3.1.1. La photographie aérienne militaire de la guerre

Par sa richesse incomparable la photographie aérienne militaire fut la ressource cardinale de cette enquête. Elle répond à trois objectifs : - description des formations végétales et des milieux ; - analyse des réseaux, des flux, des structures ; - compréhension des processus et des dynamiques de la destruction sur le champ de bataille ; - obtention de témoignages de l'"instant zéro" de la reconquête biotique des milieux bouleversés.

a - L'apparition de nouvelles règles du jeu

Alors que les premiers clichés aériens ne datent que de 1910 la photographie aérienne devient dès le début de la guerre un instrument puissant au service de l'art militaire. C'est une reconnaissance aérienne qui découvre, le 3 septembre 1914 vers 17 h, que les colonnes de la première armée allemande ne marchent plus vers Paris mais ont obliqué vers le sud-est et la vallée de la Marne². Dès lors l'accent est mis sur l'importance des enregistrements photographiques pour toute mission de reconnaissance³. Le 8 septembre près de Triaucourt⁴ onze batteries allemandes sont repérées par l'aviation française ; réglée par les aviateurs une contre-batterie française détruit la moitié des pièces du XVI. Korps. Le doublet observation aérienne - réglage au sol venait de révéler un intérêt qui ne ferait que croître. En octobre 1914 les premiers clichés sur le front de Verdun décèlent l'installation de batteries allemandes en forêt de Spincourt⁵. Le couvert perd son effet de masque. Tout s'enchaîne très vite ; en septembre 1915 chaque corps d'armée est doté d'une section de photographie aérienne⁶. Pour l'attaque de la Malmaison lors de l'offensive du Chemin des Dames en 1917 la section photographique de la 6^e armée avait confectionné trois planches correspondant aux positions des trois corps d'armée engagés : « Toutes les unités jusqu'au niveau du bataillon avaient reçu une reproduction exacte du terrain. Plus

¹ Extrait de la préface à l'exposition, par Léandre VAILLAT ; texte cité dans Jean CUISENIER, *La maison rustique : logique sociale et composition architecturale*, Paris, PUF, 1991, p. 248. Ce texte révèle le thème sous-jacent de ressource patrimoniale.

² Capitaine MARRIL, *L'aviation dans la guerre 1914-1918*, thèse de doctorat en histoire, chapitre II, L'aviation d'observation en 1914-1915, 1992, p. 41. Al. DÉGARDIN, "Un observateur de la guerre 1914-1918 : Eugène Pépin", in *Vues d'en haut : 14-18*, Paris, musée de l'Armée et BDIC, 1988, p. 18.

³ Capt. MARRIL, op. cit., p. 48.

⁴ Actuelle commune de Seuil d'Argonne dans l'Argonne des Étangs.

⁵ "Rapport sur les travaux exécutés du 1^{er} août 1914 au 31 décembre 1919", *Historique du service géographique de l'Armée pendant la guerre*, Paris, SGA, 1936, p. 18.

⁶ Lionel DUMARCHE, "La photographie aérienne 1914-1918 : une nouvelle arme de guerre", in *Vues d'en haut : 14-18*, Paris, musée de l'Armée et BDIC, 1988, p. 8-16.

de 20 000 photographies furent distribuées »⁷. La quantité de clichés produits est considérable. « Un des corps d'armée fit développer en un jour 160 clichés qui furent tirés à 5 000 exemplaires »⁸.

b - Un intérêt grandissant

Le couple appareil photographique - avion devint très vite un auxiliaire précieux de la préparation tactique (photo 2.3, p. 125). Grâce à la maîtrise de la correction géométrique des images et du report des données sur les cartes les troupes disposaient d'un document d'une précision quasi parfaite, dont la mise à jour était aisée. Moyen d'information, la photographie aérienne renseignait sur les déplacements des fronts, aussi minimes fussent-ils, les mouvements des troupes, les aménagements défensifs ou les préparatifs offensifs. Le couple vecteur-captur permettait aussi d'étendre les investigations dans la profondeur du dispositif ennemi : étude qualitative et quantitative des réseaux et des flux, fossés, chemins, voies ferrées et routières, des camps, des magasins et des dépôts ; repérage des lignes fortifiées, suivi des aménagements nouveaux ou reconstruits. Ainsi pouvaient être améliorés les placements des pièces de l'artillerie à longue portée, affinée la préparation des missions aériennes de bombardement. Par réaction l'acuité du repérage provoqua l'essor du camouflage ; l'artillerie devait dissimuler ses emplacements ; le bois, le boqueteau reprenaient de la valeur au même titre que l'enterrement et le camouflage peint⁹...

La photographie aérienne s'avéra un outil d'aide à la décision indispensable aux états-majors, une arme dans la préparation des attaques, le placement et le pointage de l'artillerie, la coordination des mouvements¹⁰. Les photographies réalisées par l'aviation d'observation ont plusieurs destinations¹¹. – Les photos à axe optique vertical sont utilisées pour l'actualisation des plans directeurs¹², la mise en place des détails nouveaux, la préparation des attaques sur des objectifs limités. Le cliché est alors un véritable "carton de tir" sur lequel l'interprète peut évaluer la quantité de coups portés, les situer, en apprécier les effets, décrire les structures des impacts, en mesurer l'intensité, la dispersion ou la concentration dans les aires périphériques de l'objectif. – Les photos obliques offrent des vues de la profondeur du front. – Les photos obliques horizontales ou sub-horizontales prises à faible altitude aident à la compréhension des formes du terrain, permettent de suivre l'aménagement des réseaux défensifs comme le développement des attaques.

Pour être opérationnel le cliché doit passer par les filtres de la chaîne de l'information. – Il est traité : développement et identification (le numéro d'ordre est en général le matricule de l'escadrille qui l'a pris) ; répertoire (tableau d'assemblage daté, exécuté sur un fragment de

⁷ Capt. MARRIL, *L'aviation...*, op. cit., p. 173.

⁸ ID., *ibid.* En 1914, la France compte 25 escadrilles à 158 avions et environ 400 avions en service. Au 11 novembre 1918, 258 escadrilles sur le front engagent 3 432 avions à la bataille sur un total de 17 000 ; 48 000 sont en commande.

⁹ « Nos batteries aussi jouent à cache-cache. Elles se dissimulent sur les contre-pentes, dans les bois, derrière les haies, sous les arbres. Il leur faut un masque sérieux qui les défie à la vue et aux lueurs, qui les dérobe aux investigations des avions et du drachen-ballon. Lorsque le bois n'existe pas on le plante ; on construit des haies artificielles, des toits en feuillage ; on camoufle comme on peut, du mieux qu'on peut, on imagine des teintes qui se confondent avec celles du sol. Nous voici passés peintres en décors d'opéra », Gaston PASTRE, *Trois ans de front*, PUN, 1990, p. 50.

¹⁰ Capt. MARRIL, *L'aviation...*, op. cit., p. 48. Lors des combats pour la conquête du bois d'Avocourt, de la Cote 304 et du Mort-Homme (20 août - 8 sept 1917) : « Vingt et une compagnies d'aérostiers prirent part à la bataille du 20 août. Les ballons qui ne furent pas dissimulés sous bois furent camouflés à l'aide de toile. Jusqu'à la fin juillet, ils étaient huit dans le ciel », Jacques PÉRICARD, *Verdun. 1914-1918. Histoire des combats qui se sont livrés de 1914 à 1918 sur les deux rives de la Meuse*, Paris, Librairie de France, 1934, p. 451. Les observations étaient destinées à l'artillerie légère de campagne et à l'artillerie lourde à grande portée (ALGP) ; elles assuraient aussi une action de surveillance générale et de liaison, le contrôle des tirs sur les objectifs fugitifs (convois...).

¹¹ « Des trois missions essentielles de l'aviation d'observation : recherche de renseignements, observation des tirs d'artillerie, liaison, c'est la première qui est la plus importante » écrit Claude CARLIER, in "L'aéronautique militaire, de la naissance à la participation à la victoire", *HMF*, tome 3, *De 1871 à 1940*, 1992, chap. VIII, p. 203-235. Voir aussi du même auteur, "L'aéronautique militaire française dans la Première Guerre mondiale", in *Mémoire de la Grande Guerre - Témoins et témoignages*, PUN, 1992, p. 341-354.

¹² Voir *infra* pour la présentation de ces documents.



Photo n° 3 - Le couple vecteur-captur et ses servants en action, 1916

Avant le départ pour une mission de photographie aérienne. L'opérateur Charles Hallo est assis dans la carlingue ouverte devant le pilote - mitrailleur et derrière sa chambre noire de 120 cm de focale. Ce type d'appareil, fixé à la carlingue, est équipé d'un magasin de douze plaques de verre au format 18 x 24 cm ; il sert à préciser des détails repérés par des appareils à plus courte focale (25 et 50 mm). Les photographies, verticales ou obliques, sont prises surtout entre 500 et 4 000 mètres. « Je suis comme un esquimau avec un appareil photo dans les pattes... Quelle difficulté : on est empoté dans tous ses vêtements et cette ceinture qui vous fixe sur le siège » rapporte le photographe lors de sa première mission en septembre 1915 (in *Vues d'en haut* : 14-18, Paris, musée de l'Armée et BDIC, 1988, p. 11).

carte) ; classement (par le groupe de canevas de tir (GCT) qui le reçoit). Ces données sont en général portées sur l'étiquette du cliché¹³.

– Il est interprété par les deuxièmes bureaux des états-majors qui s'entourent vite de spécialistes nouvellement formés¹⁴.

– Il est restitué, afin d'être comparé aux plans directeurs et aux cartes des groupes de canevas des tirs (voir *infra*).

Les états-majors créèrent des services d'acquisition, de traitement et d'interprétation des données, les Sections photographiques aux armées, qui furent souvent confiées à des sous-officiers, picturalistes ou photographes dans le civil (photo 2.4, p. 127)¹⁵. Les officiers de troupe qui connaissaient bien l'organisation et le fonctionnement des tranchées soulignaient l'intérêt de la recherche des indices sur les photographies à grande échelle. Des cours spéciaux furent rapidement organisés pour former des photo-interprètes. Le rôle de ceux-ci est de fournir au commandement des secteurs offensifs, sous une forme coordonnée et immédiatement utilisable, les renseignements apportés par les photographies sur les organisations défensives et les préparations offensives de l'ennemi. Ces techniciens "retouchent" les photos brutes par des interprétations en signes, des ajouts de toponymes, des nomenclatures (photo 2.5, p. 127) ; ils élaborent des cartes d'objectifs qui correspondent aux différents points de vue de l'utilisateur, terrain, tranchées, nids de mitrailleuses, chemins et pistes provisoires, limites de secteurs, etc... Toutes ces données sont reportées sur les plans directeurs par des surcharges colorées qui sont tenues à jour en fonction des nécessités des combats et des offensives. Elles rapportent l'inscription de la guerre dans les paysages ; étudiées par séries chronologiques elles autorisent une approche dynamique de cette inscription.

La valeur de témoignage de ces documents tient à plusieurs facteurs : la précision spatiale donnée par la localisation du fait rapporté, la neutralité de la transcription visuelle de ce fait, la répétitivité temporelle, parfois quotidienne dans les moments où la bataille fait rage, la diversité de leur production et de leurs auteurs¹⁶. Pendant quatre ans le théâtre des opérations fut mis en image et les combattants eux-mêmes y furent mis en scène ou se mirent en scène (photo 2.6, p. 128). A l'image de ce commentaire du secteur de Vacherauville les exemples suivants analysent d'autres types de photographies aériennes.

3.1.2. Exemples de lecture et d'interprétation de photographies aériennes

a - Samogneux détruit et la vallée de la Meuse, 14 août 1917

Cette photographie oblique (photo 2.7, p. 129) montre le champ de bataille de Verdun près du village de Samogneux, allongé au bord de la route de Verdun à Sedan sur la basse terrasse de la vallée de la Meuse, à quatre kilomètres au nord de Vacherauville¹⁷ (cartes HT Verdun nord 1914 et 1918). Le village est situé au débouché des ravins des Caures et de la Vau Beauzée qui drainent le revers de la côte de Meuse. Cet axe de l'attaque allemande du printemps

¹³ Les autres mentions sont la flèche d'orientation, la focale de l'objectif, la date, l'altitude de prise de vue.

¹⁴ La guerre crée cette nouvelle technique puis en fait une véritable discipline exigeant des spécialistes. Parmi les premiers travaux citons : capt. de BISSY, "Note sur l'interprétation méthodique des photographies aériennes", 29 novembre 1915 ; "Note sur la restitution graphique de photographies groupées par deux et supposées prises dans une position quelconque", février 1915 (GCT de la 3^e armée).

¹⁵ L. DUMARCHE, "La photographie aérienne 1914-1918...", art. cité.

¹⁶ Légende d'une photographie d'un laboratoire en 1917 : « Station de photo aérienne de l'escadrille M.F.19. On vient de tirer 5 000 épreuves dans la nuit » ; J. PÉRICARD, Verdun, op. cit., p. 292. La photo aérienne fut ainsi au service de l'archéologie. En 1914 l'archéologue George Chenet note la présence de poteries près du pont des Quatre enfants (corne sud de la forêt domaniale de Montfaucon). Le gisement se trouve alors très près des tranchées françaises. L'inventeur du site put obtenir en octobre 1916 un croquis d'après une photo aérienne de l'escadrille M.F.50, G. CHENET, "Sceaux et poinçons-matrices des potiers gallo-romains d'Argonne", BACTH, 1930-31.

¹⁷ Jean BRUNHES commente ce paysage en 1920 : « [...] la majestueuse boucle qui va de Bras et de Vacherauville jusqu'à Régnéville et Samogneux et dont la courbe vers l'Ouest va passer à la station de Chattancourt et au village de Cumières - noms désormais inoubliables - est partout large d'au moins quinze cents mètres : ruban de prairies plates, parfois inondées, qui marquent l'ancien méandre vigoureux, à l'intérieur duquel la petite Meuse d'aujourd'hui forme elle-même des méandres inégaux et étriés tandis que sur la rive droite le canal de l'Est (branche Nord) et sur la rive gauche la voie ferrée ponctuent de deux traits horizontaux, au pied des croupes et des plateaux, le robuste et ample dessin curviligne de la topographie », in *Géographie humaine de la France*, premier volume du tome 1 de *l'Histoire de la Nation française*, G. HANOTAUX, Paris, Plon, 1920, p. 395-396.



ECPA, SPAZ 09

Photo n° 2.4 - Laboratoire d'une section photographique d'armée (non identifiée)



SHAA, A77 113

Photo n° 2.5 - Photographie aérienne du front retouchée après interprétation



Photo n° 2.6 - Le ravin de Vacherauville, au nord de Verdun, 9 août 1917

L'opérateur inclut dans son champ de vision la Meuse et le canal latéral bordé d'arbres dans le coude de Vacherauville au premier plan et, au nord, l'avion de chasse (un bébé Nieuport) qui, semble-t-il, assure sa protection. Vacherauville est un carrefour routier. La route de Verdun à Montmédy (haut de la photo) emprunte le fond du "ravin" de revers des Hauts de Meuse, celle de Verdun à Sedan gravit la côte de Talou, pédoncule de méandre encaissé de la Meuse au flanc griffé par la tranchée de Sambor (haut gauche de la photo, voir cartes HT Verdun nord et sud, 1914 et 1918). Beau réseau des tranchées et boyaux avec déblais calcaires des parados et parapets, entonnoirs d'explosion, sur les parcelles effacées des openfields en lames de parquet parallèles aux courbes de niveau. Sous les ailes du biplan le ravin très dégradé de Parfondevaux, (cliché MA 16513).



Forêt domaniale de Verdun



Limite communale

Musée de l'Armée, 16 511

Photo n° 2.7 Samogneux, destructions (14 août 1917), zone rouge et forêt actuelle

129

1916 est sous les feux du fort de Vacherauville, sur la rive gauche de la Meuse. Le village est en ruines. En avant se déploient tranchées et boyaux aux larges parados, creusés dans les calcaires de l'Oxfordien. La structure agraire, lanières des champs parallèles aux courbes de niveau, est encore visible sur la croupe de Moïmont au nord du ruisseau d'Avémont ; les dernières récoltes datent de 1915, avant l'abandon du village¹⁸. Expropriation puis domanialisation livreraient une grande partie de cet espace à la forêt (carte HT Verdun nord 1932).

b - Destruction des terroirs sur la commune d'Ornes, 3 février 1917

La photographie verticale (photo 2.8, p. 134) montre les transformations des terroirs de la commune d'Ornes (cartes HT Verdun nord 1914 et 1918) onze mois après le début de l'offensive allemande¹⁹. Une lecture forestière de ce cliché pris sous les rayons rasants d'un soleil hivernal montre l'abondance des arbres abattus (chandelles et volis pour plus de 50 % des individus), des arbres étêtés, la minceur des ramures brisées par la mitraille, la faible densité des arbres restés sur pied, la disparition du taillis et des strates arbustives et herbacées, le bouleversement des sols sous la coalescence des entonnoirs. La forêt n'est plus qu'une trame claire où l'absence de frondaison laisse voir les lignes sombres des fossés ; mais ses lisières demeurent fort nettes, souvent renforcées par le trait noir d'une tranchée qui la longe (tranchée des Cévennes, tranchée sur l'aile gauche du bois des Caurettes) avant de filer à travers champs²⁰, preuve du rôle de point d'appui tactique des limites forestières. Cette photographie montre le double processus de l'agression sur l'agro-sylvosystème (intrants énergétiques puissants) et de la dégradation des peuplements et des terroirs résultant des réactions aux impacts. Ces valeurs peuvent être quantifiées par un indice de bouleversement (voir chapitre neuf). Les forestiers utilisèrent ces lisières pour fixer certaines limites des nouveaux parcellaires créés *ex nihilo*, dans la forêt domaniale de Verdun comme dans celle du Mort-Homme.

c - Polémofaciès de l'ouvrage de Lorient, Hauts de Meuse, 11 octobre 1916

Cette photographie verticale à grande échelle (photo 2.9a, p. 132) montre les abords immédiats de l'ouvrage de Lorient à 1,5 km à l'est du fort de Douaumont. Au début d'octobre 1916 gronde l'artillerie française qui, des hauteurs de Thiaumont - Fleury, prépare l'offensive de reconquête du fort de Douaumont, lancée le 24. L'aviation d'observation prend des clichés de contrôle. Sont bien identifiables les tranchées convergeant vers l'ouvrage, encore discernables le pentagone dessiné par ses fossés ainsi que ses superstructures sur lesquelles sont tombés des obus de gros calibre creusant des entonnoirs de plus de 10 mètres de diamètre. Le croquis d'interprétation (figure 220, p. 133) qualifie et quantifie les destructions subies par la forêt dans ce polémofaciès. Les arbres restés debout sont identifiables par leur ombre portée. L'agrandissement²¹ permet l'identification assez précise des destructions et leur mesure (photo 2.9b, p.).

d - Mosaïque photographique, secteur du Mort-Homme, 11 et 17 novembre 1916

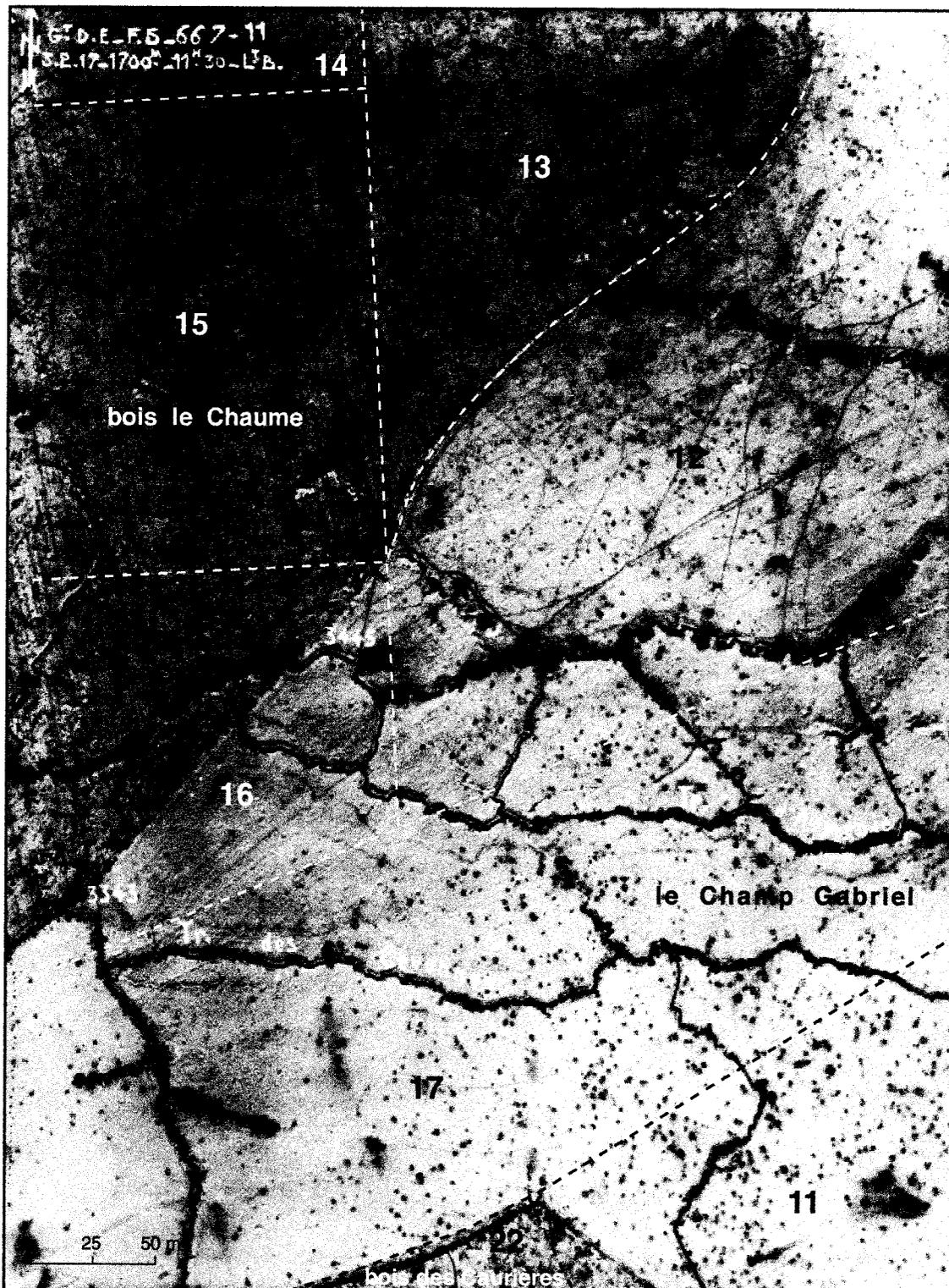
Dans la préparation d'opérations de grande envergure les états-majors de division ou de corps d'armée pouvaient avoir besoin d'un ensemble de photographies coordonnées couvrant un large territoire. Les sections photographiques répondirent à cette requête par la technique de

¹⁸ « Nous parcourons la route en auto. La campagne semble vieillir à vue d'œil... Un hiver précoce et contre nature sévit sur les pierres comme sur les feuillages... A perte de vue s'étalent les anciennes cultures livrées à elles-mêmes, depuis plus d'une saison ; un lamentable tapis usé, déchiré. Une lèpre s'y est incrustée, qui est la poussière des routes », Lt. H. HERSCHIER, *Quelques images de la Guerre. Woëvre 1915 - Verdun 1916*, Paris, Berger-Levrault, 1917, p. 8.

¹⁹ Analyse du finage communal au premier chapitre.

²⁰ « On n'y voit rien qui monte, rien qui s'élançe. Tout y est abattu, écrasé sur un plan [...]. La terre semble rase, comme le sol usé d'une planète morte. [...] Mais sur la plaine martelée, grise et noire, un réseau semble avoir été jeté. Lignes enchevêtrées qui, pourtant, ont un sens, portent la marque d'une volonté. Sorties des masses confuses des bois mutilés, elles avancent sinueuses et obstinées, conquièrent les champs. On les voit se croiser, se nouer, se multiplier, et toutes aboutir à un trait plus large qui court d'un bord à l'autre de l'image, et ce trait fait front à un autre trait de même sorte, à un autre réseau qui, lui aussi, plus dense vers le centre semble se dissoudre vers l'arrière, s'éparpiller comme une frange. Rien qui paraisse vivre. C'était là. » Jean GUÉHENNO, *Journal d'un homme de quarante ans*, Paris, Grasset, 1934, p. 154-155, cité par Yves POURCHER, *Les jours de guerre*, Paris, Plon, 1994, p.241.

²¹ La photographie originale a été agrandie après scannage (sous Adobe-Illustrator).

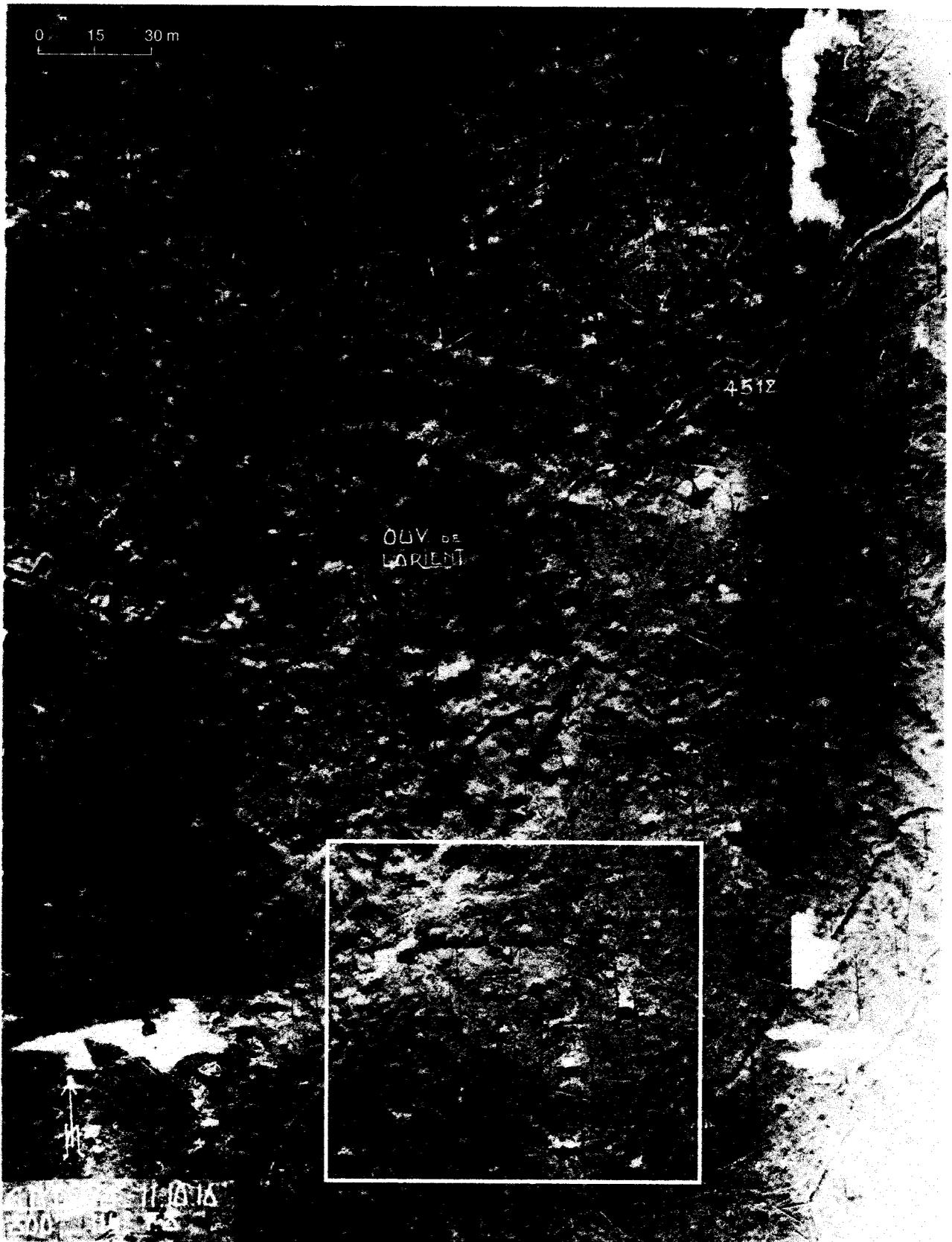


17 - - - limite et numéro de parcelle (parcellaire de 1928)

Musée de l'Armée, 16 524

Photo n° 2.8 Bois le Chaume et Champ Gabriel (commune d'Ornes), 3 février 1917

Sur les terres nues du Champ Gabriel, sous les couverts éclaircis de la corne méridionale du bois le Chaume ou de la pointe nord du bois des Caurières, le manteau neigeux révèle admirablement la multitude d'entonnoirs d'explosion de tous calibres qui donnent au sol la texture grêlée d'une peau d'orange. Les plus récents, emplis d'eau, forment des points noirs auréolés de plages d'un gris sombre. Le réseau des boyaux et des tranchées (d'Arménie, des Cévennes) dessine des polygones hiérarchisés.



Fenêtre d'agrandissement

MA 16512

Photo n° 2.9a - Polémofaciès dans le secteur de l'ouvrage de Lorient, 11 octobre 1916

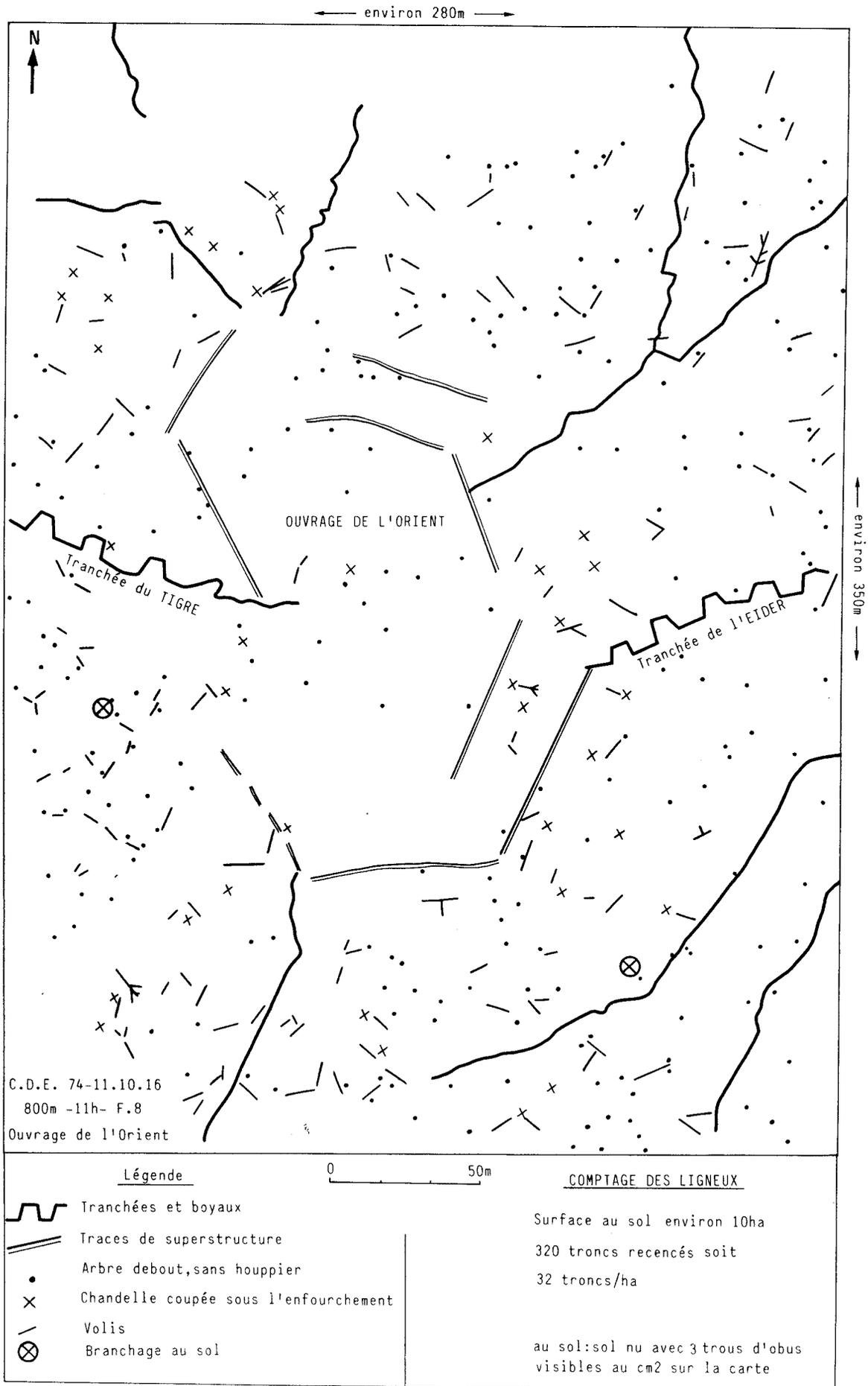
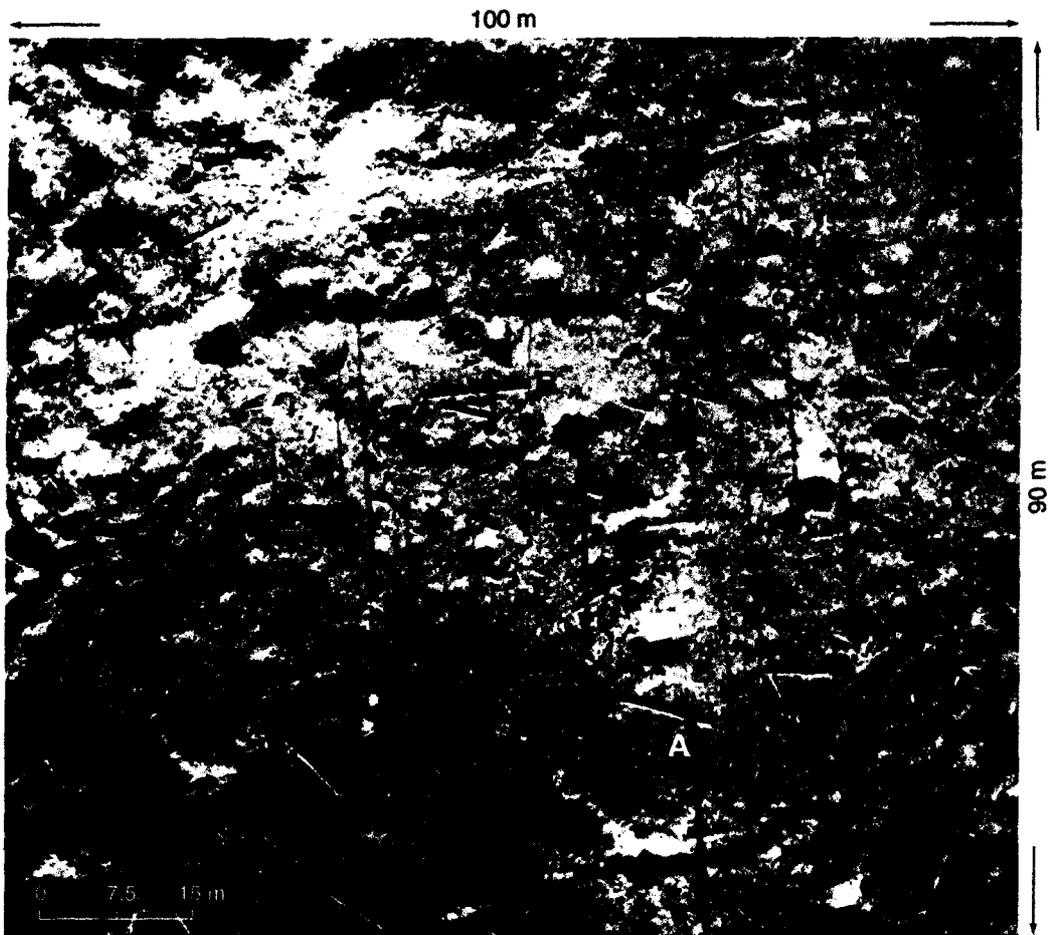


Fig. 230 L'ouvrage de Lorient (Hauts de Meuse), interprétation d'une photographie aérienne militaire



MA 16512

**Photo n° 2.96 - Polémofaciès dans le secteur de l'ouvrage de Lorient,
11 octobre 1916, agrandissement**

Cet agrandissement de la photographie verticale de l'ouvrage de Lorient couvre 0,9 ha. En haut les superstructures de l'ouvrage et l'angle sud-est du fossé d'escarpe qui est, avec la tranchée en bas à droite du cliché, le seul élément structural encore lisible sur le sol bouleversé. L'ouvrage a été construit dans le bois d'Hardaumont (carte HT Verdun sud 1914). L'état de dévastation est quantifiable. Sous le soleil de cette mi-journée d'octobre de fins traits noirs verticaux expriment les ombres portées des arbres restés debout. Ces chandelles de longueur variable ne sont plus que des troncs, sans houppier, parfois effilochés en haut, révélant la dilacération des fûts (A). On compte une quarantaine de chandelles sur les 0,9 ha. Des volis blancs, ébranchés ou branchus, souvent cassés, parsèment le sol. Certains atteignent dix mètres de long (B). Hormis les fossés le modelé est chaotique, marqué par la forte densité des entonnoirs d'explosion.

la mosaïque, assemblage de plusieurs fragments de clichés géométriquement corrigés. Cette mosaïque *Massif du Mort-Homme* (photo 2.10, p.136) est constituée de onze photos prises par l'escadrille F.44, dix datées du 11 et une du 17 novembre 1916²². A une échelle proche du 1/25 000 la couverture de terrain est de 5 km sur 3,5 km, environ 1 700 ha. Centrée sur un des éperons décharnés du Mort-Homme²³ qui abrite le noeud des tranchées de première ligne dit du Trapèze, elle est complétée par une toponymie militaire et par le tracé (trait noir en haut) d'une voie ferrée allemande. Au sud-ouest les ruines du village de Chattancourt (voir carte HT Mort-Homme, 1918).

En un sens, ces documents d'information participent à la création, à l'entretien, voire à l'abandon des polémofaciès et des polémosystèmes ; ils en sont des intrants qui alimentent le plus souvent des boucles de rétroaction positive. L'aviation prend des photos de tel secteur du front ennemi afin de permettre à l'artillerie d'organiser son bombardement, puis retourne sur site pour contrôler les effets de celui-ci et justifier, si nécessaire, de nouveaux bombardements des positions en y concentrant l'énergie destructrice nécessaire.

La carte du corpus de photographies aériennes militaires retenues pour l'Argonne (figure 221, p.137) montre un exemple de découpage spatial raisonné. La diversité et la complémentarité spatio-temporelle de ces témoignages permettent les recoupements, les comparaisons et l'approche diachronique. Ces documents offrent au géographe les possibilités suivantes :

- un calage au sol pour l'exploitation d'autres sources documentaires ;
- une chronologie, instant t (jour, souvent heure), voire durées (t ==> t+n) pour les sites où se fixait pour plusieurs mois la bataille ;
- une lecture des formes, des processus, parfois aussi des vitesses de la destruction des couverts et des sols ;
- une interprétation du façonnement des polémofaciès et des polémosystèmes.

Les photographies aériennes militaires qui furent les principales sources iconiques des paysages de la guerre sont au cœur de la méthodologie de notre recherche.

e - Sources d'archives

Les photographies aériennes de la Grande Guerre sont conservées dans les grandes archives publiques, surtout celles de l'Établissement cinématographique et photographique des armées (ECPA), les archives départementales, certaines bibliothèques. Plusieurs grandes collections privées souvent fort riches y sont déposées, qui proviennent de versements des photographes eux-mêmes, de legs ou de dons des familles. Les principaux centres de documentation consultés sont les suivants.

= **Photothèque du musée de l'Armée**, Hôtel des Invalides²⁴.

- Le fonds Hallo est l'exemple type de ces collections privées²⁵. Cet ensemble très documenté sur les fronts de Champagne et de Lorraine, secteur Meuse - Verdun est riche de clichés aériens et au sol ; il a été largement exploité.

- Série d'albums : 2761, Revue du GC 15 pour le général Fayolle, vues aériennes de paysages ruraux de Champagne; 2761/12, Photos aériennes du champ de bataille de la Somme ; 2761/16,

²² L'original de la mosaïque est très contrasté, avec de grandes plages d'un gris très foncé, d'autres d'un blanc presque pur. La balance chromatique de tels clichés était difficile à équilibrer.

²³ « Le Mort-Homme rive gauche [est] vraisemblablement une déformation de mort-orme ; toponyme très fréquent, certaines traditions veulent que le cadavre d'un homme y ait été découvert. Le type homme mort existe dans beaucoup de cadastre de la Meuse et des Ardennes ; il est hors de doute qu'il s'agit d'arbres en général touchés par la foudre » écrit Jean BABIN, "Toponymie du champ de bataille", in *Verdun 1916*, univ. de Nancy II, 1976, p. 284.

²⁴ Référence, Lionel DUMARCHE, Jean-Marcel HUMBERT et Michèle PIERRON, *Photographies anciennes 1848-1918 : regards sur le soldat et la société*, Paris, Préal, Collections historiques du musée de l'Armée.

²⁵ Né en 1882, élève des Beaux-Arts de Paris, graveur, le sergent Charles Hallo avait été affecté sur sa demande dans l'aviation en 1914. Il est nommé chef de la section photographique du service aéronautique de la zone ouest de la Meuse en septembre 1916 puis chef de la section photographique de la 2^e armée en mars 1918. Il fit don en 1951 de ses collections de photographies aériennes 1914-1918 au musée de l'Armée. L. DUMARCHE, "Charles Hallo (1882-1969) : Un destin hors série", in *Vues d'en haut...*, op. cit., p. 25-28. Nous avons collaboré en 1993 au tri, au repérage, à l'identification des sites et au classement géographique des photographies non ou mal répertoriées.

ESCADRIER

RECONNAISSANCES
du 11 et 16 photos n° 503 à 510
du 17 il est photo 14 et 236



MORT-HOMME = HOMME.

SHAA, B86 2509

Photo n° 2.10 Mosaïque photographique, secteur du Mort-Homme, 11 et 17 novembre 1916

Somme 1916, attaques de positions dont des bois ; 993 511 et 512, "Avions et photographie aérienne 1914-1918". 21 589, album du front riche de couples stéréoscopiques.

- Dossier de cinq pochettes, cote 22 584, contenant des documents rares, mosaïques aériennes du front et trois clichés diachroniques de la destruction du village de Cumières.

= **Établissement cinématographique et photographique des Armées**, ECPA, fort d'Ivry. Deux sources ont été exploitées : a) dans la série des *albums*, l'album 4, Service photographique aux armées, 1914-1918 ; dans la collection *armée de l'Air* (AA) ont été consultés les volumes 3 à 6, photos 2 119 à 10 462²⁶.

= **Archives du service historique de l'armée de l'Air**, SHAA, Vincennes. Référence : "Photographies aériennes de la Grande Guerre", document dactylographié, 8p. Une importante partie du fonds n'était pas encore inventoriée aux moments de la recherche (1989 et 1993). Ont été consultées les séries de classeurs thématiques contenant des clichés 13x18 ou 18x24. La série la plus intéressante est celle des *Opérations* : classeur 02, Champagne ; 03, Champagne et Argonne ; 05, Marne et Meuse ; 06, Meuse, très beaux clichés verticaux à basse altitude du front d'Argonne ; 07b, Somme. Le classeur 06 contient aussi de remarquables fascicules illustrés de photo-interprétations datés de 1916. Cotes : 1 600 clichés Meuse, cartons A 311 à 314 ; 2 280 clichés Marne, A 315 à 317. Environ 10 % des photographies intéressent le sujet ; une trentaine ont été sélectionnées.

= **Photothèque du musée d'histoire contemporaine** - bibliothèque de documentation internationale contemporaine (BDIC), Paris, Hôtel national des Invalides. Fonds première guerre mondiale formé de neuf collections. Parmi elles la *collection Valois* : 550 albums d'environ 100 à 150 photographies chacun ; classement par départements et par lieux géographiques à l'intérieur de chacun ; 150 000 clichés originaux classés dans des casiers métalliques (tiroirs 7, 15, 23, 31). Consultés, III, les opérations, IIIB guerre de position 1915-1916, dont 7b, trente photos aériennes autour de Verdun ; IIIC, Interventions américaines ; IIID, offensives 1917-1918 ; IV, Guerre navale - guerre aérienne, vues aériennes classées par départements ; V, Unités ; VI, Vie du soldat en campagne et zones des combats, dont VI/14, près de cent photos diverses d'aménagements des tranchées ; VIII, Dévastations, mais très peu d'information sur les paysages forestiers. Le musée abrite une importante collection d'environ 80 000 cartes postales sur les thèmes forts du conflit. Des sondages y ont été pratiqués.

Parmi les sources diverses et de moindre importance pour les thèmes traités citons les collections du Centre de documentation du musée de l'Air au Bourget et le fonds de documentation du Mémorial de Verdun²⁷.

3.1.3. Autres sources photographiques de la guerre et de l'après-guerre

Hormis les photographies aériennes le corpus des clichés de guerre est riche d'innombrables prises de vue au sol réalisées soit par des opérateurs autorisés, photographes professionnels et journalistes accrédités dans les zones de front, soit par les combattants qui disposaient d'une chambre noire, officiers ou sous-officiers le plus souvent²⁸. Des milliers de ces clichés illustrèrent les cartes postales²⁹, source documentaire de première importance à

²⁶ Pour les films une recherche client est assurée par le service *Documentation Images animées* ; les films sont disponibles sur support standard VHS.

²⁷ Citons ici un remarquable recueil de 550 photographies, commentées par thèmes, issues du fonds du service historique de l'armée de Terre, *1916, année de Verdun*, SHAT, Paris, Lavauzelle, 1986, 293 p.

²⁸ Cette matière première iconique fut utilisée pour illustrer des journaux comme le *Miroir* ou *l'Illustration*, des revues comme *La Science et la Vie* ou des ouvrages. La plupart des grands collections ont été consultées.

²⁹ La carte postale naît en France en 1870-1871. En 1891 est éditée la première carte postale photographique. L'expansion date de l'exposition universelle de 1900 ; diffuseurs et clubs de collectionneurs éclosent alors dans toute le pays. Cent millions de cartes sont diffusées en France en 1910, 800 millions en 1914. « La carte postale, qui a fleuri à la Belle Epoque, voit sa circulation favorisée par le bourrage de crâne et par la censure car elle est d'une lecture plus facile que la lettre. Ceci se manifeste dès les premiers mois de 1915. Tout est matière à carte postale : les portraits de généraux, bien sûr : "Notre Joffre", et les revues militaires, mais aussi les soldats à l'attaque, dans les tranchées sous la neige, faisant la cuisine. On trouve aussi des photos des lieux où a pu passer le soldat, casernes, villages de cantonnement, villes bombardées, ports où il débarque en Orient. Ainsi, sans dévoiler par l'écrit les lieux où il se trouve, il peut renseigner sa famille sur ses déplacements. [...] J. L... envoie la photo d'un abri sous bois dans la Meuse pour montrer sa façon de vivre » écrit Jules MAURIN, *Armée - Guerre - Société. Soldats languedociens (1889-1919)*, Publications de la Sorbonne, Paris, 1982, p. 642. Les

laquelle nous avons fait grandement appel³⁰. Les règles de constitution du corpus des photographies retenues pour ce travail exigent que ces photographies soient localisées précisément par la mention dans leurs marges des coordonnées militaires et (ou) la surimpression des lieux-dits, soient calées dans le temps et soient exhaustives d'une portion de territoire, variant avec leur échelle. L'analyse porte sur trois types d'ouvrages illustrés les plus classiques, une série d'albums militaires, un livre de témoignages, deux opus d'une collection de guides. Le recensement puis le classement thématique des photographies conduit à des tableaux de pertinence et à leurs commentaires, axés sur le traitement de l'information et la place accordée à la forêt et au bois.

a - Une série d'albums militaires

Le ministère de la Guerre réalisa durant les trois premières années du conflit la série des *Documents de la section photographique de l'Armée*. Vingt fascicules au grand format 28-35 cm, de 22 pages en moyenne chacun, furent publiés – un par quinzaine – sous le titre *La Guerre* par la librairie Armand Colin³¹. Le vingtième parut le 18 novembre 1916. La collection rassemble plus de 1 100 photographies. Les photographes étaient accrédités, les photographies, contrôlées. Elles ne sont pas référencées et leurs légendes ne portent jamais de date de prise de vue. Le commentaire de chaque livret est signé A-D (initiales du nom du célèbre auteur de *Voyages en France*, Victor-Eugène ARDOUIN-DUMAZET³²). Le découpage de la collection alterne sujets thématiques et géographiques³³. L'analyse des photographies des fascicules concernant peu ou prou les thèmes de la recherche, soit 432 photos, est traduite en un tableau de pertinence (tableau 210) axé sur l'arbre, la forêt et leurs représentations.

Dix-huit photographies d'arbres et 72 de forêts représentent 4,1 % et 16,6 % du portefeuille de 432 documents. L'acteur – surtout la victime – végétal fait 20,7 % des sujets photographiés sur l'échantillon des dix fascicules thématiques. L'habitat et les villages comptent pour 34 %, les hommes pour 27 %. Le fascicule 4, *Dans la forêt d'Argonne*, est divisé en six paragraphes : 1 - Les défilés de l'Argonne, 2 - Aspects de l'Argonne, 3 - De Vienne-la-Ville à Vienne-le-Château, 4 - La Harazée et Saint-Hubert, 5 - Le défilé de La Chalade, 6 - Le défilé des Islettes et 6 - Clermont-en-Argonne. Quinze photos sur 57 (28 %) mettent en scène la forêt, pour 28 (49 %) les villages et les soldats. Se dégage des deux pages écrites par ARDOUIN-

estimations de "consommation" de correspondance autre que colis pendant les quatre années de guerre tournent autour de 10 milliards d'envois, G. BACONNIER, A. MINET et L. SOLER, *La Plume au fusil. Les Poilus du Midi à travers leur correspondance*, Toulouse, Privat, 1985, ouvrage cité par P. ARNOULD et L. SIMON, "Forêts, guerre, après-guerre autour du Chemin-des-Dames", in *Forêt et Guerre*, op. cit., p. 254. Pour des informations sur le monde de la carte postale, *Dictionnaire de la cartophilie francophone*, CPC, Herblay, 1996. Articles thématiques périodiques sur la Grande Guerre dans la revue *Cartes postales et Collection* ; par exemple "Le miraculeux canon de 75", CPC n° 171, 1996, p. 16-23, est un dossier technique construit autour de 34 cartes postales dont l'une est une photographie d'une casemate abritant un canon dans le bois d'Haumont (au nord de Verdun).

³⁰ Outre une collection familiale riche d'environ 500 cartes postales des champs de bataille champenois et lorrains avant, pendant et après la guerre, ont été consultées de nombreuses collections particulières et celles des mairies, des bibliothèques municipales ou des archives municipales et départementales, pour les trois périodes, avant-guerre, guerre, après-guerre (la Reconstruction 1918-1929 surtout). Mais la carte postale de guerre ne fut pas une thématique de recherche. Une base de données est en cours de constitution (1998) sur le web, site *Le musée des cartes postales anciennes (CPA)*, www.tecnilog.com/cartes/cpa Aussi, 80 000 cartes postales en 7 CD *Images de la France d'autrefois*, vol. 3, Alsace, Lorraine, Bourgogne, Franche-Comté et vol. 5, Nord - Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardennes, Tecnilog multimédia, éd. Immedia.

³¹ *La Guerre*, Documents de la section photographique de l'Armée, ministère de la Guerre, Paris, Librairie Ar. Colin, XX fascicules, 1914-1916.

³² V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France*, Paris-Nancy, Berger-Levrault ; cinquante volumes pour la grande collection de récits de voyage et de géographie de la fin du XIX^e siècle, présentée au chapitre six.

³³ Première série : Fascicule 1 : *La vie du soldat* ; 46 photos. Fasc. 2 : *Abris et tranchées* ; 65 photos. Fasc. 3 : *Les alliés à Salonique* ; 56 photos. Fasc. 4 : *Dans la forêt d'Argonne* ; 57 photos. Fasc. 5 : *La bataille de Champagne* ; 65 photos. Fasc. 6 : *Reims - Soissons - Arras* ; 53 photos. Fasc. 7 : *Abris et tranchées* ; 65 photos. Fasc. 8 : *Armes et munitions* ; 68 photos. Fasc. 9 : *En Artois* ; 65 photos. Fasc. 10 : *Avions et autos* ; 65 photos. Deuxième série : Fasc. 11 : *Pionniers et trophées* ; 51 photos. Fasc. 12 : *De l'Yser à la mer du Nord* ; 55 photos. Fasc. 13 : *Verdun* ; 56 photos. Fasc. 14 : *Les étapes du blessé* ; 61 photos. Fasc. 15 : *La marine de guerre* ; 55 photos. Fasc. 16 : *En Orient* ; 59 photos. Fasc. 17 : *Équipement et ravitaillement* ; 55 photos. Fasc. 18 : *L'armée coloniale* ; 67 photos. Fasc. 19 : *L'offensive de la Somme* ; 50 photos. Fasc. 20 : *La Marne* ; 50 photos.

DUMAZET la nostalgie d'un monde disparu ou en train de disparaître : « [...] combien est lugubre, saisissant d'horreur, le squelette de ce qui fut le Four-de-Paris, joyau de la forêt. C'était un village adorable de grâce, groupant, au confluent de la Biesme et du ruisseau des Meurissons, d'archaïques logis de charbonniers et de bûcherons remplaçant les verriers du vieux temps, et de villas coquettes édifiées par les Parisiens »³⁴.

Tableau 210
Classement thématique des photos de *Documents de la section photographique de l'Armée*

Fasc.	village	soldat	Arbres			Forêts			Type de photo		Agric.	Terrain
	A	B	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	F	G
1			3			6	1		2	2		0
2				10	1		13	3	2	10		5
4	10	18		1		2	7	6	10	3		57
5	8			1			2	7	1	1	20	0
7	21					14	2	2			1	0
9	24	20			1				1		5	0
12	19	24		1								0
13	19	28				1	1	2	2	2	1	56
19	17	25					1	2	2	1	4	0
20	30	2									7	0
Total 432	148	117	3	13	2	23	27	22	20	19	38	118
%	34	27	0,7	3	0,4	5,3	6,2	5,1	4,6	4,4	8,8	27,3

Entrées des colonnes : A, villages détruits. B, soldats et troupes. C, arbres : C1, décor, C2, acteur de l'aménagement du front, C3, blessures. D, forêts : D1 décor, D2, acteur de l'aménagement du front, D3, blessures. E, type de photo de forêt : E1, photo panoramique, E2, plan rapproché. F, agrofaciès dégradés. G, photos propres au terrain d'étude.

b - Un ouvrage de témoins et de témoignages

Le monumental *Verdun* de Jacques PÉRICARD³⁵ est un recollement de photographies et de textes, la plupart récits d'anciens combattants retrouvés. Les premières lignes de la préface donnent le sens et l'objectif : « Ce livre n'est pas l'œuvre d'un homme, mais l'œuvre collective des combattants de Verdun ». Textes et photos se complètent et se répondent. Les longues recherches documentaires de l'auteur mirent à contribution des collections particulières privées ou publiques, en France et en Allemagne. « Parmi les 1 000 photographies retenues entre 3 000 et plus, il en est de tragiques, il en est d'émouvantes, d'autres paraîtront plus banales, mais leur ensemble reflète exactement les multiples aspects de cette longue bataille de quatre années. » Beaucoup de clichés proviennent des archives privées de Charles Hallo³⁶. Les données sont présentées dans le tableau 211.

Sur l'ensemble des thèmes c'est évidemment le soldat qui domine la représentation (60 % du total des clichés), qu'il soit associé ou non (pour moins de 10 %) à du matériel de guerre. La forêt est plus représentée que l'arbre ou le produit ligneux (six occurrences contre quatre-vingt-une). La forêt blessée s'expose sur 53 photos (5,8 % du total), décor souvent en fond de photographie (30) ou acteur du champ de bataille (forêt photographiée pour elle-même, 23). L'année 1916 est la plus illustrée (avec 12 % du total des photos présentées).

³⁴ V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *La Guerre*, fascicule IV, p. 86. Quinze ans plus tôt l'auteur écrivait : le Four-de-Paris « est un site d'une grâce adorable : des maisons de torchis, des villas, une humble église, la Biesme, profondément encaissée entre les saules et les aulnes, des bouquets de sapins, relevant par leur verdure sombre la teinte douce des bourgeons prêts à s'ouvrir dans l'immense sylve, forment un de ces tableaux qui retiennent longtemps le voyageur [...] », *Haute Champagne - Basse Lorraine, Voyage en France*, 21^{ème} série, Paris-Nancy, Berger-Levrault, 1900, p. 337.

³⁵ Jacques PÉRICARD, *Verdun. 1914-1918. Histoire des combats qui se sont livrés de 1914 à 1918 sur les deux rives de la Meuse*, Paris, Librairie de France, 1934, 534 p. L'ouvrage porte en sous-titre : "Avec les témoignages de plusieurs milliers d'anciens combattants". Réédition en petit format sous le titre *Verdun 1916* par la Nouvelle Librairie de France (NEL), 1997 ; ouvrage trompeur car pas de mention du titre complet, sous-titre modifié, pas d'explication ni de justification des coupes faites, pas d'introduction ni conclusion ni tables ; deux citations.

³⁶ « Dès 1930 il [Charles Hallo] met son importante collection de photographies aériennes au service de Jacques Péricard afin d'illustrer son ouvrage sur la bataille de Verdun, avant d'en faire don au musée de l'Armée en 1951 » Lionel DUMARCHE, "Charles Hallo (1882-1969) : Un destin hors série", in *Vues d'en haut : 14-18*, Paris, musée de l'Armée et BDIC, 1988, p. 25-28. La couverture de l'ouvrage précise : « photographies aériennes du champ de bataille, obligeamment communiquées par le camarade M. Hallo, de Senlis ».

Tableau 211
Classement thématique des photos dans *Verdun 1914-1918* de Jacques Péricard

Année *	Destructions				Arbre ou produit ligneux		Forêt			Total photo T	E	forêts Type de photos			G
	A1	A2	A3	B	C1	C2	D1	D2	D3			F1	F2	F3	
14-15	27	11	126	2	2	0	1	13	1	190	8%	1	14	0	7
1916	75	29	240	10	1		26	15	11	450	12%	5	7	20	36
1917	19	8	135	17	0	3	3	0	9	197	6%	0	8	4	8
1918	25	0	47	0	0	0	0	0	2	74	3%	0	2	0	0
Total	146	48	548	29	3	3	30	28	23	911	9%	6	31	24	51
%	16	5,3	60,1	3,2	0,6		8,9								

* Le découpage est plus exactement thématique ; 31 juillet 1914 - 20 février 1916 : *La menace d'investissement de Verdun* (76 p.) ; 21 février 1916 - 15 septembre 1916 : *L'ennemi est maître du champ de bataille* (297 p.) ; 16 septembre 1916 - 3 décembre 1917 : *La rupture des positions de couverture* (103 p.) ; 4 décembre 1917 - 11 novembre 1918 : *La défense des positions reconquises. Rupture du front ennemi* (42 p.).

Légende. A1, habitats et constructions détruits, dont les forts ; A2, villes et villages ; A3, soldats et matériels. B, vues aériennes agrofaciés dégradés. C1, décor, blessures ; C2, acteur. D1, décor, blessures ; D2, acteur, aménagement ; D3, acteur, destructions. E : pourcentage de photos de forêt sur le total.

c - Le guide Michelin *La bataille de Verdun 1914-1918*

Le guide *La bataille de Verdun 1914-1918* appartient à la collection des *Guides illustrés Michelin des champs de bataille*, présentée par ailleurs. Ce volume de 112 pages est un tirage de 1925 de la première édition de 1919³⁷. Certains titres de la collection ont connu plusieurs éditions et des regroupements de sites furent effectués au fil de celles-ci. Le traitement thématique des photographies est présenté (tableau 212a) avec une étiquette différente de celles des tableaux 210 et 211³⁸.

Tableau 212a
Classement thématique des photos dans le guide Michelin *La bataille de Verdun 1914-1918*

Thèmes *	Destructions				Forêt			Total T	E	dont autres	
	A1	A2	A3	B	D1	D2	D3			H	J
1	2	2	1	2	2			9	22%		
2		33						53	0	11	9
3	8	17	5	9	5			44	11%		
4		19	2	7			1	29	3%		
Total	10	71	8	18	7		1	135	6%	11	9
%	60		5,9	13,3	5,9			100			

* Le découpage de l'ouvrage est le suivant ; 1 : Présentation générale de la bataille (p. 2-30) ; 2 : Ville de Verdun (p. 31-56) ; 3 : Premier itinéraire, La rive droite de la Meuse et les forts (p. 57-87) ; 4 : Deuxième itinéraire, La rive gauche de la Meuse, Argonne exclue (p. 88-111).

Légende. A1, habitats et constructions détruits, dont les forts ; A2, villes et villages ; A3, soldats et matériels. B, agrofaciés dégradés. D1, décor, blessures ; D2, acteur, aménagement ; D3, acteur, destructions. E : pourcentage de photos de forêt sur le total ; H, photos de soldats ; J, photos de monuments urbains.

Les destructions des bâtis l'emportent avec 81 clichés (60 %) alors que huit seulement (6%) se rapportent à la forêt. Ils montrent la dévastation des bois, - sur les Hauts de Meuse le bois de la Laufée³⁹ (p. 61) où seules quelques chandelles demeurent sur un sol labouré, le bois du Chênois (p. 61) sans plus aucun arbre, le bois Fumin (p. 66) un désert traversé de vagues d'assaut de fantassins, celui d'Haudromont (p. 80) avec quelques moignons et trois soldats au

³⁷ La fonction du guide est évidemment de renseigner les visiteurs, à preuve la photographie de la page 69 qui porte en légende : "L'étang de Vaux et le point extrême où l'on peut aller en voiture (lire le texte ci-dessus)" ; que voici : « Il est difficile de faire demi-tour au point extrême de la route ci-dessous. Il est préférable de s'arrêter à une centaine de mètres de l'étang, sur l'emplacement d'un ancien garage de voie de 0,60 où l'on tournera sans difficulté ». La création de la zone rouge eut aussi pour effet d'instaurer interdiction et contrôles d'accès sur le champ de bataille.

³⁸ L'étiquette différente de celles des tableaux 210 et 211 tient compte des particularités de l'ouvrage. Ainsi, pas de colonnes F car les forêts sont peu représentées, ni G car toutes les photos sont dans la zone d'étude, nouvelles colonnes H et J par contre, photographies de militaires (officiers) et de monuments (ville de Verdun).

³⁹ Cette photographie montre une curieuse incrustation d'un buste d'officier.

bord d'un trou d'obus en eau, - et sur le Barrois le bois de Malancourt (p. 110) qui porte encore une futaie étêtée et brisée et les sacs de terre de la première ligne allemande. Les destructions des paysages agraires sont montrées par 18 clichés (13,3 %) dont 6 panoramiques.

d - Le guide Michelin L'Argonne (1914-1918)

Le volume *Argonne* de la collection (65 p) est l'édition de 1920. L'étiquette du tableau analytique (tableau 212b) modifie la colonne B du tableau 212a qui devient "tranchées et ouvrages" et introduit une colonne K, "cimetières et monuments commémoratifs".

Tableau 212b
Classement thématique des photos dans le guide Michelin *Argonne (1914-1918)*

Thèmes *	Destructions			B	Forêt			Total T	E	dont autres		
	A1	A2	A3		D1	D2	D3			H	J	K
1			5	2				14	0	5		2
2								2	0		1	1
3	16	10		8	2	3		53	11%		11	2
Total	16	10	5	10	3	3		69	8,7	5	12	5
%	38		7	14,5						7	18	7

* Le découpage de l'ouvrage est le suivant ; 1 : La guerre de 1914-1918 (p. 4-18) ; 2 : Sainte-Menehould (p. 19-23) ; 3 : Visite des champs de bataille de l'Argonne (p. 24-63).

Légende. A1, habitats et constructions détruits, dont les forts ; A2, villes et villages ; A3, soldats et matériels. B, tranchées, ouvrages ; D1, décor, blessures ; D2, acteur, aménagement ; D3, acteur, destructions. E : pourcentage de photos de forêt sur le total ; H, photos de soldats ; J, photos de monuments urbains ; K, cimetières et monuments commémoratifs.

Dans cette région boisée (90 % du terrain du champ de bataille sont forestiers) les images de forêts ne représentent que 8,7 % du total (6 % dans le guide Verdun pour un taux de boisement du champ de bataille d'à peine 30 %). Les destructions des bâtis villageois l'emportent avec 38 %. Sur une photo (p. 54) légendée *Le bois de la Grurie* (au nord de la route Four de Paris - Varennes) avec en sous-titre "Les cuisiniers apportent la soupe aux premières lignes (secteur de Saint-Hubert)", la forêt apparaît comme un décor de fond avec arbres mutilés pour une scène de soldats dans une tranchée ; de même sur un large panoramique (vue classique prise de l'observatoire du Balcon, voir photo 10.30, p. 809) *Vue générale du Four-de-Paris, prise d'un observatoire* (p. 56). Elle apparaît comme acteur dans les aménagements défensifs (la forêt bastion) sur trois photos, *Le bois de la Grurie* "Le ravin de Marie-Thérèse (26 juillet 1916)" (p. 55), *Dans le secteur du Four-de-Paris (1916)* (p. 59) et *La forêt d'Argonne ravagée* (p. 61). La forêt blessée intéresserait-elle moins que le village ou la ville ? Deux pages du guide (5 et 6) sont pourtant consacrées à la description de cette étrange forme de guerre qu'est *La bataille dans la forêt*, dont le premier paragraphe est dédié à une évocation concise et juste de la sylve argonnaise⁴⁰. Mais les voies d'accès au massif, déjà peu nombreuses en 1914, sont devenues difficilement praticables et dangereuses pour une grande partie de la clientèle sollicitée par ce guide touristique (excluons bien sûr ici les néo-Anciens Combattants), citadins de l'arrière qui accèderaient au grand frisson des champs de bataille sans autre risque que celui de la crevasse⁴¹.

Sur un autre secteur du champ de bataille, le Chemin des Dames, Paul ARNOULT et Laurent SIMON ont analysé un album commémoratif de la Grande Guerre édité en 1978 par le comité du tourisme de l'Aisne⁴². Ils soulignent la « part discrète que tient la forêt dans l'ensemble des

40 « La forêt d'Argonne est formée de futaies de hêtres, de bouleaux, de charmes, de frênes et de chênes sous lesquels souvent les coudriers, les arbustes de toutes sortes, dressent des fourrés presque impénétrables. Elle abonde en coins délicieux ou sauvages ; aux ravins étroits à flancs abrupts couverts de taillis, s'opposent des vallées fraîches avec des ruisselets, de petits étangs, des fontaines » (p. 5).

41 ... Car veille « la meilleure roue amovible : **La roue Michelin** est simple et pratique ; fixée par 6 boulons, on la remplace en 3 minutes. Elle est robuste ; elle a fait ses preuves sur les routes du front. Elle est chic, et complète la ligne des élégantes carrosseries. Elle est économique, car elle allonge la vie du pneu en le refroidissant. » (p. 1).

42 P. ARNOULT et L. SIMON, "Forêts, guerre, après-guerre autour du Chemin-des-Dames", in *Forêt et Guerre*, art. cité, p. 251-269 ; Cl. BRIQUET, *Le Chemin des Dames*, Comité départemental du tourisme de l'Aisne, 1978.

cartes postales (8 % des quatre grands types d'utilisation du sol), au contraire des sols bâtis (69 %) »⁴³. Ils constatent aussi que « les doublets photographiques avant-après guerre, classiques pour les fermes et les villages, sont inexistantes pour la forêt ». Jamais nous n'avons trouvé, dans les milliers de cartes postales observées, un tel doublet ayant la forêt pour sujet. Les raisons sont certainement multiples et croisées⁴⁴. Les auteurs avancent la conclusion que la faible proportion de photographies sur ce thème « ne fait que refléter la situation de la forêt. Au début du siècle, elle n'était assurément pas un objet de choix, les cartes postales mettant surtout en scène force fermes, moulins, villages, églises et rues... ». On peut ajouter à cette remarque que cette proportion reflète aussi le choix de l'éditeur et, par là, le poids de la forêt dans les représentations mentales de celui-ci et, sans doute, dans les désirs ou les attentes qu'il prête aux espérés acheteurs.

Les finalités de la création d'images furent différentes selon qu'il s'agît d'une exigence militaire ou d'une demande civile. Dans le domaine militaire auquel nous nous limitons deux productions coexistèrent, dont les volumes furent très différents :

- L'impressionnante augmentation de la production d'images à usage "interne" au fil des années de guerre fut proportionnelle à l'accroissement de leur rôle dans la préparation et la conduite des opérations, déterminé par la montée en puissance des photo-interprètes formés dans les services spécialisés de l'armée. Ces images sont d'une richesse et d'une variété dont l'intérêt pour la recherche en géographie historique et en géographie des paysages ne fut exploité et formalisé que récemment⁴⁵.

- Les images à destination publique étaient l'objet, avant leur diffusion, de tris sévères de la part des autorités militaires. Leur diffusion fut surtout assurée par les journaux nationaux au nombre desquels on peut citer *l'Illustration* et *Le Miroir*. L'intéressement pécuniaire ne fut pas le dernier argument qui incita les combattants à la production d'images : le 4 avril 1915 *Le Miroir* ouvre son concours de photographies « aux auteurs des plus saisissantes photographies de guerre »⁴⁶.

3.1.5. Les sources picturales

Les sources picturales sont très nombreuses. Une présentation des peintres et des œuvres, un historique de la production ont fait la matière du catalogue d'une exposition récente *La Première Guerre Mondiale vue par les peintres* au musée de l'Armée⁴⁷. C'est en novembre 1914 que prit corps, à l'initiative du général Niox⁴⁸ directeur du musée de l'Armée, le projet de grouper dans ce musée « tous les documents, photographies, peintures d'après nature (et non compositions d'imagination), dessins, croquis, etc. de terrains et de types militaires permettant de reconstituer l'histoire de la guerre par l'image »⁴⁹. Peintres et dessinateurs furent fortement sollicités par les autorités militaires

⁴³ ID., *ibid.*, p. 256. Les types d'utilisation du sol sont définis par l'enquête TERUTI (enquête sur l'utilisation du territoire) du ministère de l'Agriculture : sols agricoles utilisés, sols bâtis, sols boisés, zone naturelles (pour le secteur, eaux, zones humides, rochers, friches, landes, haies) ; trois citations.

⁴⁴ Cette réflexion n'a pas été approfondie. Il est sans doute des causes techniques, « les masifs se prêtent assez mal à la photographie » écrivent les auteurs, ... sauf lorsqu'ils sont décimés par les combats ; le repérage y est difficile, les marqueurs peu nombreux, le retour sur le site précis, improbable. Des causes sociologiques, la forêt n'est pas lieu d'habitat sédentaire et l'idée ne se cristallise pas car elle est sans aucun intérêt. Notons aussi que nous n'avons jamais non plus trouvé de tels doublets dans les archives forestières.

⁴⁵ J.-P. AMAT, "La ressource iconique et l'étude des paysages des forêts meurtries par la guerre de 1914-1918 dans l'Est de la France", in *Image et Histoire*, 1987, p. 97-108.

⁴⁶ *Le Miroir*, première page du numéro du 4 avril 1915 : « C'est dans son numéro d'aujourd'hui 4 avril que LE MIROIR ouvre le concours de PHOTOGRAPHIES DE GUERRE qui durera jusqu'à la fin des hostilités ». Le premier prix est doté de 30 000 F. Devant le succès qui s'annonce... et la guerre qui menace de durer un nouveau concours, mensuel celui-là, est lancé un mois plus tard. Il est doté de trois prix, 1 000, 500 et 250 F. La première page du numéro du 2 mai 1915 annonce avec emphase qu'un prix de 15 000 F fut attribué à un sous-lieutenant de dragon « qui fixa sur la plaque le moment exact où un obus tombait entre deux lignes de cavaliers à pied, tuant deux dragons ». Au 31 décembre 1918 plus de cent prix avaient été attribués par le journal pour un montant de 85 000 F (annexe 2-2, p. 3).

⁴⁷ Fr. LACAILLE, *La Première Guerre Mondiale vue par les peintres*, Paris, Citédis, 1998 ; du même auteur, "Peindre la Grande Guerre 1914-1918", *revue de la SAMA*, 1998, n° 116, p. 90-96.

⁴⁸ Le général NIOX était par ailleurs l'auteur d'une géographie militaire de la France qui fit longtemps autorité, *Géographie militaire de la France*, Paris, Libr. J. Dumaine, éd. 1878, 1881, 1886 et *Géographie. I : la France*, 4^e édition 1898 (voir chapitre sept).

⁴⁹ Trois citations dans Fr. LACAILLE, *op. cit.*, p. 11 et 12.

qui désiraient « conserver à l'histoire des documents à la fois plus vivants, plus artistiques et plus complets que les vues photographiques ». Cette attitude, commente Frédéric LACAILLE, est « la preuve du primat encore incontesté des arts graphiques sur les arts mécaniques de l'image au début de notre siècle ».

Quelle valeur accorder à des peintures, des gravures ou des dessins ? - Une valeur d'actualité ? Beaucoup d'oeuvres furent créées en atelier souvent plusieurs mois après les événements qu'elles voulaient illustrer. - Une valeur de réalité, alors que présidait à leur création la seule liberté de l'artiste et que beaucoup étaient reprises de croquis rapidement levés sur le terrain ? Il n'en est pas moins vrai que ces oeuvres d'art acquièrent une grande valeur de témoignage quand – et à la condition que – elles puissent être corroborées, et que leurs témoignages puissent être recoupés, par d'autres sources, surtout la photographie. Montrons le avec deux tableaux empruntés à l'œuvre peinte de François FLAMENG, vrai "grand reporter" sur le front (photos 2.11 et 2.12, p. 146

a - Panorama du secteur de Verdun, 17 et 18 mars 1916

La mise en scène est celle d'un panoramique⁵¹. Le peintre se tient sur la rive gauche de la Meuse auprès du fort de la Chaume – selon toute vraisemblance – qui domine la plaine alluviale où est bâtie la ville de Verdun. « Tandis qu'à gauche deux territoriaux s'acheminent, pelle et pioche sur l'épaule, vers la Voie sacrée, sur la droite un soldat de la Section photographique de l'Armée, créée en février 1915, est au travail »⁵². Le pinceau remplace la chambre noire, l'instant s'éternise. Les touches blanches structurent le tableau, larges à-plats de la voie d'accès au fort au premier plan, brèves lignes des esplanades des casernes, des tours de la cathédrale, longs filets des chemins qui grimpent les versants des Côtes de Belleville, flocons des explosions dans le ciel au-dessus des hauteurs de Souville, de Fleury et de Froideterre (cartes HT Verdun sud 1914 et 1918). Les taches vert sombre des bois marquent l'horizon du plateau et descendent en pointe vers la vallée, bois des Essarts et bois des Hospices de part et d'autre de la vallée empruntée par la route d'Étain. Sur la crête gerbes de terre, volutes de fumées et de poussières s'élèvent dans le ciel, images tant de fois rapportées dans les récits des combattants, de la terre qui s'entrouvre et des volcans qui crachent⁵³.

b - La crête des Éparges, 25 septembre 1915

En ce mois de mars 1915 le peintre a posé son chevalet sur la crête des Bois Hauts, éperon de la côte de Meuse qui domine le village des Éparges, la vallée du Longeau et les buttes témoins de Corrois et des Éparges. La mise en scène du tableau⁵⁴ exprime l'emprise du fait militaire sur l'espace : réseau des tranchées, abris, défenses, panaches blancs des obus qui éclatent et figent la scène dans l'instant. Le théâtre de la bataille est clairement structuré : ciel indistinct de l'automne en fond, miroitement de l'eau sur les étangs de la Woëvre, topographie et modelé des buttes précisément représentés, griffures des chemins et des tranchées qui serpentent sur les versants. Le terrain est celui que voit la troupe qui monte en première ligne. Le peintre regarde ce paysage que regardait aussi, par un clair matin de décembre 1914, un autre témoin, Maurice GENEVOIX, qui rapporte : « Je me suis arrêté à la lisière de la forêt ... Je voyais devant moi d'autres pentes désolées dont la couleur, malgré la lumière, était couleur de la boue.... Il y avait plus loin que (...des hommes qui rampaient) le ravin au bois rouillé, le piton malsain coururé de tranchées, le col de

⁵⁰ Fr. FLAMENG (1856-1923), professeur à l'école des Beaux-Arts. « Seul artiste à disposer d'un laisser-passer durant toute la guerre, il travaille notamment à des vues panoramiques à l'usage de l'artillerie » (Fr. LACAILLE, *op. cit.*, p. 13). La destination de ces peintures est un gage de fidélité de l'information. Ces deux œuvres (p. 55 et 101 du catalogue, de nombreuses fois reproduites) appartiennent aux collections du musée de l'Armée.

⁵¹ Aquarelle et gouache sur carton ; deux parties collées (30 x 96 cm) avec un assez bon raccordement sur le versant de rive droite de la Meuse créant l'illusion d'une vue panoramique.

⁵² Fr. LACAILLE, *op. cit.*, p. 101.

⁵³ Sur la route de Verdun : « Enfin arrivés à la corne d'un bois perché sur la hauteur c'est comme un écran qui tombe et nous voyons... on voit un immense moutonnement de terrain se pousser, en vagues d'abord verdâtres et puis d'un jaune maladif et désolé jusqu'au bas du ciel où elles fument comme en ébullition au contact d'un foyer incandescent », Lt. H. HERSCHER, *Quelques images de la Guerre. Woëvre 1915- Verdun 1916*, Paris, Berger-Levrault, 1917, p. 149. Et le spectacle nocturne prenait une autre dimension : « Tout grondait, air et terre, craquait, s'embrasait dans un cercle immense. Une stupéfiante aurore boréale palpitait sur l'écran nocturne ; faisait de la courbe de l'horizon comme une paupière enflammée et clignotante », ID., *ibid.*, p. 156. Les habitants des Islettes regardaient souvent de leurs greniers ces feux d'artifice à l'horizon des crêtes argonnaises (témoignages oraux recueillis par le Père S. Bonnet).

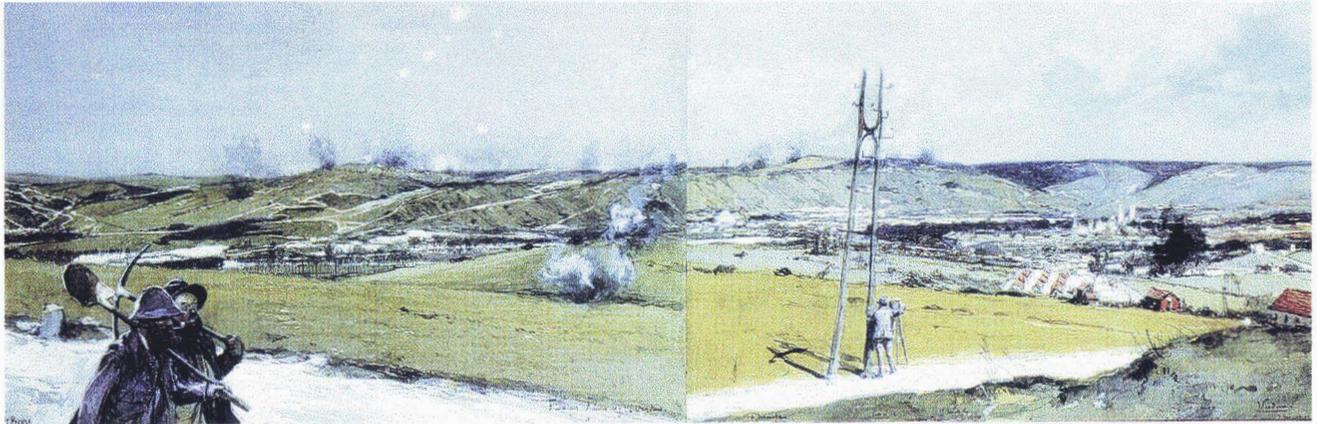
⁵⁴ Aquarelle et gouache sur carton, 30 x 46 cm.

Combres et la montagne aux sapins bleus : il y avait, barrant la Woèvre et le ciel, cette ligne de terre tragique, où pour nous finissait le monde »⁵⁵. Des photographies aériennes verticales et obliques prises durant la même période de la bataille⁵⁶ confirment cette fidélité mais elles méconnaissent la vision essentielle que l'artiste transpose, l'inexorable dégradation des terres agricoles, le rongement de la forêt par les obus, la disparition du bocage dont les mailles s'effiloquent dans le *no man's land* bouleversé, la ruine du village, l'amoncellement des déblais, des gravats, des barbelés.

L'après-guerre valorisa vite cette ressource iconique *via* la demande grandissante des besoins de l'information, la glorification nationale de maints lieux de souffrance devenus hauts lieux de mémoire, la naissance de l'"industrie du souvenir". L'inscription dans la durée de cette richesse imagière dès la première année de la décennie de la Reconstruction permet de suivre les formes, les modalités et les rythmes des reconquêtes végétales comme des interventions humaines, exprimées par la mise en place de la gestion de nouveaux sylvosystèmes civils.

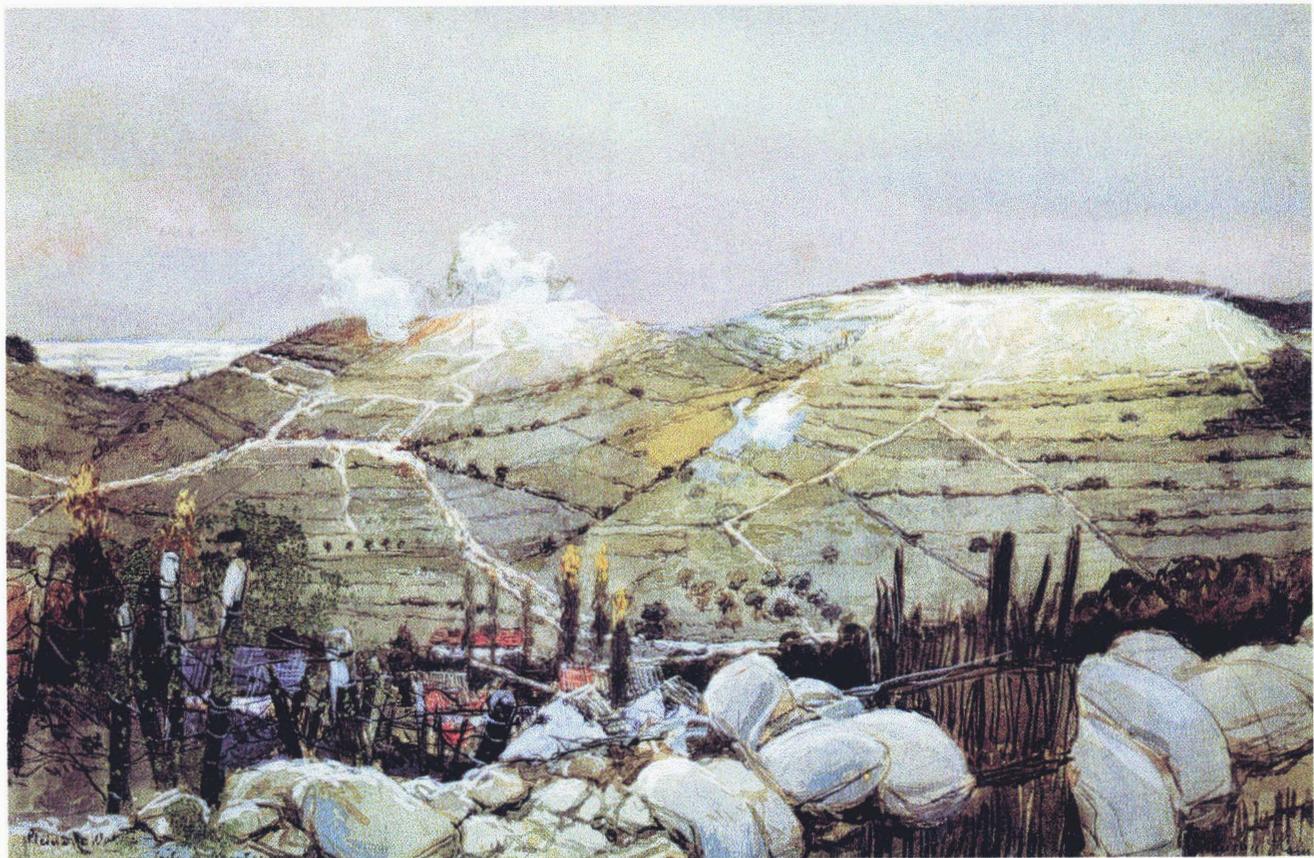
⁵⁵ M. GENEVOIX, *Ceux de 14*, Paris, rééd. Le Seuil, coll. « Points », 1984, Livre IV, *Les Eparges*, p. 460.

⁵⁶ Ces photographies du fonds Hallo, musée de l'Armée, ne sont pas reproduites ici.



MA, aquarelle et gouache sur carton (en deux parties collées 30 x 96 cm)

Photo n° 2.11 - François Flameng, *Panorama du secteur de Verdun, 17 et 18 mars 1916*



MA, aquarelle et gouache sur carton (30 x 46 cm)

Photo n° 2.12 - François Flameng, *La crête des Éparges, 23 septembre 1915*

3.2. Les sources cartographiques militaires

Les cartes publiées par les administrations civiles et dérivant des cartes du service géographique de l'Armée ne font pas l'objet d'un développement particulier dans ce chapitre. Celles au 1/200 000 du ministère des Travaux publics, celle au 1/100 000 du Service vicinal du ministère de l'Intérieur¹, les cartes des services forestiers, antérieures comme postérieures à la guerre sont présentées au moment de leur première mention².

3.2.1. La carte de base dite d'État-major

Le développement de la carte d'État-major au 1/80 000 accompagne celui des études géographiques depuis 1870³ : « Les succès obtenus par les cartographes français à l'exposition universelle de Vienne en 1873 et au congrès géographique international de Paris au mois d'août 1875 en font foi » note Édouard ROUBY⁴. En 1875 plus de 70 000 feuilles sont vendues, au 1/80 000 et 1/320 000. De mai 1872 à juillet 1875 les ventes atteignent 169 891 cartes au 1/80 000, « nombre prodigieux » s'exclame l'auteur. Cette carte, par les principes et les procédés qui la personnalisent, impressionne les esprits et aide aux constructions mentales de la représentation du pays ; l'édition lui offre des relais puissants, à l'image de la "Série rouge" des éditions Hachette⁵ ou, après la Grande Guerre, des fonds de carte utilisés par les *Guides illustrés Michelin des champs de bataille*. La clarté de la typographie, la richesse de la toponymie, la précision de la représentation des bois apparaissent bien sur la *Carte de la région de Verdun* de l'édition 1919 de *La bataille de Verdun* (planche 2.13, p. 448)⁶. La carte se conjugue à plusieurs échelles. La couverture au 1/50 000, en couleurs, est commencée en 1891 ; peu de feuilles étaient publiées en 1914. Seules les régions stratégiques frontalières du Nord, de l'Est, des Alpes ainsi que la région parisienne furent dotées de cartes ou plans au 1/20 000. Des levés de précision au 1/10 000 étaient cantonnés aux grandes places et forts de l'Est, dans la région de Soissons-Laon et de Reims⁷. Dans le même temps les Allemands utilisent à leur profit, après traduction des légendes, les coupures de la carte de France, aux échelles du 1/80 000 et du 1/50 000 surtout⁸.

3.2.2. Les cartes des groupes de canevas de tir, cartes de temps de guerre

Comme tant d'autres domaines la cartographie connaît un avant et un après l'entrée en guerre. A la veille du conflit l'État-major de l'armée considérait que les cartes aux échelles du 1/200 000 et du 1/80 000 suffiraient pour mener une guerre de mouvement qui serait courte. L'exactitude de la planimétrie, le choix et la finesse des figurés de terrain convenaient aux opérations militaires envisagées. Quand la guerre commence chaque centre de mobilisation reçoit en dotation des lots de cartes à ces deux échelles, destinés aux états-majors de corps

¹ Pour notre propos l'intérêt de cette dernière carte (présentée au chapitre huit) est double : - identification aisée et précise de l'espace forestier par l'utilisation de la couleur verte, - réactualisation fréquente. Ces cartes constituèrent le fond topographique de nombreuses cartes de l'ouvrage *Les Armées françaises dans la Grande Guerre*, Vincennes, SHAT.

² Ainsi les cartes départementales au 1/320 000 de l'Enquête Daubrée (chapitre six, figure 6, p.) reprennent, en les affinant, les cartes à la même échelle de l'enquête forestière de 1878, publiée en 1889 (voir chapitre six).

³ A consulter à ce sujet, col. BERTHAUT, *La carte de France (1650-1898), étude historique*, Paris, Imp. Serv. géogr. de l'Armée, 1898-1899, 2 vol.

⁴ Éd. ROUBY, *La cartographie au dépôt de la guerre*, Paris, Librairie J. Dumaine, 1876, p. 1. Cette "notice historique et descriptive sur les publications du dépôt de la guerre" donne de précieuses informations sur les procédés de cartographie, les techniques de réalisation, de mise à jour, etc.

⁵ Voir note chapitre sept

⁶ NB - L'échelle, 1/80 000, de cette carte n'est pas indiquée sur le fac-similé. La qualité de la carte peut être appréciée autour de Montfaucon (précisé d'Argonne) par exemple : cotes d'altitude importantes (340 m au sommet de la butte, 300 m au pied), les hiérarchies graphiques du réseau viaire et des appellatifs, Montfaucon, Cuisy, Fayel F^{me}, Ch^{lle} des malades ; massifs boisés et leurs réseaux de chemins, petits bois comme sur la route de Montfaucon à Malancourt (voir carte HT Mort-Homme 1914). Pour le thème militaire on peut apprécier la précision et la finesse de la représentation du camp retranché de Verdun (analyse au chapitre huit).

⁷ Les cartes à grande échelle répondent à des besoins spécifiques, siège des places fortes, artillerie, calcul des distances à l'objectif, des dénivelés, des angles de visée...

⁸ La carte des régions annexées d'Alsace-Moselle est établie avec le fond de la carte du ministère de l'Intérieur au 1/100 000 (exemple en hors texte).



d'armée et de division et aux officiers de troupes. Chaque armée possède en outre un service cartographique, dirigé par deux officiers du service géographique missionnés pour réceptionner, distribuer, entretenir, puis compléter ou modifier ces cartes.

a - Mise en place et historique

Au début de novembre 1914, alors qu'aucune carte précise n'existe pour la Picardie, l'Artois et la Flandre où la poursuite en débordement a concentré les combats les plus durs, alors que la précision de la carte au 1/80 000 est devenue insuffisante pour situer batteries et observatoires de nos troupes comme les emplacements des positions ennemies, paraît l'*Instruction sur l'organisation du tir des batteries lourdes et l'établissement des plans directeurs de tir*, destinée à être l'auxiliaire de terrain déterminant de l'artillerie lourde⁹. L'instruction prévoit l'établissement sur tout le front stabilisé d'un canevas nouveau, établi par une nouvelle triangulation de la zone de front qui resserre le maillage de la triangulation générale. Sur ce canevas général des plans au 1/20 000 constituent des canevas directeurs de tir portant à leur place exacte les pièces des batteries, les repères de position, les objectifs. Des ajouts, notamment les figurés des organisations ennemies, en font des plans directeurs¹⁰. Les *Groupes d'exécution des canevas d'ensemble de tir* créés pour dresser ces plans directeurs deviennent vite de véritables services topographiques d'armées. Il leur incombe la lourde tâche de lever – puis de mettre régulièrement à jour – cette carte nouvelle dont la double vocation est d'abord d'établir la topographie précise du terrain sur lequel les armées s'immobilisent puis s'enterrent, ensuite de cartographier les dispositifs de l'ennemi¹¹. Par chance le service géographique avait à sa disposition à Paris les tableaux d'assemblage au 1/10 000 des plans cadastraux de France, destinés à l'établissement de la carte au 1/50 000¹². Cette excellente source dut être reprise afin de compléter une planimétrie réalisée pour le principal entre 1820 et 1850. Le nivellement était celui des courbes de niveau des minutes au 1/40 000 de la carte d'État-major.

Ces groupes des *canevas de tir* (GCT) furent le socle d'un immense corpus de cartes. Tout en poursuivant les relevés spéciaux nécessaires à l'artillerie les groupes commencent le levé de la carte du terrain « sur toute l'étendue du front comme si l'on entreprenait un véritable siège »¹³. Très vite « et, tout naturellement, par une analogie qui s'impose, on va donner à cette carte le nom de *Plan Directeur* ». Dès la diffusion des premiers exemplaires les demandes en plans directeurs dépassent la seule artillerie lourde. L'artillerie de campagne y trouve l'exactitude et la précision indispensables au réglage des tirs d'accompagnement ou d'engagement alors que les armées des deux camps stationnent de plus en plus souvent à moins de cent mètres l'une de l'autre¹⁴ ; avec le défilement devenu indispensable « la batterie ne voit plus ses objectifs, mais le travail des groupes de *Canevas de tir* permet de la relier topographiquement à l'observatoire et à l'objectif »¹⁵. Les aviateurs y lisent des informations pour le repérage des objectifs et le calage de leurs éventuels mouvements, pour la fixation des liaisons avec les observateurs au sol. L'infanterie y place ses troupes, ses positions, y discute et y met au point la tactique des attaques ou des contre-attaques, peut y lire un ensemble de tracés et de réseaux de plus en plus difficile à décrypter directement sur le terrain. Le génie enfin a un impérieux besoin de ces plans directeurs : il y inscrit les aménagements, y trace les routes et les voies ferrées nouvelles, y pointe les ouvrages à bombarder et à détruire.

⁹ Instruction du 14 février 1916, État-Major, Paris, Imprimerie Nationale, 1916. Une présentation rapide dans R. SIESTRUNCK, "La carte militaire", in *Cartes et figures de la Terre*, Paris, centre G. Pompidou, 1980, p. 346-347. Pour une part de l'historique du GCT, voir "Rapport sur les travaux exécutés du 1^{er} août 1914 au 31 décembre 1919", *Historique du service géographique de l'Armée pendant la guerre*, Paris, SGA, 1936.

¹⁰ En bleu sont dessinées les organisations allemandes, en rouge, les françaises : tranchées, boyaux, réseaux de fils de fer, mitrailleuses, batteries, dépôts de munition, observatoires, campements, routes, pistes...

¹¹ On pourrait reprendre la remarque de G. ROUGERIE : « Une carte n'est pas un paysage : c'est un traitement de l'information », "Le dessus et le dedans", *RGE*, 1985, 4, p. 355-363.

¹² Col. PELLEGRIN, *La vie d'une armée pendant la Grande Guerre*, Paris, Flammarion, 1921, p. 248.

¹³ ID., *ibid.*, p. 4 ; deux citations.

¹⁴ « Depuis que la guerre de tranchées s'est substituée à la guerre de mouvement on nous impose [à l'artillerie de campagne] des tirs à moins de 100 mètres en avant de notre infanterie », *Carnets de guerre d'Alexis Cailles*, E/L, Château-Thierry, 1999, p. 195.

¹⁵ Michel de LOMBARÈS, *Histoire de l'artillerie française*, Paris, Lavauzelle, 1984, p. 255 ; l'auteur ajoute : « Sur les *Plans directeurs*, munis d'un quadrillage, on situe les points par leurs coordonnées soit directement, soit à partir de points que les groupes de canevas de tir ont déterminés avec une grande précision ».

b - Les types de plans directeurs

Les plans directeurs sont réalisés à trois échelles.

- Les plans au 1/20 000 sont plutôt destinés à l'artillerie. On y porte la désignation des objectifs, la préparation des tirs. Chaque coupure couvre 12 km est-ouest et 20 km nord-sud. Quelques unes sont orientées perpendiculairement, sur des secteurs de front transverses¹⁶. Les cartes sont en noir et bistre, les bois sont « figurés par un feuillé noir, leurs limites étant indiquées d'une façon précise par un trait fin continu. Cependant la VII armée (Armée des Vosges), dont le terrain est extrêmement couvert, emploie, au lieu du *feuillé noir* prescrit par l'instruction, un *à-plat* de couleur verte »¹⁷. Celles qui couvrent les fronts enterrés figurent les deux organisations françaises et allemandes. A la fin de la guerre tout l'arc nord-est de la France est couvert¹⁸, ainsi qu'une partie de la Flandre belge, la Gaume (Ardenne belge) et l'Alsace-Moselle annexée.

- Les plans au 1/10 000 sont utilisés par le commandement des unités engagées, par les états-majors, par l'artillerie de tranchée. A cette échelle sont portés les réseaux des lignes. La profondeur est de six kilomètres en moyenne afin que ces plans puissent couvrir les première et deuxième position ennemies.

- Les plans au 1/5 000 sont localisés à la ligne de front. Ainsi suffit-il – situation en août 1916 (figure 222, p. 154) – de trente-deux plans pour couvrir le secteur de la bataille de Verdun, entre Vienne-le-Château (front d'Argonne) et Maizey (front des Hauts de Meuse). Ces plans servent surtout aux unités d'infanterie pour la construction de croquis d'attaque. Ils portent les cheminements, souvent calés sur les arbres et les bois (figure 223, p. 152), les points caractéristiques, le complètement, la toponymie (tranchées, boyaux, bois, etc.) que les soldats adoptent et qui s'impose au fil des jours, les plus grands entonnoirs d'explosion, les villages ou fermes détruits.

Une profondeur limitée à deux à trois kilomètres affine la connaissance de l'organisation ennemie et des repères. A cette échelle sont transposées les données des photo-interprétations et des informations obtenues par l'infanterie sur le terrain. Ce sont les documents les plus complets concernant les premières lignes. En contre-partie une remise à jour fréquente est nécessaire. Les éditions successives de ces cartes conservaient les limites forestières de 1914 et, pour certaines échelles et dans certains secteurs, distinguaient par des figurés différents les bois et les déboisés militaires.

Par les plans directeurs la carte se diffuse dans les hiérarchies des armes. Ceux établis au 1/20 000 et au 1/ 10 000 pénètrent l'infanterie jusqu'au chef de bataillon inclus, l'artillerie jusqu'au commandant de batterie. Les croquis au 1/5 000 descendent aux chefs de section et aux commandants de batterie¹⁹. D'instruction en codification les attributions du service s'étendent et son rôle devient essentiel dans la conduite tactique des batailles. En décembre 1915 une section topographique est créée à l'échelon du corps d'armée (STCA) ; sa fonction principale est de réaliser les rectificatifs des plans directeurs nécessaires sur le territoire contrôlé par l'unité, ce qui a pour effet de diminuer le nombre d'intermédiaires. A l'échelon de la division d'infanterie la mission du service topographique (STDI) est d'exécuter les relevés sur le terrain. Signée par le Général commandant en chef le 14 mai 1918 l'Instruction sur l'organisation des Groupes de Canevas de tir et des Sections topographiques définit les tâches, le fonctionnement et les attributions du Service.

La carte est devenue un instrument décisif de l'organisation du front et de la prise de décision. Elle libère du sol et de la vision horizontale, particulièrement dans les régions de plaines, théâtres des fronts du Nord et de la Champagne. Dans ce monde mouvant du combat, de la destruction et de la construction naît un paradoxe : sur l'espace de ces fronts cristallisés la géographie change continuellement. Des points fixes, des repères sont nécessaires et vitaux. Le boqueteau, le bois, en sont (figure 224, p. 153). Dans ces paysages des sites repérables aisément et sans confusion sont désignés *points géodésiques*, comme le montre la légende d'une cartes des GCT de la 4^e armée de Champagne (figure 225, p. 154) ; sur seize points neuf sont des arbres remarquables (bouleau, pin, cerisier) isolés ou corniers de petits bois. L'inflation rapide du nombre des repères codés en x et y finit par étouffer la mémorisation.

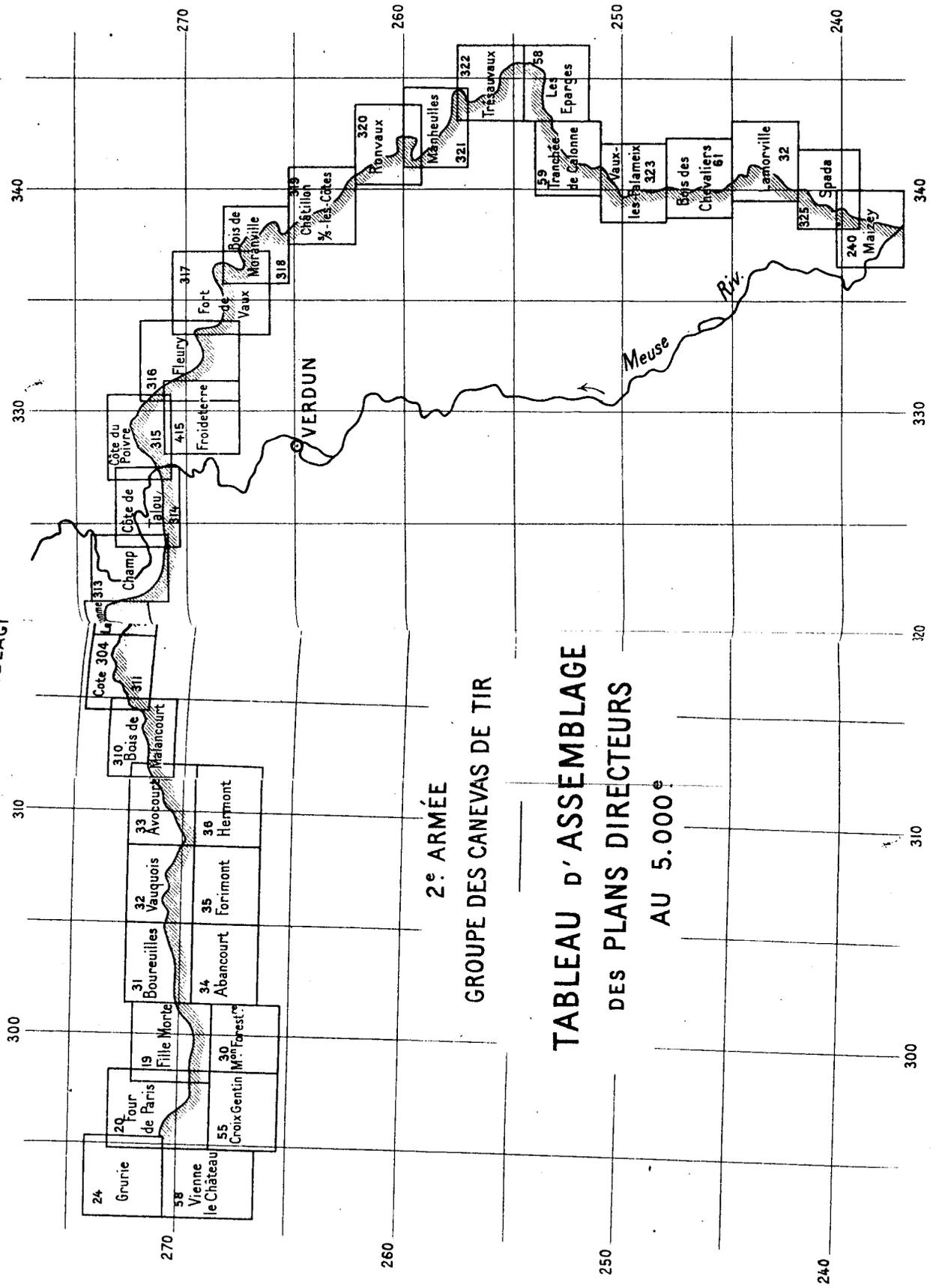
¹⁶ Ainsi Clermont-en-Argonne et sa voisine Vigneulles-les-Hattonchâtel qui couvrent le secteur d'étude.

¹⁷ SGA, *op. cit.*.

¹⁸ De Calais au lac de Joux dans le Jura, en passant par Amiens, Vernon, Corbeil, Vitry-le-François, Épinal et Pontarlier.

¹⁹ Le groupement du général Mangin utilise pour la préparation de l'attaque sur le fort de Douaumont en octobre 1916 des plans reliefs au 1/5 000, construits en panneaux de 60 x 60 cm (SGA, *op. cit.*, p. 114).

EXEMPLE DE TABLEAU D'ASSEMBLAGES PLANS DIRECTEURS AU 5.000^e



2^e ARMÉE

GROUPE DES CANEVAS DE TIR

TABLEAU D'ASSEMBLAGE
DES PLANS DIRECTEURS

AU 5.000^e

Situation en Août 1916

Fig. 222 Canevas d'assemblage des plans directeurs au 1/5 000, front lorrain de l'Argonne à Saint-Mihiel

CHEMINEMENT C. 10
du **Bois Sabot** au **Bois D. 41**

POINTS	x	y	OBSERVATIONS
Bois Sabot (arbre au panier) Δ	269 713 ^m	270 031 ^m	
1	269 570	270 015	
2	269 540	270 205	
3	269 766	270 310	
4	269 914	270 354	
5	269 875	270 607	
6	269 870	270 806	
7	269 814	270 924	
Bois D. 41 (pin marqué à la corne N.O.)	269 800	271 089	

Les points définis par les coordonnées sont les arbres numérotés au minimum.

Les points 1 et 7 ne sont pas repérés.

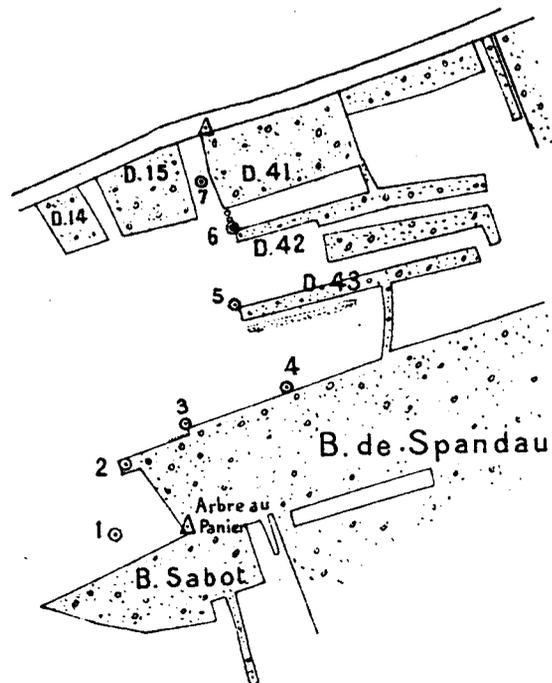


Fig. 223 Un cheminement calé sur les arbres et les bois, carte des groupes de canevas de tir de la 4^e armée en Champagne

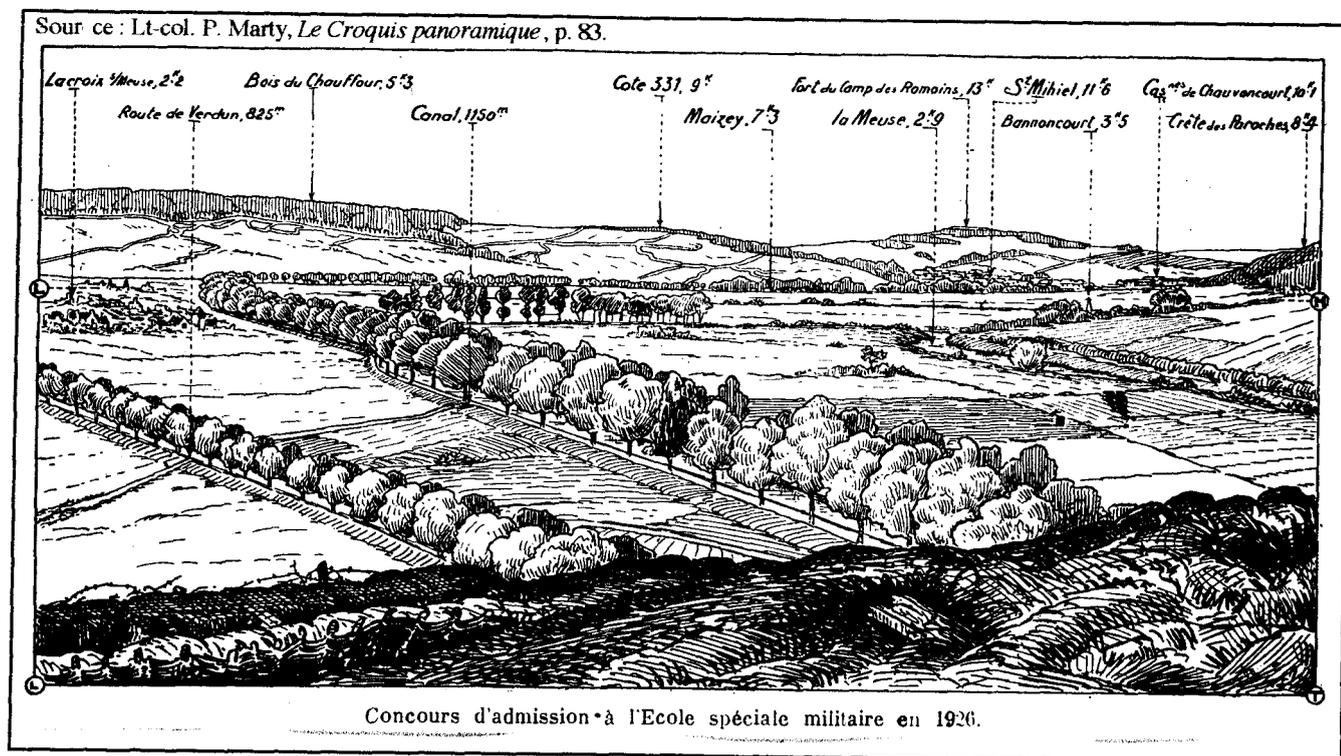


Fig. 224 "Saint-Mihiel, la Meuse et le canal, vus du fort de Troyon (observatoire élevé, horizon haut), face au sud-sud-est"

Pour répondre à la nécessité d'identifier et de localiser une nouvelle vague d'aménagement du sol il fallut inventer des appellatifs, comme le montre le linguiste Jean BABIN : « Jean de Pierrefeu qui, au quartier général de Joffre, était le rédacteur des communiqués officiels quotidiens, nous a laissé, à ce sujet, de précieuses indications. « Au début de la guerre, écrit-il dans ses Mémoires [...], la carte d'Etat-Major au 1/80 000 semblait suffisante aux officiers mais cette carte parut avec la guerre de tranchées une grossière et lointaine reproduction du terrain. Les deux armées placées pendant de longs mois nez-à-nez concurent une nouvelle notion de l'espace, il en sortira une cartographie de fourmis. » L'expression est fort juste ! cette cartographie de fourmis fut en effet une fourmilière de mots nouveaux qui vont entrer ainsi dans le vocabulaire français »²⁰.

c - Exemple de groupes de canevas de tir

A la charnière de 1914 et 1915 les initiatives se multiplient simultanément dans plusieurs armées. A la 6^e armée les premières coordinations entre photographies aériennes et plans directeurs convainquent le chef d'Etat-major de mettre sur pied un service photographique d'armée et d'activer l'aviation d'observation²¹. A la 2^e armée, entre le 21 février début de l'offensive allemande et la fin de décembre 1916, le groupe mène un travail considérable comme en témoigne le nombre élevé de rééditions des feuilles locales²². Le 26 février 1916 l'armée reçoit les services du GCT de la Région fortifiée de Verdun. A la fin de 1916 l'Argonne entre Clermont et les Islettes, la forêt de Hesse, la région de Froméreville et de Sivry-la-Perche (sud-ouest de Verdun, rive gauche de la Meuse) sont levées au 1/10 000. L'offensive de 1917 entraîne une révision en Argonne. Sur toutes les feuilles au 1/20 000 sont portées les défenses françaises et les tranchées allemandes. En mars 1918 un train-imprimerie stationné à Revigny-sur-Ornain assure la publication d'une grande partie des cartes de

²⁰ J. BABIN, "Toponymie du champ de bataille", in *Verdun 1916*, univ. de Nancy II, 1976, p. 275-291, p. 286 ; référence à Jean de PIERREFEU, *GQG secteur I*, Paris, Éd. française illustrée, 1920.

²¹ Col. PELLEGRIN, *op. cit.*, p. 249.

²² Soit par exemple : au 1/20 000, 22 éditions de la feuille *Etain* 1916 ; au 1/10 000, 20 éditions de la feuille *Douaumont* 1916 ; au 1/5 000, 12 éditions de la feuille *Fort de Vaux* 1916. Chaque édition est tirée à 3 000 exemplaires environ, beaucoup plus durant les phases offensives du combat.

Points Géodésiques

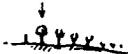
DÉSIGNATION DES POINTS	SILHOUETTES	ALTITUDE		x	y
		MIRE	SOL		
Cote 174 (arbre conique ; bouleau marqué P. G. dans le bois N. 28) ...		188,6		265 866,9	272 487,9
Eolienne des Wacques (ruines).....				266 003	269 089
Arbre Durnerin.....				266 011	266 986
Arbre Cote 174 (arbre le plus à l'Est du bois N. 28).....				266 032	272 585
Anciennes Carrières (petit tas de terre).				266 251	265 755
Bois Bérubé (pin rouge à la corne N.E.)				266 665,5	266 932,0
Suippes (tour du clocher).....				266 445,0	264 056,3
Route Suippes-Souain (cote 165, arbre plat sur le bord O. de la route).....		172,0		267 057,9	266 606,6
Souain (arbre près de l'église).....		160,0		267 502,1	269 933,9
Pylone de la cote 204 (Médéah).....				267 802	281 015
Bois 158 (bouleau au coin N. O.).....		167,0	161,3	268 444,8	269 263,8
Somme-Py (clocher).....		169,9		268 789,1	277 241,8
Cerisier (de la route Suippes-Perthes)		173,6		268 976,2	265 327,1
Bois Sabot (arbre marqué S. G.).....		171,3		269 713,2	270 031,4
Bois D 41 (pin marqué à la corne N. O.)		174,3	161,1	269 799,8	271 089,1
Pylône d'Orfeuil.....				270 821,5	282 853,0

Fig. 225 Informer, repérer : la signalétique des points géodésiques sur les cartes des groupes de canevas de tir de la 4^e armée en Champagne

renseignements destinées aux armées françaises puis américaine²³. Des presses parisiennes du Service géographique de l'Armée est sorti un nombre impressionnant de cartes et de plans directeurs²⁴. En 1917 en prévision de futures grandes offensives, ce service fit aménager deux trains spéciaux d'imprimerie pour l'impression des plans directeurs destinées aux armées en opérations avancées. L'un fut utilisé en France, l'autre, en Italie.

Ces documents qui informent sur les transformations profondes et rapides de l'espace permettent souvent de saisir les modalités du changement des éléments constitutifs de celui-ci. Ils sont des informations, des produits nés d'une consommation énergétique spécifique à leur production dont le but premier était de minorer, en retour, les coûts d'une dépense énergétique d'une toute autre ampleur, celle nécessaire à la conduite des combats.

3.3. Les sources scripturales

3.3.1. Les sources forestières antérieures à la guerre

L'établissement d'un état des lieux des forêts de la dition au début du siècle repose avant tout sur les ressources archivistiques de l'Administration. Riches pour les forêts soumises, celles-ci sont maigres, disparates et ponctuelles pour les forêts des particuliers. Les informations qu'elles livrent permettent des analyses à différentes échelles temporelles et spatiales.

a - La "Statistique Daubrée"

L'enquête *Statistique et Atlas des forêts de France*, publiée en 1912, est plus connue sous le nom de *Statistique Daubrée*, du nom du directeur général des Eaux et forêts jusqu'en 1911²⁵. Une première enquête lancée pour établir une statistique sommaire concernant les bois des particuliers et les bois communaux non soumis au régime forestier fut étendue en 1908 aux forêts soumises²⁶. Pour celles-ci les forestiers disposaient de leurs propres archives, mais pour ceux-là ils puisèrent l'information dans les dossiers établis par les commissions agricoles cantonales en vue de la Statistique agricole nationale de 1902. Les minutes communales étaient regroupées par canton puis par département²⁷. L'étiquette de chaque feuillet, identique pour toutes les forêts soumises ou non au régime forestier, comporte douze entrées (tableau 213).

Tableau 213
Étiquette standard des feuillets communaux de la Statistique Daubrée

Nom communes	Surf. boisée	Propor- tion des essences	Répartition des surfaces				Évaluation prod. ann.			Année constatation	
			Impro- ductif	taillis	taillis s. futaie	con- version	futaie	bois oeuvre	bois de feu		total
X1...											
...Xn											

²³ SGA, *op. cit.*, p. 114.

²⁴ 13,31 millions d'exemplaires de plans directeurs sont imprimés à Paris (6 000 en 1914, 913 000 en 1915, 3 507 000 en 1916, 4 427 000 en 1917, 4 460 000 en 1918 jusqu'à l'armistice). S'ajoutent les tirages de 16 millions de cartes d'État-major (au 1/50 000 et surtout au 1/80 000) et de 1 million de cartes au 1/200 000 en couleur. A la 2^e armée les plans directeurs acquièrent leur forme définitive en mars 1916 ; 365 000 sont distribués du 15 juin au 12 septembre, en 161 tirages (dont 100 000 du 1^{er} au 15 août, soit plus de 6 500 par jour !). Chaque édition comprend en moyenne 2 500 exemplaires (SGA, *op. cit.*).

²⁵ L. DAUBREE, *Statistique et Atlas des forêts de France, d'après les renseignements fournis par les agents des Eaux et Forêts*, Paris, Impr. Nat., 1912, tome 1, 387 p., tome 2, 337 p. Pour un exemple d'exploitation géographique de la Statistique Daubrée voir P. CHABAUD, "Histoire forestière et informatique en Auvergne. Dépouillemnt de la statistique Daubrée", *Histoire moderne-Contemporaine et Informatique* (HMCI), 1895, 6, p. 29-43, (article faisant le point des réserves et critiques concernant la réalisation de l'enquête) et, même auteur, "Logdaub (R), logiciel d'exploitation informatique de « la statistique Daubrée » : l'exemple du Puy-de-Dôme", Actes du colloque *Du pollen au cadastre, HTN*, 1986, n°2-3, p. 231-235. [6].

²⁶ Circulaire n° 666 du 21 mai 1904 intitulée « Renseignements statistiques sur les bois non soumis au régime forestier » ; An. CORVOL, "La réquisition des bois du Sud-Est : une chance ratée (1914-1939)", in *Forêt et Guerre*, *op. cit.*, p. 131-153. Voir aussi B. CINOTTI, "Évolution des surfaces boisées en France : proposition de reconstitution depuis le début du XIX^e siècle", *RFF*, XLVIII, 1996, n° 6, p. 547-562.

²⁷ L. BRENAC, "Connaissances statistiques...", art. cité.

Dans l'ouvrage publié en 1912 la circonscription cantonale est l'unité territoriale de la base statistique ; **les données sont de l'année 1908**. L'atlas présente une carte à la fin de chacune des 87 monographies départementales.

b - Les archives des centres de gestion

Ont été consultés les services d'archives des centres de gestion de Verdun, de Saint-Memmie (Châlons-en-Champagne). Les documents les plus importants sont les suivants.

- L'historique des forêts de l'inspection de Verdun ouest. En 1888 François LOPPINET, inspecteur des forêts en poste à Verdun, réalise un historique des forêts de l'inspection de Verdun ouest²⁸. Pour dresser l'état des forêts de son inspection, soit 12 forêts domaniales, 77 forêts communales et sectionales et une forêt d'établissement public, l'auteur se fonde sur des données de l'enquête forestière nationale de 1878 qu'il réactualise dans la mesure du possible. L'ouvrage offre un panorama des peuplements forestiers de l'Argonne et du Barrois d'autant plus intéressant que cette inspection avait à charge 15.450 hectares de forêts soumises sur les 30 090 ha soumis (51 %) et 41 886 ha boisés (37 %) que comptait l'arrondissement de Verdun dans le périmètre duquel elle s'étendait (chapitre six).

- Les plans d'aménagement des forêts communales et domaniales (Lachalade, Sommedieu et Spincourt surtout) permettent une analyse fine des peuplements. De fréquents commentaires et remarques des aménageurs, fruits de tournées préparatoires souvent largement rapportées, livrent de précieuses informations sur les structures de peuplements *via* la présentation de parcelles, sur les pratiques sylvicoles, sur les résultats d'opérations de gestion, sur les réserves en essences précieuses.

- Les calepins de terrain des agents forestiers, dressés pour les opérations de balivage et d'estimation des coupes, par triage et par forêt soumise. Au moment de l'analyse les fonds consultés étaient conservés au centres de gestion de Verdun, en attente d'un versement aux archives départementales²⁹. Ils permettent des "coups de sonde" ponctuels eu égard à l'état des archives. Beaucoup ont disparu dans la tourmente des deux guerres et des après-guerres.

3.3.2. Les témoignages de guerre

Face au foisonnement des sources écrites³⁰ nous avons créé un corpus de référence des témoignages de guerre par le croisement sélectif de deux variables, un champ thématique et un champ des œuvres. Le champ thématique couvre les récits de combattants qui parlent de "la" forêt ou d'une forêt particulière et (ou) qui évoquent précisément leur environnement de soldat ou leur cadre de vie³¹. Le champ des œuvres ne pouvant, dans le cadre de cette recherche, être exhaustif nous avons retenu comme base large la liste des 251 écrivains établie par Jean-Norton CRU dans son ouvrage *Témoins*³². Leurs témoignages, vécus puis écrits sur des registres aussi différents qu'il y a d'auteurs, décrivent la destruction des arbres et des couverts, la vie sous bois, les relations complexes que le soldat entretient avec la forêt³³.

²⁸ Verdun, arch. du centre de gestion ONF, ouvrage manuscrit sous le titre de *Historique de chacune des Forêts appartenant à l'Etat, aux Communes, aux sections de Communes et à des Établissements publics*.

²⁹ Cette « source archivistique riche et très abondante reste malheureusement peu connue, non inventoriée, dispersée et mal conservée, car victime de l'indifférence » (J.-P. HUSSON, *thèse*, op. cit.). Il y a là un considérable travail de dépouillement des archives et d'analyse systématique que nous n'avons pas entrepris.

³⁰ Parmi les ouvrages qui permettent de se faire une idée de l'abondance et de la richesse de ces sources : Stéphane AUDOUIN-ROUZEAU, *Les combattants des tranchées à travers leurs journaux*, Paris, Ar. Colin, 1986 ; Gérard CANINI, *Combattre à Verdun. Vie et souffrance quotidienne du soldat, 1916-1917*, Nancy, PUN, 1968 ; Jean MEYER, *La vie quotidienne des soldats pendant la Grande Guerre*, Paris, Hachette, 1967 ; Werner BEUMELBURG, *Combattants allemands à Verdun*, Paris, Payot, 1934.

³¹ « Les premières parutions datent de 1915, mais en 1916 et 1917 parurent les romans de M. Genevoix et H. Barbusse, qui eurent un succès immédiat. Dès la guerre, les maisons d'édition créèrent des collections de récits et de témoignage : *Mémoires et récits de Guerre*, chez Hachette (...) et *La Guerre - Récits de témoins*, chez Berger-Levrault » commente Jules MAURIN dans *Armée - Guerre - Société. Soldats languedociens (1889-1919)*, Paris, Publications de la Sorbonne, 1982, .note de la page 563.

³² J. N. CRU, *Témoins*, Paris, Les Étincelles, 1929, rééd.; Nancy, PUN, 1993,

³³ D'autres sources sont évidemment capitales, comme les instructions aux armées, surtout celles des services du Génie et de l'Intendance, qui aident à la description des peuplements et donnent des informations quantitatives. celles auxquelles nous avons fait appel sont répertoriées au paragraphe suivant. Nous n'évoquerons pas non plus ici revues et périodiques qui abordent régulièrement les thèmes des combats en forêt et de la destruction,

La quarantaine de récits retenus parmi tous ceux qu'il nous a été donné de lire sont présentés dans la rubrique *Témoins et témoignages* des références bibliographiques. Quelle foi prêter à ces récits ; quel gage d'authenticité ? Jean-Norton CRU, combattant, professeur dans le civil, s'attacha après la guerre à une « besogne de recension et de critique »³⁴ de ces ouvrages publiés sur la guerre jusqu'en 1929. Il cite en épigraphe cette phrase de l'artilleur-astronome Charles NORDMANN : « Le phénomène bataille est, comme tous les phénomènes naturels, justiciable de l'expérimentation et de la critique scientifique... Il est... soumis aux lois de l'observation et de la logique »³⁵. Méthode qu'il applique par un travail de classification des œuvres en cinq groupes thématiques et de classement des auteurs en six classes de valeur documentaire³⁶. CRU apprécie particulièrement les artilleurs, « peu nombreux à donner des témoignages mais irremplaçables pour ce qui est de l'œil du terrain » ; parmi eux le lieutenant F. FONSAGRIVE dont voici une courte citation³⁷ : « Parvenu au ravin des Fontaines je suis la route qui traverse le fameux bois de Vaux-Chapitre où l'on s'est tant battu ; plus bas, à droite, c'est le Nez de Souville et le bois Fumin. Une bonne surprise : tout près de la route, des sources bouillonnent et l'eau limpide court vers le fond du ravin où elle se fraye un passage parmi d'innombrables trous d'obus remplis d'une eau stagnante et verte ». Concision et précision de la description géographique, exactitude des toponymes ; l'œil d'un artilleur pour qui tout objet au sol a des coordonnées, une place et une forme, ... cible possible. CRU place FONSAGRIVE en classe II et termine l'analyse de son œuvre par ces deux notations : le récit de Fonsagrive « est de ceux qui inspirent le plus de confiance par l'absence de ces fautes qui discréditent un témoignage. [...] Le meilleur compliment qu'on puisse faire à Fonsagrive est que s'il n'avait pas fait son livre, la documentation personnelle de la guerre s'en trouverait appauvrie »³⁸. Un index des matières fait de *Témoins* un livre fort utile et fécond. Mais il est intéressant de noter que sur 24 rubriques "matière" aucune n'a trait au cadre, aux paysages ou aux destructions de la guerre sauf, indirectement, la rubrique effet des armes³⁹. Et pourtant il n'est que de lire Genevoix (classe I), Pézard (classe I) ... ou Fonsagrive !

3.4. Les sources d'archives

3.4.1. Archives forestières

a - Archives nationales

Dans la série F¹⁰ a été consultée la sous-série *Eaux et forêts*, F¹⁰ 6 000 à 7 032. Les instruments de recherche sont dix *Répertoires numériques détaillés dactylographiés* (RNDD).

= F¹⁰ 6 000 à 6 375, Inventaire des dossiers relatifs à l'application du régime forestier aux forêts non domaniales, 1827-1965 ; M.-Th. CHABORD et J. LE POTTIER, RNDD, 1984, 91 p., Ardennes F¹⁰ 6 038 à 6 042, Marne F¹⁰ 6 186 à 6 189, Meuse F¹⁰ 6 209 à 6 217.

= F¹⁰ 6 381 à 6 432, Forêts soumises au régime forestier, J. LE POTTIER, RNDD, 1984, 31 p.

- états signalétiques 1886-1941, Ardennes, F¹⁰ 6 387 (forêts domaniales FD) 6 388 (forêts communales FC et d'établissements publics EP) ; Marne, F¹⁰ 6 409 (FD) 6 410 (FC et EP) ; Meuse, F¹⁰ 6 413 (FD) 6 414 (FC et EP).

accompagnés souvent des reproductions de photographies prises au front. La lecture de leurs articles exige un décryptage auquel nous ne sommes pas formés car ils « ne rapportent la plupart du temps que des lieux communs dus en partie à la censure ou à l'auto-censure extrêmement sévère au temps de la guerre et l'on pourrait presque dire bien avant, pour ce qui touche à l'armée et à la défense nationale » écrit Jules MAURIN, op. cit., p. 106.

³⁴ J. N. CRU, 1929, *Témoins*, Paris, Les Étincelles, rééd.; Nancy, PUN, 1993, citation p. VII, Avant-propos de l'auteur.

³⁵ ID., *ibid.*, p. III, Ch. NORDMANN, *A coups de canon*, Paris, Perrin, 1917, p. 164 ; extrait présenté page 454.

³⁶ Les cinq groupes sont Journaux, Souvenirs, Lettres, Réflexions, Romans. Les six classes, classe VI valeur nulle (7,5 % du total des auteurs), classe V très faible (21 %), classe IV médiocre (26 %), classe III assez bonne (20 %), classe II bonne (13 %), classe I excellente (11 %). De cette dernière classe citons Charles Delvert (père du géographe Jean Delvert), Maurice Genevoix, Daniel Mornet, André Pézard. Ce travail de 1929, surtout la classification, a été par la suite critiqué. Cela relève d'un tout autre sujet.

³⁷ Lieutenant FONSAGRIVE, *En batterie !*, Paris, Delagrave, 1919, p. 230 ; champ de bataille de Verdun, cartes HT Verdun sud 1914 et 1918.

³⁸ J. N. CRU, 1929, *Témoins*, op. cit., p. 307 et 308.

³⁹ Les rubriques sont les suivantes : anecdotes légendaires, armes (usage ou effet), atrocités, attaque, blessés, cavalerie, ennemi, espions, front, gloire, guerre, haine, histoire, légende, littérature, militarisme, patrie, poilu, prisonniers, psychologie, témoignage.

- états récapitulatifs (liste des forêts soumises, contenance, mode de traitement) 1890-1912 et 1925-1941, F¹⁰ 6 428 à 6 432.

= F¹⁰ 6 433 à 6 981, Aménagement des forêts non domaniales soumises au régime forestier : dossiers de forêts classés par département, 1801-1965, J. LE POTTIER et I. RICHEFORT (sous la direct. de), *RNDD*, 1986, 94 p.

= F¹⁰ 6 982 à 7 032, Registres de tournées d'inspection générale des forêts, 1878-1885, I. RICHEFORT, *RNDD*, 1988, 94 p.

Dans la série AJ, *Fonds divers remis aux Archives nationales*, la sous-série AJ⁸, Office des paiements de réparations (1924-1929) a été sondée ; les contenus des sous-séries AJ²⁴, *Office de reconstitution industrielle des départements victimes de l'invasion (1917-1936)* et AJ²⁵, *Office de reconstitution agricoles des régions envahies (1917-1937)* ont été analysés en seconde main en relation avec les travaux de H.-D. CLOUT (voir bibliographie) ; la sous-série AJ²⁸, *Dommages de guerre*, n'était pas classée.

b - Mission des archives du ministère de l'Agriculture

Au moment de la collecte de l'information les dossiers de soumission au régime forestier (1827-1955) étaient en cours de transferts du ministère de l'Agriculture aux Archives nationales. Restaient rue de Varennes les fonds des aménagements des forêts domaniales. Ont été consultés à la mission des archives du ministère de l'Agriculture :

- Ardennes ONF 642, Marne 682 et Meuse 692 (forêt de Beaulieu, des Kœurs et de Lachalade).

- ONF 629-748, Aménagement des forêts domaniales (Meuse 693 à 697) et ONF 749 à 754, aménagement des forêts communales.

- ONF 761 à 762, Travaux mixtes.

- 10 DF 1 à 70, Statistiques des forêts départementales, notices descriptives départementales et monographies, 1883-1966.

- 11 DF 1 à 17, Plans de forêts domaniales.

c - Service des archives du ministère des Finances

Ces archives sont une source d'information pour les composantes juridiques et les transactions financières qui concernent la zone rouge⁴⁰. Les cartons consultés ont livré des informations disparates et dispersées sur certains thèmes de la recherche, très peu sur les forêts :

- B 8 978 à 8 990, Données financières et circulaires diverses, sauf B 8 978 portant sur la législation des dommages de guerre avec un dossier sur la loi du 17 avril 1919, "Réparation des dommages causés par les faits de la guerre".

- B 14 117 à 14 543, Direction générale des Impôts, service des évaluations foncières et domaniales, dossiers propriétés de l'État, biens immeubles ; B 14 248, Forêts domaniales, B 14 256 et 257, Zone rouge, 1928-1933.

d - Archives départementales de la Marne

Référence : G. DUMAS, *Guide des Archives de la Marne*, Châlons-sur-Marne, 1986. Ont été consultées :

= **Série M**, *Administration générale et économie*, 153 Mbis 147-191, Fonds du génie rural, remembrement de la zone rouge de 1914-1918 ; PV de remembrement, état des inscriptions hypothécaires, carnet des bordereaux.

= **Série P**, *Finances, cadastre, postes*, sous-série 7 P Eaux et forêts⁴¹. Pour les défrichements 7 P 256 à 263, Demande de défrichement, remises en état du sol, aliénation (1813-1939) ; 7 P 273, Défrichements. États annuels et instructions (an XII - 1901) ; 7 P 300, États généraux des forêts par inspections au XIX^e siècle ; pour la guerre 7 P 302, Exploitations militaires dans les forêts domaniales et communales, généralités et dossiers par forêt, 1915-1920 ; pour l'après-guerre 7 P 384, Reboisements, subventions et attributions aux particuliers ; 7 P 458 à 465, Reconstruction forestière des régions libérées, 7 P 466 à 472, Dommages de guerre ; le carton 7 P 466 contient les instructions et circulaires 1919-1924, nationales et

⁴⁰ Les tables *Documents parlementaires et Chambres* du Journal officiel pour la période 1914 à 1924 ont été systématiquement consultées.

⁴¹ Les archives du centre de gestion de l'ONF de Saint-Memmie (Châlons) ont été versées aux archives départementales.

propres au département. Les dossiers des forêts communales de la dition les plus fournis sont 7 P 546 FC d'Aprémont, 563 FC de Binarville, 640 FC de Sainte-Menehould, 648 FC de Servon-Melzicourt et 669-670 FC de Vienne-le-Château et Saint-Thomas.

= **Série R** (transférée à Reims), *Affaires militaires et organismes du temps de guerre, 1800-1940*, sachant que « l'important fonds des dommages de guerre 1914-1918 (dans la sous-série 10 R) concerne surtout Reims et son arrondissement »⁴². De la sous-série 2 R *Tribunaux militaires*, ont été consultés 2 R 33, révision de la carte de France 1896-1910, 2 R 38, révision de la carte d'État-major ; 2 R 74, Plan départemental - états statistiques, 1902-1904 ; 2 R 107 à 111, Manœuvres d'automne 1874-1909, tableaux, itinéraires, étapes. La sous-série 10 R concerne les *Dommages de guerre*, dont « restent à répertorier 85 mètres linéaires de divers »⁴³. Ont été consultés 10 R 582, Bois de chauffage 1917-1923 et, cartons les plus intéressants, 10 R 3 951 à 3 956 qui présentent le fonctionnement de la commission cantonale des dommages de guerre de Sainte-Menehould et 10 R 4 050 à 4 077, celui de la commission de Ville-sur-Tourbe ; y sont présentés quelques dossiers techniques de sylviculteurs marchands de bois.

= **Série S**, *Travaux publics et transports, 1800-1940*. Dans la sous-série 1 S, Ponts et chaussées, 1 S 563, Dommages de guerre 1922-1928 et 1 S 518 à 520, Travaux mixtes, 1834-1892, 1892-1905, 1905-1916 ; ces dossiers sont sans intérêt direct. Quatre cartons concernent le service régional des régions libérées : 1 S 560, Enquête sur l'utilité du maintien après la guerre des routes et ouvrages établis par l'armée sur les terrains réquisitionnés ; 561, circulaires ministérielles 1917-1919 ; 562, dossier disparate, Sociétés coopératives de reconstruction, enlèvements des réseaux de barbelés en forêt communale... ; 563, Instructions générales des dommages de guerre concernant les achats d'immeubles.

Les dossiers individuels de dommages de guerre ne sont accessibles qu'après un délai d'attente de 60 ans (décret du 3 décembre 1979, article premier) ; or les dommages de guerre n'ont pas été liquidés avant 1925 pour les premiers et 1932 pour les derniers. Nous avons donc attendu 1992 pour espérer pouvoir les consulter mais les fonds n'étaient pas classés ; situation identique aux archives départementales de la Meuse.

d - Archives départementales de la Meuse⁴⁴

Ont été consultées :

= **série J**, *Documents entrés par voies extraordinaires*, J 267, photos de destruction de la guerre 1914-1918 à Romagne-sous-Montfaucon (bâtiments) ; J 505, versement effectué par le service des Eaux et forêts, bois communaux : plans de division pour l'exécution des coupes (pas sur la dition) ; J 505 43, Zone rouge de Verdun, quelques plans et relevés.

= **Série M**, 109 M, Armes et munitions, désobusage du champ de bataille, quelque données éparses.

= **Série N**, *Administration et comptabilité départementales* ; sous la cote 100bis N1 sont archivés les bordereaux de versement des dossiers de dommages de guerre, versements réalisés par le "Service départemental d'apurement et de liquidation des dommages de guerre 1914-1918". En préambule une lettre datée du 2 août 1960 de M. André CHAMSON, directeur général des Archives de France, donnant accord pour « élimination de la plus grande partie des dossiers des commissions cantonales dont tous les renseignements essentiels se trouvent dans les dossiers individuels ». Doivent par contre être conservés « tous les dossiers, notamment dans la "zone rouge", qui peuvent contribuer de façon substantielle à l'histoire des opérations militaires, de l'occupation allemande » ; le reste a été échantillonné ; mais la consultation est impossible avant l'expiration du délai légal de 60 ans. Ce dossier est un listing de personnes, classé par paquets, ayant reçu des dommages de guerre (information du directeur) ; de peu d'intérêt pour cette recherche.

= **Série P**, Forêts, 227 P1, forêts soumises au régime forestier au XII-1858, statistiques communales par inspections, an XII et par arrondissements, 1828 ; 231 P à 256 P, délimitation et aménagement des bois domaniaux et communaux depuis l'an VIII, classement par communes ; 260 P1 à P4 : soumission au régime forestier, classement par communes depuis 1829. Finances et Cadastre, 1 Pp, cadastre parcellaire (manquent les cantons de Varennes et de Montfaucon) ; 2 Pp, atlas portatif du cadastre (1829 environ). Ont été étudiés surtout, 2 Pp 465, Malancourt, 467, Varennes, 460, Boureuilles, 464 Lachalade. Sous-série

⁴² G. DUMAS, *Guide des Archives de la Marne*, Châlons-sur-Marne, 1986.

⁴³ ID., *ibid.*, p. 27. L'état était inchangé en 1992. D'autres part les destructions d'archives ont été nombreuses et importantes en 1914-1918 et 1939-1945 (p. 98-99).

⁴⁴ B. LEMÉE, *Guide des Archives départementales de la Meuse*, 1977.

PL, PL 8 671-8672, statistiques par communes des destructions résultant de la guerre 1914-18 Dommages de guerre, 1919. Carte au 1/400 000 utilisée.

= **Série R**, qui cote les dommages de guerre. Ont été consultés les dossiers 95 R1 à R20, acquisitions de terrains militaires et documents pour les communes ayant eu des déboisement pour la construction d'un fort, 1870-1914 ; par exemple Fleury 95 R10, Varennes 95 R20. 457 R à 465 R, régions libérées, rien sur la forêt. 471 R1 à 490 Rp (provisoire) 1 : enquête sur la vie économique du département en 1914-1918 (34 articles), rien sur la forêt. 540 R à 544 R (24 articles), repliement des services publics, instructions aux maires, réglementation de la photographie, statistique des destructions d'immeubles, zone du champ de bataille de Verdun ; rien sur la forêt. Les articles de dommages de guerre 1914-1918 ont été conditionnés durant l'année 1982 ; auparavant cette masse de dossiers (souvent non constitués), de registres et fichiers qui couvraient 352 m linéaires était non cotée. 32 sous-séries ont été ouvertes pour le récolement, cotées 80 Rp à 1 012 Rp. La cotation en continu est allée de pair avec le conditionnement, 1 957 liasses ont été constituées et ficelées, goupées en 32 sous-séries, au total 3 302 articles. Les principales catégories de documents sont : dossiers individuels de sinistrés (détail dans bordereau des dommages de guerre, 100bis N1p 105 à 1 179) non communicables à la date de consultation (1989-1992) ; dossiers communaux ; coopératives de reconstruction ; projets, devis, plans ; commissions cantonales et tribunal de dommages de guerre ; prestations en nature ; comptabilité ; circulaires et instructions du ministère des Régions libérées ; services techniques ; remembrement ; par exemple 852 Rp, le dossier de la commission cantonale de Varennes, qui incluait celle de Montfaucon disparue, contient uniquement les "registres des procès-verbaux de conciliation et de non-conciliation et de toutes décisions de la commission tant sur l'instruction que sur le fond" ; au total très peu d'intérêt pour les thèmes forestiers. Le directeur des archives départementales prit en 1990 la décision de pilonner, après échantillonnage, les sous-séries 800, 801, 811, 871, 1 003 à 1 006, 1 010 et 1 012, avec l'accord des ministères concernés, de la fédération meusienne des Anciens Combattants et de chercheurs. Ont été consultées aussi 1 001 Rp/1, boîte 12 603bis, plus d'une centaine de plaques photographiques classées par communes mais les clichés montrent exclusivement des dégâts urbains et villageois (collection de maisons particulières) et ne sont pas localisés dans les communes et pratiquement non localisables.

= **Série U**, *Justice*, 30 U 13, expropriations de la zone rouge (1926-1931) ; les documents intéressants le sujet ont été trouvés dans les archives de l'ONF.

Les sources d'archive concernant les dommages de guerre de la seconde guerre mondiale en Meuse ont été sondés sans approfondissement : série S, sous-série 100 S et série W (versements postérieurs à 1940) ; cartons 3 Tp 1 344/1 et 3 Tp 1 344/4, photocopies des bordereaux de versement de la VI^e région militaire, Metz, cote 40 W, direction départementale de l'Équipement.

Autres cotes non explorées, série E, sous-série *notaires et état civil* ; série K, *Lois, ordonnances et arrêtés*, Dossiers de contentieux de Préfecture, K 1 à K 80 (K 45, Varennes-en-Argonne). Certains dossiers sont relatifs à la remise en état des sols après la guerre mais concernent les terres agricoles exclusivement.

Les archives de Meuse possèdent en outre une riche bibliothèque concernant la Grande Guerre et la Reconstruction ; les références utilisées sont intégrés à la bibliographie générale.

3.4.2. Archives militaires

La recherche dans les archives militaires s'est cristallisée autour de deux principaux axes de recherche, – le rôle de l'armée dans la conservation des forêts, entre la guerre de 1870 et la Grande Guerre surtout, entre 1918 et 1939 secondairement, – les relations et interactions entre la forêt et les armées durant la guerre. Pour le premier thème les archives fondamentales sont celles de la commission mixte des Travaux publics. Les sources de consultation des dossiers de cette commission sont multiples du fait des parties prenantes (chapitre sept) : archives des ministères (hors dénominations éphémères) de l'Agriculture, des Finances, de l'Équipement et des Travaux publics, archives du Génie militaire, archives départementales. Sur le plan civil tous les dossiers traitant du défrichement émanent de fait du ministère de l'Agriculture ; ils contiennent le plus souvent les notifications d'adhésion ou de refus d'adhésion. Y sont très peu nombreux les documents relatifs aux avis des chefferies du génie. Ont été consultées les archives départementales de la Marne (cartons 7P 256 à 263), celles de la Meuse, très pauvres, et surtout les archives du Service historique de l'armée de Terre

(SHAT) dont celles du Génie (Château de Vincennes). Celles-ci se divisent en deux ensembles, deux articles abritant les sources principales sur les défrichements, articles 6 et 12, et deux articles traitant surtout de la zone frontière où ces défrichements s'appliquent, articles 4 et huit.

= **Article 6**, Travaux mixtes (TM), dossiers départementaux, Ardennes, Meuse [Verdun-Montmédy], Marne/Haute-Marne et dossiers des places fortes, Châlons, Mézières, Montmédy, Rocroi, Sedan, Verdun.

= **Article 12**, portant Avis du comité du Génie, section 1. Il comprend trois sous-sections,

- Zone des servitudes (1853-1885), deux cartons. Carton 1, A-H, carton 2, I-Z : cartes des limites myriamétriques par places et ordre alphabétique.

- Travaux mixtes de la zone frontière (1813-1885), vingt cartons.

- Défense générale (1814-1885), trente cartons dont trois concernent les défrichements.

= **Article 4**, Frontières de France, section 1, Frontières de terre ;

§ 1, mémoires généraux, classement par places ; § 2, frontières du Nord, de la Meuse, des Ardennes et de l'Argonne, huit cartons chronologiques, 1678-1887.

= **Article 8** - Places françaises ; - section 5 : Environs des places.

Pour le XIX^e siècle, deux cartons. Carton 1 : un ensemble de cartes entoilées aux 1/50 000 et 1/80 000 qui indiquent par des figurés rouges les forts et ouvrages du système de défense. Les plus récentes, avant 1914, renforcent les chemins stratégiques, ainsi que les chemins de fer de desserte des forts. Certaines ont servi de fond pour quelques cartes. Carton A.Z. : beaux plans au 1/20 000 des environs des places. Les forêts sont précisément localisées ainsi que les vignes et les vergers⁴⁵.

Pour la place forte de Verdun ont été en outre consultées les archives de la direction régionale du génie de Metz et de la chefferie de Verdun.

Pour le second thème l'outil de travail est l'*Inventaire sommaire des Archives de la guerre, séries N, 1872-1919*⁴⁶: Les six volumes de cet inventaires recensent 19 767 cartons pour l'ensemble de la série N, sous-séries 1 à 26. L'analyse systématique des archives de la série N a concerné uniquement le chapitre neuf § 1, "Forêt et mouvement. La 2^e armée dans la bataille des frontières", soit la période été - automne 1914. Pour les autres périodes seules des recherches ponctuelles ont été faites. Ce travail n'est pas une thèse d'histoire militaire sur les relations entre forêt et opérations ou entre forêt et fortification de campagne⁴⁷. Ont été exploitées les sous-séries 19 N armées, 22 N corps d'armée, 24 N divisions, 25 N régiments et 26 N Journaux des marches et opérations (JMO). A titre d'exemple, quelques repères pour la 2^e armée engagée en Lorraine au début de la guerre (chapitre neuf) : 19 N 279 à 296, Organisation, personnel et matériel (1^{er} bureau), dont N 293, chasseurs forestiers. N 348 à 363, Renseignements sur l'armée allemande (2^e bureau), dont N 362-363, groupes des canevras de tir, cartes et plans directeurs. Quelques photographies aériennes dispersées dans ces cartons. N 463 à 478, Commandement de l'artillerie.

La sous-série 26 N a fourni les sources exploitées au chapitre neuf. Une instruction du ministre de la Guerre de 1874 impose qu'un Jmo soit tenu par les états-majors de tous les

⁴⁵ Mais aucune distinction n'est faite entre feuillus et résineux. A la date d'édition ou de mise à jour, état précis de l'extension forestière. Exemple carte de Verdun de 1878. Ces cartes ont été utilisées pour les calages des cartes HT de Verdun 1914.

⁴⁶ GUINARD, col. P., DEVOS J.-Cl. et J. NICOT, 1968 à 1975 - *Inventaire sommaire des Archives de la guerre, séries N, 1872-1919*, Troyes, La Renaissance, sept volumes. Le premier volume « s'affranchit de la forme d'un strict inventaire en offrant aux chercheurs » un tableau d'ensemble des problèmes de la recherche sur la première guerre mondiale (p. 11 à 227), un guide des autres sources d'archives et une bibliographie sélective. Les autres volumes sont construits selon le plan de classement des archives « qui respecte les différents échelons de la hiérarchie militaire ; établi en fonctions des institutions et de leur évolution » il comprend : vol. 2, sous-séries 1 N à 14 N, relatives aux organismes militaires du temps de paix et du temps de guerre ; vol. 3 à 6, sous-séries 15 N à 26 N, unités et services relevant du commandement en chef ; vol. 7, index général.

⁴⁷ Gén. JOUISHOMME, *Le Génie français et le Génie allemand pendant la guerre de mouvement en 1914*, thèse de doctorat d'Histoire, univ. de Paris IV, avril 1999 ; l'auteur « dresse une comparaison entre le Génie français et les pionniers allemands à la veille de la guerre et étudie leur comportement entre août et décembre 1914, en montrant les réticences devant la fortification de campagne et la multiplicité des actions de franchissement et de destructions d'ouvrages d'art », *Bull. n° 46*, Institut d'histoire militaire comparée-Commission française d'histoire militaire, avril 1999.

corps de troupe. Pour replacer les extraits cités dans leur contexte, pour bien en cerner les apports, il est bon de rappeler les consignes rédactionnelles données par cette instruction. « L'historique d'un corps n'est que le récit fidèle, jour par jour, des faits, depuis la mise en route jusqu'à la fin des opérations ; il ne doit donc jamais être établi après coup ». « Dans la rédaction de l'historique on devra s'abstenir de tout commentaire ou d'appréciation sur l'origine et les causes de la campagne entreprise ». « Les ordres reçus ne seront l'objet d'aucun commentaire »⁴⁸. Avec des variantes qui tiennent à la plus ou moins grande concision des rapports, « aux scrupules rédactionnels, à la personnalité des rédacteurs », le *Jmo* offre un « récit objectif, précis, des combats, le condensé des événements, émouvant en sa sobriété, on peut même dire sa pudeur réglementaire »⁴⁹. Les *Ordres généraux d'opérations* (Ogo) donnent, en principe chaque jour, les grandes orientations des combats ou opérations à conduire pour le lendemain. Voyons, à titre exemple, le classement des JMO pour la deuxième armée.

Deuxième armée, 26 N 25, 6 août-30 septembre 1914 ; bataille de Morhange
= 16^e corps, 26 N 158, du 5 août au 7 décembre 1914 ; 22 N 1174-1175. Les cartons contiennent aussi les OGO.

- 31^e DI, 26 N 321, 24 N 667 ; ce Jmo ne commence qu'en décembre 1914.

- 143^e RI, 25 N 147. 9^e RAC (régiment d'artillerie de campagne), 26 N 920 et 921 ; 1^{er} Hussard, 26 N 894 (4 août 1914 - 31 décembre 1916).

- 2^e BCP (bataillon de chasseurs à pied), 26 N 815.

- artillerie et génie du corps, 26 N 162.

- 2^e régiment du génie, 16^e bataillon, 26 N 1263, 1264, 1293.

- corps Conneau, corps de cavalerie de l'armée, 26 N 249. Ogo., 22 N 1174.

La sous-série 26 N abrite aussi les *Historiques des régiments*⁵⁰. On peut aussi les consulter, en collections plus ou moins complètes, aux archives départementales, dans les bibliothèques municipales, à la bibliothèque du musée de l'Armée ; ils circulent aussi sur le marché libre. Les historiques utilisés sont ceux des régiments ayant combattu, ou s'étant trouvé, sur la dition.

⁴⁸Instruction du général de Cissey, ministre de la Guerre, du 5 décembre 1874, instituant les Journaux de marche et d'opération (Jmo).

⁴⁹Introduction aux Jmo dans le *Répertoire numérique des Jmo, 1914-1918*, EMAT. SHAT, articles 26 N 1 à 579. Sont consultées aussi les archives des corps d'armée, 22 N, et des divisions, 24 N.

⁵⁰Jacques PÉRICARD, in *Verdun. 1914-1918*, op. cit., fait une présentation critique des Historiques militaires (p. 49) : « Rien de plus décevant que la plupart des historiques (d'une unité). Les erreurs n'y sont pas rares : erreurs de noms, erreurs de dates. Les uns montent en épingle les plus menus faits, comme s'ils voulaient donner à entendre que la guerre a été gagnée par leur régiment seul. Les autres sont d'une concision, d'une sécheresse qui frise l'indifférence ». L'auteur ajoute que ce sont des documents à manier avec précaution.

4. LE CHOIX DU CADRE SYSTÉMIQUE

L'*analyse de système* est un outil autant qu'une théorie. Ce paragraphe précise les acquis du puissant courant de l'analyse systémique en biogéographie mais n'en aborde ni le contenu formel ni les fondements conceptuels¹. Consacrons un court paragraphe aux concepts, à leur interprétation, leur usage et à une réflexion sur la position du biogéographe géographe face au – ou proche du – biogéographe naturaliste².

4.1. L'approche de système

Du système nous retiendrons la définition proposée par Bernard WALLISER : « Un système est un ensemble d'éléments doté des quatre propriétés d'autonomie, de cohérence, de permanence et d'organisation »³. L'autonomie est marquée par l'existence d'échanges réciproques avec un environnement ; la cohérence stipule que les éléments, groupés ou non en sous-ensembles, sont en interaction ; la permanence, ou conservation du système, est assurée par le jeu de modifications dans le temps qui assurent les adaptations nécessaires ; l'organisation est assurée par une structure interne. La forêt, qui sous-tend une suite d'évolutions continues du matériau biologique entrecoupée de ruptures d'origine sociétale, répond à cet ensemble de propriétés. La guerre est l'une de ces ruptures, brutale ; les bouleversements qu'elle engendre affectent profondément les organisations trophiques et chorologiques qui assurent l'émergence spatiale et temporelle du peuplement. La *forêt de la guerre* est un bel exemple de « complexe d'éléments en interaction »⁴.

4.1.1. Formes, forces et système

La définition sous-tend deux niveaux d'analyse. D'abord la description de la structure recherche les caractères des unités élémentaires constitutives du système. Une problématique est la détermination de ces "boîtes noires"⁵ dont on réserve l'analyse du contenu, leur extension, la nature de leurs contacts avec l'environnement. Ensuite la description fonctionnelle s'intéresse aux modes de fonctionnement du système. La forêt est une expression spatiale organisée de formes matérielles sous-tendues par des forces.

a - La forme

La réflexion sur la forme, « ensemble des contours d'un objet, d'un être, résultant de l'organisation de ses parties »⁶, est aux racines de toute science. L'organisation est inhérente à la forme, entité insécable, dont elle assure la cohésion des parties. Une définition de phytosociologue est pertinente pour la recherche géographique : « Nous définirons simplement une *forme* comme un objet de perception occupant un volume dans l'espace et le temps »⁷. L'objet géographique n'existe en effet que

¹ De l'abondante bibliographie sur le système et l'analyse systémique nous retenons les titres qui ont nourri la réflexion. Frank AURIAC, *Système économique et espace*, Economica, Paris, 1983 ; Louis VON BERTALANFFY, *General system theory, foundation, development, applications*, New-York, G. Braziller, 1968, trad. française, *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 1973 ; Michel CHESNAIS, *Réseaux en évolution - I, Représentation systémique des réseaux dans leur environnement*, Caen, Paradigme, 1991 ; COLLECTIF, *Analyse de système en géographie*, Lyon, Presses univ. de Lyon, 1984, ; Olivier DOLLFUS et François DURAND-DASTÈS, "Remarques sur les notions de structure et de systèmes en géographie", *Géoforum*, 1975, vol. 6, p. 83-94 ; Jean-Marc DROUIN, *La naissance du concept d'écosystème*, thèse de III^e cycle, univ. de Paris I, 1984 ; Jean-William LAPIERRE, 1992 - *L'analyse de systèmes. L'application aux sciences sociales*, Paris, Syros, 1992 ; Jean-Louis LE MOIGNE, *La théorie du système général - Théorie de la modélisation*, Paris, PUF, 1984 ; Joël DE ROSNAY, *Le microscope*, Paris, Points-Seuil, 1975 ; Bernard WALLISER, *Systèmes et modèles ; Introduction critique à l'analyse des systèmes*, Paris, Seuil, 1977.

² G. HOUZARD & Alain LECOINTE, "Biogéographie naturaliste et biogéographie géographique", *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, Paris, AFGP et ENS Fontenay - St-Cloud, 1990, p. 9-21.

³ B. WALLISER, *Systèmes et modèles*, op. cit.

⁴ L. VONBERTALANFFY, *General system theory...*, op. cit.

⁵ Le terme de *boîte noire* est repris dans le sens que lui donne J.-L. LE MOIGNE, *La théorie du système général...*, op. cit.

⁶ Cette définition physique est celle du dictionnaire *Robert*.

⁷ Bruno de FOUCAULT, *Petit manuel d'initiation à la phytosociologie sigmatiste*, Société linnéenne du Nord de la France, 1986, Mémoire n° 1.

par référence à l'échelle spatiale, dont le premier niveau est celui de la perception, fonction créatrice de la forme. Celle-ci est de ce fait un objet de l'espace-temps. La question centrale se déplace ainsi : Quels sont les objets perçus en biogéographie ? Des échelles de référence, un cadre méthodologique interviennent pour les définir. Nous allons en parler.

La photographie est un instrument privilégié de l'analyse formelle. Elle offre à l'analyse des éléments morphologiques plus ou moins indépendants. Pour une part l'environnement parasite l'objet (comme la nature de la toile de fond pour observer un arbre). La photo-interprétation permet de passer de la forme à la fonction de l'objet capté, l'arbre, pour nous, le sylvofaciès, ou la portion de sylvofaciès, le sylvotope. Le paramètre de pouvoir de résolution est déterminant : spatial, spectral, énergétique. Quand la photographie est synchrone de l'analyse de terrain, elle l'illustre et la renforce. Déphasée, elle pallie, compense, parfois remplace une impossible analyse de terrain. Comparaisons et itérations exigent l'établissement de protocoles d'interprétation des clichés.

b - La force

La force, « toute cause capable de déformer un corps, ou d'en modifier le mouvement, la direction, la vitesse »⁸, provoque le déplacement et (ou) l'anamorphose de la forme. La force est omniprésente dans le sylvosystème mais ses manifestations sont déterminées par son intensité. Le labour qui retourne les horizons superficiels d'un sol et qui, année après année, construit une "semelle"⁹ introduit dans l'agrosystème une quantité d'énergie mécanique du même ordre de grandeur que celle du bombardement. Agrosystème constructeur face à polémosystème destructeur¹⁰. Une seconde définition rend le propos plus abstrait ; la force est un concept qui permet d'exprimer des interactions ; « La force est une grandeur vectorielle »¹¹ qui présida à la transformation des géofaciès en polémofaciès. Un exemple illustre son déchaînement sur le champ de bataille (figure 226, p. 165). Ce croquis de plan de tir montre les concentrations des feux d'artillerie allemande préparatoires à une attaque de grande envergure ; concentration spatiale – la Cote 304 est une petite portion de territoire, un éperon de 1,5 km sur 250 m, soit 37,5 ha – et temporelle, le bombardement dura trois jours au mois de mars 1916, provoquant l'explosion de plus d'un obus au mètre carré¹². Le vecteur énergétique n'est pas pour autant l'irruption, *sur la cible*, de l'aléatoire et de la puissance incontrôlée¹³. La concentration des feux est d'abord le fruit d'un choix et d'une décision dictés par des considérations stratégiques et tactiques, construit sur des informations, des rapports et un environnement technologique ; elle résulte ensuite de la puissance explosive émise, elle-même fonction des munitions utilisées et des lois de la balistique¹⁴. La conséquence est l'entrée *dans la cible* (agrofaciès, sylvofaciès) d'énergies mécanique, chimique, thermique qui entraînent sa dégradation ; à cette échelle règne l'aléatoire¹⁵.

⁸ Trois pages dans le Robert. La partie IV, physique mécanique, donne cette première définition.

⁹ La semelle de labour est « un horizon dont la morphologie et le fonctionnement a été anciennement ou est encore périodiquement artificialisé par un labour et/ou d'autres pratiques agricoles », AFES (Association française pour l'étude du sol), *Référentiel pédologique*, Paris, Inra, 1992, p. 53. L'ancienne dénomination (classification C.P.C.S., Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols, 1967) est Ap, pour A *perturbé*, « horizon humifère labouré, donc homogénéisé, et à limite inférieure nette », in Philippe DUCHAUFOR, *Pédologie*, tome 1, *Pédogenèse et classification*, Paris, Masson, 1977, p. 179. L'idée d'homogénéisation est importante ; nous verrons au chapitre neuf les effets induits par le bombardement.

¹⁰ Il faut reconnaître et oser affirmer avec Yves POURCHER : « Parce que la destruction est immense, la production doit l'être aussi. La guerre devient ce gigantesque moteur de l'économie tournant à plein régime, à un rythme jamais égalé jusque là en puissance et en rendement », in *Les jours de guerre*, Paris, Plon, 1994, p. 240.

¹¹ J.-P. SARMANT, *Dictionnaire de physique*, op. cit., p. 128.

¹² Sur le Mort-Homme (à droite de la Cote 304 sur le croquis, tirs de batteries provenant du secteur de Forges) un soldat du 98^e RI notait le 14 mars : « Sur notre petit front [800 m environ], les observateurs de l'arrière ont compté à peu près 120 coups par minute, ce qui fait 50 000 obus en six heures. », J. PÉRICARD, *Verdun*, op. cit., p. 157. L'analyse des conséquences du bombardement sur la destruction des milieux est faite au chapitre onze.

¹³ Ce vecteur est à l'origine d'un vaste corpus sémantique, illustrée par des expressions comme *forces déchaînées* ou *forces aveugles*.

¹⁴ Parmi ces lois celle de l'écart circulaire probable ou ECP. Dire par exemple que l'ECP du canon de 75 est de 50 mètres à 5 000 mètres signifie que la moitié des obus tirés à la portée de 5 000 mètres tombent dans un cercle de rayon 50 mètres ayant pour centre le point visé.

¹⁵ L'espoir de survie est, chez le soldat, la traduction directe de ce principe.

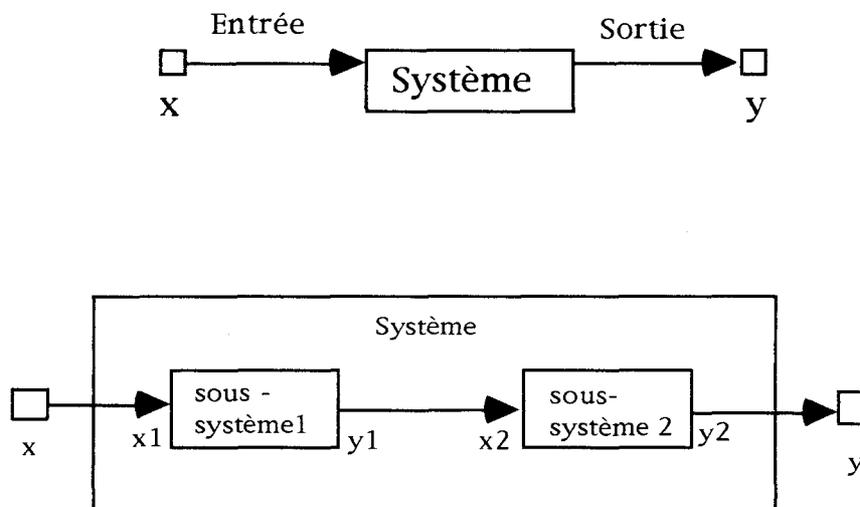
La recherche sur les forêts de la guerre est à l'entrecroisement de trois vecteurs majeurs de la force, ceux qui activent le fonctionnement du milieu naturel, ceux qui contrôlent les interactions entre nature et société et ceux qui véhiculent les transferts énergétiques de la guerre. **Ils agissent à des échelles de puissance sans commune mesure entre elles.** C'est dans une telle série d'interfaces que l'approche systémique prend tout son sens.

c - L'analyse systémique

L'expression d'analyse systémique d'abord employée dans des acceptions restreintes de la théorie des systèmes – telles que système de culture ou système d'érosion – a considérablement étendu son champ sémantique comme le montrent deux définitions de *système* parmi d'autres. Un système est « un ensemble d'objets doté d'une structure sous-tendue par un fonctionnement » ; et « un ensemble d'éléments ayant des relations mutuelles, et se comportant comme un tout à une échelle de perception donnée »¹⁶. Cette définition fait intervenir l'échelle, préoccupation majeure du géographe. L'analyse spatiale s'inscrit ainsi dans le paradigme systémique.

Tout système biologique possède cinq propriétés principales. - Il abrite un réseau d'interactions régulées par des boucles de rétroaction ; - le fonctionnement du tout diffère de celui de ses parties. En retour : - l'ensemble agit sur ses parties ; - chaque élément du système ne persiste que par ce qu'il y est inséré ; - l'organisation vivante est hiérarchique ; les éléments sont eux-mêmes des systèmes, souvent aussi complexes. Une connexité caractérise le réseau de relations entre ces sous-systèmes. Un arbre abattu, volis ou chablis, est un système dominé par les détritivores, lui-même sous-système connecté à l'écosystème forêt, dont il assure une part de la biodiversité animale et du recyclage de la matière. D'ailleurs, l'absence de ce sous-système *arbre abattu* est un critère diagnostique d'une forme d'artificialisation de l'écosystème en un sylvosystème géré qui exporte les produits ligneux. De même que la forte connexité d'un réseau routier crée la solidarité¹⁷, la forte connexité du réseau trophique assure l'organisation et le fonctionnement du système forêt. **L'irruption des combats dans le sylvosystème engendre des processus brutaux de déconnexion.**

Aucune structure vivante n'est fermée et le système qui entretient des relations avec son environnement reçoit de celui-ci des informations et des produits, les entrées ; il y exerce une influence en retour par des processus appelés sorties.



Deux variables sont attachées aux entrées et sorties, le *calendrier* qui définit la date et la durée des échanges et le *répertoire* qui donne les valeurs (ou positions) prises par x et y. La

¹⁶ Gabriel ROUGERIE, *Géographie de la biosphère*, Paris, A. Colin, 1988, p. 219. Cette définition de l'écosystème, dit l'auteur, représente la première tendance de l'usage du concept. L'autre privilégie pratiquement le seul fonctionnement.

¹⁷ Gabriel DUPUY, *Systèmes réseaux et territoires*, Paris, Presses de l'École nat. des Ponts et chaussées, 1985, p. 17.

trajectoire est définie comme la relation entre les positions du répertoire et les dates du calendrier. Prenons un exemple dans la forêt communale de Varennes-en-Argonne¹⁸. Deux prélèvements – engendrant des flux – de matière ligneuse affectent la même parcelle ; le premier en 1886 (Ps) est consécutif à une coupe d'éclaircie dans un sylvofaciès de taillis sous futaie sur plateau de gaize (tableau 214), le second en 1915 (Pp), à une coupe militaire dans ce même sylvofaciès devenu polémofaciès (tableau 215).

Tableau 214
Prélèvement de matière ligneuse Ps dans un sylvofaciès de la forêt de Varennes en 1886

Ps	entrée : x	sortie : y
Répertoire	0	100 m ³
Calendrier	janvier 1886	décembre 1886

Tableau 215
Prélèvement de matière ligneuse Pp dans le même sylvofaciès devenu polémofaciès en 1915

Pp	entrée : x	sortie : y
Répertoire	0	100 m ³
Calendrier	janvier 1915	février 1915

Les répertoires sont identiques, 100 m³ de sortie ; le calendrier de la gestion civile est de onze mois, entre le martelage et l'exploitation de la coupe, le calendrier de la gestion militaire est de un mois, entre la décision d'exploitation par le service forestier aux armées et la coupe¹⁹. Les trajectoires sont définies par les deux vecteurs Ts et Tp de la figure 227a (p. 168)

A l'échelle des 25 coupes ordinaires de la forêt communale le schéma des trajectoires des prélèvements civils de 1886 et militaires de 1915 est le suivant (figure 227b p. 168). Ces deux structures vectorielles Tns et Tnp construisent les images contrastées des modes de prélèvement de la matière ligneuse dans les sylvosystèmes civils et les polémofaciès.

4.1.2. Les concepts de géographes

Dans l'introduction de 1943 aux *Fondements biologiques de la géographie humaine* Max. SORRE²⁰ notait que depuis le début du siècle la géographie était devenue « une discipline en possession de méthodes souples et fécondes » pour explorer les relations entre l'occupation de l'espace par un phénomène, l'aire d'extension de celui-ci et les données du milieu. Il ajoutait : « Le milieu géographique nous apparaît désormais dans toute sa richesse comme un complexe susceptible d'être dissocié en d'autres complexes dont les activités se conditionnent réciproquement ». Le rôle des notions connues dans l'analyse systémique sous les termes de dépendance, flux, intensité, mobilité, interaction est si bien perçu que M. Sorre dénomme le climat « complexe atmosphérique ». La modernité de cette locution est illustrée dans le terme plus récent et englobant d'*écocomplexe*, utilisée par des écologues²¹.

a - Brefs éléments d'un débat

L'interrogation des géographes sur l'analyse systémique est née pour une part du constat des limites du concept naturaliste d'écosystème.

- L'écosystème fut longtemps, et reste pour beaucoup, une unité plus fonctionnelle que spatiale, mal inscrite dans l'espace comme dans le temps. Dans l'espace, pour lequel se pose le problème de l'échelle de l'unité élémentaire territoriale d'analyse, du degré de représentativité de cette unité, et de la fiabilité de tout procédure de généralisation. Dans le temps, où l'organisation comme le fonctionnement de l'écosystème sont le plus souvent envisagés dans le cycle écologique court qu'est l'année. Ce pas de temps est le seul retenu par Philippe DUVIGNEAUD²²: « l'Ecosystème est un système écologique fonctionnel, formé par l'intégration d'une biocénose (communauté biotique) à son environnement abiotique ». Un écosystème sera d'autant moins

¹⁸ Verdun, arch. du centre de gestion ONF, carton *Historique de la forêt communale de Varennes*.

¹⁹ Structure et méthodes de l'exploitation des bois au front sont étudiées au chapitre dix.

²⁰ M. SORRE, *Les fondements biologiques de la géographie humaine*, Paris, Ar. Colin, 1943 ; deux citations.

²¹ Maxime LAMOITE, *Fondements rationnels de l'aménagement d'un territoire*, Paris, Masson, 1985.

²² Ph. DUVIGNEAUD, *L'Ecosystème forêt*, Nancy, Engref, 1984, p. 9.

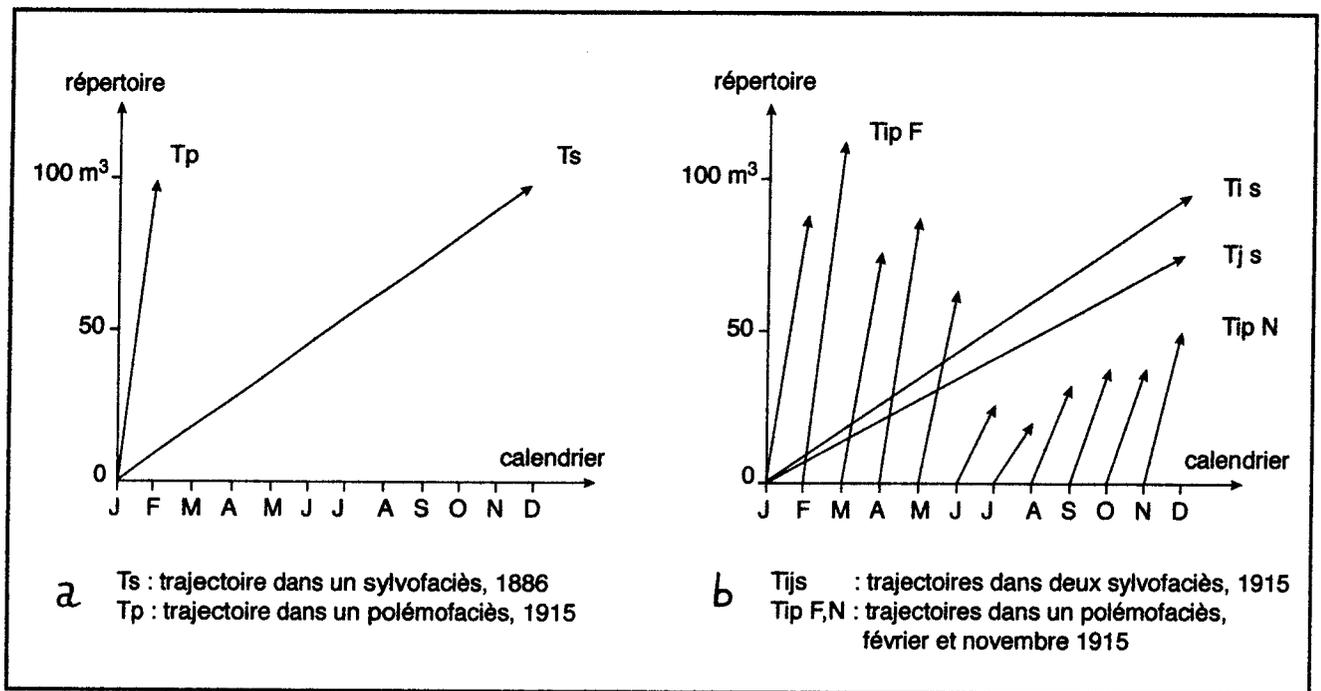


Fig. 227 Exemples de trajectoire de prélèvements ligneux

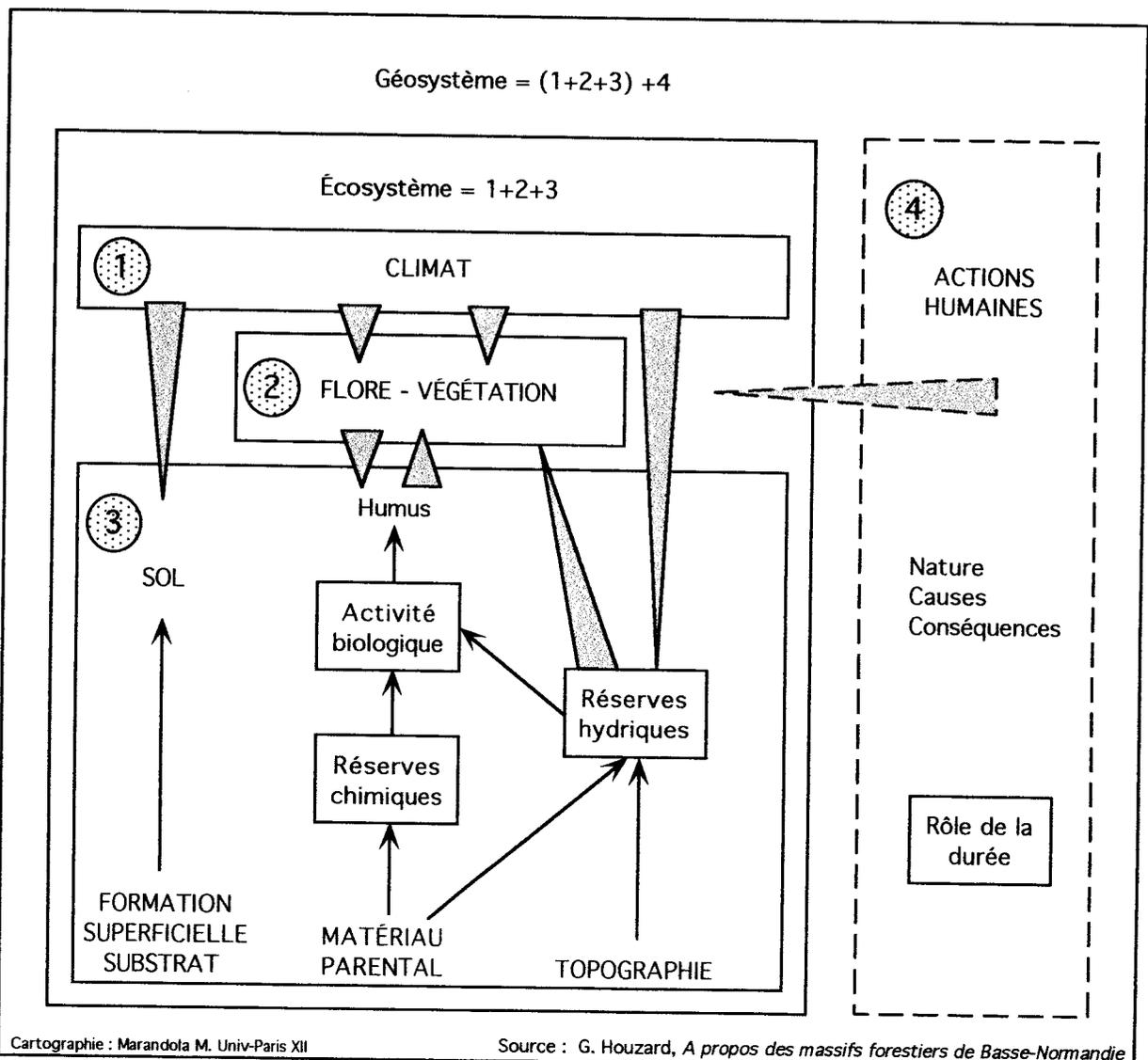


Fig. 228 Le géosystème, une combinaison

difficile à appréhender que le biotope, complexe inter-actif du climatope, de l'édaphotope et de l'hydrotape, sera plus typé, mieux circonscrit et d'une étendue plus limitée. A ces critiques les écologues ne sont pas insensibles. Patrick BLANDIN et Maxime LAMOTTE considèrent que les fautes incombent aux écologues eux-mêmes. C'est la « confusion qu'introduit l'assimilation de l'écosystème, tel qu'il a été défini par TANSLEY et LINDEMAN, à un niveau quelconque de la hiérarchie des systèmes écologiques »²³. Raymond Lindeman ajoutent-ils avait souligné (en 1942) le « caractère fonctionnel [de l'écosystème], en insistant sur le fait qu'il constituait avant tout une unité de fonctionnement, relativement autonome, du monde vivant ». Cette idée fut reprise par E.T. Odum (1959) puis par filiation : « On ne peut s'étonner que certains auteurs en soient arrivés à affirmer « le concept d'écosystème est sans dimension » (REINERS, 1986). On comprend alors les critiques des géographes ».

- A la question de l'échelle s'ajoute celle, fort débattue, de la place et du rôle de l'homme dans les écosystèmes. TANSLEY écrivait²⁴ : « Considérée comme un facteur biotique exceptionnellement puissant qui bouleverse de manière croissante les équilibres des écosystèmes préexistant et éventuellement les détruit, en en produisant en même temps de nouveaux de nature très différente, l'activité humaine trouve sa véritable place dans l'écologie ». Deux remarques : - l'auteur n'élude pas l'action de l'homme, il la juge négative qui "bouleverse" ou "détruit" le système naturel sur lequel elle s'applique ; - il conserve le terme d'écosystème pour définir ces systèmes transformés tout en reconnaissant qu'ils sont "de nature très différente". Une voie était ouverte au géographe.

Dans l'affirmation des concepts géographiques, une première étape, méthodologique et non chronologique, est illustrée par Jean TRICART et Jean KILIAN qui énoncent que l'homme est « partie intégrante des éco-systèmes »²⁵. Sur cette affirmation ils jettent les fondements d'une géographie renouvelée, l'« éco-géographie ». « L'éco-géographie est un point de vue, celui qui consiste à [...] étudier comment l'homme s'intègre dans les écosystèmes, comment cette intégration est diversifiée en fonction de l'espace terrestre ». Une conséquence de cette intégration se trouve dans les modifications « que l'homme imprime, volontairement ou non, à ces éco-systèmes, environnement compris : créations d'éco-systèmes technifiés (agriculture, élevage), pollutions de toutes sortes ». Le cordon n'est pas coupé. Le point de vue est celui d'un objet modifié voire pollué, pas celui d'un objet différent. Expliciter cette position fait appel à l'adjectif : ici éco-système technifié, ailleurs écosystème anthropisé.

b - Le géosystème

Une trentaine d'années après l'énoncé des points de vue de Max. SORRE le concept de géosystème a renouvelé l'approche des questions centrales dont le géographe nourrit ses recherches. Le géosystème, concept territorial géographique et naturaliste, répond à la principale critique émise par les géographes sur l'écosystème. Ce courant de la géographie systémique prend racine dans une démarche strictement naturaliste et quantitativiste illustrée par l'école soviétique. Le géosystème « se caractérise par une *morphologie*, c'est à dire des structures spatiales verticales (les géohorizons) et horizontales (les géofaciès) ; un *fonctionnement* qui englobe l'ensemble des transformations liées à l'énergie solaire ou gravitationnelle, aux cycles de l'eau, aux biogéocycles, ainsi qu'aux mouvements des masses aériennes et aux processus de morphogénèse ; un *comportement* spécifique, c'est à dire par les changements d'états qui interviennent dans le géosystème pour une séquence de temps donnée » écrivent Nicolas BÉROUTCHACHVILI et Georges BERTRAND²⁶, qui précisent : « Le géosystème sert à désigner un « système géographique naturel homogène lié à un territoire ». L'introduction du concept s'accompagne d'une place plus grande faite à la qualification, aux côtés de laquelle l'auteur introduit les deux notions de durée et de socialisation. Au coeur de la réflexion se place l'homme. Est-il une simple anthropomasse ou le coeur d'une technosphère ? Les points de vue sont bien différents selon qu'on considère les 80 kilogrammes du tractoriste ou les 300 chevaux du tracteur.

La question de la place des hommes dans le système, *a fortiori* celle de leur intégration, restait posée. Gérard HOUZARD note ainsi que « la société humaine semble se glisser timidement par

²³ P. BLANDIN et M. LAMOTTE, "Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'écocomplexe", *Bull. Ecol.*, 1988, t. 19, 4, p. 547-555 ; trois citations p. 549.

²⁴ Phrase citée par P. BLANDIN et M. LAMOTTE, art. cit. ; traduite par J.-M. DROUIN dans sa thèse, *op. cit.*

²⁵ J. TRICART et J. KILIAN, *L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel*, Hérodote, 1979, p. 7 : s'écrit habituellement : *écosystème*. C'est par analogie avec *éco-géographie* que, dans cet ouvrage, "Éco-système" est écrit avec un trait d'union ; trois citations, p. 7 et 8.

²⁶ N. BÉROUTCHACHVILI et G. BERTRAND, "Le Géosystème ou "Système territorial naturel"", RGPSO, 1978, p. 171. Voir aussi G. ROUGERIE et N. BEROUTCHACHVILI, *Géosystèmes et paysages*, Paris, A. Colin, 1991.

une porte étroite dans un système qui demeure délibérément au service de la seule géographie physique. Tout serait parfaitement clair et cohérent si le géosystème apparaissait comme un concept de géographie globale et non comme un concept de géographie physique »²⁷. Pour rendre aux activités humaines et aux facteurs sociaux la place et le rôle qu'il juge leur revenir dans le façonnement des paysages végétaux, l'auteur propose de lire le géosystème comme l'intégration fonctionnelle d'un écosystème et d'une société qui l'exploite, le gère et le transforme ; il propose un schéma ordonné qu'il nomme "Esquisse de combinaison biogéographique" (figure 228, p. 168). Un point clef de cette approche est l'absence de hiérarchie *apriori* des agents et des processus qui interviennent dans le façonnement du géosystème. Il revient au chercheur de construire, pour un géosystème donné, la grille ordonnée des interactions qui le façonnent. Ainsi le polémosystème, type de géosystème, fonctionne-t-il sur une grille dominée par les intrants énergétiques de haute intensité d'origine anthropique.

Parmi les questions centrales du géographe celle-ci : *pourquoi tel phénomène se rencontre-t-il là et pas ailleurs ?* fonde et alimente l'étude des localisations. L'acte géographique inscrit l'objet dans l'espace et l'y décrit ; il sous-entend localisation et distance, surfaces et volumes, isomorphies et discontinuités. L'espace est formé de structures dotées de lois de compositions internes. « Une structure est un système de transformations, qui comporte des lois en tant que système (par opposition aux propriétés des éléments) et qui se conserve ou s'enrichit par le jeu même de ses transformations, sans que celles-ci aboutissent en dehors de ses frontières ou fassent appel à des éléments extérieurs. En un mot, une structure comprend ainsi les trois caractères de totalité, de transformation et d'autorégulation » écrivait Jean PIAGET²⁸. L'analyse de système offre un puissant outil d'explication des localisations et des structures spatiales, mobiles dans le temps et l'espace, dans la mesure où elle explore les relations entre des objets complexes, eux-mêmes localisés, ou bien entre des éléments constitutifs de ces objets. Dans ce complexe fonctionnel elle s'applique à définir la place et la hiérarchie des objets comme les types de contraintes qui se manifestent. La contrainte, au sens physique du terme, est l'effort énergétique exercée sur une substance ; elle mesure l'intensité des interactions entre les éléments du système. C'est en ce sens qu'on parlera des contraintes du milieu. Si l'existence de tel bois est attestée depuis plusieurs siècles c'est qu'il est demeuré le lieu d'expression d'un système assez stable. Une "accumulation d'information signifiante" lui a conféré, au fil du temps, une indépendance accrue vis à vis des fluctuations du milieu, c'est à dire un pouvoir de tamponnement, ou homéostasie. Solidement inscrite dans la plupart des systèmes forestiers régionaux du début du siècle cette homéostasie joua un rôle important dans la dynamique paysagère dès le moment où ces systèmes furent agressés par la guerre.

L'étude des relations existant entre les composantes biotiques et les autres éléments du système spatial est un objectif de la biogéographie. Ainsi, du fait de leurs fortes interactions avec le milieu physique ces composantes biotiques portent en elles des probabilités de rupture qui s'expriment à maintes échelles spatiales et temporelles par des déséquilibres, des dysfonctionnements ou des destructions. Ces risques de rupture peuvent aussi traduire la résolution de conflits dans lesquels les composantes biotiques naturelles sont perçues comme des contraintes (d'exploitation, de gestion, d'aménagement). Le milieu physique aussi a un passé, un acquis structurel et fonctionnel, qui induisent des phénomènes d'inertie et de résistance face aux agressions qu'il peut subir. « Dans chaque géosystème, plusieurs combinaisons peuvent être juxtaposées (mosaïque) et dans chaque combinaison, des nuances peuvent être introduites en fonction de l'intensité de l'un des éléments »²⁹. Le géosystème est composé d'unités isomorphes de plus petites tailles, les **géofaciès**. « La distribution de ces unités est commandée par les effets combinés de l'altitude et des topoclimats, de la pente et des différents travaux sylvicoles ».

²⁷ G. HOUZARD, "De l'écologie à l'étude biogéographique des forêts", *Travaux du CREGEPE*, univ. de Caen, 1984, HS, p. 99-111.

²⁸ J. PIAGET, *Le structuralisme*, Paris, Puf, 1970, cité par G. BERTRAND en note dans "Les structures naturelles de l'espace géographique des Montagnes Cantabriques centrales (nord-ouest de l'Espagne)", *RGPSO*, tome 43, fasc 2, 175-206, 1972.

²⁹ G. CANTEGRIL, D. MARTY et S. VIE, "Paysages du Cabardès occidental (Montagne Noire, sud-ouest du Massif central)", *RGPSO*, tome 43, fasc. 2, p. 211, 1972 ; deux citations.

4.2. Le sylvofaciès, élément du système forestier

Le régime de gestion appliqué aux peuplements forestiers contrôle des structures spatiales (recouvrement, stratification) et biologiques (franc-pied, fût sur souche, cépée), impose ses rythmes et ses cycles ; sur le plan floristique il modifie les cortèges dendrologiques. Ainsi, le traitement en taillis a longtemps favorisé les chênes aux dépens du hêtre sur les plateaux calcaires de l'est de la France¹ ; le charme est sur-représenté dans les taillis sous futaie du Barrois et des Hauts de Meuse ; les plantations résineuses offrent des paysages sylvatiques plus proches « du "champ d'arbres" en équilibre instable (...) que du régime stationnaire auto-entretenu »². La notion de **sylvofaciès** intègre ces facteurs technico-économiques et sociaux que l'histoire a introduits dans les peuplements dérivés ou transformés et qui jouent un rôle déterminant dans le façonnement et la dynamique de ces derniers.

4.2.1. Réflexions sur le terme de sylvofaciès

Pour Gérard HOUZARD, promoteur du concept et du terme, le sylvofaciès est « une portion homogène d'espace forestier couvrant de quelques hectares à quelques dizaines d'hectares, individualisée par sa position topographique, par ses traits physiologiques et floristiques et par la nature des sols »³. L'auteur insiste sur le fait que ces valeurs de surface sont déterminées par la diversité, la "rugosité" de l'espace régional étudié⁴ et, par voie de conséquence, relèvent de l'application du concept et non du concept lui-même. Puis l'auteur enrichit cette définition par une référence plus explicite à l'histoire : « une portion [...] définie par ses traits physiologiques et floristiques, son sol et, si possible, son histoire »⁵. Le statut d'objectivité exige que toute unité forestière élémentaire soit rattachée à un type de sylvofaciès et à un seul. Sur le modèle de la définition populationnelle de l'espèce proposée par le biologiste Ernst MAYR⁶, on dira qu'appartiennent à un même sylvofaciès les unités élémentaires de peuplement d'un ensemble forestier donné qui, par leurs caractères structuraux et fonctionnels et par les modes d'interaction entre ces caractères, *se ressemblent plus entre elles qu'elles ne ressemblent aux autres unités*. Définition spatiale, l'aire occupée par un sylvofaciès est une unité d'égal raisonnement ; elle peut être jointe ou disjointe. Chaque portion d'espace, chaque *forme* nommée sylvofaciès est un paysage sous-tendu par un fonctionnement et une dynamique. La définition précédente attribue trois caractères à cette forme, une topographie, des traits physiologiques et floristiques, un sol. Par les deux premiers critères le sylvofaciès relève du perçu. Le troisième le rattache au conçu, pour le moins à la déduction analytique. Comme les niveaux d'analyse sont différents, plusieurs étapes sont nécessaires pour atteindre au degré d'individualité qui justifie le sylvofaciès. Pour le géographe les morphologies sont essentielles, celle du peuplement, celle du support physique.

Tout capteur placé à une distance donnée de la surface du sol enregistre une tachèle⁷, unité élémentaire de perception d'une réalité spatiale qui définit le pouvoir de résolution spatiale de ce capteur. Par analogie, le deuxième niveau du concept de sylvofaciès est fondé sur la capacité de l'œil à saisir une unité physiologique homogène dans tout peuplement forestier. Mais le sylvofaciès est plus qu'une tachèle du système forestier. La surface élémentaire n'est

¹ Philibert GUINIER, "L'évolution des forêts sur les plateaux calcaires de l'Est", *Bull. du Comité des forêts*, 1949, t. VIII, n° 82, p. 1 135-1 150 ; J.-P. HUSSON, thèse, *op. cit.*

² René BRAQUE, "Réflexions sur la classification des groupements sylvatiques d'Europe occidentale", *Doc. phytosoc.*, 1979, IV, p. 11-119.

³ G. HOUZARD, thèse, *op. cit.* Cette définition fut légèrement modifiée dans un article postérieur ("Vers une typologie et une cartographie des sylvofaciès") où l'expression plus précise et plus juste « par une combinaison écologique » remplaça « par la nature des sols ».

⁴ G. HOUZARD écrit que « ces normes (de surface) ne sont pas fixées théoriquement, elles varient nécessairement d'une région à une autre : elles découlent de l'étude, elles ne la précèdent pas », in "De l'écologie à l'étude biogéographique des forêts", *Travaux du CREGEPE*, univ. de Caen, 1984, HS, p. 99-111.

⁵ G. HOUZARD, "Poids de l'histoire et importance de la durée en biogéographie", *Caen, Ann. de Normandie*, 1982, ns, p. 269-288.

⁶ Ernst MAYR, *Histoire de la biologie*, Paris, Fayard, 1989, p. 268-277.

⁷ La tachèle, contraction de *tache élémentaire*, est « l'élément d'aire de la scène résultant de l'intersection du champ de visée instantané ou élémentaire du capteur avec la surface du terrain », in Serge PAUL, *Introduction à l'étude de la télédétection aérospatiale et de son vocabulaire*. Paris, La Documentation française, 1991, p. 290. Le vocable de *pixel* « plus petite surface homogène constitutive d'une image enregistrée, définie par les dimensions de la maille d'échantillonnage » serait à réserver au langage de l'analyse d'image.

pas fixée *a priori*. Son évaluation découle des caractères de terrain, et l'objet "sylvofaciès" naît de l'application du concept qui le fonde. Les expressions "unités élémentaires" ou "portion homogène d'espace" contenues dans la définition posent le problème de l'unité spatiale de référence et celui, corrélatif, de l'échelle de perception des phénomènes étudiés. Le pouvoir de résolution spatiale de notre système d'acquisition optique varie avec la distance à la scène. C'est une question d'échelle et il est connu que « l'échelle crée le phénomène »⁸. Cet aspect important de la validité du concept est discuté par Gabriel ROUGERIE pour qui le sylvofaciès est « une unité forestière définie par son homogénéité à l'échelle d'observation retenue »⁹. Jean-Claude RAMEAU pose, sur un autre registre, la même interrogation quand il écrit : « Toute la problématique se résume en la détermination d'une échelle de perception de l'homogénéité du couvert végétal qui réponde aux finalités recherchées »¹⁰. Inversement, à un objet défini est associée une échelle, ou plage scalaire, adéquate. Respecter le critère d'homogénéité ramène à la définition de l'unité homogène de collecte de l'information. Nous considérons à notre échelle de travail que **le sylvofaciès est une entité insécable en tant qu'unité de fonctionnement**. L'objet d'étude n'est pas la physiologie de l'arbre mais l'agencement des arbres dans cette composition qui définit la structure du peuplement végétal¹¹.

Les termes "Unité élémentaire", "échelle", "hiérarchie" appellent des éclaircissements. Le vocabulaire est très riche ; tachèle, pixel, faciès, maille, unité écologique élémentaire, n'épuisent pas le sujet. Le botaniste a considéré l'individu végétal comme l'être élémentaire, représentant d'une espèce. La cellule, dans ce cas, est une boîte noire que le systématicien a, pour construire ses taxonomies, longtemps conservé à peine entrouverte. Le biologiste moléculaire, après l'avoir ouverte en grand, l'a déplacée sur le chromosome. Le généticien à son tour, vers le gène et le codon. Les reclassements de la systématique portent la vague taxonomique vers les structures moléculaires élémentaires et vers de plus subtils invariants¹². L'arbre forestier est l'élément textural du sylvofaciès ; il est objet de mesure, de comptage, de classification. L'unité élémentaire du paysage forestier est le sylvofaciès ; en son sein se nouent les dialogues entre les parties et le tout.

Comme crayon sur la page ou pointeur sur l'écran l'oeil cherche dans l'espace forestier le *mot* dont la diversité et les assemblages font naître et connaître les paysages. Le mot de *sylvofaciès* se décompose en entrées (biotique, édaphique, bioclimatique, sociétale) dont les valeurs sont autant de lettres, et se compose en phrases, les sylvosystèmes, dont l'association structure paragraphes et chapitres. La pertinence suppose que les seuils de la perception visuelle qui décryptent les paysages aient leur équivalent dans des seuils définissant les catégories conceptuelles. Le sylvofaciès est le niveau d'enquête méso-organisationnel à partir duquel sont micro-organisationnels les niveaux inférieurs (complexe édapho-pédologique, structure de végétation, complexe sociétal, etc.), et macro-organisationnels les niveaux supérieurs, groupes de sylvofaciès, sylvosystèmes et leurs combinaisons. Un pan de la problématique concerne les articulations entre les individus du niveau méso-organisationnel, celles trans-organisationnelles, caractérisées par des sauts, des seuils, des franchissements, des ruptures et des bifurcations¹³.

L'étude de l'espace forestier au filtre du sylvofaciès évite l'écueil des approches "en mille feuilles" de l'objet géographique, « dans ce cas perçu comme la superposition de trames diverses en

⁸ Michel GODRON écrit, dans *Ecologie de la végétation terrestre*, op. cit. page 129 : « L'observation de la végétation peut se pratiquer sur une large gamme d'échelles, et, en biologie comme en physique, l'échelle crée le phénomène. ».

⁹ G. ROUGERIE, "Le dessus, ou le dedans ?", *RGE*, 1985, 4, p. 355-363.

¹⁰ J.-Cl. RAMEAU, *Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du nord-est de la France*, thèse pour le doctorat d'État ès Sciences naturelles, univ. de Besançon, 1987, p. 44. La question est régulièrement posée, entre autres par M. GODRON, *Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux*, Th. Sci. Univ. de Montpellier, 1971, 274 p., et Paul GUINOCHET, *Logique et dynamique du peuplement végétal*, Paris, Masson, 1955, 143 p.

¹¹ Voir des composants à échelle plus petite, les sylvotopes.

¹² Jean-Louis GUIGNARD écrit dans l'avant-propos de *Botanique* (Paris, Masson, 1993, 8^e édition) : « Les nouvelles classifications, si elles ne comportent pas de révolution majeure, permettent une compréhension toujours meilleure du règne végétal. Nous avons tenu compte de leurs apports, notamment ceux concernant la chimiotauxonomie ».

¹³ J.-Cl. RAMEAU, *Contribution phytoécologique et dynamique...*, op. cit. p. 41.

un même lieu, et étudié par la criticable méthode du plan-tiroir »¹⁴. Le géographe hiérarchise les entrées du sylvofaciès : d'abord le peuplement, trame et matière du paysage soumis à l'analyse ; puis sol, bioclimat, et société, entrées explicatives. L'incursion dans les parties qui composent le tout est dévolue à la fiche d'enquête. L'utilisation de celle-ci exige de fixer les critères d'enquête sur les points de sondage. La définition du peuplement, exige le recours à la notion d'aire minimale¹⁵. Cette aire ne préjuge en rien de l'extension du sylvofaciès, car il est défini par le croisement de plusieurs variables. Le canevas des sylvofaciès est fixé par l'intersection des mailles des réseaux de chacune des variables. Il varie donc avec l'hétérogénéité du territoire. La définition une fois retenue, le travail de recherche consiste à « reconnaître un même être sous l'infinie diversité de ces aspects »¹⁶. A cette étape apparaît toute la force opérative et l'intérêt du sylvofaciès, à la fois objet et outil. L'outil permet la construction morphologique et fonctionnelle de l'espace forestier qui ne soit pas pointilliste. Les sylvofaciès s'associent, se combinent, par proximité (contacts, échanges, interférences), par effet de masse. C'est le sens du concept de sylvosystème. La seule stratification historique est incompréhensible et inopérante sans la localisation, à grande échelle, des lieux étudiés. Ces caractères conduiront à explorer et enrichir réciproquement les concepts de sylvofaciès et de sylvoséquence.

4.2.2. Le contenu du concept de sylvofaciès

Le sylvofaciès considéré comme l'unité élémentaire d'analyse spatiale apparaît comme une structure à trois dimensions¹⁷.

a - Le tétraèdre de composition statique

Le tétraèdre de composition du sylvofaciès (figure 229, p. 174) groupe symboliquement les quatre complexes de régulation (entrées) qui interagissent pour le définir. Aucun n'est *a priori* privilégié, même si la formation végétale, qui s'impose sur le plan visuel, est *in fine* l'objet de l'étude. La hiérarchie explicative entre les entrées, si elle existe, se déduit de l'analyse au cas par cas. Le sylvofaciès présente de fortes interactions internes. Ainsi apparaissent des sous-systèmes, tel celui du bilan hydrique stationnel, dont les entrées sont les précipitations efficaces et la sortie l'évapotranspiration réelle (figure 230).

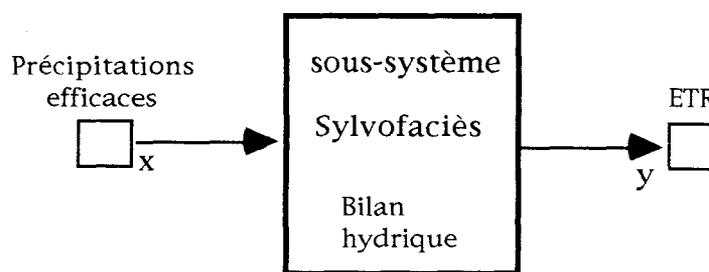


Fig. 230 - Le sous-système du bilan hydrique dans le sylvofaciès

On conçoit que l'analyse du fonctionnement de ce sous-système n'exige pas de disséquer l'arbre ou l'horizon pédologique, de s'étendre sur le processus physiologique élémentaire intervenant dans l'établissement du bilan d'eau. Pour l'étude de chaque sous-système nous précisons le seuil à partir duquel intervient la boîte noire.

¹⁴ Yves CHÂTELAIN, *Contribution à une épistémologie des sciences du sol*, thèse de Sciences naturelles, Paris, Orstom, 1976, p. 22. Les caractères des lieux géographiques ne résultent pas uniquement de la combinaison des attributs qu'ils possèdent.

¹⁵ Voir *infra*, & 4.4.

¹⁶ J.-L. LEMOIGNE, *op. cit.*, p. 71.

¹⁷ J.-J. DUBOIS, thèse, *op. cit.*, p. 127.

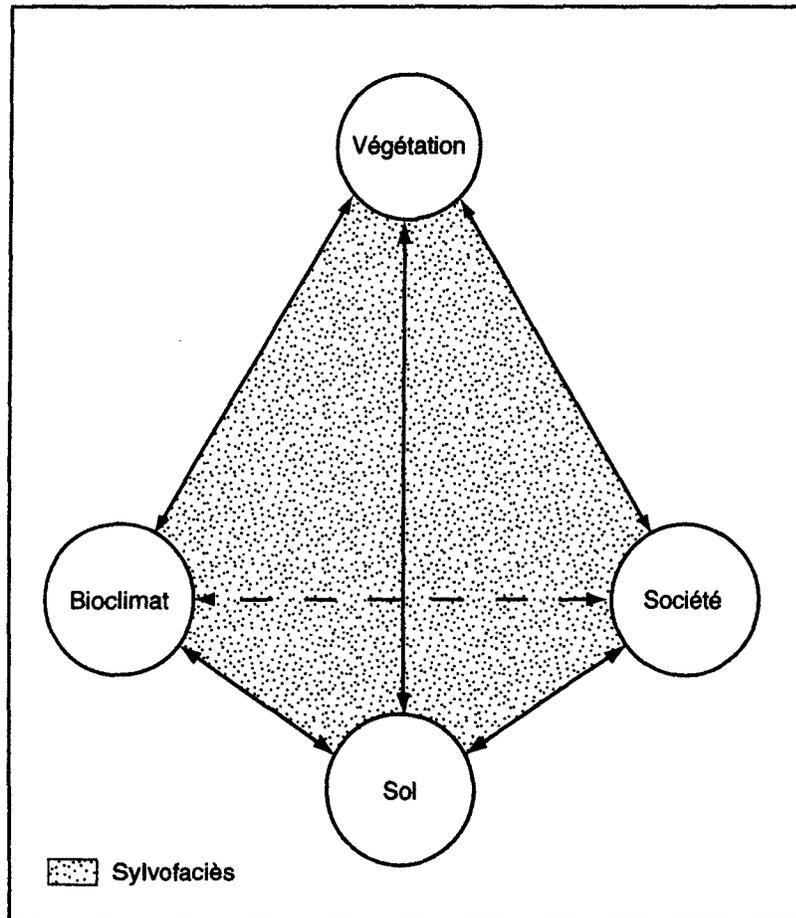


Fig. 229 Les échanges dans le tétraèdre de composition du sylvofaciès

b) Données stationnelles et quantification

La quantification des processus prend plusieurs formes, de la mesure précise des échanges, des bilans de matière et d'énergie, au simple affinement des descriptions qualitatives ; ce dernier type de quantification n'exigeant pas d'appareillages lourds – et par voie de conséquence localisés – autorise des généralisations, des comparaisons, des classements. La quantification concerne des processus très différents, qui relèvent de plusieurs systèmes de mesures, en particulier pour les faits de société. Nous touchons là à la difficulté de l'interdisciplinarité quand elle tente de mesurer les multiples phénomènes en jeu. L'essentiel est d'arriver à une homogénéité des bases de la quantification et particulièrement des plages d'erreurs.

4.2.3. L'extension du concept de sylvofaciès et son champ d'application.

La validité, la pertinence et le caractère opérationnel du concept se mesure à l'aune de son extension hors du champ de ses premières applications. Le terme est riche aujourd'hui de plusieurs sens. De la communauté des géographes il est passé à celle des forestiers grâce aux travaux interdisciplinaires et aux publications de Gérard HOUZARD¹⁸.

¹⁸ Parmi celles-ci : "Sylvosystème et sylvofaciès. Essai d'étude globale du milieu forestier", in *Phytosociologie et Foresterie*, Colloques phytosociologiques XIV, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1988, p. 231-236 ; "L'approche

- Extension disciplinaire. Le mot sylvofaciès a été introduit chez les phyto-écologues par Jean-Claude RAMEAU¹⁹. L'auteur l'utilise quand il précise la nature du **groupement végétal**²⁰. Celui-ci est défini par la présence simultanée de trois critères : - un stock floristique sous la forme d'un cortège lié à des conditions écologiques de mésoclimat et de sol ; - une dynamique naturelle²¹ sous la double forme d'une "ontogenèse" climacique (évolution linéaire dans une série donnée) et d'une "sylvigenèse" (évolution cyclique et pérennité du stade climacique) ; - une dynamique imposée par l'action humaine, qu'elle enclenche une série régressive, de nouvelles dynamiques progressives, ou la fixation d'unités originales de peuplements, les *sylvofaciès*. Le sylvofaciès est ainsi une **"unité originale de peuplement" dotée d'une dynamique imposée par l'action humaine**. Nos forêts ont connu une "commutation" fondamentale²² qui a transformé l'écosystème forestier en sylvosystème. Cette commutation naît du remplacement des stades sylvigénétiques des peuplements naturels par des sylvofaciès. « Un sylvofaciès correspond à la substitution du cycle sylvigénétique naturel (par) un cycle contrôlé et dirigé par l'homme. En un lieu donné, le forestier a remplacé le cycle sylvigénétique naturel par un ensemble de cycles qu'il contrôle et dirige par l'intermédiaire du traitement propre à chaque sylvofaciès ». Le sylvofaciès est introduit dans un schéma "Diversification des cycles sylvigénétiques par action anthropique" (figure 231, p.176)²³. Deux groupes de sylvofaciès sont reconnus : - quatre sylvofaciès issus de traitements sylvicoles, le taillis, le taillis sous futaie, la futaie et la plantation, fruits de l'exploitation gérée de la forêt primitive sur le long terme ; - des sylvofaciès de phases de reconquête spontanée, pionnière et transitoire, après abandon de la pression humaine sur les terres cultivées ou les pâturages, à différents stade de maturation.

- Extension fonctionnelle. Le concept de sylvofaciès est devenu opérationnel dans le domaine de la recherche appliquée en sylviculture. Le *Vocabulaire*²⁴ pour la typologie des stations forestières en donne cette définition : « Physionomie prise par un même type de station lorsque la sylviculture qui y est pratiquée éloigne son peuplement du climax ». Le sylvofaciès est considéré comme un type de *faciès de végétation*, « physionomie particulière d'une communauté végétale due à la dominance locale d'une espèce »²⁵ défini par une physionomie engendrée par une sylviculture. Cette définition est malencontreusement obscurcie par l'emploi de l'adjectif indéfini *même* (idée d'identité, de similitude ou d'égalité ?). Mais l'intérêt de cette introduction apparaît nettement. Affirmant le rôle de l'homme dans le façonnement du peuplement forestier, le sylvofaciès ouvre le système à l'histoire sociétale. Pour certains le sylvofaciès se cantonne alors à être, à un moment donné, l'expression physionomique végétale d'une station forestière : « Le type de station réunit des stations offrant des physionomies très variées exprimées par les sylvofaciès, résultat de l'histoire du peuplement et de la gestion actuelle »²⁶. La relation sylvofaciès - station est spatio-temporelle ; spatiale, le type de station réunit des stations physionomiquement différentes, temporelle, ces stations sont

du biogéographe", in *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, Coll. oques phytosociologiques XX, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1993, p. 1-6 ; HOUZARD, G. et Al. LECOINTE, "Biogéographie naturaliste et biogéographie géographique", *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, Paris, AFGP et ENS Fontenay - St-Cloud, 1990, p. 9-21.

¹⁹ J.-Cl. RAMEAU, Textes préparatoires au colloque de Bailleul, 1991, "Phytodynamique et biogéographie historique des forêts" ; "Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier. Objectifs, concepts, méthodes, problèmes rencontrés", in *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, Colloques phytosociologiques XX, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1993, p. 29-71.

²⁰ J.-Cl. RAMEAU, thèse, *op. cit.*, p. 41.

²¹ Dynamique que nous dirions plus volontiers *spontanée*.

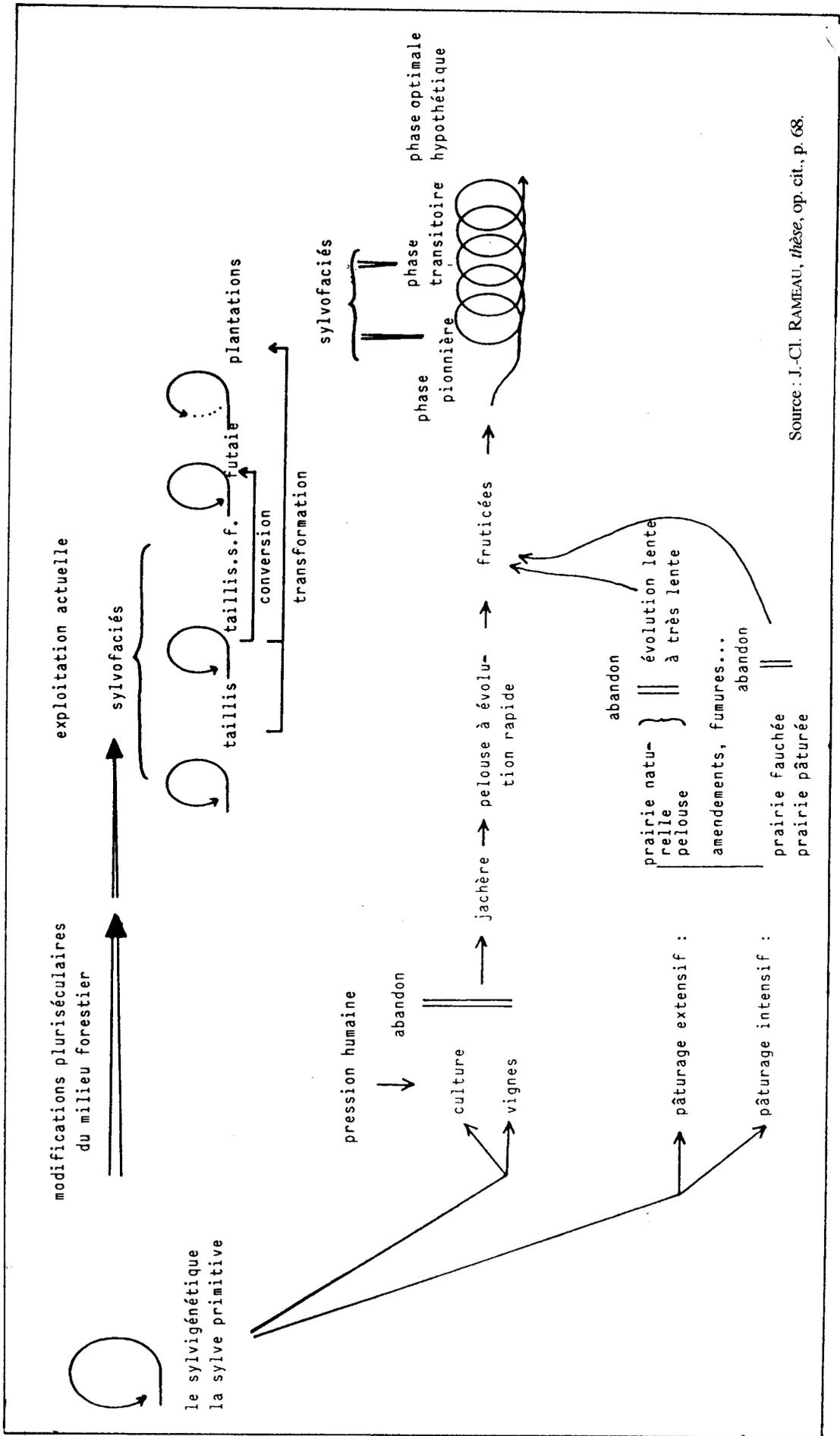
²² J.-Cl. RAMEAU, thèse, *op. cit.*, p. 67 ; une citation.

²³ ID., *ibid.*, p. 68. L'auteur ajoute (p. 67) : « la conduite sylvoculturale impose une certaine pérennité de chacun de ces nouveaux cycles sylvigénétiques, limitant, interdisant ou contrôlant l'évolution vers la phase climacique ; ou alors elle induit progressivement ou brusquement le passage d'un sylvofaciès à un autre (par conversion ou transformation ». Les conséquences conceptuelles sont importantes : le climax n'est plus l'aboutissement nécessaire de la sylvigenèse. L'homme trouve une place naturelle, en quelque sorte. La discussion sur le concept de climax n'est pas ici abordée. Réflexions sur l'origine du mot, son polysémisme, ses ambiguïtés, ses applications historiques sont développées dans Paul ARNOULD, "Climax, un concept à tout faire ?" in *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, *op. cit.*, p. 101-118.

²⁴ René DELPECH, Gérard DUMÉ et Pierre GALMICHE, *Typologie des stations forestières : Vocabulaire*, Paris, IDF, 1985, p. 173.

²⁵ ID., *ibid.*, p. 81 ; les deux termes sont liés par un renvoi.

²⁶ J.-Cl. RAMEAU, 1988.



Source : J.-Cl. RAMEAU, thèse, op cit., p 68.

Fig. 231 "Diversification des cycles sylvigénétiques par action anthropique"

l'aboutissement d'une histoire²⁷. Ces références montrent que le concept de sylvofaciès, outre sa valeur descriptive, explicative et fonctionnelle, est riche de potentialités opérationnelles pour les gestionnaires forestiers. « En un lieu donné, le forestier a remplacé le cycle sylvogénétique naturel par un ensemble de cycles qu'il contrôle et dirige par l'intermédiaire du traitement propre à chaque sylvofaciès. »²⁸. Quelques travaux récents de catalogues de stations y font appel, en amont dans la typologie des stations, en aval pour la compréhension des relais station - production. CHARNET écrit à propos des groupements végétaux de la chênaie acidophile en Sologne²⁹ : « Groupements végétaux spontanés des sols les plus représentés, mais [...] presque toujours remplacés par des chênaies claires à chêne pédonculé, au point que J. Braun Blanquet a décrit ce sylvofaciès de dégradation pour le climax solognot, sous le nom de *Peucedano-Quercetum robori*. ». La dégradation d'un groupement végétal spontané donne naissance à un sylvofaciès. Il n'est pas fait mention ici du type et de l'agent de dégradation ; la sylviculture n'est pas nommée. Évacuer la notion de sylvofaciès revient ainsi, comme le notent Paul ARNOULD et Laurent SIMON, « à perdre un élément important de description de la station »³⁰ et à minimiser le rôle de la structure et de la physionomie forestière dans la détermination des potentialités. De plus, ne pas tenir compte de l'évolution historique sociétale conduit à considérer permanente la valeur des stations quel que soit le traitement forestier. Or cette optique est souvent discutable³¹.

Appliqué aux forêts européennes exploitées et gérées depuis des siècles, le sylvofaciès doit être compris, suivant l'expression d'Em. de MIRANDA déjà citée, comme l'émergence spatiale d'un état momentané de l'interaction entre les deux groupes de forces qui animent ses composants : le cycle sylvigénétique du peuplement forestier et l'environnement économique et social du groupe humain qui exploite ce peuplement. « Les sylvofaciès représentent donc les différentes pièces élémentaires qui composent la mosaïque de végétation »³². Cette définition fait ressortir la notion de combinaison spatio-temporelle entre le biotope, les cortèges floristiques, la formation végétale et la société humaine. Le concept de sylvofaciès impose à l'analyste de ne privilégier *a priori* aucune entrée explicative des caractères du peuplement forestier. L'estimation du rôle et l'évaluation du poids respectif des faits de nature et des faits de société interviennent après l'étape analytique de terrain. Le concept ne prend son sens qu'à cette intersection des deux grands ordres de processus dont les interactions s'inscrivent dans le temps³³.

Le sylvofaciès exprime en quelque sorte les stratégies de contrôle que l'homme exerce conjointement sur l'espace et sur les formations végétales forestières. Ce terme de stratégie est à prendre dans son acception la plus classique pour la période de 1870 à 1914 pendant laquelle le pouvoir militaire participe activement à la structuration des espaces régionaux du Nord-Est. Ces contrôles de l'homme sur la forêt se situent à deux échelons. L'anthropisation, qui marque avec une intensité variable la pression de l'homme sur le milieu, implique, à partir de la formation végétale existante, sélection spécifique, restructuration du couvert, aménagement ; l'artificialisation, qui réalise en deux étapes distinctes la destruction du peuplement existant puis la recréation d'un environnement vivant, procède par l'introduction contrôlée. Le poids dominant, "écrasant", de certaines entrées, surtout l'entrée anthropique, pousse certains à qualifier le sylvofaciès. C'est le parti suivi par Jean-Jacques DUBOIS qui, dans l'analyse des structures paysagères de la forêt de Nieppe³⁴, est conduit à « décrire des "sylvofaciès artificialisés" ».

²⁷ Le catalogue des *Types de stations forestières de l'Argonne* illustre cette conception restrictive du terme (chapitre cinq).

²⁸ J.- Cl. RAMEAU, *ibid.*, 1988 p. 67.

²⁹ CHARNET, Prétude des stations forestières de Sologne (suite) ; souligné par nous.

³⁰ P. ARNOULD et L. SIMON, "Les catalogues des stations forestières : de l'histoire d'une idée à ses implications théoriques et pratiques", *Biogéographie, Aménagement, Environnement*, Paris, AFGP et ENS Fontenay - St-Cloud, 1990, p. 161-162.

³¹ ID., *ibid.*, p. 161.

³² Houzard

³³ Utilisant la démonstration d'un pédologue de l'Orstom (Yves CHÂTELAIN, *Contribution à une épistémologie des sciences du sol*, thèse de Sciences naturelles, Paris, Orstom, 1976, p. 22). on peut centrer le discours sur le sylvofaciès autour de trois pôles : objet (le sylvofaciès), sujet (utilisateur du concept) et corpus des connaissances scientifiques. Les sujets sont divers, géographe, phyto-écologue ou phyto-sociologue, gestionnaire forestier ; chacun, conditionné par son langage, sa formation, sa fonction, ses stratégies, donne un sens différent au concept et déforme l'acception originelle de ce dernier.

³⁴ J.-J. DUBOIS, thèse, *op. cit.*, p. 228. Ces sylvofaciès artificialisés sont « - liés à l'exploitation forestière (peuplements de lisière interne ou externe, peuplements des coupes de taillis, d'ensemencement, rases) ; - liés à

Dans les forêts de la guerre l'artificialisation s'est concrétisé par l'introduction généralisée d'un matériel ligneux de remplacement, les résineux, sous l'effet d'un ensemble de contraintes sociales et doctrinales.

4.2.4. Polémo-sylvofaciès et polémofaciès, variantes spécifiques aux forêts de la guerre

L'étude des forêts de la guerre exige l'adaptation des concepts pour deux raisons au moins. - L'histoire de ces peuplements forestiers est inscrite dans la succession de phases chronologiques aux durées très contrastées, périodes brèves marquées de dynamiques régressives végétales brutales encadrées par des intervalles à lentes évolutions. - Puisque les peuplements forestiers actuels sont pour une large part issus de terres agricoles la filiation se situe à l'échelon taxonomique supérieur du géofaciès. La variable temps est donc centrale (figure 232, p.178). Dans la flèche du temps structurel les événements écologiques et sociétaux se manifestent à divers pas ; aux temps cycliques d'avant la guerre, annuels des agrofaciès, décennaux des sylvofaciès, succède le temps linéaire continu des destructions dans les polémofaciès puis celui des reconstitutions.

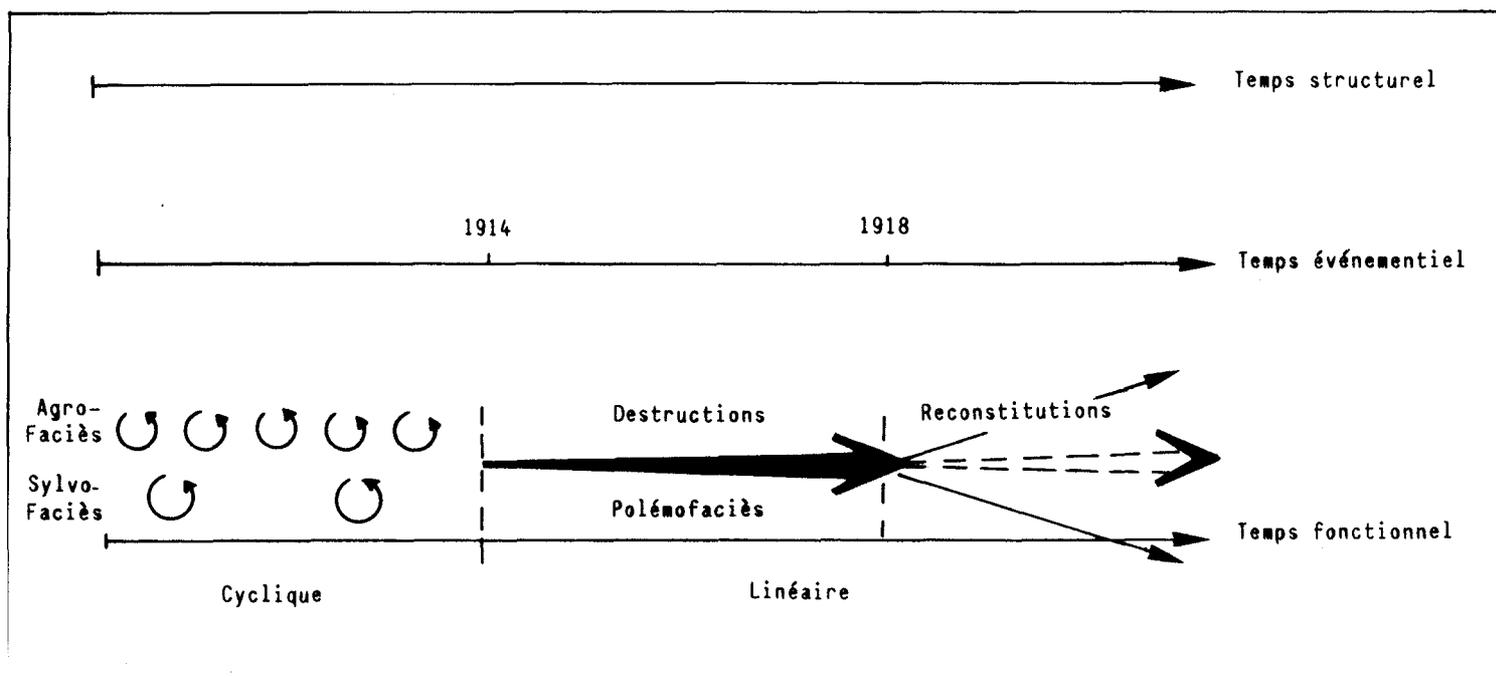


Fig. 232 Les temps du géofaciès

Le **polémo-sylvofaciès** est la variante du sylvofaciès déterminée par l'entrée *guerre* dans le système. Cette entrée est qualifiée, guerre de mouvement ou guerre de position, quantifiée en fonction des niveaux énergétiques atteints. Les affrontements de la guerre de position changent la nature des intrants énergétiques qui franchissent plusieurs degrés sur l'échelle de puissance. Les énergies libérées dépassent de beaucoup les énergies de cohésion et de fonctionnements des sylvosystèmes³⁵. Sous ce déluge énergétique les sylvofaciès ne résistent pas. Alors, sur des surfaces étroites et limitées, des polémofaciès se constituent, formés de structures de substitution qui s'organisent, fonctionnent, se hiérarchisent. De plus les points d'application de cette énergie changent car l'explosion des obus modifie les topographies, bouleverse profils pédologiques et données trophiques, abat les arbres donc modifie les structures végétales ; changent aussi les durées d'application, la brièveté des

une végétation introduite (plantations intercalaires de peupliers et de frênes, de conifères, plantations exclusives de peupliers) ; - liés aux chemins forestiers ».

³⁵ Analyse au chapitre neuf.

actions. Aux amplitudes énergétiques atteintes les fluctuations des valeurs des variables enclenchent des perturbations. Sur les territoires soumis à ces pressions se nouent des interactions inconnues jusqu'alors. Ces ruptures d'équilibre ont plusieurs conséquences :

- la brutalité des rétroactions : une morphogenèse accélérée à la suite de la dégradation d'une couverture végétale, une poussée germinative à la suite d'ouvertures larges du couvert,
- la naissance de bifurcations. « Un examen assez complet du substrat permet de prévoir a priori les issues possibles de la **bifurcation**, qui pré-existe à la **fluctuation** déclenchante. Le rôle de cette dernière est, d'une part de faire démarrer le processus et – éventuellement – de déterminer par un choix apparemment arbitraire l'évolution ultérieure parmi toutes les issues possibles. Mais elle ne la crée pas » écrit René THOM³⁶.

Le sylvofaciès s'inscrit dans l'espace aux échelles hectométrique et kilométrique. A l'échelle inférieure s'individualisent les géotopes et sylvotopes. La prise en compte de ces unités à échelle métrique ou décamétrique est importante dans la mesure où la présence de certaines d'entre elles dans un sylvofaciès – liées à d'anciennes tranchées, des trous d'obus... – est un signe déterminant de la filiation polémologique de celui-ci : « l'existence de ces microformes [est] caractéristique de certains types de milieux ; ainsi en va-t-il des parcelles criblées de trous de bombes en forêt de Nieppe »³⁷. Le sylvofaciès est aussi l'unité de base d'« une cartographie synthétique à grande échelle » des forêts (§ 4.4. *infra*)³⁸. C'est aux vœux, hélas non aboutis, de l'auteur³⁹ que tente pour partie de répondre cette thèse.

4.3. Sylvosystème, polémosystème et formalisation

Le sylvosystème est une forme de géosystème dans lequel la forêt occupe un espace et joue un rôle prépondérants. Sylvofaciès et sylvosystème « expriment une même démarche menée à petite ou à grande échelle »⁴⁰. Le concept est invariant, seuls changent la nature des entrées, leur niveau d'intégration et l'échelle spatiale. Avec la guerre les priorités sociétales changent, les entrées s'éloignent des fonctions définies et des processus suivis dans la longue durée par et pour le sylvosystème. Sur les polémosystème seule demeure l'infrastructure territoriale ; lieu et terre sont survalorisés. La formalisation, elle, a pour dessein de fixer en quelques formules certaines des relations, les plus simples, qui représentent les fonctions, les attributs, les objets, utilisables à des échelles variées de l'analyse des sylvosystèmes.

4.3.1. Le champ d'analyse du sylvosystème

Le sylvosystème est un ensemble ordonné et fonctionnel de sylvofaciès à un niveau supérieur d'organisation, comme le souligne la première définition qu'en a donné Gérard HOUZARD : « Le sylvosystème s'individualise par un certain relief, un substrat, un bioclimat, la nature et la composition du couvert forestier, le régime de propriété »⁴¹. Cette définition était assez ambiguë car elle ne se démarque guère de la définition du sylvofaciès. Le régime de propriété fait référence au type de gestion que cette propriété impose ou suggère. La dimension spatiale, absente de cette définition, fut précisée ensuite par le même auteur : « Le sylvosystème couvre des surfaces de l'ordre de quelques dizaines à quelques centaines de kilomètres carrés »⁴². Cette unité s'insère dans un cadre régional. Le sylvosystème a les mêmes types d'entrées que le sylvofaciès (tétraèdre de composition) mais les variables sont différentes (tableau 216).

³⁶ R. THOM, 1980, cité par Fr. AURIAC, biblio, note 1, chap.7, Souligné par nous. Voir figure 06 pour les bifurcations.

³⁷ J.-J. DUBOIS, *thèse*, op. cit., p. 114.

³⁸ G. HOUZARD, "Vers une typologie et une cartographie des sylvofaciès", université de Caen, 1984, p. 33-48.

³⁹ ID., *ibid.*, p. 45 : « Nous souhaitons que la carte des sylvofaciès apporte une meilleure connaissance des forêts et qu'elle rende service aux forestiers chargés des aménagements.

⁴⁰ G. HOUZARD, "L'approche du biogéographe", in *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, Colloques phytosociologiques XX, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1993, p. 4.

⁴¹ G. HOUZARD, *thèse*, op. cit. et "Sylvosystème et sylvofaciès. Essai d'étude globale du milieu forestier", in *Phytosociologie et Foresterie*, Coll. phytosociologiques XIV, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1988, p. 231-236.

⁴² G. HOUZARD, "L'approche du biogéographe", article cité, p. 4.

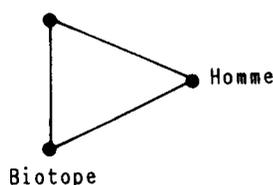
Tableau 216
Les composantes du sylvofaciès et du sylvosystème

Type	Surface	Biotope			Végétation	Société
		physiographie topographie	lithosphère formations sup. et sols	atmosphère bioclimat stationnel		
sylvofaciès	10-100 ha				ensembles floristiques	traitements sylvicoles
sylvosystème	10-100 km ²	formes de relief	lithologie	bioclimat régional	couverture arborée	propriété

Certaines composantes de l'entrée sociétale dans le système relèvent de données plus larges pour le socio-système (paradigme forestier, état du marché des bois par exemple) que pour l'espace forestier. Le système de forces dans le sylvosystème peut se schématiser (figure 233). Le biotope incluant données édaphiques et bioclimatiques, le système est figuré par un triangle, biotope (B), peuplement forestier (P.F) et homme (H). L'écosystème est alors figuré par un ou deux segments alignés selon l'absence ou la présence non modificatrice de l'homme (croquis 1). Le sylvosystème est un triangle dont la position du sommet H, son disque et l'épaisseur des côtés figurent la pression des intervention humaines sur le couple peuplement - biotope (2 et 3). Franchi un seuil, cette pression fait éclater les interrelations (4). C'est le cas du passage au polémossystème.

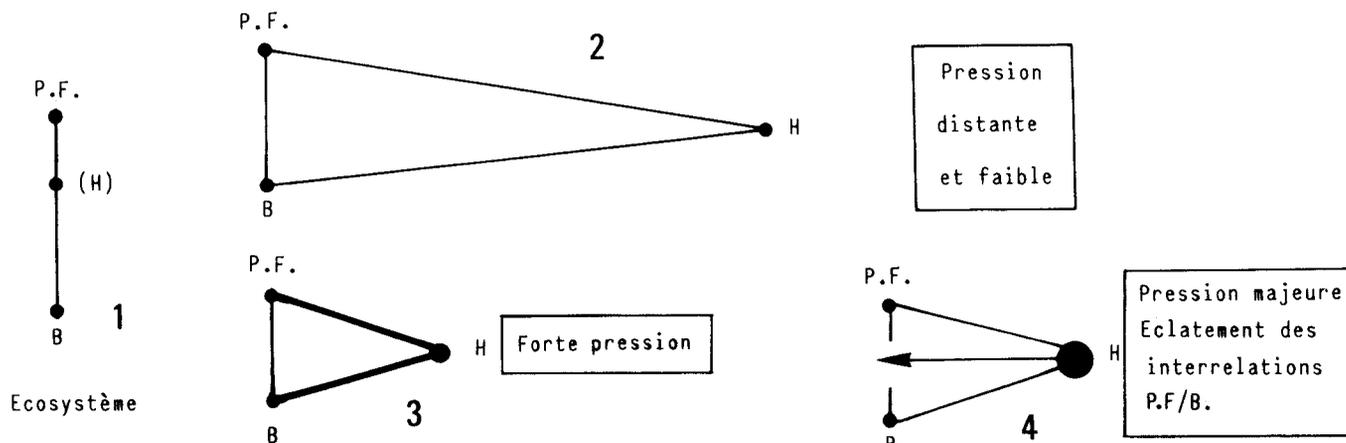
Peuplement forestier

Fig. 233 Les forces dans le triangle du sylvosystème



Les agents du sylvosystème

- P.F. : Peuplement forestier
- B. : Biotope
- H. : Homme



Prenons l'exemple de deux sylvosystèmes étudiés par Gérard HOUZARD dans la Basse-Normandie armoricaine : « un sylvosystème de forêts domaniales à futaies feuillues de conversion des collines quartzzeuses subhumides, un sylvosystème de bois privés à taillis de bouleau, subsec, sur head gréseux... »⁴³. Établissons en les tableaux de pertinence (tableaux 217 et 218).

⁴³ G. HOUZARD, "Sylvosystème et sylvofaciès...", article cité, p. 231-236.

Tableau 217
Deux sylvosystèmes de la Basse-Normandie armoricaine

Sylvo-systèmes	Peuplement	Société		relief	Biotope substrat	bioclimat
		propriété	gestion			
1	Futaies de chênes et de hêtres	domaniale	conversion	collines	grès et roches acides	sub-humide
2	Taillis de bouleaux	privée	minièrè ou sans	collines	colluvions sableuses	sub-sec

Chaque sylvosystème est un groupement ordonné et stable de sylvofaciès. La stabilité⁴⁴ est régulée par des interactions très étroites entre les sylvofaciès, "cellules" qui composent le système. On peut, par métaphore biologique, dire que la stabilité tissulaire dans le sylvosystème est assurée par des "jonctions communicantes" dans lesquelles sur plusieurs niveaux circule l'information. Ces jonctions font communiquer deux ou plusieurs entités identiques entre lesquelles s'échange l'information. Le sylvosystème 1 est ainsi constitué de cinq types de sylvofaciès (tableau 218).

Tableau 218
Principaux sylvofaciès du sylvosystème bas-normand de type 1

Sylvo-faciès	Peuplement	Société		relief/subst	Biotope humus	Bioclimat
		propriété	gestion			
1a	futaie de chênes et de hêtres	domaniale	futaie feuillue	Dépressions Rhyolites	mull mésotrophe	déficit hydrique relatif 12%
1b	jeune futaie de chênes et hêtres	domaniale	futaie feuillue	versants grès	mull oligotr. moder	$\Delta H : 12\%$
1c	TSF de chênes et de hêtres	domaniale	TSF en conversion	croupes schistes et grès	mull oligotrophe, moder	$\Delta H : 12\%$
4	futaie claire de pins sylvestres	domaniale	futaie résineuse	dépression schistes	mor	$\Delta H : 12\%$
3	futaie de pins sylvestres	domaniale	futaie résineuse	crêtes grès durs	mor	$\Delta H : 12\%$

Les essais de typologie des sylvosystèmes sont peu nombreux. Après celui de Houzard pour la Basse Normandie citons la proposition de Jean-Jacques DUBOIS, présentée sous forme d'un tableau (tableau 219)⁴⁵, de retenir pour les forêts du Nord de la France quatre grands types de sylvosystèmes, la *futaie régulière à Hêtre dominant*, le *taillis sous futaie et futaie claire à Chêne pédonculé et Frêne dominant*, les *peuplements sur sols podzolisés* et les *peuplements de milieux humides*. L'auteur distingue leurs principaux sylvofaciès constitutifs, - les sylvofaciès mûrs, qui apparaissent rarement sous forme de parcelles entières, - les sylvofaciès immatures de régénération, les sylvofaciès dérivés à peuplements de rejets de souche, - les sylvofaciès artificialisés des enrésinements. La géomorphologie joue un rôle, méso-formes de versant, buttes, terrasses, micro-formes des milieux humides (chapitre cinq).

Inscrit dans l'espace aux échelles moyennes, le sylvosystème peut être mis en regard du concept de série de végétation appliquée à la forêt. Jean-Jacques DUBOIS l'affirme pour les forêts du Nord de la France : « Plus fondamentale que la classique opposition entre la série du Hêtre en Artois et celle du Chêne pédonculé dans le Bas pays, s'affirme celle entre deux sylvosystèmes parfois juxtaposés dans un seul massif, comme la forêt de Mormal : celui des taillis-sous-futaie à longue révolution, à Chêne

⁴⁴ La stabilité, homéostasie ou homéostasie, est l'aptitude d'un système à revenir à son état d'équilibre quantitatif après éloignement fortuit. Cette aptitude est réalisable dans un domaine de l'espace de phase appelé domaine d'attraction. En dehors de ce domaine la perte du point d'équilibre entraîne une dérive, la déstabilisation, puis l'établissement d'un nouvel équilibre qui recrée un nouveau domaine d'attraction.

⁴⁵ J.-J. DUBOIS, "Un aspect méconnu de l'histoire des forêts du nord de la France : taillis sous futaie et bois de mine", in *Biogéographie, Environnement, Aménagement*, Paris, AFGP et ENS Fontenay - St-Cloud, 1990, p. 71 ; "La dynamique des sylvosystèmes du nord de la France : l'apport de la biogéographie historique", in *"Ecoute le passé qui gémit dans les bois"*, Cahiers nantais, 1992, n° 38, p.173-192, tableau p. 181.

Sylvosystèmes	Futaie régulière à Hêtre dominant	T-S-F et futaie claire à chêne pédonculé et frêne dominants	Peuplements sur sols podzolisés	Peuplements de milieux humides
Sylvofaciès mûrs	Hêtraies pures ou presque pures à canopée régulière et fermée, faible strate herbacée	Peuplements bi-strates à réserves de chêne pédonculé et de frêne (plus merisier, érable sycomore et hêtres, localement nombreux comme en forêt de Mormal) et à taillis mixte (charme, bouleau érable, noisetier et tremble) Importante strate herbacée et arbutive	Chênaie mixte à Hêtre avec canopée ouverte et irrégulière et taillis de bouleaux Nombreuses clairières à Fougère aigle et à Molinie	Alternance en micro-mosaïque de différents sylvofaciès liés à la microtopographie : aulnaies et saulaies de rive ou dépression, aulnaies-frênaies en taches ou des berges d'un ruisseau, chênaies pédonculées hygrophiles
Autres sylvofaciès rejets de souche	Loc. rarement parcelles entières, versants sur craie ou sur marnes lisières	Loc. Frênaies : par taches de quelques ares à quelques ha, sauf Bas-Boulonnais (parcelles entières) Chênaies : parcelles entières	Loc. en forêt de Saint-Amand, parcelles entières. Sinon, buttes, haut de versant terrasse	
régén. nat.	Taillis de charme avec quelques réserves sur sol acide-Hêtre clairière avec semis fourrés, gaulis en mosaïque avec futaie coupes rases plantées de hêtre	Perchis sur souche (C.P. Frêne, C.S.) Pas de sylvofaciès particulier : futaie claire coupes rases plantées de chêne pédonculé très peu nombreux (exotiques)	Taillis de bouleaux	
régén. art.				
enrésinements	très peu nombreux (exotique)			coupes rases plantées de peupliers
				J.J. DUBOIS Mars 1987

Source : J.-J. DUBOIS, "La dynamique des sylvosystèmes du Nord de la France : l'apport de la biogéographie historique", in "Ecoute le passé qui gémit dans les bois", Cahiers nantais, 1992, n° 38, p.181.

Tableau 219

"Ébauche d'une typologie des sylvosystèmes dans les forêts du Nord de la France"

pédonculé et Frêne dominants et celui des futaies domaniales à Hêtre dominant »⁴⁶. Des illustrations de ces affirmations sont présentées au chapitre cinq.

4.3.2. Les catégories de sylvosystèmes sur la dition, 1873-1995

La période 1873-1995 a vu se succéder ou coexister sur la dition trois catégories de sylvosystèmes, le sylvosystème civil, le sylvosystème militarisé et le polémo-(sylvo)système. Ces sylvosystèmes se différencient sur le plan structural par leurs entrées et leur fonctionnement, dominé par des états de stabilité dynamique ou de rupture commandés par l'entrée sociétale (figure 234, p. 184).

a - Le sylvosystème civil marque les périodes de l'avant et de l'après-guerre. Il fonctionne dans une interactivité avec la seule société civile par l'entremise des représentants de celle-ci. Les sorties ligneuses de matière et d'énergie sont contrôlées par le gestionnaire. La membrane est épaisse, les forces de dégradation faibles.

b - Le sylvosystème militarisé naît d'une co-gestion du sylvosystème civil par les administrations civiles et militaire. Les changements dans le fonctionnement du sylvosystème civil induisent des modifications majeures dans la hiérarchie des flux et des échanges de matières et d'énergie, dans et hors le système. Deux impératifs "contradictaires" caractérisent sa structure, sa dynamique et son évolution. Les entrées énergétiques produites par les interventions civiles et surtout militaire se renforcent, la membrane s'affaiblit.

c - Le sylvosystème polémologique ou polémo(sylvo)système naît de et par la guerre ; il est soumis aux logiques de la gestion d'un champ de bataille. Les polémofaciès de destruction totale n'ont plus de lien avec le faciès qui les a précédé. Les combats ont bouleversé la structure. Confrontée à une énorme entrée énergétique la membrane du système, devenue poreuse, éclate. L'accident puis la bifurcation dominant. La nouvelle organisation spatiale du polémosystème résulte de l'action des forces d'appropriation sur un territoire, des contraintes et des résistances de l'espace convoité, milieu naturel, structure végétale, défense militaire (tableau 220).

Tableau 220
Les composantes du sylvosystème et du polémo-sylvosystème

Type	Surface	Biotope			Végétation	Société
		physiographie	lithosphère	atmosphère		
sylvosystème	10-100 km ²	formes de relief	nature du substrat	bioclimat régional	faciès forestiers	type de propriété
polémo-sylvosystème	10-100 km ²	micro-modélé	nature du substrat	bioclimat régional	couverts dilacérés	gestion militaire

L'exemple des produits ligneux, qui occupe la place centrale dans le sylvosystème, illustre ce propos. Dans le sylvosystème civil la production de bois est une finalité de la gestion sylvicole. Dans le sylvosystème militarisé les produits ligneux sont soumis à une double pression de gestion dont les objectifs sont différents voire contradictoires. Dans le polémosystème, leur statut change à nouveau car les combats en font une énorme consommation. Les besoins sont décuplés et ceux de l'avant ne sont pas nécessairement ceux de l'arrière ; la matière est la même mais la denrée change (chapitre dix). Les ressources, plus ou moins bien estimées par les données statistiques disponibles, sont mal calibrées vis à vis des nouveaux besoins de la guerre. La disponibilité est autant la ressource sur pied que la ressource mobilisable⁴⁷. L'organisation territoriale du temps de guerre (zone des armées, zone de l'arrière) modifie les réseaux et les flux de l'information, du commandement, de la décision. Ces données se synthétisent dans les tableaux de pertinence 221 et 222.

⁴⁶ J.-J. DUBOIS, thèse, *op. cit.*, p. 128.

⁴⁷ An. CORVOL, "La réquisition des bois du Sud-Est : une chance ratée (1914-1939)", in *Forêt et Guerre*, Paris, L'Harmattan, 1994, p. 131-153.

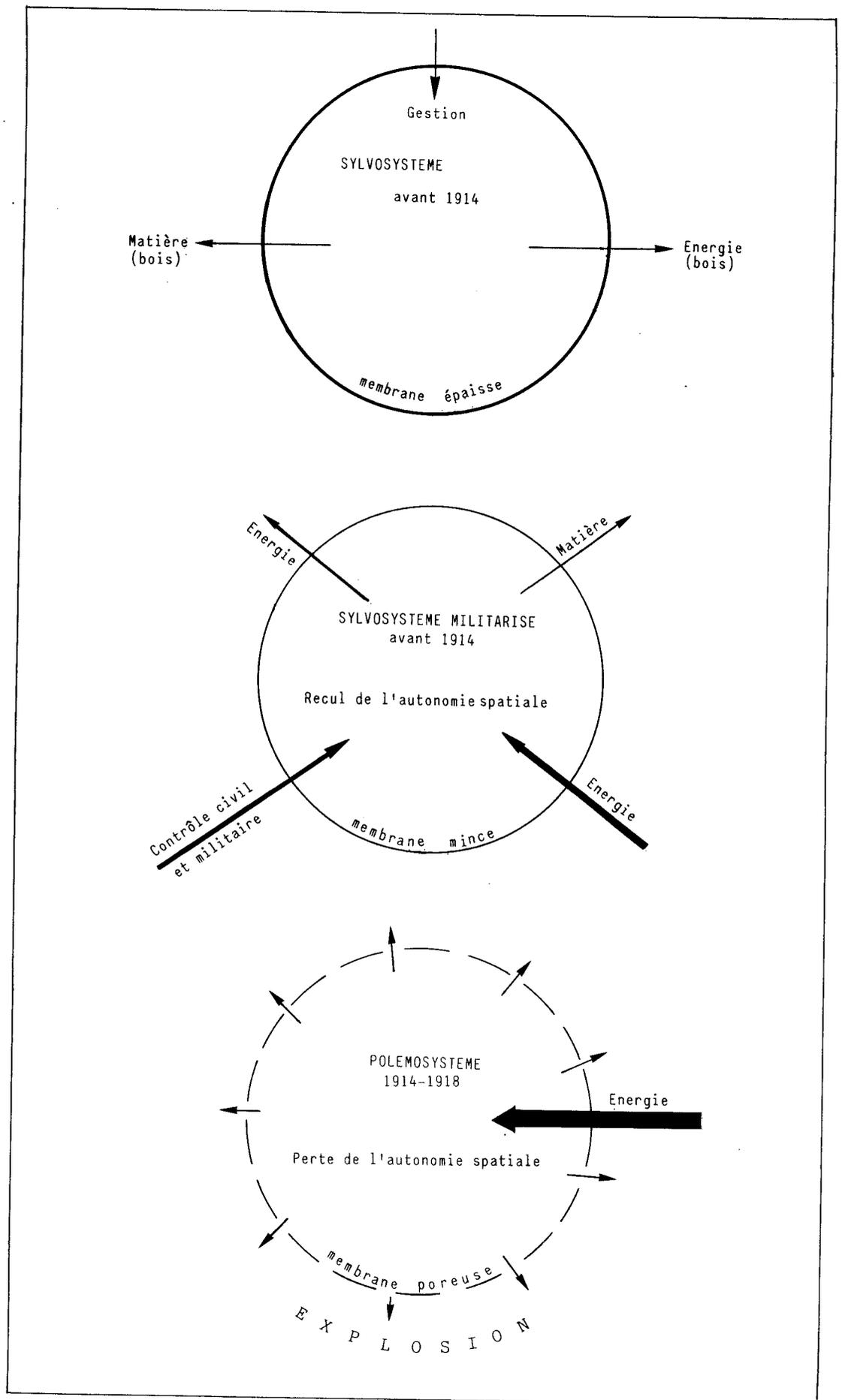


Fig. 234 Entrées et sorties, du silvossystème civil au polémosystème

Tableau 221
Produire et gérer dans le sylvosystème

Entrées sociétales	Produire			sylvo- facies	Exploiter tous produits ligneux	Gérer	
	produits ligneux					Aménager la forêt	
	oeuvre	industrie	feu	Régime	Contrôle		
civiles	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
militaires	non	non	non	oui	oui	non	oui

Tableau 222
Produire et gérer dans le sylvosystème-b

Unité géographique	Fonctionnalité		
	But de la production	Outils de gestion	
sylvosystème civil	matière	espace	temps
sylvosystème militarisé	espace	matière	temps
polémosystème	espace et temps	matière	

Considérant une finalité sociale nous dirons que les sylvosystèmes civils produisent de la matière en utilisant l'espace et le temps, que les sylvosystèmes militarisés produisent de l'espace en utilisant la matière et le temps et que les polémosystèmes produisent de l'espace et du temps en utilisant la matière.

Elargissons le tableau (figure 235, p.186). La guerre de position burina les géosystèmes en un ruban de plus de huit cents kilomètres de longueur sur quelques dizaines de kilomètres de largeur, découpés par la ligne de front en unités symétriques. Au contact de celle-ci se développa un polémosystème à multiples variantes (chapitre dix) dont les épaisseurs respectives des côtés français et allemand dépendirent des facteurs stratégiques et tactiques de la gestion du théâtre des opérations. Durant la décennie de la Reconstruction (1918-1930) ce polémosystème se mua en un géosystème de cicatrisation soumis à des dynamiques spontanées et dirigées parallèles ou interactives. A partir de 1930 le morcellement de ce géosystème donna naissance aux sylvosystèmes des forêts de la guerre, noyaux résiduels dans les agrofaciès qui se sont étendus, unités maintenues dans les sylvosystèmes.

Tous les sylvofaciès qui se succèdent sur un espace donné pendant un laps de temps donné établissent une série que nous appellons sylvoséquence. Cette succession est une "accumulation d'information signifiante"⁴⁸. La sylvoséquence traduit un ensemble de pratiques sociales qui s'expriment dans des choix sylviculturaux : les régimes de gestion, les traitements impliqués par ces régimes, les plans d'aménagement, les calendriers d'application assoient les sylvofaciès dans la durée et en régissent pour une part les processus de succession (chapitre treize).

⁴⁸ Frontier, 1977

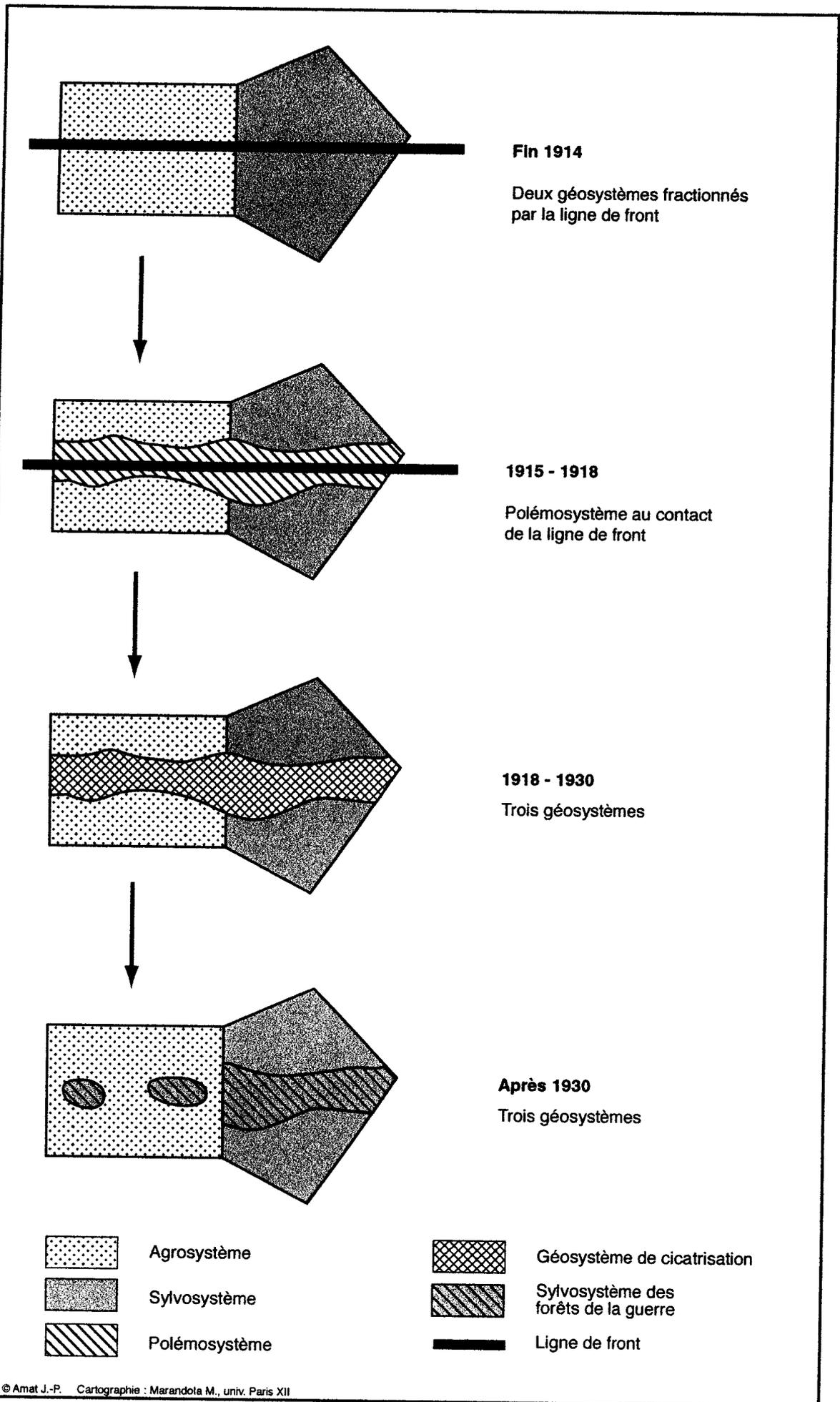


Fig. 235 Types de géosystèmes dans la zone des fronts, 1914-1995

4.4. Outils et méthodes

4.4.1. Mots, usage de mots

Balloté d'une science à l'autre, un même mot finit par signifier des choses différentes. Ce constat rend nécessaires, surtout pour une étude interdisciplinaire, les définitions des termes et expressions polysémiques employés. Il faut « recenser, analyser, préciser, confronter les mots et locutions ayant plus ou moins cours dans de nombreuses disciplines dont les adeptes ont, de plus, tendance à donner aux termes des acceptions différentes ou à créer des néologismes ; puis à choisir, c'est à dire en même temps écarter ... »¹. Maintes recherches collectives ont conduit à des propositions d'harmonisation². Dans notre domaine l'ouvrage *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*³ a livré d'importantes contributions à cet essai de normalisation : « Nous rassemblons en annexes les outils conceptuels et les notions générales que nous sommes amenés à utiliser dans nos travaux de phytodynamique forestière et paysagère »⁴. Des réflexions sur les vocabulaires aux plans sémantique, historique et opérationnel ont été explorées par Frédéric MORTIER⁵. Nous précisons ici le sens que nous donnons à quelques mots ou groupes nominaux acceptés par plusieurs disciplines.

a - Structure

Le mot *structure* (du couvert) illustre bien la polysémie en usage⁶. Le biogéographe doit faire sienne une définition spatiale comme celle-ci : la structure est « Un mode et un degré de fermeture du couvert dans l'espace »⁷. Puis les implications causales et fonctionnelles compliquent la définition la plus simple. La causalité : la notion de structure montre « qu'un ensemble d'arbres est autre chose qu'une somme de tiges qui a des formes spécifiques et une organisation dans l'espace »⁸. La fonctionnalité : pour l'aménagiste la structure est plutôt « l'ensemble des formes et du statut des tiges d'après des critères morphologiques quantitatifs ou qualitatifs qu'il s'agisse d'arbres ou de peuplements »⁹. Il découle de ces faits l'épanouissement d'expressions nominales. Ainsi¹⁰ :

- La **structure spatiale** est l'organisation d'une population (peupleraie, plantation de hêtres...) ou d'un peuplement (mélange futaie - taillis...) à une échelle métrique donnée. Le pas d'espace est variable et s'adapte à l'échelle de l'analyse. - La **structure temporelle** est le fonctionnement et la dynamique d'individus ou de communautés dans le temps selon des rythmes de cycles de nature exogène et endogène (circadiens, saisonniers, de physiologie, de phénologie...). - La **structure sociale** définit la nature de la disposition et des relations entre les individus d'une communauté végétale (dynamique de population, stratifications, contacts). - La **structure génétique** dégage les déterminismes de la forme spécifique, des aptitudes d'un individu à se développer caractérisés par son génotype et son phénotype.

b - De deux unités spatiales d'ordre inférieur

- Le **sylvotope** est un taxon dérivé du **géotope** introduit par Georges BERTRAND¹¹. Ce sous-ensemble du sylvofaciès est une unité de petite taille définie par une, ou des,

¹ R. DELPECH, G. DUMÉ et P. GALMICHE, *Vocabulaire pour la typologie des stations forestières*, IDF, 1985, page 5 de l'avant-propos.

² « Les individualismes et particularismes que l'on attribue couramment aux spécialistes et à leurs disciplines s'effacent au bénéfice d'une œuvre collective dès lors que sont bien perçus les motifs et les objectifs de cette œuvre. » ID., *ibid.* ; dans l'attente de publications de travaux à venir, ceux de la commission de biogéographie du comité national de géographie, ceux du Dictionnaire de biogéographie.

³ *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, op. cit., Colloques phytosociologiques XX, J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 1993.

⁴ Article de synthèse de J.-Cl. RAMEAU, "Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier...", art. cité, in *Phytodynamique et biogéographie historique des forêts*, p. 29-71.

⁵ Fr. MORTIER, *Sylvigénèse et structures spatiales en forêts tempérées, synthèse bibliographique et étude de cas*, DEA de biologie végétale et forestière, univ. de Nancy 1, 1990.

⁶ J.-Cl. RAMEAU, "Phytodynamique forestière...", art. cité ; l'auteur précise p. 45 : « Cette notion est perçue très différemment selon les auteurs ».

⁷ SCHÜTZ, *Principes d'éducation des forêts - cours de sylviculture générale*, ETH Zurich, 1990, cité par Fr. MORTIER, op. cit.

⁸ Fr. MORTIER, op. cit.

⁹ J. LANNIER, *Précis de sylviculture*, Nancy, Engref, 1986.

¹⁰ Les expressions qui suivent sont présentées en annexe I de l'article : "Phytodynamique forestière : l'approche du phytoécologue forestier...", J.-Cl. RAMEAU, art. cité.

¹¹ G. BERTRAND, "Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique", *RGPSO*, 1968, t. 39, fasc. 3, p. 249-272.

particularité(s) écologique, mésologique ou sociétale¹². C'est l'imbrication spatiale des sylvotopes qui exprime la structure d'un peuplement. Réapproprié, ce mot a pris plusieurs sens. Pour un spécialiste de l'architecture forestière le sylvotope est un type d'**écotope**, « espace occupé par un arbre au cours de sa vie »¹³. L'écotope de tout arbre connaît deux périodes successives, définies par les phases de croissance de son hôte, celle de la croissance libre juvénile, celle de la croissance soumise à la concurrence pour l'espace. La morphologie des arbres est considérée comme un caractère quantifiable de leur statut dans la structure forestière ; cette base permet de définir les trois groupes d'individus formant les ensembles du présent, du passé, de l'avenir. Pour le structuraliste la structure révèle une organisation, un ordre : « c'est l'imbrication des espaces vitaux des arbres qui est la maille de l'unité structurale »¹⁴. L'arbre est l'unité élémentaire de la maille forestière. Dans le polémosystème les individus-arbres jouent un grand rôle dans la mesure où leur profil morphologique (leur "qualité", sain, blessé, cassé, abattu..., souche, chandelle, volis...) et la fréquence de ces morphologies sont des variables déterminantes de la classification des polémofaciès¹⁵.

- Une autre unité spatiale, adaptée à des analyses de phytodynamique mais guère utilisée par les géographes, est l'**éco-unité forestière** ou unité de régénération sur laquelle « l'architecture, le fonctionnement écophysologique et la composition spécifique sont ordonnés par un ensemble d'arbres compagnons entre le moment de leur développement et celui de leur mort »¹⁶. Dans les régions tempérées l'éco-unité aurait une surface de l'ordre de quelques centaines de mètres carrés. cette unité peut aider à préciser la dimension spatio-temporelle d'un sylvo-faciès, défini alors par la succession de trois éco-unités (e-u) :

- l'e-u pionnière est dominée par les espèces de stratégie adaptative de "type r" (voir chapitre premier) à prolifération élevée, croissance rapide, longévité limitée, intolérance à l'ombrage, comme les genres *Populus*, *Salix*, *Alnus*.

- l'e-u post-pionnière, de surface moyenne, est dominée par des espèces intermédiaires appartenant aux types r et K (*Prunus*, *Acer*, *Ulmus*, *Quercus*, *Picea*, *Pinus*).

- l'e-u dryade est une unité de petite taille où les espèces dominantes sont de type k, scia-tolérantes, à propagation réduite, à graines lourdes, à longévité élevée et à croissance lente (*Fagus*, *Abies*, *Taxus*).

Un peuplement forestier complet intrique les trois éco-unités morphologiques qui forment les trois ensembles d'arbres, du futur (arbres en croissance et forte potentialité), du présent (structurant la frondaison et ayant exprimé leurs capacités d'expansion), du passé (en état de régression morphologique). Quatre phases dynamiques existent selon le poids respectif de chaque unité :

- la phase d'innovation : le couvert se relève, les herbacées dominent mais les semis des grands ligneux préexistants sont présents.

- la phase de développement : le couvert se ferme et forme obstacle à la lumière, au vent, à l'eau; la compétition inter-spécifique s'exacerbe, les ligneux dominent.

- la phase biostatique : l'ensemble du présent domine dans un couvert dense et fermé.

- la phase de sénescence : la strate supérieure s'ouvre, l'expansion des houppiers est arrêtée, les populations d'insectes sont maximales (xylophages...).

Les forêts de la guerre sont marquées par la succession (de 1918 à aujourd'hui) et la juxtaposition (à un moment donné) de ces phases. Ainsi dans certaines parcelles de la forêt domaniale de Verdun la phase de sénescence s'est-elle enclenchée il y a plusieurs décennies sur des hêtres blessés de la strate arborescente supérieure¹⁷. L'analyse structurale du peuplement du sylvo-faciès peut inclure le repérage des éco-unités grâce à la notation sur la fiche de relevés stationnels de l'état phytosanitaire, du cortège floristique des ligneux arborescents dans les strates arbustives et herbacées, de celui des plantules et des juvéniles des espèces ligneuses dans les strates basses.

¹² La majorité des sylvo-faciès des forêts de la guerre abritent de nombreux sylvotopes dont les modelés, les sols et les bilans hydriques stationnels sont déterminés par la présence de tranchées, de trous d'obus, de bâtis ruinés.

¹³ R.A.A. OLDEMAN, *Forest : Elements of silvology*, Heidelberg, Springer Verlag, 1990.

¹⁴ ID., *Ibid.*

¹⁵ Cet exemple illustre aussi l'importance de la question de l'unité élémentaire de collecte de l'information, de sa **pertinence**, c'est à dire de l'adéquation des moyens aux buts fixés à l'analyse.

¹⁶ Fr. MORTIER, op. cit., citant KOOP, *Forest-Dynamics - A comprehensive monitoring system*, Springer-Verlag, 1989.

¹⁷ Parcelle 140 des Jumelles d'Ornes par exemple, voir chapitre cinq.

4.4.2. Étude des structures forestières

Les structures forestières sont en permanente évolution. Comment : - mettre en évidence des surfaces de relative homo-généité où « tous les arbres ont en commun une histoire commune »¹⁸ ? - détecter des unités qui ont une signification écologique particulière par leur genèse ou leur évolution ? - comprendre les modalités de l'assemblage des individus et le mélange des espèces¹⁹ ? Le renouvellement d'un peuplement est déclenché par un événement local soudain, souvent brutal, chablis, feu, inondation, épidémie. Dans les forêts de la guerre l'irruption des combats effondre les structures existantes et permet – à la condition que la plage de variation d'intensité de l'intrant énergétique reste compatible – l'installation d'une nouvelle génération à partir de l'état zéro qui marque la sortie de guerre. La mise en lumière enclenche les processus suivants :

- la reprise ou l'explosion de la fructification des semenciers ; aux marges des secteurs détruits, les survivants ou les indemnes constituent le stock floristique régional ;
- le réchauffement du sol, qui améliore les rendements des processus biophysiques ;
- la minéralisation (disparition) de la litière, qui relance ou accélère le cycle biogéochimique ;
- l'apport pluvial direct ; les conditions mésoclimatiques jouent à plein ;
- l'installation d'herbacées.

L'étude des structures utilise des approches non-spatialisées et spatialisées des relevés des peuplements ligneux. L'analyse comprend des mesures, inventaire de tiges, comptage des ligneux exhaustif (pied à pied) ou non (échantillonnage) et des évaluations qualitatives. Ces mesures se fondent sur deux types de relevés dendrologiques.

- Le relevé de profils verticaux²⁰. La somme des morphogenèses individuelles des arbres réalise le peuplement forestier²¹. Ces profils sont réalisés suivant des transects de 100 m à 150 m de longueur et de 10 à 20 m de largeur, établis au point d'enquête stationnels.
- Le relevé de données qualitatives : vitalité-morbidité, cicatrices de "blessures de guerre" (voir chapitre cinq) comme moignons, culs de singe, bourrelets cicatriciels ou difformités de l'enfourchement, dommages sanitaires, statut social (présence, dominance, co-dominance), longueur relative du houppier, croissance potentielle, densité foliaire de la couronne, degré de recouvrement par strate, degré de recouvrement par espèce. Une formalisation du mélange des espèces est esquissée, isolat ou groupement ; dans ce cas la dimension du groupement varie, touffe inférieure à 5 ares, groupe de 5 à 10 ares, bouquet de 10 à 50 ares, peuplement supérieur à 50 ares.

4.4.3. La collecte de l'information de terrain

Une recherche de biogéographie historique situe la collecte des données de terrain dans le référentiel espace-temps. Le maillage des points d'enquête – le plan d'échantillonnage – doit répondre à deux exigences de représentativité des sylvofaciès des actuelles forêts de la guerre.

- Une représentativité spatiale sur le territoire de la dition ; la collecte des données de terrain est du mode synchronique ; l'inventaire est dit longitudinal.
- Une représentativité historique dans le champ [ante 1914 - 1995] ; la collecte des données est du mode diachronique ; l'inventaire est dit transversal.

Les procédures de collecte sont de ce fait différentes et les deux populations de points d'enquête ne sont pas identiques ; il convient donc de les croiser. L'inventaire longitudinal est obtenu à partir de relevés personnels, l'inventaire diachronique fait appel à des sources externes variées (écrites et iconiques, civiles et militaires) qui furent croisées, recoupées, corrélées.

¹⁸ M. CHEVIRON, *Essai d'introduction de méthodes numériques dans l'étude de la structure de groupements forestiers. Application à deux types de forêts alluviales en plaine d'Alsace*, thèse de doctorat, univ. de Lyon I, 1985.

¹⁹ Accessoirement mettre en évidence des principes ou des modèles quantitatifs de la croissance ?

²⁰ Le postulat est le suivant : la physionomie d'un individu d'une espèce ou d'une race donnée, à un moment donné, traduit l'intégration de flux d'énergie et de matière, eux-mêmes avant tout déterminés par l'environnement immédiat de cet individu (références aux modèles architecturaux d'OLDEMAN, 1990).

²¹ HALLE, Fr., R.A.A. OLDEMAN et N. TOMLINSON, *Tropical trees and forests : an architectural analysis*, Heilderberg, Springer Verlag, 1978.

a - Zonage et échantillonnage

La pertinence d'une analyse géographique repose sur la qualité de la réponse aux deux obligations de représentativité et de généralisation spatiales, surtout lorsqu'un des aboutissements est une cartographie à moyenne échelle. Comment choisir les emplacements des points d'enquête ? Pour Paul OZENDA il n'y a pas « de règles générales permettant de déterminer d'une manière infaillible l'emplacement favorable [pour étudier un groupement végétal] »²². Des précautions sont nécessaires : « Il est évident que le choix judicieux de ces emplacements de relevés suppose une bonne connaissance préalable de la région, y compris, et on l'oublie souvent, celle de la géographie de cette région : topographie, géologie, climatologie, mode d'exploitation présents et passés par l'Homme ». Ces connaissances sont celles du géographe. L'adjectif "préalable" révèle que le texte, même s'il n'en présente pas la démarche, baigne dans une préoccupation géosystémique.

= La délimitation théorique des lieux de la recherche (figure 236, p.) est obtenue par le croisement de deux strates initiales d'informations, celle du thème forêt et celle du thème guerre.

- La *strate forêt* est défini par l'ensemble des unités forestières (au sens de l'Inventaire forestier national) appartenant aux quatre ensembles géographiques régionaux Argonne, Barrois, Hauts de Meuse et Woëvre.

- La *strate guerre* concerne la bande territoriale où s'imprima la guerre de tranchées. Cette bande se déplaça peu mais ses marges sont larges, touchées par les aménagements des deuxièmes ou troisièmes lignes, les exploitations des bois, les cantonnements²³. La prise en compte d'un indice de bouleversement permet de fixer les limites de cette strate.

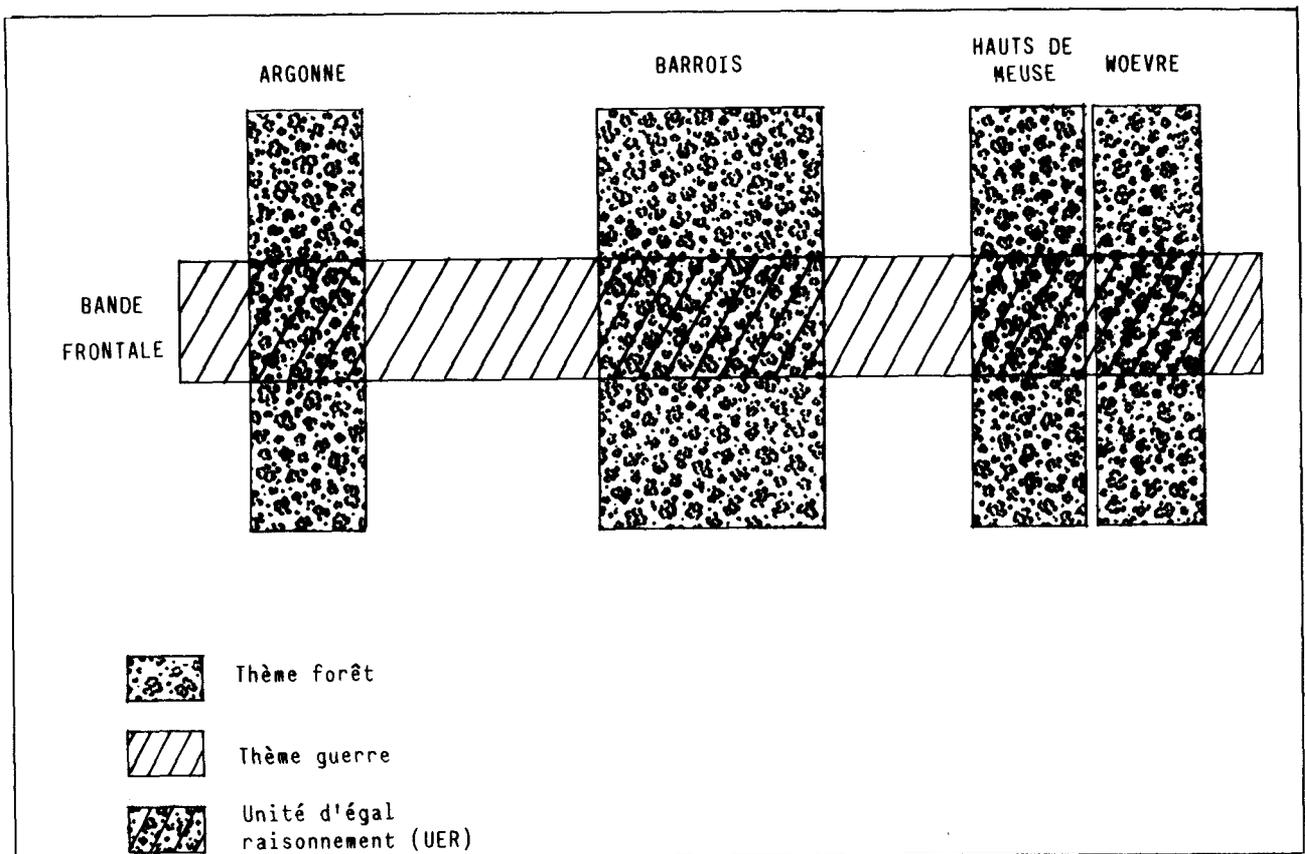


Fig. 236 Définition théorique des lieux de la recherche

²² Paul OZENDA, *Les végétaux dans la biosphère*, op. cit., p. 220 ; deux citations.

²³ L'espace de transition entre les lieux de la recherche et les forêts indemnes est souvent très étroit. Ainsi en Woëvre, moins de dix kilomètres séparent la forêt d'Apremont sur les premières lignes et la forêt de la Reine qui « fut peu touchée par les deux guerres mondiales : on peut noter pour mémoire l'installation d'une unité américaine en 1918, qui aurait coupé de nombreux brins de taillis et baliveaux », R. Degron, "La forêt domaniale de la Reine : la conversion manquée d'un massif lorrain chargé de légende", *RFF*, XLVIII -3, 1996, p.268.

Ces strates initiales ont été établies par la mise en oeuvre de deux couples de sources cartographiques et photographiques :

- Les cartes topographiques actuelles au 1/25 000 et les photographies aériennes des missions IGN ou IGN-ONF, qui constituent la base de données du thème *forêt. actuelle*.
- Les cartes d'état-major au 1/80 000 et 1/ 50 000 de l'avant-guerre, les cartes des groupes de canevas de tir (voir § 4 *infra*), qui situent, décrivent et suivent la dynamique des fronts de la guerre de position, et les photographies aériennes de la guerre. Ces documents constituent la base de données du thème *guerre* et en permettent la délimitation sur l'espace régional.

Le croisement des deux strates est réalisé par la simple superposition de deux calques. Les zones obtenues sont disjointes. L'appel à des forêts-témoins (chapitre un) des milieux non bouleversés (dans la strate forêt seulement) est nécessaire pour dégager les caractères spécifiques aux forêts de la guerre.

= La méthode de zonage se fonde sur une stratification thématique de l'espace des lieux de la recherche ; si n thèmes sont retenus alors existent n strates sur l'espace considéré. Elle nécessite l'établissement d'une série de n découpages univoques de la dition, chacun étant porteur de l'information "présence ou absence" de chaque thème. L'exemple de la grille de détermination des strates thématiques pour la forêt domaniale de Haute Chevauchée est présenté en annexe 2-3, p.). La procédure de zonage se déroule dans l'ordre des étapes suivantes.

- Recherche et tri des documents exogènes qui fournissent les thèmes sur lesquels se réalise la stratification (cartes, photographies aériennes ... les dossiers d'aménagement pour les forêts soumises au régime forestier, hormis le terrain).
- Cartographie des n zones d'égal apparence ou ZEA, soit une pour chacun de n thèmes.
- Superposition des n cartes obtenues. Les aires d'intersection sont dites zones d'égal raisonnement (ZER), à n variables. L'ensemble de ces zones - formant une aire jointe ou disjointe - constitue l'unité d'égal raisonnement ou UER, sur laquelle se construit l'enquête. L'extension spatiale de cette unité est assimilée au terrain d'étude, sous-ensemble de la dition.

Prenons un exemple. Les bois privés de la Fontaine d'Olive et de la Haie Guérin, au sud immédiat de la trouée argonnaise Sainte Menehould - Clermont-en-Argonne (carte IGN 3013, 1/50 000), sont des futaies résineuses équiennes et monospécifiques sur plusieurs centaines d'hectares. Le croisement des strates retenues est un ensemble vide ; bien que résineux, ces sylvofaciès ne sont pas fils de la guerre, ce que corrobore une microtopographie exempte de toute rugosité. Ils sont les fruits d'énrénements spéculatifs réalisés par des particuliers ou des institutions au début des années soixante, avec l'aide du Fonds forestier national.

Le principal intérêt de cette méthode est d'assurer au chercheur l'exhaustivité dans la délimitation spatiale des lieux concernés par le croisement de n thèmes de sa recherche. De plus l'UER peut être assimilée à une strate statistique. On est alors en droit de lui appliquer des procédures d'échantillonnage qui, dans un deuxième temps, établiront les points d'enquête du travail de terrain²⁴.

= L'analyse stratifiée permet un échantillonnage de terrain fondé sur le croisement de la strate *forêt* – aux sens statistique et cartographique – et des strates définies par des critères d'appartenance aux fronts ou d'inscription des combats dans les sols. L'échantillonnage, supervisé ou non supervisé, organise la distribution des points de collecte des données dans l'espace des lieux de la recherche. L'apport de la strate "photographie aérienne de la guerre" rend l'échantillonnage plus délicat à réaliser dans la mesure où le chercheur est tributaire d'un corpus fixé de photos. L'échantillonnage doit alors être conduit dans la strate temporelle 14-18.

b - Modes de collecte : placettes et transects

« Sur le terrain, compte-tenu des outils effectivement utilisables, le chercheur est condamné à ne saisir qu'une partie du tout, à ne connaître ou identifier que quelques éléments de l'ensemble »²⁵ En conséquence la recherche ne peut fonctionner sans boîtes noires. Il faut les cerner le plus précisément possible, accepter qu'elles soient là, ne serait-ce que pour inciter d'autres à les ouvrir. Les unités de collecte de l'information utilisées sur le terrain sont la placette et le transect. Quelles dimensions leur donner ? La placette pose la question de l'**aire minimale** d'un relevé de végétation

²⁴ J.-P. AMAT et M. HOTYAT, "Dynamique d'un espace forestier de loisirs en forêt de Fontainebleau (Seine-et-Marne)", *RGPSO*, 1984, tome 55, fasc. 2, p. 249-258.

²⁵ G. Houzard, in la démarche géosys

nécessaire et suffisante pour définir une communauté végétale. Le calcul de la surface occupée par un "individu" de cette communauté apporte la dimension géographique ; un taxon est créé, représenté par une **aire réelle**, dont la surface varie avec le type de groupement végétal enquêté²⁶. La méthode s'appuie alors sur l'**aire conventionnelle**, définie suivant le type de groupement végétal. Constante pour tous les relevés d'un groupement déterminé, cette aire « varie beaucoup d'un groupement à l'autre : 20 à 50 m² pour les groupements de prairies et de pelouses [...], 100 à 400 m² environ pour les forêts »²⁷. Une surface de 400 m² environ situe la placette de relevé dans la dimension scalaire du sylvofaciès, de un à une dizaine d'hectares. Aucune placette n'a été équipée de système de monitoring, "suivi de dispositifs expérimentaux permanents où sont prélevés périodiquement des données relatives aux arbres, aux peuplements, à la station" (chapitre quatre).

La placette peut être accompagnée d'un transect ; en peuplement arborescent ou arbustif il mesure 100 x 10 m. L'une de ses extrémités est en général située au milieu d'une placette. Il permet surtout de définir les profils architecturaux verticaux. Il permet aussi de saisir les organisations de sylvotopes liés aux phénomènes linéaires, naturels ou humains (chemins, tranchées...).

c - La fiche de relevés de terrain

Les relevés de terrain ont été transcrits sur une fiche normalisée qui tente de répondre à une vision du milieu « champ d'action d'un groupement de facteurs biotiques historiquement sélectionnés, qui s'interpénètrent, se subordonnent et se limitent, en évoluant vers un équilibre que peut modifier toute variation de l'un quelconque des facteurs en présence, tout particulièrement sous l'influence de l'homme, dont l'action directe ou indirecte peut s'exercer sur la plupart d'entre eux »²⁸. Cette fiche se compose de deux blocs liés. Le premier fait apparaître les quatre composantes du sylvofaciès. Le second est un tableau de classement des espèces recensées par groupes écologiques. La lecture de la fiche conduit à une synthèse sémiotique, code du sylvofaciès dont la vocation est à la fois typologique et cartographique. Ce code n'est pas systématiquement reporté. Prenons un exemple du bilan codé d'un type de sylvofaciès très répandu :

{ SyFQs-Fs,Ca – [ΔH% = 14 - mull m.] }

exprime un sylvofaciès (**SyF**) de taillis de charme (*Ca*) sous futaie de chêne et hêtre (*Qs,Fs*) au biofaciès déficient ($\Delta H\% = 14$) et à l'humus de type mull mésotrophe, ou mésomull (mull m). L'intérêt du code est d'être directement transposable dans les signes graphiques qui sont la base de la légende des cartes HT couleur. Notre inventaire de terrain était ainsi directement cartographiable.

Abordons et clarifions un point méthodologique essentiel. Nous nous sommes gardés de faire référence aux Associations végétales de la phytosociologie car nos compétences limitées en Botanique (lacunes vérifiées sur le terrain dans nos nombreuses sorties interdisciplinaires) ne nous permettaient pas d'envisager dresser des tableaux phytosociologiques, d'intérêt douteux s'ils ne sont pas complets. Par contre nous avons privilégié, comme la plupart des biogéographes géographes, les relations entre humus, sol et groupes d'espèces indicatrices.

Le concept de *sylvofaciès* place les faits d'origine sociétale et ceux d'origine naturelle au même niveau de référence de la combinaison biogéographique. Le sylvofaciès est un ensemble organisé de formes, peuplement végétal, topographie, modelé, sol, et de forces qui se

²⁶ L'aire réelle peut être « tantôt très supérieure (cas d'une forêt), tantôt très inférieure (peuplement hygrophile près d'un minuscule suintement) à l'aire minimale calculée » Roger MOLINIER et Pierre VIGNES, *Ecologie et Biocénotique*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1971, p. 33.

²⁷ Paul OZENDA, *Les végétaux dans la biosphère*, Paris, Doin, 1982, p. 221. Analyse critique des aires minimales dans H. KOOP, *Forest-Dynamics. Silvi-star : a comprehensive monitoring system*, Heidelberg, Springer-Verlag, 1989.

²⁸ Pierre REY, *Essai de phytocinétique biogéographique*, Paris, CNRS, 1960, p. 42.

manifestent par des flux qui assurent son fonctionnement. Le sylvofaciès est aussi un fragment du paysage forestier, qui prend réalité et sens grâce au groupe social qui l'utilise. Nous le considérons comme **l'unité élémentaire du système forêt**, expression spatiale d'un ensemble complexe d'interrelations entre une enveloppe bioclimatique, une ressource trophique, une phytocœnose et une zoocœnose associées, et un encadrement sociétal. Produit du temps sur la matière, il est une mémoire et une potentialité. L'analyse du sylvofaciès repose sur une fiche d'enquête normative, établie de manière plus ou moins empirique à partir de relevés de terrain quantifiés ou d'archives collectées personnellement ou par d'autres expérimentateurs. Le concept de *sylvosystème* définit des unités forestières composées de groupes de sylvofaciès fonctionnellement liés par des faits physiques (contexte géomorphologique, ressources trophiques, combinaisons de matériaux parentaux...) et (ou) de société (histoire, gestion, type de propriété...).

Les contenus, limites et seuils de la recherche ont été précisés par les analyses stationnelles menées sur les deux forêts échantillons. Les conditions d'utilisation des corpus de sources iconiques, cartographiques et scripturales sont définies. L'emboîtement des organisations, structures et échanges entre les trois entrées, bioclimatique, édaphique et biologique du système rend concevable une segmentation en trois chapitres. Sous certaines conditions, la méthode systémique autorise les transpositions. Ainsi en est-il d'un essai pour replacer les forêts régionales dans l'environnement de 1914, à la veille du conflit. Par quelles procédures et, tenant compte des échelles de variation des paramètres et des degrés d'incertitude, dans quelle mesure peut-on transposer des bioclimats de la période actuelle (étudiée sur la période 1950-1980) à ceux de l'avant-guerre ?

CHAPITRE TROIS

LE BILAN D'EAU, CLÉ DU BIOFACIÈS

VÉGÉTATION : « La pluie ne forme pas les seuls traits d'union entre le sol et les cieux : il en existe d'une autre sorte, moins intermittents et beaucoup mieux tramés, dont le vent si fort qu'il l'agite n'emporte pas le tissu. S'il réussit parfois dans une certaine saison à en détacher peu de choses, qu'il s'efforce alors de réduire dans son tourbillon, l'on s'aperçoit à la fin du compte qu'il n'a rien dissipé du tout. A y regarder de plus près, l'on se trouve alors à l'une des mille portes d'un immense laboratoire, hérissé d'appareils hydrauliques multiformes, tous beaucoup plus compliqués que les simples colonnes de la pluie et doués d'une originale perfection : tous à la fois cornues, filtres, syphons, alambics. »

Francis PONGE, Poésie-Gallimard, p. 90.

COMMENT des forêts ont-elles pu se constituer sur des espaces bouleversés ? Si le rôle de l'homme, forestier et reboiseur, fut déterminant, il reste que le milieu offrit ses ressources comme il imposa ses contraintes. Les disponibilités hydriques, thermiques et radiatives du climat régional et de ses variantes mésologiques créent la **potentialité bioclimatique théorique** du milieu. A l'échelon du sylvofaciès cette potentialité est évaluée par la variable intégratrice du **bilan d'eau stationnel (BES)** : « Seule la méthode du bilan hydrologique semble devoir répondre à [des] impératifs d'échelle spatiale »¹.

Le bilan d'eau est d'abord établi pour les deux stations météorologiques de référence, Reims et Metz, à partir des valeurs calculées de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de l'évapotranspiration réelle (ETR) ; il donne l'état mensuel, la dynamique intra-annuelle et le bilan saisonnier de la **réserve d'eau du sol disponible** pour les plantes. Le **déficit hydrique relatif** mesure l'éventuelle déficience de l'offre hydrique. Le bilan est ensuite étendu à tous les postes météorologiques de la région. Comment passer d'une station ou d'un poste au site du sylvofaciès ? Une méthode simple de calcul de coefficients d'ajustement des variables radiatives, thermiques et hydriques aux conditions stationnelles du canevas est expérimentée. Sont discutées les variables retenues pour le calcul du bilan d'eau, les variables ajustées, les équations d'ajustement, les procédures de calcul et les modes de présentation des résultats. **Bilan d'eau stationnel et déficit hydrique relatif prennent-ils des caractères et des valeurs spécifiques dans les forêts de la guerre ?**

A titre de vérification expérimentale de la méthode mise au point, un test de fiabilité du bilan d'eau stationnel est proposé à l'échelle du petit bassin versant de la vallée de la Biesme en amont du village argonnais du Claon. Ce test est fondé sur une comparaison des surplus hydrologiques évalués à partir des tableaux de bilans d'eau avec les valeurs de l'écoulement mesurées à l'exutoire fournies par le Service régional de l'Agriculture et des Eaux de Champagne-Ardenne.

¹J. P. FORTIN et B. SEGUIN, « Estimation de l'ETR régionale à partir de l'ETP locale : utilisation de la relation de Bouchet », *Ann. agron.*, 1975, 26, 5.

1. LE BILAN D'EAU STATIONNEL

Du point de vue bioclimatique les offres hydriques et énergétiques définissent les potentialités du milieu pour le végétal. Jean DION, citant Michel Gounot, rappelle dans ses travaux sur la forêt vosgienne que les plantes « s'installent en un lieu et survivent si leurs exigences physiologiques fondamentales sont satisfaites, et si elles sont capables, dans ces conditions, de résister à la concurrence d'autres espèces »². Le bilan d'eau est un instrument pour évaluer, à propos de ces exigences physiologiques, la disponibilité biologique en eau qu'offre le milieu³. La sensibilité hydrique du végétal, en parallèle d'une sensibilité thermique fonction des températures maximales, minimales et des températures biologiquement critiques⁴, peut s'appréhender à partir des caractères qualitatifs et quantitatifs du bilan, des seuils, des optimums. Ces données jouent un rôle dans les discontinuités spatiales des formations végétales.

Nous proposons une méthode de calcul du **bilan d'eau stationnel** ou **BES**. Dans le cadre du canevas régional dans lequel s'inscrit la dition (figures 31a et 31b, p. 203 et 210) la démonstration s'appuie sur l'analyse des fiches synoptiques des deux stations météorologiques principales de Reims et de Metz (figures 35 et 36, p. 215 et 217). Si l'on conçoit le bilan d'eau sous l'angle de la comptabilité analytique les deux variables *entrée* et *sortie* du système l'établissent comme une balance (ou un budget). Dès lors sont tenus pour équivalents les couples intrant/sortant, gain/perte, disponibilités/besoins, offre/demande. Les formules retenues et les calculs sont présentés en annexe 3-1 (p. 5) afin de ne pas alourdir l'exposé⁵. Le calibrage de certaines variables retenues exige des explications. Rappelons d'abord la notion de bilan d'eau - ou bilan hydrique - stationnel.

1.1. Le bilan d'eau, boîte noire du sylvofaciès

Le point de départ de notre travail est la proposition de Gérard Houzard de considérer le **déficit hydrique stationnel** comme le paramètre intégrateur rendant le mieux compte de l'entrée bioclimatique dans le sylvofaciès. L'auteur établit ce déficit hydrique par le calcul du **bilan hydrique stationnel**. Il appliqua sa méthode à la définition et à la typologie des sylvosystèmes de Basse-Normandie. Cette méthode a été récemment utilisée et mise en pratique par les gestionnaires et aménagistes forestiers⁶.

Paul CACHAN⁷ proposa une des premières équations d'évaluation du bilan hydrique. Il estimait un "bilan hydrique direct", noté Bmm, par une formule où n'intervient que l'abat météorique P et le pouvoir évaporant de l'air ETP exprimés en millimètres de hauteur d'eau pour une durée déterminée⁸ :

² Jean DION, *Les forêts vosgiennes. Etude biogéographique*, thèse pour le doctorat d'État, Lille, 1985, p. 35. Cette phrase, au chapitre 1 "Les conditions climatiques", est extraite de Michel GOUNOT, "Bases physiologiques de l'écologie végétale", *Ann. Inst. Nat. de la Rech. Agron. de Tunisie*, 41, 1, p. 13-27.

³ Nous ne faisons pas l'historique de la notion de bilan d'eau. Chez les géographes, voir entre autres les développements et la bibliographie de G. HOUZARD, thèse, *op. cit.*, Charles-Pierre PÉGUY, *Précis de climatologie*, Paris, Masson, 1970, Roger LAMBERT, *Géographie du cycle de l'eau*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail, 1996.

⁴ Critique est ainsi la température de gel des bourgeons ; les risques vernaux, les plus grands, varient selon les espèces, la probabilité de gelée et la date de débourrement. Voir Georges AUSSÉNAC, « Etude des gelées tardives en relation avec les problèmes de reboisement », *Ann. Sci. forest.*, 1973, 30 (2), p. 141-155. Un article de Daniel DOLL présente le problème, "Les grands froids en forêts", *La forêt privée*, 1992, n° 203, p. 22-37 ; voir aussi, du même auteur, *Les cataclysmes météorologiques en forêt*, thèse de géographie, univ. de Lyon III, 1988.

⁵ Le logiciel de traitement a été conçu et programmé sous MS-DOS puis sous Windows 95 par M. Émile Amat, professeur honoraire de Sciences physiques. Il est actuellement utilisé (1999) par les géographes pour d'autres programmes de recherche.

⁶ L'intérêt du bilan hydrique stationnel est avivé par le développement opérationnel qu'il suscite : article et appel dans la Revue forestière française, contrats réalisés (1986-87, 1994) en Basse-Normandie, travaux menés en collaboration entre l'université de Caen et le CRPF. Les premiers résultats ont été publiés dans *Données climatiques et bioclimats forestiers de Normandie. Application au diagnostic de station*, CRPF, 1994.

⁷ Paul CACHAN, "Etude bioclimatique du massif vosgien", *Bull. ENSAIA*, Nancy, 1974, XVI, 1-2.

⁸ Cette valeur est l'opposée du déficit climatique [ETP - Pr], variable intermédiaire du calcul de l'ETR dans le bilan d'eau stationnel.

$$B_{mm} = P_{mm} - ETP_{mm}$$

Partant des travaux de cet auteur Jean DION cartographia les "Climats régionaux du massif vosgien"⁹. Il proposa cinq types de "climats" limités par des seuils de la valeur de B (valeur mensuelle moyenne calculée pour la période végétative de mai à octobre et pour la période 1962-1971).

Tableau 31
Indice B et climats régionaux du massif vosgien, d'après Jean Dion

Climat	Code	Indice B
semi-sec	E	B < -200
semi-sec	D	-100 > B > -200
subhumide	C	0 > B > -100
humide	B	100 > B > 0
humide	A	B > 100

La carte obtenue¹⁰ souligne le rôle déterminant de l'altitude et de l'exposition (opposition entre les versants lorrain et alsacien) ; ces "climats" prennent, sous certaines réserves, la valeur de bioclimats.

1.1.1. Une équation de contrôle du bilan d'eau

Le bilan d'eau stationnel prend en compte les interactions des principaux paramètres de l'offre et de la demande dans le système Atmosphère/Plante/Sol (A/P/S)¹¹. Le schéma fonctionnel qui rend compte des échanges d'eau dans ce système (figure 32, p. 211) est le support graphique de nombreuses quantifications¹². Georges AUSSENAC¹³ montre que les potentiels hydriques du sol et de l'atmosphère gouvernent ces relations *via* une circulation de l'eau dans le continuum sol-arbre-atmosphère. La différence de ces potentiels est le moteur de la circulation ascendante de l'eau dans les arbres. La ressource stationnelle en eau pour la plante est le stock d'eau retenu dans le réservoir du sol. Le pompage par la végétation s'effectue dans deux contextes hydriques selon l'état et la dynamique de ce stock : un **environnement de compensation** quand l'abat météorique (ou la nappe phréatique) compense continûment l'extraction biologique ; un **environnement d'appauvrissement** quand les apports sont insuffisants pour équilibrer la pompe ; la plante fait alors appel à la "réserve". Les calendriers climatique et phénologique contrôlent le rythme saisonnier de ces deux environnements. En tout état de cause la valeur retenue pour l'abat d'eau est celle des précipitations enregistrée au poste météorologique le plus proche du sylvofaciès considéré. Les données sont fournies par la Météorologie nationale, les services agricoles ou forestiers¹⁴. Les valeurs de la réserve sont calculées.

L'apport vertical et le transit latéral assurent l'approvisionnement du réservoir hydrique du sylvofaciès. L'équation du bilan d'eau stationnel annuel considérée sous l'angle du végétal peut se mettre sous la forme :

$$ETR = Pr + RUt - SH - \Delta W \text{ (en mm)}$$

⁹J. DION, *Les forêts vosgiennes*, op. cit., p. 52.

¹⁰ Carte HT, p. 52-53 ; l'auteur note : « Bien que ces calculs de moyennes ne tiennent pas compte des variations annuelles et des réserves en eau du sol et des plantes [...], il n'en demeure pas moins qu'il y a là un premier bilan de l'eau fort intéressant ; d'autant plus que les limites du sapin ne sont sans doute pas loin de coïncider avec l'isohyète P - E.T.P. = 0. », op. cit., p. 52-53 ; il conclut : « Le bilan hydrique n'est qu'un aspect du bilan d'eau. [...] le bilan hydrique "climatique" a des effets variables selon le type de sol et d'essence », p. 53.

¹¹ René CALVET, éd., *Etudes sur les transferts d'eau dans le système sol-plante-atmosphère*, Paris, Inra.

¹² Par exemple les trois ordinogrammes de la figure 88, "Bilan hydrique d'une forêt de basse altitude (région de Chimay, Belgique)", proposée par R. BRAQUE in *Biogéographie des continents*, op. cit., p. 262, donnent les quantités en mm ou en % des compartiments du bilan pour les phénophases défeuillée et feuillée et pour l'année entière (figure d'après SCHNOCK, *Productivité des Ecosystèmes forestiers*, Unesco, 1971).

¹³ G. AUSSENAC, "Déficits hydriques et croissance des arbres forestiers", *Forêt-entreprise*, 1993/1, n°89.

¹⁴ Valeur communiquée par les services régionaux de l'aménagement des eaux de Lorraine (SRAEL, devenu service des eaux de la DIREN, rattaché à la région Champagne-Ardenne). Les données complémentaires proviennent du CNRF, Nancy.

avec : **ETR** : évapotranspiration réelle, **Pr** : précipitations, **RU_t** : réserve utilisée (part mobilisée de la réserve utilisable **RU**), **SH** : surplus hydrologique et **ΔW** : variation de la réserve utile (ou stock d'eau) dans le système d'une année sur l'autre. ΔW apparaît lorsque le stock d'eau n'est pas reconstitué à la fin de la période considérée (année). Notons que si l'on fait intervenir l'eau interceptée par le couvert végétal, Pr devient **Pr_u**, précipitations utiles, fraction de Pr¹⁵.

Comme la recharge de la réserve hydrique est, dans le contexte climatique régional, toujours réalisée à la fin de décembre, l'équation d'équilibre se simplifie :

$$\boxed{ETR = Pr - SH \text{ (en mm)}}$$

Les précipitations sont la grandeur mesurée au pluviomètre¹⁶ ; ETR est évaluée, SH est déduite. La réserve d'eau du sol assure l'alimentation différée de la plante en cas de déficience des précipitations. Sa variation, à l'échelle mensuelle ou décadaire, intervient dans le bilan. La réserve participe donc à la constitution de ETR. Pour un pas de temps mensuel (m) la balance hydrique se met sous la forme :

$$\boxed{Pr_m + RU_{tm} = ETR_m + SH_m \text{ (en mm)}}$$

avec **RU_{tm}** la réserve utilisée durant le mois considéré.

Le bilan d'eau stationnel ainsi formulé confronte terme à terme une offre climatique et une demande biotique. Il ne prend pas directement en compte les ressources en eau profondes (les nappes par exemple) mais seulement les ressources qualifiées d'hypodermiques, retenues dans le réservoir constitué par le sol et utilisables par les plantes pour leur alimentation. On considère que la réserve utile sous forêt (**R**, en mm) représente la quantité maximale d'eau que le réservoir du sol met à la disposition du couvert forestier. Cette réserve est alimentée de deux manières ; *exclusive*, par l'abat météorique, qui est direct ou différé par imbibition et déplacement oblique ; *conjointe*, par l'abat météorique et le drainage, de surface ou hypodermique ; dans ce cas celui-ci participe aussi à la recharge de la réserve utile. Le poids relatif de chaque voie d'alimentation dépend de la position topographique de la station considérée, de sa situation vis-à-vis du système de drainage naturel, des caractères du substrat et des formations superficielles. Une fraction variable de la réserve utile est disponible à tout moment ; elle est dite réserve utilisable (**RU**).

Les calculs du bilan d'eau stationnel ne donnent pas la composante de l'écoulement fluvial ; mais les excédents qui alimentent le ruissellement, définis *surplus hydrologiques* (**SH**), sont des postes de sortie. De nombreux auteurs nomment ces excédents *précipitations efficaces*¹⁷. L'équation fondamentale du bilan d'eau qui traduit aussi le bilan hydrologique s'écrit :

$$\boxed{Pr = Ec + ETR - \Delta S}$$

avec **Ec**, écoulement qui remplace SH, et **ΔS**, variation du stock d'eau dans le sol et les nappes.

Dans ce cas **Ec** est aussi une grandeur mesurée dans les stations hydrométriques. Nous verrons au paragraphe 4 de ce chapitre l'application au bassin versant argonnais de la Biesme.

1.1.2. Limites et critiques de la méthode

Nous ne méconnaissons pas les faiblesses du modèle de bilan proposé et celles de son utilisation¹⁸. Les principales critiques portent, nous pensons, sur les points suivants.

- L'imprécision des données. Seules les valeurs fournies par les réseaux d'enregistrement météorologiques régionaux ou locaux sont issues de mesures ; les valeurs stationnelles sont calculées à partir d'hypothèses qui peuvent apparaître souvent trop simplistes. Aucune placette n'a reçu d'équipement particulier de mesure car **ni les orientations de cette recherche ni**

¹⁵ Les termes de l'équation sont définis plus avant dans le texte.

¹⁶ « Bien qu'on sache que la pluie est sous-estimée [par le pluviomètre], il paraît préférable d'utiliser les données telles quelles, plutôt que de les corriger par un coefficient toujours arbitraire » écrit Claude Michèle COSANDEY, *Recherches sur les bilans d'eau dans l'ouest armoricain*, thèse pour le doctorat d'État, université de Paris Sorbonne, Paris, 1983, p. 36.

¹⁷ M. LOUVRIER et J. MARGAT, *Précipitations efficaces moyennes en France (1946-1976) - Carte à 1/1 500 000*, BRGM, département Eau, 1983, rapport 83 SGN 003 EAU.

¹⁸ Certaines de ces faiblesses sont relevées par G. HOUZARD.

les buts qui lui étaient fixés ne l'exigeaient. Cependant certains résultats de mesures à grande échelle, temporelles (décade, jour, voire heure) et spatiales (fraction de parcelle ...) ont été utilisés¹⁹. Ils ont servi, si ce n'est à étalonner, du moins à calibrer les grandeurs et à juger de la pertinence des résultats obtenus.

- Les risques de la généralisation. Un tel bilan stationnel est-il généralisable ? Calculés pour des stations dispersées les bilans d'eau ne peuvent être facilement étendus à un large territoire. Comme les données météorologiques disponibles ne sont que rarement représentatives des unités biogéographiques d'égal raisonnement, la généralisation entraîne sur certaines valeurs des marges d'erreurs telles que la précision de calculs ultérieurs en devient ridicule (la fraction du millième pour des droites de régression par exemple).

- L'insuffisante prise en compte de certaines variables. Les variables morphologiques, structurales ou floristiques des peuplements influent sur le rapport égouttement / précipitations incidentes. Les chercheurs qui travaillent *in vivo* sur cette question soulignent tous la grande diversité des cas de figure, qui rend de fait difficile toute généralisation.

- La longueur du pas de temps. Si l'unité mensuelle a été préférée à l'intervalle décadaire, c'est parce que nous considérons celui-ci peu réaliste eu égard aux niveaux d'imprécision des autres variables. Nous sommes bien conscient qu'échappent, comme dans les mailles d'un filet trop grand, des fluctuations intra mensuelles qui peuvent être déterminantes, par exemple des périodes sans précipitations de cinq à quinze jours consécutifs, fréquentes en juillet ou septembre. De même la césure mensuelle rend mal compte du début de la saison végétative très souvent placé dans la seconde semaine de mars. Des recherches ultérieures à ce travail devraient en tenir compte, fondées sur l'application ou la transposition de protocoles mis au point dans les centres de recherche en géographie de l'environnement²⁰.

En définitive, compte tenu de la nécessité d'une harmonisation des risques d'erreur introduits dans la quantification de tous les paramètres qui interviennent dans l'analyse du système, **nous considérons que les résultats atteints avec le niveau de précision retenu répondent correctement à l'ambition affichée pour cette recherche.**

Les deux groupes de paramètres qui interviennent dans le bilan hydrique, ceux de l'offre climatique et ceux de la demande biotique, sont de nature complexe et leurs valeurs sont établies par la mesure directe ou le calcul. Nous avons pris comme base de travail les tableaux de calcul du bilan hydrique que Gérard Houzard établit dans sa thèse et qu'il proposa à la réflexion des forestiers²¹. Nous les avons adaptés et affinés en introduisant les variables d'exposition et l'altitude qui permettent d'approcher la diversité bioclimatique stationnelle²². Le champ d'application de ces variables est discuté et leurs modes de calcul, développés.

1.2. Cerner l'offre bioclimatique

L'offre du milieu au végétal comporte les apports nutritionnels de la ressource trophique des sols (chapitre quatre) et les apports photosynthétiques, surtout énergétiques, radiation solaire et température. L'eau participe des deux volets. Il convient de préciser le contenu des apports photosynthétiques afin de justifier les variables retenues et de valider le choix des modes de calcul, de simplification et de mise en oeuvre des données. La fiche de bilan hydrique de la station principale de Reims (figure 35, p. 215) guide l'exposé portant sur le choix des variables retenues.

1.2.1. L'offre hydrique : abat météorique, couvert forestier et eau dans le sol

Le couvert végétal intercepte les précipitations qui parviennent à l'interface sol-atmosphère. Les transformations que subit l'abat d'eau dès son contact avec la canopée sont de mieux en mieux connues. Qualitatives, elles définissent les charges en pluvio-lessivats, les flux nouveaux, tels la guttation sur les feuilles ou l'écoulement le long des troncs ; quantitatives, elles mesurent ou évaluent les interceptions, les écoulements, les pertes. La quantité d'eau qui

¹⁹ Ainsi les données stationnelles relevées par le Centre national de recherches forestières en forêt d'Amance.

²⁰ Citons la station de recherche de Cessières, le Cregepe de l'université de Caen, les programmes lancés en coopération avec les forestiers (ex. CRPF de Normandie, note 6).

²¹ Voir note 6.

²² Cette diversité à grande échelle est un facteur important des combinaisons biogéographiques régionales, voir chapitre quatre.

arrive au sol est inférieure à l'abat. Si **Pr** mesure les précipitations incidentes au dessus du couvert, **PrI** les précipitations interceptées par le feuillage, **G** et **C** respectivement la guttation et l'écoulement des troncs, le bilan de l'abat météorique s'écrit :

$$\boxed{\text{Pr} = \text{PrI} + \text{G} + \text{C} \quad (\text{en mm})}$$

Une abondante littérature est consacrée à l'estimation et au calcul de ces trois composantes du bilan²³. Les dispositifs expérimentaux offrent des résultats mesurés, qu'il est possible, moyennant précautions, d'étendre. Les paramètres influant sur le bilan sont la structure du couvert, sa composition dendrologique, son âge, le type de pluies²⁴.

a) Le phénomène de l'interception par le feuillage

L'interception par le feuillage est une fraction non négligeable des précipitations. Les études qui tentent de l'évaluer, qu'elles portent sur des arbres isolés ou sur des peuplements, insistent toutes sur le rôle des variables de couvert. Un couvert à structure bien développée, pluristratifiée et à fort taux de recouvrement, retient une lame d'eau importante, voire la totalité de l'abat quand les précipitations sont peu abondantes et de faible énergie cinétique. Georges AUSSENAC estime que l'écoulement dans des hêtraies lorraines d'âges variés représente entre 7 et 15 % des précipitations annuelles²⁵. Dans les mêmes peuplements l'auteur trouve des rapports PrI/Pr variant de 17 à 28 % pour les hêtraies et de 18 à 25 % pour des chênaies, pendant la période végétative. Pour d'autres auteurs cette rétention atteint 3 à 4 mm²⁶. Claude Michèle COSANDEY relevant "le difficile problème de l'interception" note que « la littérature est loin d'être unanime sur [les] valeurs de l'interception »²⁷. Elle cite deux valeurs proposées pour les forêts tempérées d'Angleterre ; 12 à 15 % de la pluie incidente pour une forêt à feuilles caduques des basses terres, 39 % pour une forêt résineuse des Uplands²⁸.

b) Les protocoles d'évaluation de l'eau au sol

Que deviennent ces pluies interceptées ? Les surfaces foliaires sont autant de surfaces évaporatoires intermittentes pour les films d'eau qui s'y déposent pendant un épisode pluvieux. Le seul processus physique de retour à l'atmosphère augmente la part de l'évaporation dans la valeur de la variable complexe de l'évapotranspiration. Si, dans le calcul du bilan hydrique stationnel, on prend en compte l'interception brute, l'eau interceptée est une sortie nette ; dans le cas contraire on considère que l'évaporation de cette eau qui mouille le feuillage diminue la transpiration du couvert et participe de ce fait de l'évapotranspiration²⁹. Un sous-programme de traitement analyse chaque cas de figure :

- Le premier sous-programme (**sPro-S**, Sans interception) ne tient pas compte de l'eau interceptée. Les précipitations utiles **PrU** sont égales à **Pr**.
- Le second sous-programme (**sPro-A**, Avec interception) en tient compte. Pendant et après une pluie l'évaporation sur les feuilles se substitue, tout le temps qu'elle dure, à la transpiration

²³ Travaux de G. AUSSENAC, tableaux dans P. PESSON (dir.), *Actualités d'écologie forestière*, Paris, Gauthier-Villars, p. 286. Voir aussi bibliographie dans René FRÉCAUT, *La Moselle et son bassin. Contribution à l'hydrologie et à la dynamique fluviale en milieu tempéré océanique*, thèse d'État, Nancy, 1971.

²⁴ G. AUSSENAC, "Aperçu du rôle de la forêt dans l'économie de l'eau", *RFF*, 22, 1970, n°6.

²⁵ G. AUSSENAC, "Déficits hydriques et croissance...", article cité.

²⁶ « Une expérimentation faite à Nancy montre que l'interception est totale pour des pluies inférieures à 0,6 mm sous épicéa, 0,5 mm sous Sapin de Vancouver, 0,4 mm sous pins sylvestres et 0,3 mm sous peuplements feuillus. », G. AUSSENAC et J. PARDÉ, "Forêts et climats", *BTI*, Paris, ministère de l'Agriculture, 1969, n° 237, p. 93-103.

²⁷ Cl. M. COSANDEY, "La forêt réduit-elle l'écoulement annuel ?", *Ann. Géo.*, 1995, n° 581-582, p. 7-25 ; importante bibliographie.

²⁸ Cl. M. COSANDEY, art. cité, p. 17, et références bibliographiques : "Harding R.J., 1992, Water use studies of deciduous woodland in southern England. Comm. orale au Colloque d'Edimburg de l'E.G.S., 6-10 avril, section H.S.S. Calder I.R., 1990, Evaporation in the Uplands. John Willey & Sons, Chichester".

²⁹ « [...] la transpiration au niveau des feuilles semble souvent être remplacée en partie par une évaporation, ce qui compense ainsi le bilan hydrique », J. PARDÉ, "Le microclimat en forêt", in P. PESSON, *Ecologie forestière*, op. cit., p. 1-19.

par les feuilles³⁰ ; la plante, durant ce laps de temps, ne fait pas appel à la réserve du sol. Nous posons ainsi l'hypothèse que la quantité d'eau interceptée puis évaporée par le couvert diminue d'autant l'appel à la réserve. De ce fait le sPro-A présente la donnée pluviométrique sous les trois formes de *précipitations effectives* **Pr**, *d'eau interceptée* **PrI** et de *précipitations utiles* **PrU**. La relation s'écrit :

$$\boxed{\text{PrU} = \text{Pr} - \text{PrI} \text{ en mm}} \quad \text{avec} \quad \boxed{\text{PrU} = \text{G} + \text{C}}$$

L'interception est directement liée à la présence d'un couvert feuillé ; son évaluation appelle la prise en compte des variables de phénologie et de structure. Le ratio pluviométrique entre le feuillage et le sol est une fonction directe de l'indice foliaire, lui-même variable suivant les espèces et la période de l'année³¹. La *structure* du couvert, combinant nature et morphologie, amène à distinguer le groupe des feuillus et celui des résineux ; la *phénologie* fait intervenir le développement du feuillage. Nous pouvons alors estimer l'interception.

Tableau 32
Fraction théorique de l'eau interceptée selon certains caractères du couvert (% de Pr)

Feuillus			Résineux
Période végétative		Période non végétative	Année entière
premier mois	autres mois		
10 %	20 %	Pru = 0	20 %

Les valeurs retenues sont discutables. Si l'on considère les fourchettes d'erreur introduites sur les autres variables du bilan, on peut admettre que les rapports **PrI/Pr** proposés restent dans les estimations ou les calculs présentés par les auteurs cités. Pour certaines stations les pourcentages d'interception sont modulés selon les types de couverts. Les fiches d'enquête stationnelles indiquent les valeurs retenues. Dans ce cas de figure le bilan varie avec les changements, lents ou brutaux, que le temps imprime au couvert.

Devait-on prendre en compte l'interception brute par le feuillage dans le calcul du bilan hydrique stationnel ? Gérard HOUZARD, s'appuyant sur les résultats d'analyses comparatives, ne l'a pas fait : « [...] nous n'avons pas intégré de coefficient d'interception (de l'ordre de 20 à 25 %) dans les bilans du Nord-Cotentin, car nous estimons que le jeu de facteurs antagonistes crée une compensation »³². Les deux options furent d'abord retenues pour toutes les stations. Nous donnons quelques valeurs obtenues par les deux méthodes et envisageons les modalités de passage de l'une à l'autre. Deux faits nous ont amenés à privilégier le **sPro-S**.

- L'étude récente du CRPF de Basse-Normandie à laquelle nous avons fait allusion exploite la méthode Houzard des bilans d'eau stationnels et des indices de potentialité bioclimatique sans prendre en compte l'eau interceptée.

- Le désir de comparer les valeurs des déficits hydriques stationnels et de l'indice de potentialité bioclimatique sur la dition avec ceux de la Normandie ; il est ainsi possible de tester pour certaines forêts de l'est de la France les classes de déficit hydrique proposées par l'auteur pour les milieux forestiers normands. Par contre, les résultats obtenus avec les deux sous-

³⁰ Etienne CHOISNEL, recueil, p. 40. P. CHASSAGNEUX et E. CHOISNEL (in "Modélisation de l'évaporation globale d'un couvert forestier, I- principes physiques et description du modèle", *Ann. Sci. For.*, 1986, 43 (4), p. 505-520) font intervenir un rapport C/S (avec C = quantité d'eau interceptée par le feuillage et S = capacité maximale de saturation, soit la « quantité d'eau interceptée par le feuillage, au-delà de laquelle il y a égouttement en atmosphère calme »). C/S représente le pourcentage de surface non transpirante. Trois cas de figure se présentent. a) Si la forêt est totalement mouillée, C est supérieur ou égal à S et l'évapotranspiration est uniquement due à l'évaporation de l'eau interceptée. b) Si le feuillage, cas inverse, est sec, C est égale à la transpiration. c) Dans le cas général de pluie, C est inférieur à S et l'évaporation est une fraction évaluée de l'évapotranspiration.

³¹ L'indice foliaire traduit le rapport de la surface réelle des feuilles, en m², à la surface de la canopée (aussi en m²). Pour une essence feuillue comme le hêtre les valeurs annuelles de l'indice varient de 0 à 6,5 dans le nord-est de la France.

³² G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., t. 1, p. 237. Les facteurs antagonistes en milieu forestier sont le degré hygrométrique (qui augmente), la température des heures chaudes (qui diminue), le volume des précipitations (qui semble augmenter).

programmes sont confrontés dans l'étude du bilan hydrologique du bassin versant de la Biesme au Claon (voir *infra*, § 4).

1.2.2. L'eau dans le sol et la réserve hydrique

a - La réserve hydrique utile, R

La définition et l'analyse de la réserve hydrique utile, notée **R**, ainsi que les méthodes d'évaluation de l'eau disponible pour la plante et de l'eau retenue dans le réservoir du sol, sont présentées au paragraphe 3. Cette première étape (tableau principal de la fiche de bilan d'eau) utilise le stock modal **R = 100 mm**, classiquement retenu par les agronomes³³. La reconstitution de la réserve hydrique des sols après pompage par la plante est en soi un processus simple, à savoir le remplissage d'un réservoir. Mais, dès lors que la reconstitution commence durant le (ou les) dernier(s) mois de la saison végétative, le remplissage du réservoir est la résultante entre l'apport par infiltration et l'export par évapotranspiration. La difficulté de la mise en équation de ces phénomènes vient de la nécessité méthodologique de traduire un processus continu *via* une discrétisation au pas de temps mensuel. Comment réaliser le transfert d'un mois sur le suivant du bilan gain/sorties de la réserve ? **Nous ralliant à la position de nombreux auteurs nous admettrons que les précipitations d'automne servent par priorité à reconstituer la réserve du sol jusqu'à sa capacité de rétention**³⁴. De ce fait le déficit cumulé s'annule dès le premier mois où le déficit climatique [ETP - Pr] devient négatif (le mois d'octobre pour la station de Reims). Seul l'excédent éventuel est entraîné par le ruissellement ou l'infiltration profonde.

b - La réserve hydrique utilisable (par les plantes) ou RU

Le remplissage du réservoir utilisable maximal d'une station non alimentée par une nappe phréatique dépend du seul apport d'eau météorique, donc de la quantité et du rythme des précipitations. Ce caractère est déterminant car le réservoir abrite la réserve d'eau que la plante trouve dans le sol pour pallier les éventuels déficits pluviométriques. « C'est cette provision qui [...] rend tolérable pour les plantes la discordance entre l'erratisme des précipitations [...] et la permanence des besoins hydriques »³⁵. La quantité d'eau effectivement présente à tout moment dans le réservoir peut être qualifiée de réserve "immédiatement" utilisable (ou mobilisable), **RU**. L'unité est aussi le millimètre, mesurant la dimension verticale du volume actuellement occupé. Dans la réalité biologique le volume exploité par les racines varie bien sûr avec les espèces. RU est donc, pour un mois donné, la fraction de R disponible ; quand RU égale R, la réserve est pleine (cas des mois d'hiver). Dans les tableaux bioclimatiques RU est évaluée mois par mois. La part de RU que la plante pompe mois après mois afin de répondre aux sollicitations du climat durant la période déficitaire de la période d'activité végétale potentielle est la réserve utilisée, **RUt**. Pour de nombreux auteurs la RUt est comprise sous le vocable de **RFU**, *Réserve facilement utilisable*³⁶. La RFU sera assimilée à RU dans la suite des travaux.

³³ Rappelant que J. PARDÉ avait effectué ses calculs d'évaluation d'un indice climatique de productivité végétale forestière (CVP) et de corrélation entre les valeurs de l'indice et la productivité forestière potentielle « à partir de onze places d'expérience où les espèces indigènes les mieux adaptées trouvaient des sols profonds de 70 cm à un mètre » (J. PARDÉ, "Indice climatique et production ligneuse", *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences et des belles-lettres de France*, 15 avril 1964), G. HOUZARD précise que « cette épaisseur correspond, pour des formations superficielles à texture équilibrée, à une réserve hydrique utilisable de l'ordre de 80 à une centaine de millimètres, valeur que nous avons retenue systématiquement dans l'estimation de l'E.T.R. et du déficit, données de base de l'indice », "Vers un classement..." , art. cité, p. 369. M. LOUVRIER et J. MARGAT, pour la carte des *Précipitations efficaces moyennes annuelles en France* (note 17) ont « conservé l'option simplificatrice d'une valeur uniforme de Rmax de 100 mm, valeur moyenne la plus courante [...] ». Nous nous affranchissons ainsi des modalités de R dans l'analyse comparative des stations.

³⁴ Le devenir de l'eau dans la couverture végétale ou "comportement écodynamique" est présenté sous la forme d'un "organigramme" précis, qui reste qualitatif, par Jean TRICART dans "Système expert pour l'étude, l'évaluation, la gestion et l'aménagement des ressources en eau", *Rev. de Géo. Dyn.*, 1989, t. XXXVIII, p. 129-144.

³⁵ R. BRAQUE, *La forêt et ses problèmes dans le sud du Bassin Parisien*, thèse, op. cit., vol. 1, p. 234.

³⁶ Présentation et critique de cette notion de RFU dans D. BAIZE, *op. cit.*, p. 127-128. « Les végétaux commencent à souffrir de la sécheresse bien avant que la RU soit sur le point d'être épuisée » écrit R. BRAQUE qui estime la RFU à 40 à 70 % de la RU. Pour des sols rendziniformes du Berry il donne les valeurs de 100 mm et 40 mm. Il appelle la différence RU-RFU la réserve de survie. D. BAIZE, *op. cit.*, p. 128, affirme : « Prendre

1.2.3. L'offre énergétique

a) La variable thermique

Les températures sont enregistrées par les postes du réseau météorologique. Nous avons retenu les valeurs moyennes mensuelles. Des corrections simples adaptent ces valeurs aux postes qui ne les enregistrent pas (voir *infra*, § 3).

b) La variable radiative

Les variables radiatives retenues sont l'insolation mensuelle théorique (en heures), l'insolation mensuelle réelle (en heures) et l'irradiation solaire journalière moyenne en l'absence d'atmosphère (IGA, calories/cm²/jour). Les valeurs de l'insolation mensuelle réelle sont fournies par la Météorologie nationale pour les stations principales du réseau ; les autres valeurs sont calculées ; le mode de calcul est présenté en annexe 3-1 (p. 5). Nous montrerons les procédures d'évaluation de ces variables de l'offre à l'échelle du sylvofaciès, quelle que soit la localisation de celui-ci à l'intérieur des mailles du réseau (annexe 3-2, p. 8). L'offre est ainsi relativement bien quantifiée. Par contre, les incertitudes sont plus grandes et les approximations, plus larges dans l'évaluation de la demande formulée par la plante.

1.3. Évaluer la demande et ajuster l'offre

Ces dernières années les expériences de mesure directe se sont multipliées, qui précisent les paramètres et affinent les protocoles ; mais l'importance de l'appareillage exigé pose la question de la généralisation³⁷. Or l'exigence de généralisation à des sites de sylvofaciès et les principes de la cartographie à grande et moyenne échelles impliquent une cohérence des mesures qui ne peut être trouvée que très en deçà du degré de précision apporté par une (ou des) placette(s) équipée(s) d'enregistreurs³⁸. Le présent travail ne se situe donc pas dans ce cadre d'expérimentation.

1.3.1. Rappel sur la signification de la demande

Qui dit demande implique la satisfaction de besoins. Ceux de la plante sont liés aux fonctions de l'eau dans l'organisme, tout à la fois corps pur constitutif des tissus, électrolyte et véhicule de produits bruts et élaborés. La transpiration régule ces actions. L'effet de mèche, qui transporte l'eau pompée du sol dans les tissus de la plante et la dissipe par évaporation à la surface des feuilles, est la réponse biotechnique à la nécessité du bon accomplissement de ces fonctions. La transpiration potentielle **TP** d'une plante dont l'alimentation en eau est normalement assurée est la quantité maximale d'eau que cette plante peut, dans un laps de temps donné, rejeter dans l'atmosphère. Elle est sous le contrôle de deux paramètres, l'un biologique, le débit maximal **Q_{max}** de l'eau dans la plante, l'autre physique, le potentiel évaporatif de l'air³⁹. Le flux de vapeur d'eau au-dessus d'un couvert végétal, l'*évapotranspiration*, a une double origine, la transpiration du matériel biotique et l'évaporation sur les surfaces de contact atmosphère-sol et atmosphère-couvert végétal. La valeur maximale de ce flux mesure l'évapotranspiration potentielle ou **ETP**⁴⁰. L'ETP théorique est la quantité

une fraction forfaitaire d'une RU elle-même en général estimée grossièrement ne relève pas d'une démarche bien rigoureuse ». Nous assumons cette critique pour notre évaluation de RU.

³⁷ P. CHASSAGNEUX et E. CHOISNEL, "Modélisation de l'évaporation...", art. cité ; B. SAUGIER et *alii*, "Bilan hydrique de forêts de chênes et de hêtres à Fontainebleau", in *L'homme, la forêt et le bois*, Rev. du Palais de la découverte, 1985, vol. 13, n° 130, p. 187-200 ; Georges HARENG, *Contributions à l'étude du principal paramètre des bilans hydriques : évapotranspirations réelles de bouleaux et de pins sur les landes et les tourbières (Cessières - Aisne)*, thèse de 3^e cycle, univ. de Paris X - Nanterre, 1977.

³⁸ Nous faisons notre la position de Cl. M. COSANDEY qui, au terme d'une analyse critique des méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration, écrit : « Ce qu'on cherche à appréhender d'abord, c'est l'ordre de grandeur, à l'échelle régionale, d'ETP et d'ETR, ainsi que l'écart entre ces deux termes ».

³⁹ « Les données expérimentales fournissent un catalogue de valeurs de transpiration allant en conditions favorables de 0,1 à 5 g d'eau par dm² de surface foliaire et par heure », écrit R. BRAQUE, *Biogéographie...*, op. cité, p. 274.

⁴⁰ L'acronyme d'*évapotranspiration potentielle* peut s'écrire ETP ou ETp (chez R. BRAQUE par exemple). L'écriture de l'acronyme d'une expression formée d'un nom et d'un adjectif voudrait la forme ETP ; nous conservons ETP, écriture de très loin la plus courante. Même remarque pour ETR et les autres variables. Nous attribuons la minuscule quand la première lettre seule prêterait à confusion (Pr pour Précipitations par exemple).

d'eau que cède à l'atmosphère, par transpiration des plantes et évaporation du sol, une végétation abondante en pleine croissance, couvrant un sol largement alimenté en eau. Cette ETP peut être mesurée sur une case lysimétrique. On parle alors d'ETP *mesurée* ou **ETPm**. Il a été montré que l'évapotranspiration potentielle « pouvait être considérée comme un paramètre climatique complexe pratiquement indépendant de la nature du couvert végétal et des caractères pédologiques ou géologiques du sol »⁴¹. Ainsi, en l'absence d'appareillage – cas le plus fréquent – l'ETP est-elle considérée comme une valeur climatique *calculée* à partir de relevés météorologiques traités par des formules, l'**ETPc**. L'évapotranspiration potentielle, indépendante de la disponibilité réelle du sol en eau, ne dépend que de la capacité énergétique du milieu ambiant à provoquer et entretenir la vaporisation sur les surfaces de contact. **L'ETP peut ainsi être considérée comme la variable bioclimatique intégratrice qui représente l'efficacité thermique du climat.**

1.3.2. Le choix de la formule de l'ETP Turc

Nous ne discutons pas ici les méthodes de calcul de l'ETP⁴². Dans les formules empiriques établies par ajustements expérimentaux de variables météorologiques, proposées successivement par Thornthwaite, Turc et Penman, ne sont pas pris en compte les caractères de nature ou de structure (stratification, recouvrement, essences, indices foliaires...) de la surface biologique qui évapotranspire⁴³. L'ETP est une variable plus représentative du climat régional que du méso-climat et, *a fortiori*, du micro-climat induit par la couverture végétale. La valeur stationnelle exacte, **ETPo**, qui prendrait en compte l'action propre du couvert, n'est pas envisagée. Nous avons retenu pour le calcul la méthode et la formule de Turc dans la variante applicable aux stations d'humidité relative supérieure à 50 %⁴⁴. Cette formule (rappelée en annexe 3-1, p.) est d'un emploi aisé car elle n'introduit que deux variables météorologiques, la température moyenne et la durée d'insolation. Ne sont pas prises en compte, comme dans la formule de Penman, le déficit de saturation (Δ = tension maximale de la vapeur d'eau diminuée de la tension actuelle de la vapeur d'eau) et le vent : « On peut cependant admettre que le facteur température intègre dans une certaine mesure le facteur vent »⁴⁵. Sous forêt la vitesse du vent tombe vite

⁴¹ P. BROCHET et N. GERBIER, *L'évapotranspiration. Aspect agrométéorologique ; évaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle*, Paris, Monographie n° 65 de la Météorologie nationale, décembre 1975, p. 20.

⁴² Il existe deux catégories principales de formules de l'ETP. La première, qualifiée d'empirique, résulte d'ajustements statistiques ; s'y rattachent la formule de Thornthwaite, celle de Blaney et Criddle et celle de Turc ; à la seconde, qui procède d'un raisonnement physique plus rigoureux appuyé sur des hypothèses de fonctionnement, se rattachent les formules de Penman, de Bouchet, de Brochet-Gerbier. La bibliographie concernant les présentations et la comparaison des mérites respectifs et des limites des différentes méthodes est très abondante ; voir par exemple C. CHARPENTIER, "L'évapotranspiration potentielle et ses implications géographiques", *Ann. de Géo.*, 1975 ; CHOISNEL, Em., O. de VILLÈLE et Fr. LACROZE, *Une approche uniformisée du calcul de l'évapotranspiration potentielle pour l'ensemble des pays de la Communauté européenne*, CCE, Centre commun de recherches, 1992. Une application à la géographie des méthodes comparées de calcul de Thornthwaite et de Turc est présentée par Annick DOUGUEDROIT, *Les Paysages Forestiers de Haute-Provence et des Alpes-maritimes*, Aix-en-Provence, Edisud, 1976, p. 242-247.

⁴³ De même que la variable d'albédo, qui n'intervient pas dans la formule de Turc. « [...] la couleur plutôt foncée d'un couvert forestier (notamment de résineux), l'irrégularité de la surface réceptrice qui augmente d'autant le captage de la radiation incidente, expliquent un albédo plus faible [sur forêt] » note CL.-M. COSANDEY, art. cité, p. 13-14. Ces faibles albédos augmentent la valeur de l'ETP.

⁴⁴ Lucien TURC, "Evaluation des besoins en eau d'irrigation. Evapotranspiration potentielle", *Ann. Agr.*, 1961, t. 12, p. 13-49. Pour le choix de la valeur 50 % de l'humidité relative voir la planche 11 de l'*Atlas climatique de la France*, "Humidité relative de l'air (%)", dont nous tirons pour la région le tableau suivant :

Mois	Humidité relative (%)	
	6 h T.U.	15 h T.U.
Janvier	90 - 92	80 - 85
Juillet	90 - 92	50 - 55

La planche 12 de ce même atlas est une carte de l'ETP qui retient les valeurs suivantes :

ETP	Mois								Année	Pr(III-VIII) ETP
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
	40-45	60-70	80-85	95-100	100-110	80-90	50-60	20-25	550-600	0,65 - 0,80

⁴⁵ P. BROCHET et N. GERBIER, *op. cit.*, p. 23.

sous 3 m/s. Néanmoins, au-dessus de la canopée le vent peut rester fort. La méthode de Penman rend mieux compte du processus physique réel car elle est fondée sur une évaluation objective du bilan énergétique de la surface évaporante. Mais elle implique la connaissance des valeurs prises par des paramètres atmosphériques qui sont loin d'être toujours disponibles, comme l'humidité de l'air et la vitesse du vent. Cette limitation serait importante pour notre démarche qui vise à approcher le bilan d'eau stationnel de tout sylvofaciès. Par ailleurs le réseau Météo-France fournit pour les stations principales les ETP Penman. Mais nous nous sommes ralliés à cette position : « la méthode proposée par Penman convient particulièrement bien pour apprécier les besoins en eau des végétaux soumis à l'action de vent violents et permanents. Sous couvert, les facteurs advectifs perdent une grande partie de leur importance et la température ainsi que la durée de l'insolation commandent l'évapotranspiration potentielle : alors, la formule de Turc s'impose »⁴⁶. Si le verbe "s'imposer" est peut-être exagéré il n'en reste pas moins vrai que les avantages de la formule de Turc sont indéniables⁴⁷.

Considérons quelques valeurs d'ETP sur la dition obtenues par ces trois méthodes :

- Sur une carte à petite échelle établie selon la méthode de Thornthwaite R. ARLÉRY⁴⁸ place l'ouest de la dition dans la classe ETP 650 à 750 mm et l'est dans la classe 600 à 650 mm.
- Sur une carte plus récente établie avec la méthode Penman (annexe 3-3, p. 9) la dition est toute entière dans une classe 500-650 mm⁴⁹. **Pour comparaison les ETP Turc calculées ici sont de 632 mm pour Reims et de 603 pour Metz.**
- Une série de huit cartes à petite échelle des ETP mensuelles de la saison végétative⁵⁰ place la dition dans des fourchettes de valeurs que le tableau 33 met en regard de celles que nous avons calculées pour Reims et Metz.

Tableau 33
Valeurs moyennes de l'ETP Thornthwaite, en mm, de mars à octobre sur la dition

Lieux	M	A	M	J	Jt	A	S	O
dition ouest	25 - 30	45 - 50	85 - 90	100 - 105	120 - 125	105 - 110	75 - 70	40 - 45
Reims	33	58	89	103	108	95	67	38
dition est	20 - 25	45 - 50	85 - 90	100 - 105	120 - 125	105 - 110	75 - 70	40 - 45
Metz	30	56	86	100	108	92	64	34

Alors que la correspondance est satisfaisante dans l'ensemble l'écart est sensible pour l'été, une dizaine de mm en moins par nos calculs.

- Sur les cartes du rapport de l'ETP Penman aux ETP Thornthwaite et Turc⁵¹ (figure 33, p. 212) la dition présente deux classes de valeurs [1,10-1,20] pour l'Argonne et le Barrois, [1,00-1,10] pour les Hauts de Meuse. Le rapport Penman/Thornthwaite est voisin de 1 sur la majeure partie du territoire. A titre de comparaison considérons les valeurs d'ETP de la station principale Nancy-Essey fournies par les services météorologiques (Penman) et calculées par nous (Turc) (tableau 34). Les résultats sont à prendre avec précaution car les données ne s'appliquent pas à la même période.

Tableau 34
Valeurs d'ETP par les méthodes de Turc et de Penman pour la station de Nancy-Essey

ETP	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	année	A-O
Turc (1951-80)	2	8	28	54	85	100	110	94	65	36	13	3	598	544
Penman (1960-90)	10	18	41	68	96	113	123	101	63	30	12	9	684	594
ETP Pe / ETP Th	5	2,2	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1	0,8	1	3	1,14	1,09

⁴⁶ G. HOUZARD, *thèse*, op. cit., p. 237.

⁴⁷ L'ETP Turc a « plutôt tendance à sous-estimer l'évaporation » écrit Cl. M. COSANDEY, op. cit., p. 55 ; R. FRÉCAUT, *thèse*, op. cit., cite G. RENAULT qui montre que l'ETR évaluée à partir du bilan hydrologique du bassin de la Moselle est de 556 mm sur la période 1952-1968, alors que l'ETP moyen n'est que de 547 mm.

⁴⁸ R. ARLÉRY, M. GARNIER, R. LANGLOIS, "Application des méthodes de Thornthwaite à l'esquisse d'une description agronomique du climat de la France", *La Météorologie*, 1954, oct-déc. Une série de huit cartons montre la géographie de l'ETP mensuelle durant la saison végétative.

⁴⁹ L. TURC et J.-P. TRZPIT, "Les bilans d'eau : un thème de recherche fondamental pour la climatologie écologique", *Physio-géo*, 1985, n° 12, p. 41-57.

⁵⁰ R. ARLÉRY et al., "Application des méthodes de Thornthwaite...", art. cité.

⁵¹ L. TURC et J.-P. TRZPIT, "Les bilans d'eau...", art. cité.

Les écarts sont faibles sauf pour les trois mois de l'hiver climatique. Pour l'année l'ETP Penman représente 1,14 (114 %) de l'ETP Turc (valeur située dans la classe 1,10-1,20 de la carte, figure 33, p.). Le rapport descend à 1,09 pour la période végétative d'avril à octobre. Des écarts du même ordre sont relevés pour les autres stations du réseau principal.

La référence aux nombreuses analyses comparées menées en Basse-Normandie nous conduit à considérer équivalents les résultats obtenus à partir des deux méthodes, **compte tenu de l'objectif ici assigné au bilan hydrique stationnel et des autres variables utilisées dans le calcul de celui-ci.**

1.3.3. Le déficit climatique

Le déficit climatique est la différence entre l'évapotranspiration potentielle calculée et les précipitations.

$$\boxed{DC = ETP - Pr \quad \text{en mm}}$$

Paramètre opposé au *bilan hydrique direct* de Cachan ($P - ETP$), **DC** mesure bien un déficit. Sa valeur positive traduit la "tension" établie entre la demande énergétique et l'offre hydrique ; elle signe la limite du bioclimat face à la demande biologique et manifeste les possibilités intrinsèques de la station à satisfaire la demande hydrique de la végétation⁵². Dans le calcul du bilan d'eau intervient une valeur dérivée du déficit climatique, le **déficit cumulé**, utilisée par Thornthwaite pour l'établissement de ses courbes de vidange de la réserve du sol et, partant, de la réserve utilisable, RU, lors des mois d'appel à la réserve. Le déficit climatique ne fait appel qu'aux apports hydriques météoriques ; il ne prend pas en compte les autres sources d'eau, réserves accumulées par le sol et apports exogènes comme les nappes plus ou moins permanentes, phréatiques ou non. Ce bilan hydrique, direct en quelque sorte, offre une valeur satisfaisante, bien que tronquée, du bilan de l'eau dans le compartiment Sol-Plante-Atmosphère.

1.3.4. L'évapotranspiration réelle, **ETR**, signe l'ajustement entre l'offre et la demande

« A petite échelle, l'ETp est un fondement indispensable de la classification biologique des climats. Mais dans un cadre régional de médiocre étendue, elle ne rend pas compte des nuances que la couverture végétale enregistre [...]. L'ETR paraît au contraire capable d'éclairer les détails de la mosaïque végétale » écrit René BRAQUE⁵³ qui sous-entend implicitement une différence de nature entre les deux variables.

a - Notion d'évapotranspiration réelle

La variable *évapotranspiration réelle* exprime la quantité d'eau réellement évapotranspirée par une surface de sol durant un temps donné. L'ETR est liée à l'ETP et dépend de la quantité d'eau disponible pour les plantes, eau météorique et réserve du sol (l'offre dans le système). Contrairement à l'ETP calculée l'ETR calculée prend en compte des facteurs du milieu qui interviennent à la grande échelle des transects sur les versants mais n'influent pas sur l'ETP. C'est le cas de l'épaisseur et de la texture du sol, qui entrent dans la mesure de la réserve hydrique. A l'échelle mésologique la variation stationnelle des ETR est sensible, même en tenant compte des intervalles d'erreur dans les évaluations. Nous verrons *infra* les procédures de calcul. Au delà de l'offre climatique l'évaluation de l'ETR place l'analyse de l'économie de l'eau dans la réalité des structures de la biosphère. Une ETR inférieure à l'ETP signale l'insuffisance de l'offre hydrique dans le système qui se traduit par l'apparition d'un déficit hydrique. Dans le sPro-S sa valeur maximale au pas de temps mensuel ou décadaire est considérée égale à l'ETP calculée. Dans le sPro-A sa valeur maximale, **ETR_{max}**, est égale à l'évapotranspiration potentielle diminuée des précipitations interceptées par le couvert :

⁵² Le déficit climatique peut se représenter par un diagramme. L'intérêt du "profil" obtenu est de permettre une comparaison entre stations, qui peut conduire à une typologie. Un indice de déficit climatique stationnel peut se mettre sous la forme :

$$\boxed{ID_s = \frac{DC}{ETP} \times 100}$$

Cet indice varie de 0 pour des stations sans déficit à 100 dans le cas où les précipitations sont nulles.

⁵³ R. BRAQUE, *Biogéographie*, op. cit.

ETR_{max} = ETP - PrI. Quand l'absence de feuillage rend l'interception nulle, alors **ETR_{max} = ETP.** L'évapotranspiration réelle figure l'efficacité hydrique du bioclimat.

b- Calcul de l'évapotranspiration réelle

L'ETR est calculée par la formule :

$$\boxed{\text{ETR} = \text{Pr} + \text{RUt} \quad \text{en mm}}$$

Le fonctionnement hydrique de l'arbre, comme celui du couvert végétal, est d'autant plus satisfaisant que le rapport ETR/ETP ou ETR/ETR_{max} est proche de 1. La différence ETP - ETR mesure l'efficacité bioclimatique. Un graphique simple peut illustrer cette notion (voir *infra*). L'évapotranspiration réelle calculée ne rend pas un compte très exact de la réalité biologique, entre autres raisons parce qu'elle omet la régulation stomatique qui tend à réduire la respiration lorsque commence la période de sécheresse⁵⁴. Par ailleurs l'ETP régionale qui mesure la demande bioclimatique peut être, dans une certaine mesure, modifiée à l'échelon local du peuplement. Bandes d'abri, clairières, couverts légers qui changent la rugosité du sol abaissent l'ETP et font remonter la valeur du rapport ETR/ETP dans les secteurs à déficit hydrique.

c- Des éléments de comparaison

= Dans notre protocole les variables de base pour le calcul de l'évapotranspiration réelle sont Pr, ETP et RU. Des formules d'ETR plus simples ne prennent en compte que les précipitations et la température. Nous retenons, pour une comparaison des résultats, les formules d'évaluation de l'ETR annuelle de COUTAGNE⁵⁵ et de TURC⁵⁶. Dans les deux formules la température intervient par un coefficient modérateur. La formule de Coutagne est la suivante :

$$\boxed{\text{ETR} = \text{P} - \lambda \text{P}^2}$$

avec P, lame d'eau annuelle en **mètres** ; λ , coefficient de valeur = $1 / (0,8 + 0,14T)$
T, température annuelle moyenne (en °C).

Celle de Turc utilise les mêmes variables :

$$\boxed{\text{ETR} = \frac{\text{P}}{\sqrt{0,9 + \text{P}^2/\text{L}^2}}}$$

avec P, lame d'eau annuelle en **millimètres**, L, coefficient de valeur = $300 + 25 T + 0,05 T^3$.

Les formules (notées ETR_c Coutagne et ETR_t Turc) appliquées aux stations de Reims et de Metz donnent les valeurs suivantes.

Tableau 35
ETR_c et ETR_t, stations de Reims et de Metz

Stations	ETR _c année	ETR _t année	ETR _c +ETR _t 2
Reims	422	424	423
Metz	481	466	473,5

= Jean MARGAT⁵⁷ présente une carte des ETR moyennes annuelles en France pour la période 1946-1976 (figure 34, p. 213), dérivée de la carte des "Précipitations efficaces moyennes annuelles en France" (chapitre quatre, figure 45, p. 309). L'ETR est considérée comme un "sous-produit" du calcul des précipitations efficaces, **P_{ef}**, suivant la formule **ETR = Pr - P_{ef}**. L'ETR a la « signification d'un index de l'écoulement (moyen annuel) local, homologue de la

⁵⁴ M. BECKER, "Transpiration et comportement vis à vis de la sécheresse de jeunes plants forestiers", *Ann. Sci. forest.*, 27 (4), 1970, p. 401-420.

⁵⁵A. COUTAGNE, "Etude générale des variations de débit en fonction des facteurs qui les conditionnent", *La Houille Blanche*, p. 136-146.

⁵⁶ L. TURC, "Évaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration, formule simplifiée et mise à jour", *Ann. Agron.*, 1961, tome XII, p. 13-49.

⁵⁷ J. MARGAT, *Recueil de longues séries de précipitations efficaces en France*, publié par le ministère de la Culture et de l'Environnement, DPPN, Serv. prob. eau, et le BRGM, 1978. Cette carte est reproduite dans le document cité note 10, p. 2, qui donne aussi une liste des cartes thématiques dressées en France.

signification d'index de l'écoulement potentiel (moyen annuel) attribué à la précipitation efficace »⁵⁸. Les ETR "calculées aux stations" sont de 468 mm à Reims, de 495 mm à Metz. On peut estimer que les valeurs vont de 470-475 à 535-540 mm sur la dition. Concluons en comparant les ETR obtenues avec les différentes méthodes (tableau 36). Les sPro-S et sPro-A, et une réserve utile de 100 mm sont retenus pour la méthode du bilan d'eau stationnel.

Tableau 36
Les valeurs annuelles d'ETR de Reims et de Metz calculées selon quatre méthodes

Stations	Méthode du bilan d'eau stationnel (R=100 mm)				Formule directe Moyenne Coutade/Turc	F. dérivée Margat
	sPro-S		sPro-A			
	année	PAVP	année	PAVP	année	année
Reims	503	429	438	364	423	468
Metz	543	480	463	400	473,5	495

Comparons la méthode du bilan aux autres formules. Pour les formules directes avec le sPro-S, les valeurs d'ETR sont comparables si l'on prend l'ETR de la période végétative⁵⁹ (avril à octobre) et non l'ETR annuelle ; pour Reims l'écart est égal à 6 (- 1,6 %), pour Metz, il est égal à 6,5 (+ 1,3 %). Si l'on utilise le sPro-A c'est alors l'ETR annuelle qui est comparable ; pour Reims l'écart est de 15 (- 3,4 %), pour Metz de 10,5 (- 2,3 %). C'est l'ETR annuelle du sPro-A qui se rapproche le plus des valeurs de la formule dérivée de Margat pour Reims (+ 30 mm), celle de la Pavp du sPro-S pour Metz (+ 15 mm). Compte tenu de la diversité des variables retenues, il est difficile d'aller plus loin dans l'analyse.

⁵⁸ ID., *ibid.*

⁵⁹ La période végétative annuelle recouvre deux notions ; la période d'activité végétale potentielle (PAVP), limitée par des seuils thermiques, et la période d'activité végétale réelle (PAVR), fraction de la précédente limitée par des seuils hydriques. Dans nos régions PAVP et PAVR se confondent (voir *infra*).

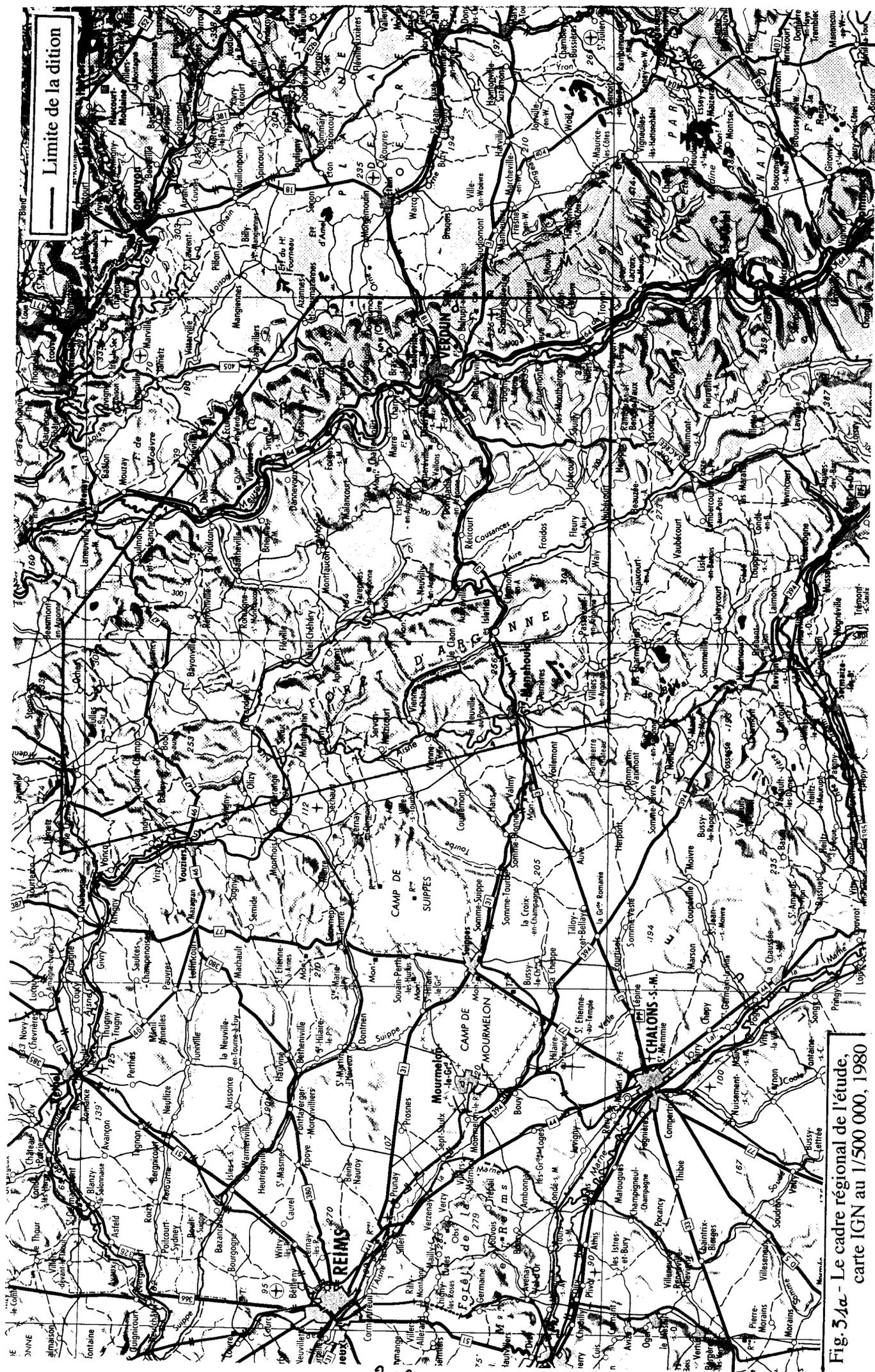


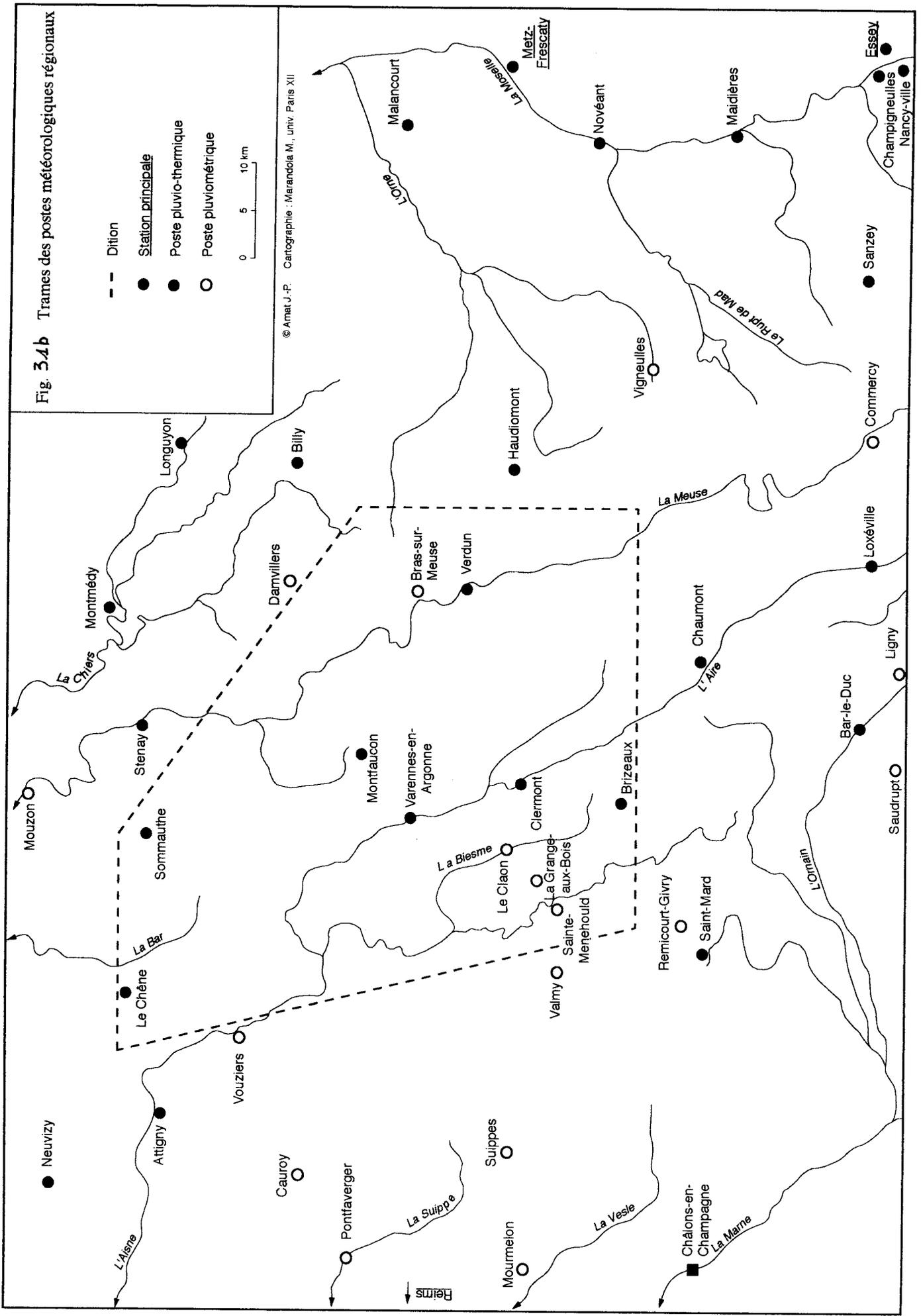
Fig. 34a - Le cadre régional de l'étude, carte IGN au 1/500 000, 1980

Fig. 34b Trames des postes météorologiques régionaux

- - - Dition
- Station principale
- Poste pluviométrique
- Poste pluviométrique

0 5 10 km

© Amat J.-P. Cartographie : Marandola M., univ. Paris XII



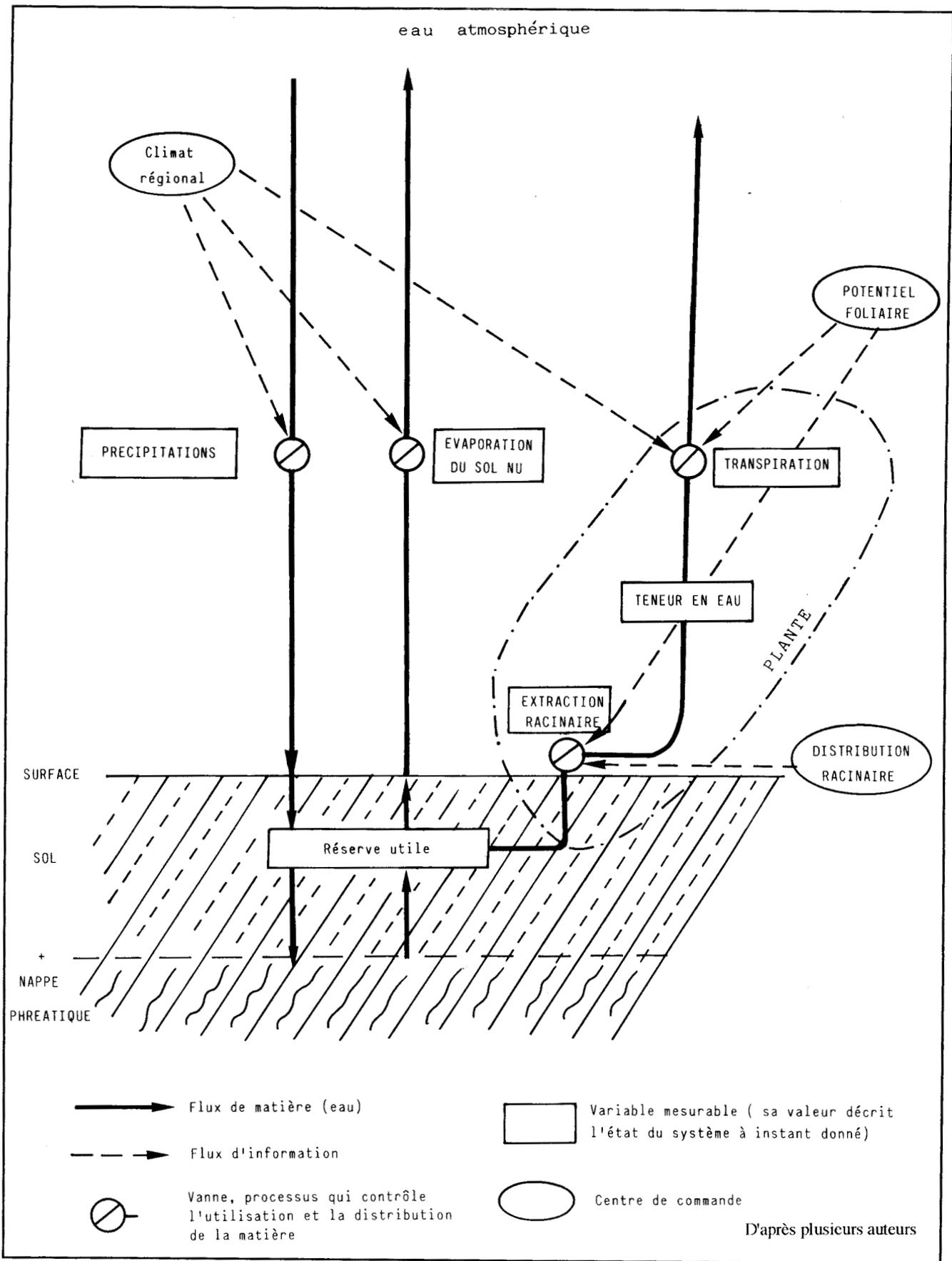


Fig. 32 - Transferts hydriques dans le système APS, atmosphère - plante - sol

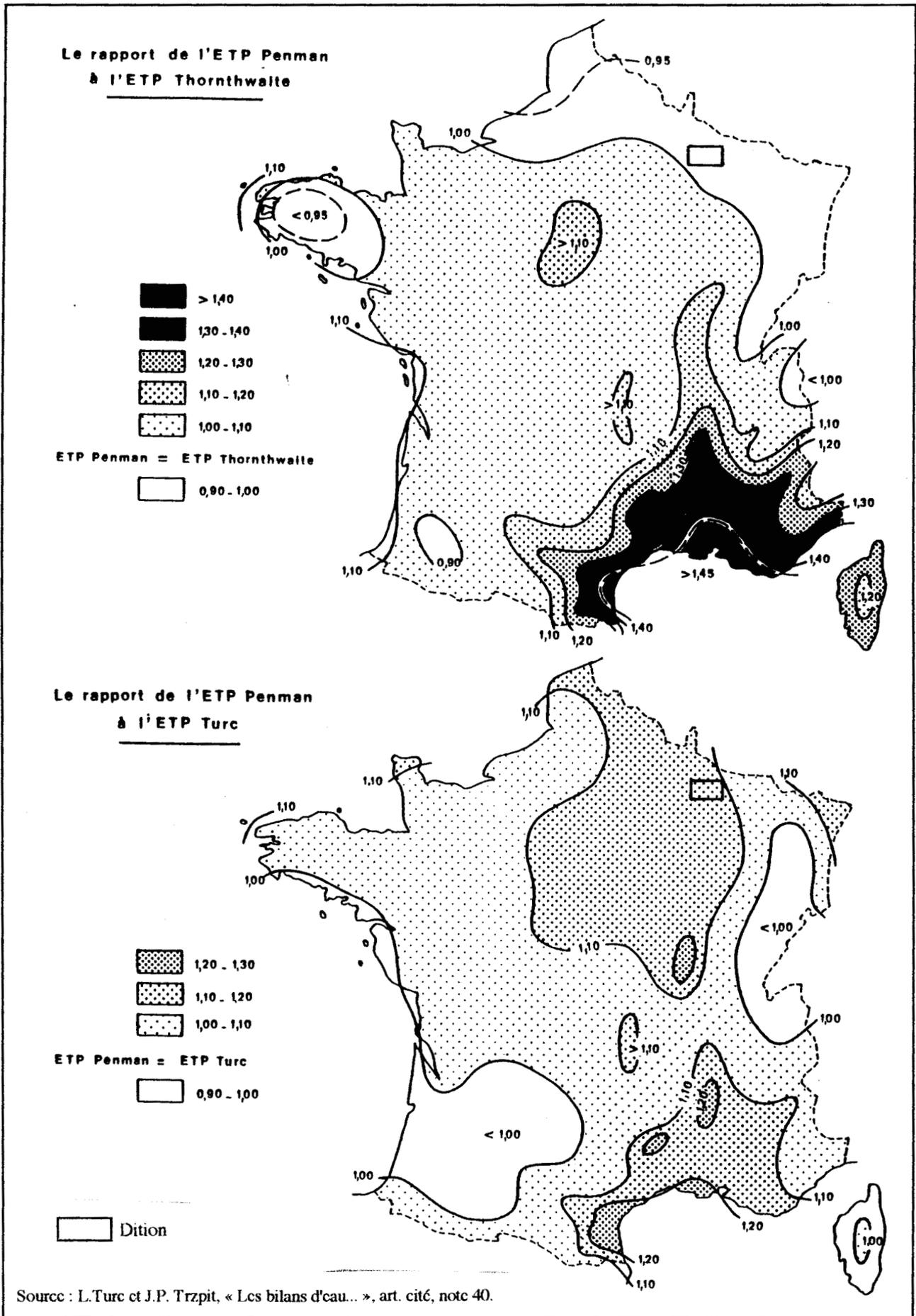


Fig. 33 Carte de France des rapports de l'ETP Penman aux ETP Thornthwaite et Turc

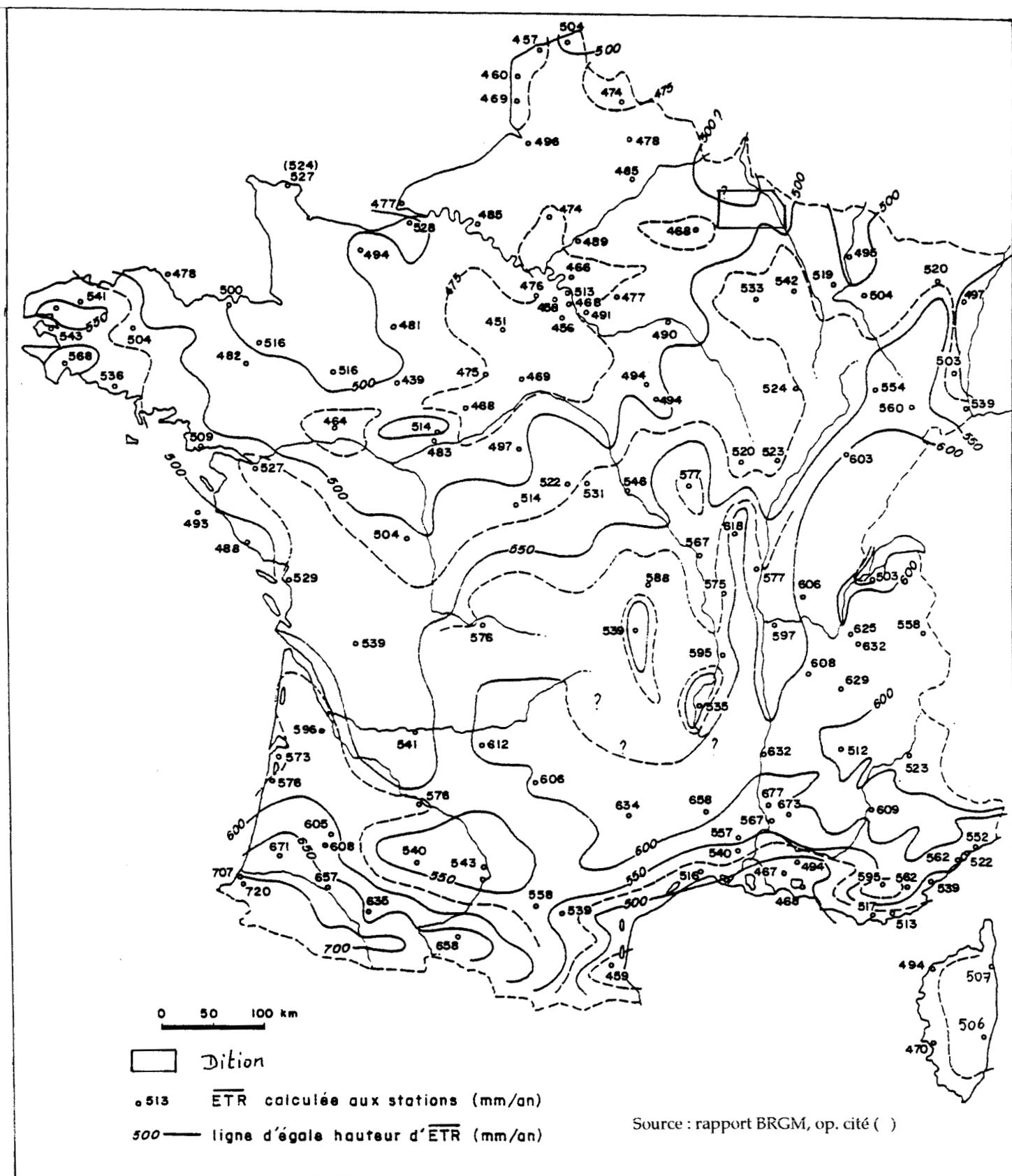


Fig. 34 Les évapotranspirations réelles moyennes annuelles en France, 1946-1976 (58b)

1.4. Fiche synoptique du bilan d'eau stationnel

L'évaluation du bilan hydrique est inspirée d'un premier modèle de bilan⁶⁰ repris par de nombreux auteurs et du modèle établi par Gérard Houzard dans sa thèse. Les données brutes, les résultats des calculs et les variables de synthèse sont présentés sous la forme d'une fiche synoptique normalisée appelée *Bilan d'eau stationnel* (noté souvent dans la suite du texte BES pour alléger l'écriture). Cette fiche a deux variantes, celle du sPro-S et celle du sPro-A.

1.4.1. Analyse de la fiche de Reims, station météorologique principale

La fiche comporte sur deux pages (figures 35a et 35b, p. 215 et 216) un tableau principal et quatre tableaux simplifiés (pour lesquels les lignes identiques à celles du tableau principal n'ont pas été reproduites).

= Sur la première page le tableau principal présente :

- les étapes du calcul du déficit hydrique relatif pour une réserve d'eau standard de 100 mm ;
- le type de biofaciès stationnel ;
- l'indice de potentialité bioclimatique et les indices d'aridité ;
- le tableau simplifié pour une réserve de 150 mm.

= Sur la seconde page trois tableaux simplifiés concernent les réserves de 75, 50 et 25 mm.

Les valeurs des grandeurs mensuelles de caractère classique (durée d'insolation théorique, irradiation solaire à la limite de l'atmosphère) ont été calculées directement à partir des paramètres géographiques de chaque station à l'aide d'un sous-programme commun au sPro-S et sPro-A (annexe 3-1, p. 5). Cette procédure a dispensé de l'utilisation de tableaux de nombres ou d'abaques⁶¹. La précision des résultats est commentée dans l'annexe. La période d'activité de la saison végétative (PAVP) a été fixée en fonction des températures mensuelles soit l'ensemble des mois de température moyenne supérieure ou égale à 7° C pour les feuillus et à 3°C pour les résineux. Certains paramètres comme la longueur de la saison végétative, l'orientation (nord ou sud) et la valeur de la pente varient suivant les sites de sylvofaciès. L'établissement du BES de chaque site implique des sous-programmes informatiques d'ajustement des variables à partir des deux stations de référence Reims et Metz (figures 36a et 36b, p. 217 et p. 218) (voir *infra* §3). La fiche adaptée pour les sylvofaciès résineux est présentée en annexe 3-4 (p. 10). Séquençons d'abord le tableau principal pour la variante sPro-S.

1.4.2. Le calcul du déficit hydrique relatif

La température et la durée d'insolation sont envisagées au pas de temps mensuel comme dans les études des auteurs précités. La période de référence est en général la normale météorologique 1951-1980. *In fine* le BES est exprimé par la variable "globalisante" du *déficit hydrique relatif*. Cette variable est plus un agrégat qu'un élément du système ; **c'est à elle qu'on peut appliquer la définition de la boîte noire** ⁶². Elle donne une image synthétique d'un ensemble au sein duquel il faut se résigner à ne pouvoir tout quantifier et que « nous ne connaissons que par quelques étiquettes qui nous diront (sa) position relative dans (son) environnement »⁶³. L'agrégation des déficits hydriques relatifs mensuels exprime la notion de *déficit hydrique relatif saisonnier*. Il faut retenir le type d'agrégation des données le plus adapté à l'analyse de système retenue. Précisons la nature des grandeurs figurant dans le calcul.

a - Principe de lecture, réserve utilisable et réserve utilisée

La RU du mois de mars est de 100 mm car les précipitations sont inférieures à l'ETP ; RUt est nulle. En avril, RU égale 78 mm (valeur trouvée à partir de l'équation traduisant les

⁶⁰ R. ARLÉRY, M. GARNIER et R. LANGLOIS, "Application des méthodes de Thornthwaite ...", art. cit., note 35 ; station d'Angoulême ; tableaux de la figure 4, p. 350, *Calcul de l'évaporation potentielle* et de la figure 15, p. 356, *Éléments moyens mensuels du bilan de l'eau du sol (mm)*. Pour la présentation de ce modèle, Ch.-P. PÉGUY, *Précis de climatologie*, op. cit. ; graphiques souvent utilisés, par exemple Alain HUETZ DE LEMPS, *Les paysages végétaux du globe*, Paris, Masson, 1994, p. 33.

⁶¹ Ch.-P. PÉGUY, *Précis de climatologie*, op. cit. ; G. HOUZARD, *thèse*, op. cit.

⁶² Jean-Louis LEMOIGNE, *La théorie ...*, op. cit., chap. 2, p. 54.

⁶³ ID., *ibid.*

REIMS-VILLE (MARNE)

1951-1980

Latitude: 49.3°
 Altitude: 99m
 Station principale: REIMS (1951-1980)

Type de peuplement: FEUILLUS
 PAVP: température mensuelle moyenne >= 7°C
 RESERVE UTILE (R): 100mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
INSOLATION REELLE (h)	53	79	137	178	214	219	221	205	173	121	63	49		
INSOLAT.THEORIQUE (h)	265	279	364	407	470	479	482	439	373	328	268	250		
IGA (cal/cm2/j)	232	366	562	769	926	994	956	822	631	427	265	194		
TEMPERATURE MOY. (°C)	2.3	3.3	6.1	9.1	12.8	16	17.8	17.6	15	10.8	6	3.3	14.2	10
ETP (TURC) (mm)	6	12	33	58	89	103	108	95	67	38	15	8	558	632
PRECIPITATIONS (Pr) (mm)	40	41	43	34	53	56	51	56	51	44	53	47	345	569
DEFICIT CLIMAT. (ETP-Pr) (mm)	-34	-29	-10	24	36	47	57	39	16	-6	-38	-39		
DEFICIT CUMULE (mm)				24	60	107	164	203	219					
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	100	100	100	78	54	33	18	12	10	16	54	93		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	22	24	21	15	6	2	0	0	0	90	90
ETR (Pr+RUt) (mm)	6	12	33	56	77	77	66	62	53	38	15	8	429	503
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	2	12	26	42	33	14	0	0	0	129	129
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	27	29	10											66
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	3	13	25	39	35	21	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 23% BIOFACIES: SUBSEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 359 CLASSE DE POTENTIALITE: FAIBLE
 INDICES D'ARIDITE (ANNUEL, SEMESTRIEL, DE JUILLET): A = 28 As = 24 Aj = 22
 INDICE D'ARIDITE DE LA PAVP: AS = 24

REMARQUES: QUALITE DE LA SERIE 'PRECIPITATIONS' (GARNIER): 1

RESERVE UTILE (R): 150mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	150	150	150	127	100	72	49	38	34	40	78	117		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	23	27	28	23	11	4	0	0	0	116	116
ETR (Pr+RUt) (mm)	6	12	33	57	80	84	74	67	55	38	15	8	455	529
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	1	9	19	34	28	12	0	0	0	103	103
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	1	29	10											40
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	2	10	18	31	29	18	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 18% BIOFACIES: DEFICIENT
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 400 CLASSE DE POTENTIALITE: MOYENNE

Fig. 35a- Bilan d'eau stationnel de la station de Reims, sPro-S (feuillet 1)

RESERVE UTILE (R): 75mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	75	75	75	55	35	20	10	6	5	11	49	75		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	20	20	15	10	4	1	0	0	0	70	70
ETR (Pr+RUt) (mm)	6	12	33	54	73	71	61	60	52	38	15	8	409	483
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	4	16	32	47	35	15	0	0	0	149	149
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10									13		86
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	7	18	31	44	37	22	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.				■	■	■	■	■	■	■	■	■		

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 27% BIOFACIES: SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 326 CLASSE DE POTENTIALITE: FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 50mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	50	50	50	35	21	10	5	3	2	8	46	50		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	15	14	11	5	2	1	0	0	0	48	48
ETR (Pr+RUt) (mm)	6	12	33	49	67	67	56	58	52	38	15	8	387	461
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	9	22	36	52	37	15	0	0	0	171	171
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10									35		108
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	16	25	35	48	39	22	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.				■	■	■	■	■	■	■	■	■		

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 31% BIOFACIES: TRES SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 289 CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 25mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	25	25	25	17	10	5	2	1	1	7	25	25		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	8	7	5	3	1	0	0	0	0	24	24
ETR (Pr+RUt) (mm)	6	12	33	42	60	61	54	57	51	38	15	8	363	437
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	16	29	42	54	38	16	0	0	0	195	195
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10								20	39		132
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	28	33	41	50	40	24	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.				■	■	■	■	■	■	■	■	■		

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 35% BIOFACIES: TRES SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 247 CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE

Fig. 35b - Bilan d'eau stationnel de la station de Reims, sPro-S (feuillet 2)

METZ-FRESCATY (MOSELLE)

1951-1980

Latitude: 49.1°
 Altitude: 190m
 Station principale: METZ (1951-1980)

Type de peuplement: FEUILLUS
 PAVP: température mensuelle moyenne >= 7°C
 RESERVE UTILE (R): 100mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
INSOLATION REELLE (h)	41	70	123	160	199	203	218	194	158	101	46	37		
INSOLAT.THEORIQUE (h)	265	280	364	407	469	478	481	439	373	329	269	250		
IGA (cal/cm2/j)	235	369	564	770	926	994	956	823	633	429	268	197		
TEMPERATURE MOY. (°C)	1.4	2.7	5.8	9.2	13.1	16.4	18.1	17.7	14.9	10.2	5.3	2.4	14.2	9.7
ETP (TURC) (mm)	4	10	30	56	86	100	108	92	64	34	13	6	540	603
PRECIPITATIONS (Pr) (mm)	59	57	54	46	65	66	61	75	58	51	66	67	422	725
DEFICIT CLIMAT. (ETP-Pr) (mm)	-55	-47	-24	10	21	34	47	17	6	-17	-53	-61		
DEFICIT CUMULE (mm)				10	31	65	112	129	135					
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	100	100	100	90	73	51	31	26	25	42	95	100		
RESERVE UTILISEE (RUT) (mm)	0	0	0	10	17	22	20	5	1	0	0	0	75	75
ETR (Pr+RUT) (mm)	4	10	30	56	82	88	81	80	59	34	13	6	480	543
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	4	12	27	12	5	0	0	0	60	60
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	55	47	24									56		182
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	0	5	12	25	13	8	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 11% BIOFACIES: SUBHUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 449 CLASSE DE POTENTIALITE: MOYENNE
 INDICES D'ARIDITE (ANNUEL, SEMESTRIEL, DE JUILLET): A = 37 As = 30 Aj = 26
 INDICE D'ARIDITE DE LA PAVP: AS = 30

REMARQUES: QUALITE DE LA SERIE 'PRECIPITATIONS' (GARNIER): 1

METZ-FRESCATY 1951-1980 (suite)

FEUILLUS

RESERVE UTILE (R): 150mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	150	150	150	140	122	96	70	62	60	77	130	150		
RESERVE UTILISEE (RUT) (mm)	0	0	0	10	18	26	26	8	2	0	0	0	90	90
ETR (Pr+RUT) (mm)	4	10	30	56	83	92	87	83	60	34	13	6	495	558
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	3	8	21	9	4	0	0	0	45	45
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	55	47	24									41		167
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	0	3	8	19	10	6	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 8% BIOFACIES: HUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 472 CLASSE DE POTENTIALITE: FORTE

Fig. 36a Bilan d'eau stationnel de la station de Metz, sPro-S (feuillet 1)

RESERVE UTILE (R): 75mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	75	75	75	66	51	33	18	15	14	31	75	75		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	9	15	18	15	3	1	0	0	0	61	61
ETR (Pr+RUt) (mm)	4	10	30	55	80	84	76	78	59	34	13	6	466	529
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	1	6	16	32	14	5	0	0	0	74	74
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	55	47	24								9	61		196
DEFIC. HYDR. RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	2	7	16	30	15	8	0	0	0		
CLASSES DEFIC. HYDR. RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 14% BIOFACIES: SUBHUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 427 CLASSE DE POTENTIALITE: MOYENNE

RESERVE UTILE (R): 50mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	50	50	50	43	32	19	10	8	7	24	50	50		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	7	11	13	9	2	1	0	0	0	43	43
ETR (Pr+RUt) (mm)	4	10	30	53	76	79	70	77	59	34	13	6	448	511
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	3	10	21	38	15	5	0	0	0	92	92
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	55	47	24								27	61		214
DEFIC. HYDR. RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	5	12	21	35	16	8	0	0	0		
CLASSES DEFIC. HYDR. RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 17% BIOFACIES: DEFICIENT
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 399 CLASSE DE POTENTIALITE: FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 25mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	25	25	25	21	16	9	5	3	3	20	25	25		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	4	5	7	4	2	0	0	0	0	22	22
ETR (Pr+RUt) (mm)	4	10	30	50	70	73	65	77	58	34	13	6	427	490
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	6	16	27	43	15	6	0	0	0	113	113
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	55	47	24								48	61		235
DEFIC. HYDR. RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	11	19	27	40	16	9	0	0	0		
CLASSES DEFIC. HYDR. RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS = 21% BIOFACIES: SUBSEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB = 366 CLASSE DE POTENTIALITE: FAIBLE

Fig. 36b Bilan d'eau stationnel de la station de Metz, sPro-S (feuillet 2)

abaques de Thornthwaite), alors $RU_t = 22$ mm. En mai $RU = 54$ mm (pour un déficit cumulé de 60 mm), alors $RU_t = 24$ mm. Ainsi jusqu'en septembre où RU_t n'est plus que de 2 mm pour une RU de 10 mm. L'appel à la réserve disparaît en octobre car $Pr > ETP$; alors la réserve commence à se recharger de 6 mm. La période de recharge dure jusqu'en décembre. La réserve utilisée totale est de 90 mm durant la PAVP.

b - Principe de lecture, évapotranspiration réelle

Le résultat de l'égalité $ETR = Pr + RU_t$ ne peut être retenu s'il est supérieur à la valeur de ETP. Dans ce cas on prend évidemment $ETR = ETP$. Il en résulte que cette formule ne s'applique pas aux valeurs des colonnes PAVP et Année.

c - Le déficit hydrique

Le déficit hydrique ΔH qui traduit l'ajustement entre l'offre et la demande s'exprime par la relation :

$$\Delta H = ETP - ETR \quad \text{en mm}$$

Calculé mois par mois le déficit hydrique ne peut apparaître que durant la PAVP. Il a une signification en terme de productivité forestière comme le note Gérard HOUZARD : « Nous retenons une forte ETR comme un élément positif, et nous considérons que le déficit hydrique (= ETP-ETR) constitue un facteur limitant »⁶⁴. Ce facteur limitant n'existe pas pour les stations à alimentation exogène en eau où $\Delta H = 0$; dans ce cas le système est ouvert pour le fluide eau. Ainsi les fonds de vallons de l'Argonne, des amphithéâtres d'amont aux lignes de source, sont toujours alimentés en eau d'inféro-flux (cartes HT Argonne 1995).

d - Le déficit hydrique relatif

Le déficit hydrique relatif $\Delta H\%$ est calculé pour chaque mois et pour la période d'activité végétale. Il est donné par la formule :

$$\Delta H\% = \frac{\Delta H}{ETR} \times 100$$

Cette variable permet les comparaisons entre les déficits hydriques de stations d'ETP différentes.

e - Le surplus hydrologique

Le surplus hydrologique SH est une fraction de l'abat météorique, l'eau gravitaire non extraite du sol par l'évapotranspiration. Cette réserve hydrologique « représente la potentialité de débit du cours d'eau en l'absence de précipitations »⁶⁵. Le surplus hydrologique mesure l'ajustement entre les entrées et les sorties de l'eau dans le réservoir du sol. Il est calculé mois par mois selon la formule :

$$SH = PrU - ETR - (RU_{\text{mois}} - RU_{\text{mois-1}}) \quad \text{en mm}$$

avec $PrU = Pr$ (sPro-S) ou $PrU = Pr - PrI$ (sPro-A) ; $R_{\text{mois-1}} = R_{\text{mois}} \text{ précédent}$.

soit pour l'année, si la réserve s'est reconstituée :

$$SH = PrU - ETR \quad \text{en mm}$$

Ainsi à Reims SH atteint 66 mm, alimenté par les seuls mois de janvier, février et mars, la réserve s'étant reconstituée pour janvier. Le surplus hydrologique SH est une variable de première importance dans le bilan hydrologique général. $|PrU - ETR|$ est diversement nommé : "Residual rainfall" au Royaume-Uni, "Lluvia util" (précipitations efficaces) en Espagne⁶⁶ ; sur la carte de l'Europe occidentale de la hauteur d'écoulement potentiel annuel (D "discharge" ou

⁶⁴ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., p. 69.

⁶⁵ Cl. M. COSANDEY, thèse, op. cit., p. 207.

⁶⁶ "Map of Residual Rainfall", in *Water Resources in England and Wales*, Water Resources Board, London, 1973, map 2 ; "Mapa de lluvia util", in *Mapa hidrogeologico nacional*, Memoria del Instituto geologico y minero de España, Madrid, 1972, t. 81.

"run-off" = P - ETR) proposée par A. BAUMGARTNER et E. REICHEL dans l'Atlas de l'ouvrage *The World Water Balance* ⁶⁷, le Bassin parisien apparaît dans les aires 15 et 20 cm.

1.4.2. Une synthèse bioclimatique

« Seuls les bilans d'eau permettent de déterminer les ressources offertes à la couverture végétale, année après année, mois par mois »⁶⁸.

a) Les valeurs chiffrées

Le profil bioclimatique de la station est défini par la longueur de la saison végétative et la succession des valeurs mensuelles du déficit hydrique relatif de cette saison végétative. La définition du volet bioclimatique du biofaciès repose sur la correspondance entre des valeurs prises par la variable quantifiée du déficit hydrique stationnel et la signification biologique de ces valeurs. Afin d'établir ces correspondances Gérard HOUZARD a calculé pour la France les déficits hydriques de « 150 stations appartenant au domaine des feuillus caducs »⁶⁹ et les a mis en regard des types de bioclimats définis par l'indice d'aridité semestriel d'Emmanuel de Martonne (tableau 37).

Tableau 37
Types de bioclimats de Martonne selon les valeurs de l'indice d'aridité semestriel (IV-IX)

indice	très humides	humides	déficients	subsecs	secs
As	> à 40	39 à 30	29 à 25	24 à 20	< à 20

Un essai de calage des cartes obtenues a conduit l'auteur à établir sept classes de déficit hydrique relatif, applicables au mois puis à la PAVP (tableau 38). Ces sept classes définissent autant de types de biofaciès (voir légende des cartes HT).

Tableau 38
Classes de déficit hydrique relatif d'après G. Houzard

Biofaciès	Déficit $\Delta HS\%$	Biofaciès	Déficit $\Delta HS\%$
hyper-humide	1 à 5[subsec	20 à 25[
humide	5 à 10[sec	25 à 30[
subhumide	10 à 15[très sec	30 à 50
déficient	15 à 20[

Des essais de terminologie sont menés par ailleurs. Jean Mounier⁷⁰ propose une typologie des mois selon le bilan hydrique ; est dit hyperhumide un mois dont l'excédent pluviométrique est destiné à l'écoulement ; humide, un mois durant lequel les réserves sont reconstituées ; déficitaire, subsec ou sec, un mois à déficit compris entre 0 et 30 mm, entre 30 et 60 mm, ou supérieur à 60 mm. Gérard HOUZARD constate pour la France non méditerranéenne des plaines, plateaux et collines « qu'une correspondance presque parfaite se réalise pour

⁶⁷ A. BAUMGARTNER et E. REICHEL, *The World Water Balance*, Amsterdam, Elsevier, 1975. ETR est calculé selon la méthode de Thornthwaite. Planche d'atlas "Europa (West) D" reproduite dans M. LOUVRIER et J. MARGAT, *op. cit.*, note 33, p. 10.

⁶⁸ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, *op. cit.*, p.

⁶⁹ ID., *ibid.*, p. 90-93.

⁷⁰ J. MOUNIER, *Le bilan hydrique, les contraintes de l'aménagement régional dues à l'eau*, cours, université de Rennes II, 1983.

les ensembles biologiquement humides (déficit égal ou inférieur à 15 % et As supérieur ou égal à 29) » et confirme « le grand intérêt que présente l'indice semestriel d'aridité As, calculé aisément à partir de données simples »⁷¹. L'auteur dresse un tableau, repris ci-dessous (tableau 39), des équivalences de valeurs entre ΔHS % et l'indice d'aridité de Martonne.

Tableau 39
Équivalences entre indice d'aridité et déficit hydrique relatif saisonnier

As >38	38 - 33	32 - 29	28 - 27	26	25	24	23	22	21	20	<20
HYPER HUMIDE	HUMIDE	SUBHUMIDE	DEFICIENT		SUBSEC			SEC		TRES SEC	
ΔHS %	5	10	15		20		25			30	

Source : G. Houzard, *thèse*, 1, p. 83.

Afin de répondre au souci de mener une étude à la fois applicative et comparative nous retiendrons ces classes de déficit hydrique relatif que l'auteur a, ultérieurement, proposées aux forestiers⁷². La fiche de BES porte donc les valeurs des indices d'aridité, annuel **A**, semestriel **As**, de la PAVP (qui se confond sur la dition avec l'indice semestriel) **AS** et du mois de juillet **Aj**. Pour Reims avec $RU = 100$ mm, ΔHS % = 23, **A** = 28, **As** = **AS** = 24, **Aj** = 22, en accord avec le tableau. Le tableau d'équivalence pour tous les postes est présenté au chapitre quatre.

b) La barrette graphique des classes de déficit hydrique

La fiche synoptique présente les déficits hydriques mensuels sous la forme d'une *barrette graphique* (figure 37a). Chaque classe de déficit est affectée d'une trame à valeur variable de gris.

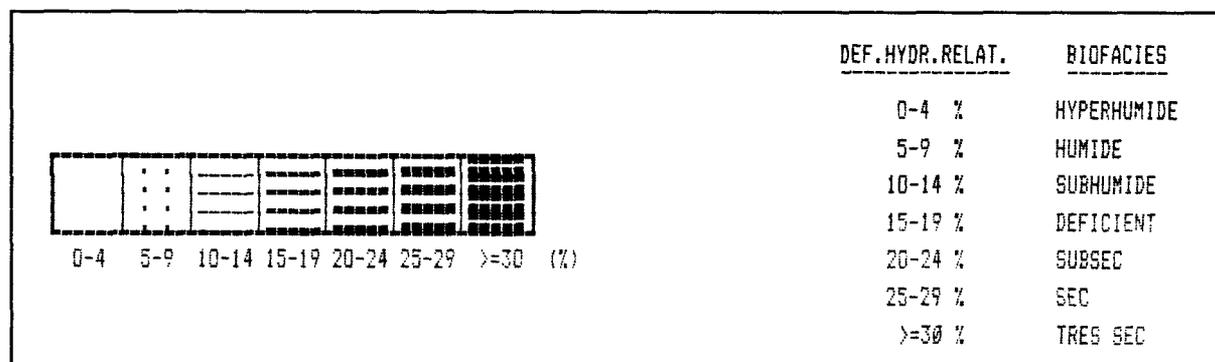


Fig. 37a Barrette graphique des classes de déficit hydrique

Cette barrette est un résultat autant qu'un instrument. Résultat car elle est la signature du bioclimat stationnel dont la lecture est mensuelle et annuelle, statique et dynamique ; instrument car elle autorise les comparaisons, les montages en série, les itérations, les simulations.

c - Fiches simplifiées de bilan hydrique stationnel

De la fiche générale du bilan hydrique stationnel est déduite une fiche simplifiée qui ne retient que les grandes variables et le bilan donné par ΔHS %, sur le modèle de la fiche de Reims (figure 37b, p. 222).

⁷¹ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., p.

⁷² G. HOUZARD, "Vers un classement des bioclimats des forêts caducifoliées françaises", *RFF*, 1984, 5, vol. 36, p. 362-374.

Réserve : 100 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
Besoins ETP	6	12	33	58	89	103	108	95	67	38	15	8	558	632
Ressources Précipitations Pr	40	41	43	34	53	56	51	56	51	44	53	47	345	569
Réserve utilisée RUt	0	0	0	22	24	21	15	6	2	0	0	0	90	90
Bilan hydrique ETR (Pr+RUt)	6	12	33	56	77	77	66	62	53	38	15	8	429	503
Déficit ΔH (ETP-ETR)	0	0	0	2	12	26	42	33	14	0	0	0	129	129
ΔH%	0	0	0	3	13	25	39	35	21	0	0	0		
Cycle de l'eau réserve utilisable RU	100	100	100	78	54	33	18	12	10	16	54	93		
Surplus hydrologique SH	27	29	10											66
		66												66
Bilan hydrologique	C			A					B				A: appel à la réserve	
Phénologie	morte saison			PAV : période d'activité végétale					morte saison				B: recharge C: écoulement	
Biofaciès	ΔHS = 23 %												subsec	

Réserve : 150 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
ΔH%	0	0	0	2	10	18	31	29	18	0	0	0		
Surplus hydrologique SH	40													40
Bilan hydrologique	C			A					B				A: appel à la réserve	
Phénologie	morte saison			PAV : période d'activité végétale					morte saison				B: recharge C: écoulement	
Biofaciès	ΔHS = 18 %												déficient	

Réserve : 75 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
ΔH%	0	0	0	7	18	31	44	37	22	0	0	0		
Surplus hydrologique SH	73											13		86
Bilan hydrologique	C			A					B		C		A: appel à la réserve	
Phénologie	morte saison			PAV : période d'activité végétale					morte saison				B: recharge C: écoulement	
Biofaciès	ΔHS = 27 %												sec	

Réserve : 50 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
ΔH%	0	0	0	16	25	35	48	39	22	0	0	0		
Surplus hydrologique SH	73											35		108
Bilan hydrologique	C			A					B		C		A: appel à la réserve	
Phénologie	morte saison			PAV : période d'activité végétale					morte saison				B: recharge C: écoulement	
Biofaciès	ΔHS = 31 %												très sec	

Réserve : 25 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
ΔH%	0	0	0	2	10	18	31	29	18	0	0	0		
Surplus hydrologique SH	73											59		132
Bilan hydrologique	C			A					B		C		A: appel à la réserve	
Phénologie	morte saison			PAV : période d'activité végétale					morte saison				B: recharge C: écoulement	
Biofaciès	ΔHS = 35 %												très sec	

Fig. 37b - Fiche simplifiée de bilan hydrique stationnel, station de Reims

1.4.3. Variante de la fiche synoptique pour le sPro-S.

Le principe et les précautions de lecture sont identiques pour les fiches synoptiques des deux sous-programmes. Dans l'étiquette, outre les deux lignes PrI et PrU, apparaît la variable ETR_{max}. La formule du déficit hydrique devient :

$$\Delta H = ETR_{max} - ETR \quad \text{en mm}$$

L'introduction de ETR_{max} fait que les déficits hydriques sont les mêmes pour les deux sous-programmes (figures 38a et 38b, p. 224 et 225). Comme le surplus hydrologique ne se manifeste que durant les mois d'hiver il ne change pas car en l'absence de couvert PrI est nulle. Seule l'ETR diminue, de 503 à 438 mm ; la perte de 65 mm est équivalente à PrI ; c'est autant d'eau qui ne participe plus à l'effet de mèche. Le déficit hydrique relatif est donc plus élevé et le biofaciès change comme le montre le tableau 310.

Tableau 310
Variations de ΔSH % et du biofaciès selon le sous-programme, station de Reims

	valeurs par classes de réserve									
	150 mm		100 mm		75 mm		50 mm		25 mm	
	sPro-S	sPro-A	sPro-S	sPro-A	sPro-S	sPro-A	sPro-S	sPro-A	sPro-S	sPro-A
ΔSH % Pavp	18	déf.	23	subsec	27	sec	31	très sec	35	très sec
biofaciès	21	subsec	26	sec	30	très sec	35	très sec	40	très sec

Dans le sPro-A le déficit hydrique stationnel est rapporté à ETR_{max} et non à ETP. La transposition des classes de ΔSH % ne peut alors être directe et les seuils de classes doivent être adaptés. L'analyse comparative interrégionale n'est possible que pour les bilans hydriques établis avec le sPro-S.

REIMS-VILLE (MARNE)

1951-1980

Latitude: 49.3°
 Altitude: 99m
 Station principale: REIMS (1951-1980)

Type de peuplement: FEUILLUS
 PAVP: température mensuelle moyenne >= 7°C
 RESERVE UTILE (R): 100mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
INSOLATION REELLE (h)	53	79	137	178	214	219	221	205	173	121	63	49		
INSOLAT.THEORIQUE (h)	265	279	364	407	470	479	482	439	373	328	268	250		
IGA (cal/cm2/j)	232	366	562	769	926	994	956	822	631	427	265	194		
TEMPERATURE MOY. (°C)	2.3	3.3	6.1	9.1	12.8	16	17.8	17.6	15	10.8	6	3.3	14.2	10
ETP (TURC) (mm)	6	12	33	58	89	103	108	95	67	38	15	8	558	632
PRECIPITATIONS (Pr) (mm)	40	41	43	34	53	56	51	56	51	44	53	47	345	569
EAU INTERCEPTEE (PrI) (mm)	0	0	0	3	11	11	10	11	10	9	0	0	65	65
PRECIPIT. UTILES (PrU) (mm)	40	41	43	31	42	45	41	45	41	35	53	47	504	280
DEFICIT CLIMAT.(ETP-Pr) (mm)	-34	-29	-10	24	36	47	57	39	16	-6	-38	-39		
DEFICIT CUMULE (mm)				24	60	107	164	203	219					
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	100	100	100	78	54	33	18	12	10	16	54	93		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	22	24	21	15	6	2	0	0	0	90	90
ETRmax (ETP-PrI) (mm)	6	12	33	55	78	92	98	84	57	29	15	8	493	567
ETR (PrU+RUt) (mm)	6	12	33	53	66	66	56	51	43	29	15	8	364	438
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	2	12	26	42	33	14	0	0	0	129	129
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	27	29	10											66
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	4	15	28	43	39	25	0	0	0		

CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.



DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 26% BIOFACIES: SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 292 CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE
 INDICES D'ARIDITE (ANNUEL, SEMESTRIEL, DE JUILLET): A= 28 As= 24 Aj= 22
 INDICE D'ARIDITE DE LA PAVP: AS= 20

REMARQUES: QUALITE DE LA SERIE 'PRECIPITATIONS' (GARNIER): 1

RESERVE UTILE (R): 150mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	150	150	150	127	100	72	49	38	34	40	78	117		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	23	27	28	23	11	4	0	0	0	116	116
ETRmax (ETP-PrI) (mm)	6	12	33	55	78	92	98	84	57	29	15	8	493	567
ETR (PrU+RUt) (mm)	6	12	33	54	69	73	64	56	45	29	15	8	390	464
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	1	9	19	34	28	12	0	0	0	103	103
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	1	29	10											40
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	2	12	21	35	33	21	0	0	0		

CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.



DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 21% BIOFACIES: SUBSEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 335 CLASSE DE POTENTIALITE: FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 75mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	75	75	75	55	35	20	10	6	5	11	49	75		
RESERVE UTILISEE (Rut) (mm)	0	0	0	20	20	15	10	4	1	0	0	0	70	70
ETR _{max} (ETP-PrI) (mm)	6	12	33	55	78	92	98	84	57	29	15	8	493	567
ETR (PrU+Rut) (mm)	6	12	33	51	62	60	51	49	42	29	15	8	344	418
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	4	16	32	47	35	15	0	0	0	149	149
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10									13		86
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	7	21	35	48	42	26	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: $\Delta HS = 30\%$ BIOFACIES: TRES SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: $IPB = 259$ CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 50mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	50	50	50	35	21	10	5	3	2	8	46	50		
RESERVE UTILISEE (Rut) (mm)	0	0	0	15	14	11	5	2	1	0	0	0	48	48
ETR _{max} (ETP-PrI) (mm)	6	12	33	55	78	92	98	84	57	29	15	8	493	567
ETR (PrU+Rut) (mm)	6	12	33	46	56	56	46	47	42	29	15	8	322	396
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	9	22	36	52	37	15	0	0	0	171	171
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10									35		108
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	16	28	39	53	44	26	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: $\Delta HS = 35\%$ BIOFACIES: TRES SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: $IPB = 221$ CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE

RESERVE UTILE (R): 25mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	25	25	25	17	10	5	2	1	1	7	25	25		
RESERVE UTILISEE (Rut) (mm)	0	0	0	8	7	5	3	1	0	0	0	0	24	24
ETR _{max} (ETP-PrI) (mm)	6	12	33	55	78	92	98	84	57	29	15	8	493	567
ETR (PrU+Rut) (mm)	6	12	33	39	49	50	44	46	41	29	15	8	298	372
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	16	29	42	54	38	16	0	0	0	195	195
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	34	29	10								20	39		132
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	29	37	46	55	45	28	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: $\Delta HS = 40\%$ BIOFACIES: TRES SEC
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: $IPB = 175$ CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FAIBLE

1.5. Représentations diagrammatiques

Trois modes de représentation diagrammatique du bilan hydrique stationnel ont été retenus. Le premier est le climogramme classique complété par les droites d'équation $P = 2T$, $P = 3T$, $P = 4T$ et $P = 5,5T$; le second, nommé **bioclimogramme**⁷³, voit le remplacement de P_r et T par leurs équivalents bioclimatiques ETP et ETR ; le troisième est un diagramme polaire, mettant en jeu le groupe des variables [ETP/ETR/SH/ ΔH] ; il dérive du principe de relation linéaire entre variables thermique et hydrique du diagramme ombrothermique.

1.5.1. Diagrammes sur le modèle du climogramme

a) Climogramme sectorisé par des droites d'équation $P = aT$

Il est aisé d'introduire sur le graphe classique du climogramme⁷⁴ une relation du type P_r (mm) < aT (°C) censée informer sur les interactions climat-végétation. Les droites d'équation $P_r = aT$ délimitent sur le quadrant des secteurs angulaires qui contiennent tout ou partie du polygone. Le choix raisonné de la valeur de a donne une signification biogéographique à chaque secteur. Ainsi, la relation classique voire symbolique $a = 2$ fut proposée par Henri GAUSSEN dans sa définition des bioclimats méditerranéens⁷⁵. Roger LAMBERT⁷⁶ établit une correspondance entre les valeurs de a et des "états hydrologiques" du sol, à l'échelle du mois (tableau 311) : « Le géographe hydrologue est [...] amené à définir quatre sécheresses, dépendantes les unes des autres mais dans un certain ordre, au double sens de : ordonnancement, organisation et de commandement, parce que l'une précède et commande l'autre ou les autres. »

Tableau 311
La relation $P = aT$ et les types de sécheresse

Relation $P < aT$	$P < 2T$	$P < 3T$	$P < 4T$	$P > 4T$
État hydrologique*	sécheresse phréatique	sécheresse pédologique	sécheresse atmosphérique	pas de sécheresse

* voir note 76

Le traitement de la fiche de BES *infra* est une application de cette correspondance. La manifestation biologique de la déficience hydrique est un ralentissement – un écart à l'optimum – de la fabrication de biomasse. Gérard HOUZARD synthétise ainsi les remarques de nombreux auteurs concernant les forêts de plaines et de plateaux de l'Europe occidentale : « [...] schématiquement l'optimum de l'activité végétale serait atteint lorsque $P = 5T$ »⁷⁷ et : « ce rapport rend hautement crédible la proposition de P. BIROT (1965) qui considère comme déficient tout mois pour lequel P est inférieur à $4T$ »⁷⁸. Il propose (tableau 312) cinq correspondances.

⁷³ Premier essai publié par J.-P. AMAT, "La forêt et la guerre : exemple de sylvo-faciès sur les espaces d'affrontement de la Grande Guerre en Argonne", *BAGF*, 1988, 3, p. 91-201.

⁷⁴ Le climogramme est un dodécagone figurant les mois en coordonnées orthonormées P mm et T °C reliés selon la progression du calendrier, figure 39.

⁷⁵ H. GAUSSEN, un jour, un mois sont biologiquement secs si P_r (jour, mois) < $2T$ (jour, mois).

⁷⁶ R. LAMBERT, "Géographie et budget hydrologique", *Ann. Géo.*, 1977, p. 513-521, et *Géographie du cycle de l'eau*, op. cit., p. 72-73. L'auteur définit la sécheresse atmosphérique, « l'atmosphère prélève plus d'eau qu'elle n'en apporte » ; la sécheresse pédologique « qui épuise la réserve utile du sol » et entraîne la sécheresse hydrographique, « ruisseaux et rivières indigènes sont à sec » ; la sécheresse phréatique, « les nappes souterraines, phréatiques d'abord deviennent si faibles [...] que le fond des puits ne les atteint plus ».

⁷⁷ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., p. 52 ; P. BIROT, in *Formations végétales du globe*, Paris, SEDES, 1965, écrit : « Nous désignerons comme déficients ces mois où $P < 4T$ ». Il propose d'introduire cette valeur dans les diagrammes de type Gaussen : « Il apparaît comme avantageux de donner la même longueur dans les ordonnées à 1° de température et à 4 mm de précipitation mensuelle. » (p. 106).

⁷⁸ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., p. 52. P. BIROT écrit : « Parmi les mois de la saison végétative, l'efficacité n'est pas la même suivant le ravitaillement plus ou moins parfait de l'approvisionnement en eau. Il faudrait affecter d'un coefficient différent les mois où l'approvisionnement est minimum (très approximativement 2 t) et ceux dont l'approvisionnement est optimum (très approximativement 6 t). De plus, il faut tenir compte des réserves d'eau existant dans le sol au moment où un commencement de saison sèche se dessine (100 à 200 mm). », *Formations végétales...*, op. cit., p. 485.

Tableau 312
Typologie de la relation $P < aT$

Relation	$P < 2 T$	$P < 3 T$	$P < 4 T$	$P < 5,5 T$	$P > 5,5 T$
Caractère bioclimatique	Sécheresse effective	Sub-sécheresse	Déficiência	Sub-humidité	Optimum hydrique
Auteurs	Gaussen et Bagnouls	Walter	Birost	Houzard	Houzard

Les climogrammes de Reims et de Metz sont construits sur cette base typologique (figure 39, p. 227) et les correspondances sont appliquées pour les mois de la PAVP (feuillus) des stations de Reims et de Metz (tableau 313).

Tableau 313
Rapport Pr/T et biofaciès pour les mois de la PAVP, stations de Reims et de Metz

Stations		avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
REIMS	Pr/T	3,7	4,1	3,5	2,9	3,2	3,4	4,1
	biofaciès	déf.	sub-hu.	déf.	sub-s.	déf.	déf.	sub-hu.
METZ	Pr/T	5	4,9	4	3,4	4,2	3,9	5
	biofaciès	sub-hu.	sub-hu.	sub-hu.	déf.	sub-hu.	déf.	sub-hu.

Deux mois sub-humides, quatre mois déficients et un mois sub-sec à Reims, cinq mois sub-humides et deux mois déficients à Metz. L'optimum hydrique n'est jamais atteint, le déficit est nettement plus marqué à Reims avec une pointe de sub-sécheresse en juillet. Pour toute la période d'activité végétale les valeurs Pr/T et les biofaciès sont respectivement [3,5, déficient] pour Reims et [4,2, sub-humide] pour Metz.

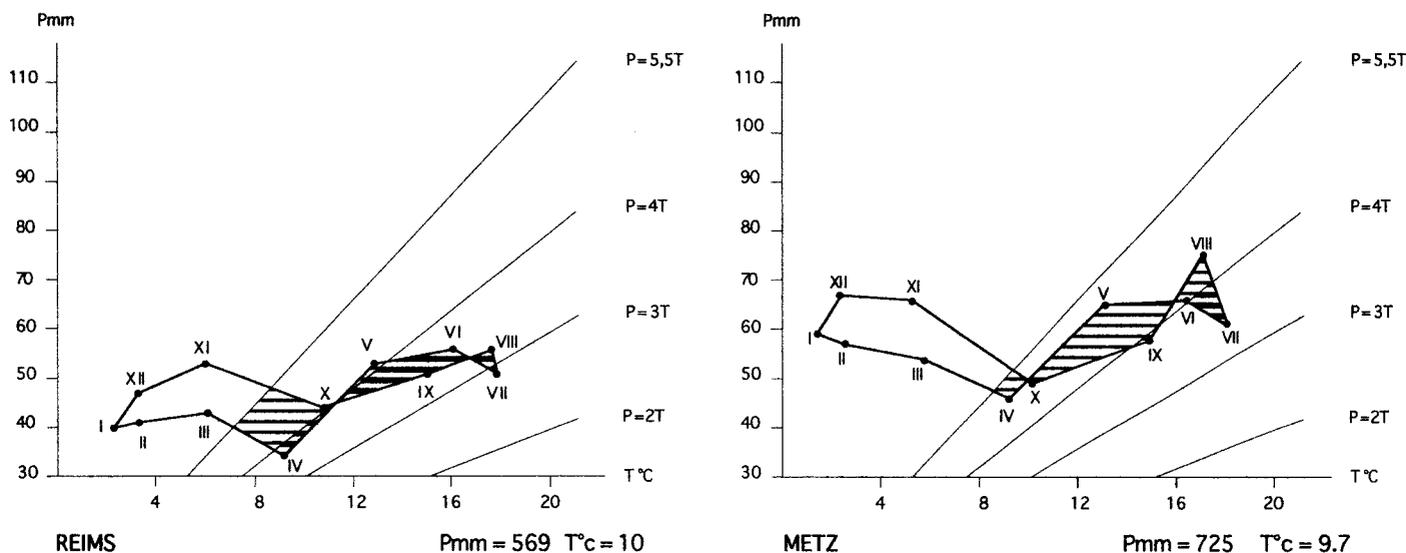


Fig. 39 Climogrammes des stations Reims et Metz

Mais le climogramme ne prend pas en compte les réserves en eau du sol. Comparons ces données à celles obtenues par la méthode des bilans d'eau stationnels. Les deux tableaux suivants mettent en regard pour les PAVP de Reims et de Metz les valeurs mensuelles de Pr/T et les classes de déficit hydrique obtenues par la méthode du BES pour les cinq valeurs de R retenues (voir § 3 pour l'estimation des classes de réserve en eau des sols).

Tableau 314
Déficit hydrique relatif et biofaciès pour les cinq classes de réserves hydriques, station de Reims

	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
ΔH % 150 biofaciès	2 hy.-hu.	10 sub-hu.	18 déf.	31 très sec	29 sec	18 sub-s	0 hy.-hu.
ΔH % 100 biofaciès	3 hy.-hu.	13 sub-hu.	25 sec	39 très sec	35 très sec	21 sub-s	0 hy.-hu.
ΔH % 75 biofaciès	7 hu.	18 sub-hu.	31 très sec	44 très sec	37 très sec	22 déf.	0 hy.-hu.
ΔH % 50 biofaciès	16 déf.	25 sec	35 très sec	48 très sec	39 très sec	22 déf.	0 hy.-hu.
ΔH % 25 biofaciès	28 sec	33 très sec	41 très sec	50 très sec	40 très sec	24 sub-sec	0 hy.-hu.

Les mois d'octobre ne connaissent pas de déficit hydrique, quelle que soit la réserve utilisable, du fait d'une nette diminution de l'ETP (38 mm contre les 58 mm d'avril). Les amplitudes de ΔH vont de 31 % pour $R = 150$ mm à 50 % pour $R = 25$ mm. Les différences sont plus contrastées en avril ; l'entrée dans la période végétative est hyper-humide pour $R = 150$ mm mais sèche pour $R = 25$ mm.

Tableau 315
Déficit hydrique relatif et biofaciès pour les cinq classes de réserves hydriques, station de Metz

	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
ΔH % 150 biofaciès	0 hy.-hu.	3 hy.-hu.	8 hu.	19 défic.	10 sub-hu.	6 hu.	0 hy.-hu.
ΔH % 100 biofaciès	0 hy.-hu.	5 hu.	12 sub-hu.	25 sec	13 sub-hu.	8 hu.	0 hy.-hu.
ΔH % 75 biofaciès	2 hy.-hu.	7 hu.	16 défic.	30 très sec	15 défic.	8 hu.	0 hy.-hu.
ΔH % 50 biofaciès	5 hu.	12 sub-hu.	21 sub-sec	35 très sec	16 défic.	8 hu.	0 hy.-hu.
ΔH % 25 biofaciès	11 sub-hu.	19 défic.	27 sec	40 très sec	16 défic.	9 hu.	0 hy.-hu.

Même situation qu'à Reims pour le mois d'octobre où l'ETP est de 34 mm contre 56 en avril. Les amplitudes de ΔH sont moins fortes, 19 % pour $R = 150$ mm à 40 % pour $R = 25$ mm. L'entrée dans la période végétative est hyper-humide pour $R = 150, 100$ et 75 mm et seulement sub-humide pour $R = 25$ mm. La comparaison des résultats obtenus par les deux modes de calcul du déficit hydrique (tableau 316) permet de préciser l'intérêt de la prise en compte de la réserve hydrique pour le diagnostic mensuel du biofaciès.

Tableau 316
Correspondance entre les biofaciès obtenus par les deux modes de calcul, station de Reims

Biofaciès [Pr/T]	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
	défic.	sub-hu.	défic.	sub-sec	défic.	défic.	sub-hu.
réserve hydrique pour biofaciès [BES] équivalent	50	150 100 75	150	largt > 150	> 150	75 50	< 25

Les écarts entre les valeurs de réserve concernées sont très prononcés. Le déficit hydrique estival du mode [Pr/T] est très fortement minoré : il faudrait une réserve très largement supérieure à 150 mm du mode [BES] pour obtenir le biofaciès sub-sec du mode [Pr/T]. Inversement le biofaciès sub-humide d'octobre dans le mode [Pr/T] serait obtenu avec des valeurs de réserve inférieures à 25 mm. Pour le mois de mai l'équivalence des biofaciès est acquise pour les trois réserves de 150, 100 et 75 mm.

Tableau 317
Correspondance entre les biofaciès obtenus par les deux modes de calcul, station de Metz

Biofaciès [Pr/T]	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.
	sub-hu.	sub-hu.	sub-hu.	déf.	sub-hu.	déf.	sub-hu.
réserve hydrique pour biofaciès [BES] équivalent	50	50	100	150	150 100	< 25	< 25

Le déficit hydrique estival du mode [Pr/T] est beaucoup moins minoré que celui de Reims : il est atteint dans le mode [BES] pour une réserve de 150 mm. La fin du déficit de la sortie de l'été est bien marquée ; déficience de septembre et sub-humidité d'octobre ne seraient atteintes que pour des valeurs de réserve de moins de 25 mm. Au total des deux stations on note la fluctuation sensible entre les valeurs de réserve pour obtenir l'équivalence des biofaciès entre les deux modes de calcul. Les climogrammes des stations de la dition et de ses marges sont commentés au chapitre quatre.

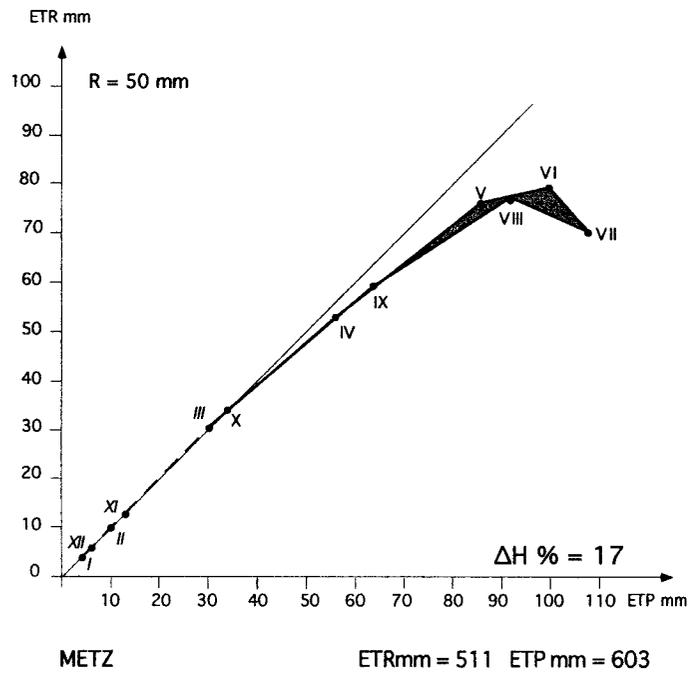
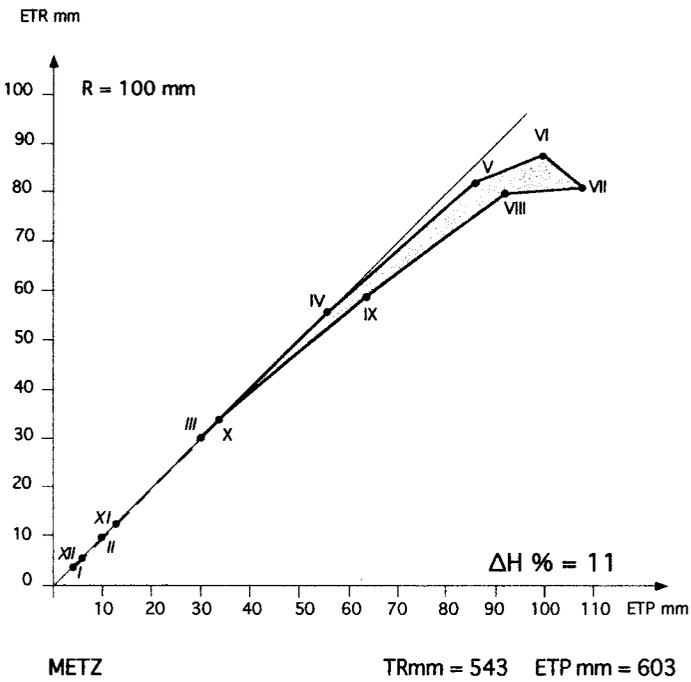
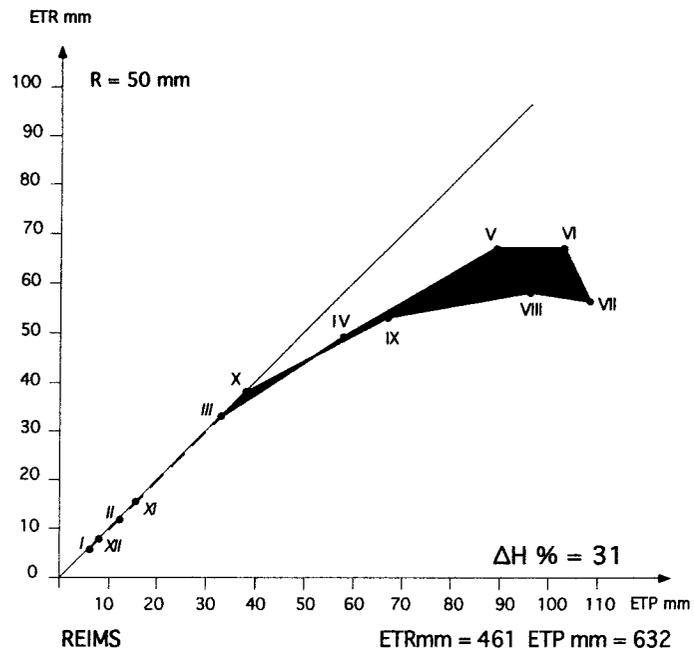
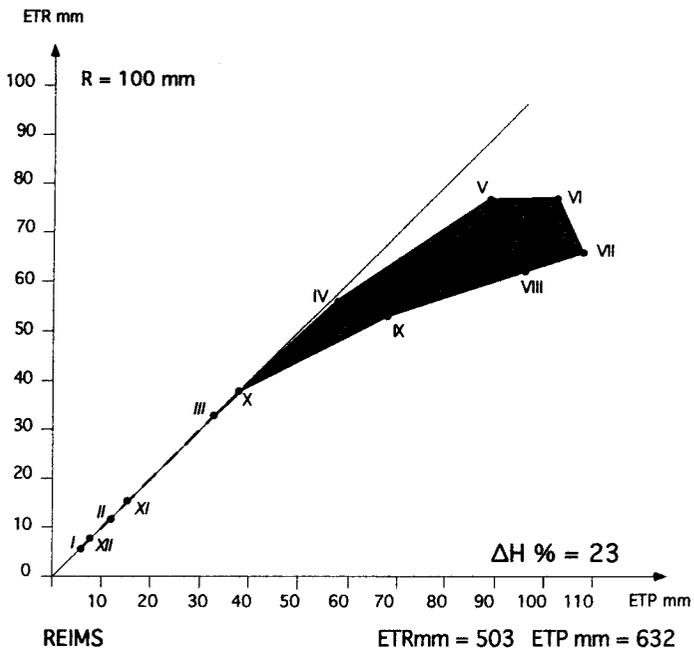
b) Transposition du climogramme en bioclimogramme

Le diagramme dénommé *bioclimogramme* est construit sur un repère orthonormé d'abscisse ETP (mm) et d'ordonnée ETR (mm) (figure 310, p. 230). Puisque les deux variables sont liées par l'inégalité $ETR \leq ETP$ les mois sont situés soit sur la bissectrice $ETP = ETR$ soit dans le demi quadrant inférieur. Le bioclimogramme prend ainsi la forme d'un drapeau. La hampe est figurée par la section calendaire de la droite d'équation $ETP = ETR$, l'étoffe est l'aire polygonale limitée dans le quadrant par les segments de droite joignant les points caractéristiques des mois consécutifs. Trois paramètres caractérisent le graphe :

- la longueur de la hampe ; le point d'insertion de l'étoffe sur la hampe est le mois à partir duquel commence la période déficitaire ;
- le nombre de sommets du polygone ; il signe la longueur de la période déficitaire ;
- l'angle d'insertion de l'étoffe sur la hampe ; c'est celui du premier segment inter-mensuel avec la droite $ETP = ETR$. Il marque la vigueur de la plongée dans la période déficitaire. Soulignons que le polygone des mois n'a de signification que par son périmètre, dont la forme traduit la progression calendaire. Ce diagramme est adapté à tous les sites de sylvofaciès mais n'est pas systématiquement utilisé pour représenter les bilans qui prennent en compte les différentes valeurs des variables entrant dans le calcul d'ETP et d'ETR, comme l'insolation (qui est fonction de l'orientation) ou le stock d'eau initial.

1.5.2. Le diagramme polaire [ETP, ETR, SH/mois]

Ce mode de représentation (figure 311, p. 234) fait clairement apparaître le déficit hydrique relatif mensuel sous la forme d'une pince dont les mâchoires, définies par les polygones externe de ETP et interne de l'ETR, se referment sur les mois de printemps et d'automne. La taille de la pince traduit la vigueur de l'ETP, son épaisseur, l'ampleur du déficit, son orientation sur le diagramme, les dates de début et de fin de la période déficitaire. La facilité de lecture d'un tel diagramme rend aisées les comparaisons, celles des déficits d'une station pour des réserves hydriques différentes, celles de déficits pour diverses stations et des réserves hydriques identiques (figures 312, et 313, p. 232 et 233). Pour des ETP voisines et des ETR sensiblement différentes les stations de Reims et de Metz ont des biofaciès respectivement subsec ($\Delta HS = 23 \%$) et subhumide ($\Delta HS = 11 \%$) pour des réserves de 100 mm, très sec ($\Delta HS = 31 \%$) et déficitaire ($\Delta HS = 17 \%$) pour des réserves de 50 mm. Les diagrammes de Reims sont plus fermés (le déficit est installé dès avril) et plus épais.



ΔH % *	biofaciès	ΔH % *	biofaciès
0 - 5	hyperhumide	20 - 24	subsec
6 - 10	humide	25 - 29	sec
11 - 15	subhumide	≥ 30	très sec
16 - 20	déficient		

* déficit hydrique relatif

Fig. 310 Bioclimogrammes des stations Reims et Metz

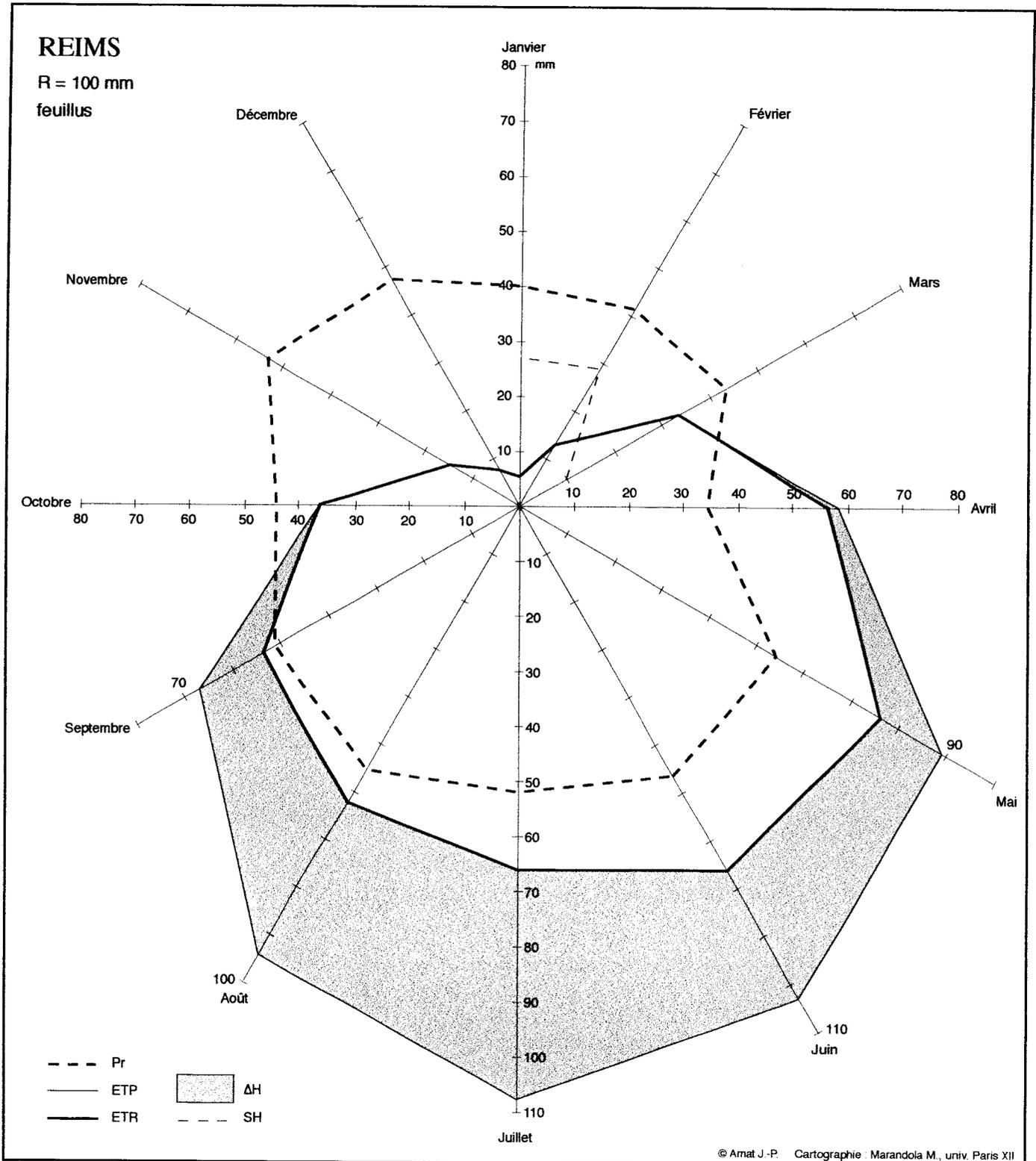
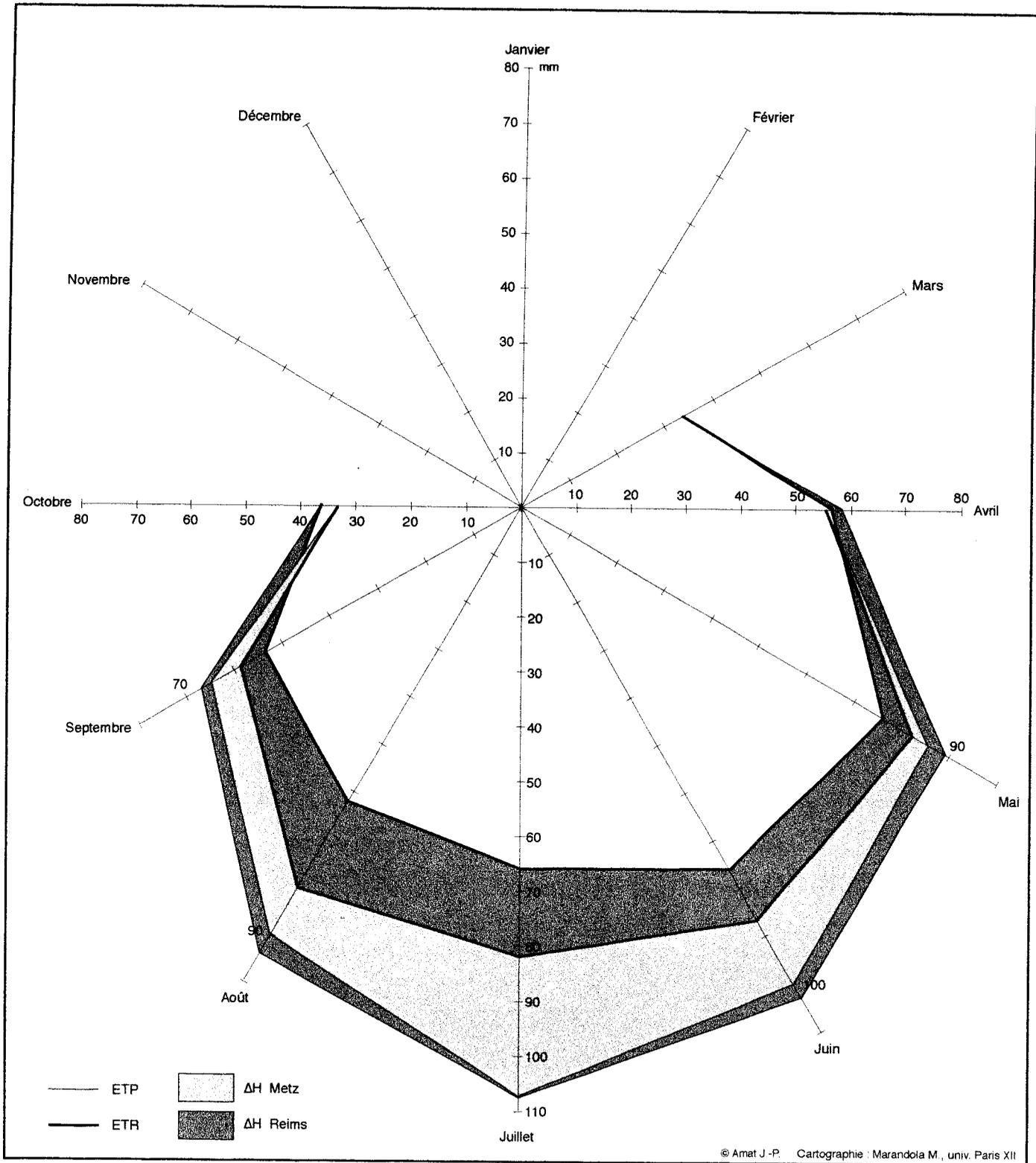


Fig. 311 Diagramme polaire [ETP/ETR/ Δ H/SH], Reims (100 mm, feuillus)



© Amat J.-P. Cartographie : Marandola M., univ. Paris XII

Fig. 342 Déficients hydriques comparés de Metz et Reims (diagramme polaire, 100 mm, feuillus)

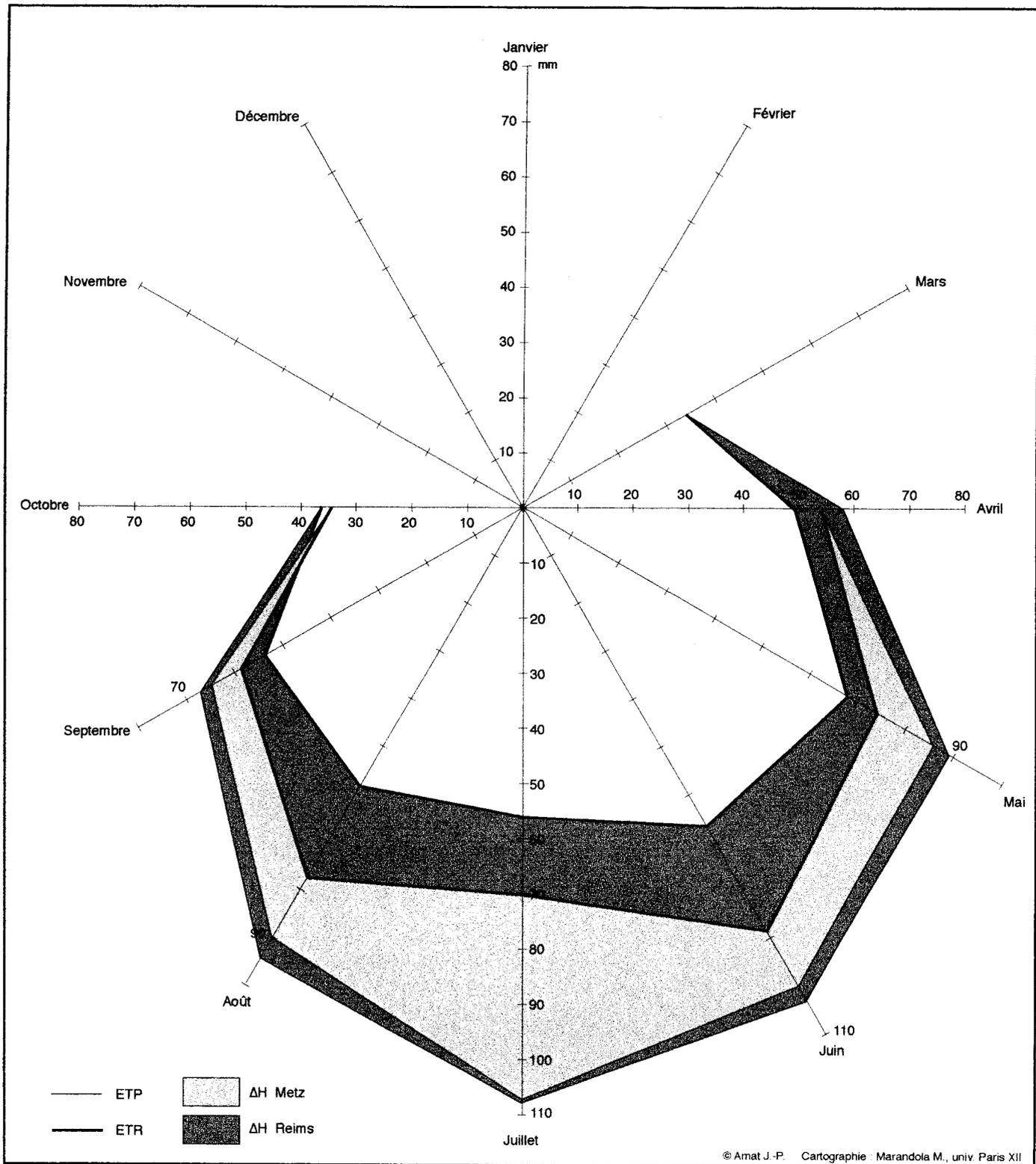


Fig. 313 Déficits hydriques comparés de Metz et Reims (diagramme polaire, 50 mm, feuillus)

2. LA RÉSERVE EN EAU, UNE DÉRIVÉE DES CARACTÈRES MORPHO-STRUCTURAUX

« Par sa structure, par la chaîne des Vosges qui sépare l'Alsace de la Lorraine, par le cadre de forêts, à peine interrompu de quelques lacunes, qui enveloppe le plateau lorrain, par l'étroitesse de la vallée à travers laquelle de verrous en verrous se glisse la Meuse, cette contrée offre prise au morcellement. Elle abonde en compartiments naturels aspirant à une vie propre »¹. La marqueterie des unités de relief de l'Arc meusien septentrional s'inscrit dans la logique d'une morphostructure de bassin sédimentaire qu'illustre bien les cartes classiques (annexe 3-5, p. 12). Aux échelles kilométrique et déca-kilométrique la disposition et le rythme des masses et des volumes procèdent de combinaisons entre structure et maillage hydrographique. Le potentiel structural déploie une large gamme de caractères : palette géochimique du pôle carbonaté des calcaires des Hauts de Meuse au pôle siliceux de la gaize argonnaise, contrastes de résistance entre les couches sableuses tendres et la rigidité des assises calcaires. Le dispositif tectonique de ce fragment monoclinale de la cuvette sédimentaire, parcouru d'inflexions et d'ondulations transversales, impose les orientations méridiennes et arquées des fronts de côte tournées vers l'est, l'épanouissement en croissant des dépressions, les longs plateaux de revers. Les unités de relief créent des unités de paysages. Il en est ainsi de l'Argonne, dont beaucoup d'auteurs ont souligné la personnalité physique. La forêt d'Argonne « recouvre les deux versants d'une chaîne de petites montagnes dirigée du sud au nord dans le département de la Meuse » écrivait ALFRED MAURY². Paul VIDAL DE LA BLACHE la voyait qui « s'élève en saillie [car] un mélange de silice a rendu l'argile dont il est constitué assez résistante pour former, sous le nom de *gaize*, une sorte de banc glaiseux et compact. A l'Est, les dômes qui surmontent la petite ville de Clermont ont, par exception, des silhouettes assez vives ; le modelé est en général informe. Les versants, boisés comme les sommets, s'élèvent d'un jet. Les eaux ont isolé ce pâté d'argile, en ont pétri les contours, mais n'ont pas réussi à en entamer l'intérieur. Rares sont les brèches qui le traversent. Le défilé des Islettes coupe un long couloir, qu'aucune autre ouverture, pendant cinq lieues, ne dégage. On y chemine entre un double réseau de forêts sur des sentiers gluants et blanchâtres »³. Force et justesse de l'évocation dont les thèmes se retrouvent dans des textes aussi variés que ceux de géographes, d'historiens... et de combattants. Sur l'ancien champ de bataille les unités morphologiques forment une mosaïque dont la distribution n'est pas seulement contrôlée par les logiques physiques mais aussi par les rugosités topographiques nées de l'enterrement des fronts et des combats. Cette mosaïque juxtapose plus qu'elle n'associe des sols marqués par des dysharmonies entre leurs horizons humifères et leurs horizons profonds. Hors des secteurs de front les toposéquences et les caténas de sols des milieux non perturbés sont commandées par les combinaisons des unités morphologiques, collines, plateaux et talus.

2.1. Variables formelles : découpe et gradients des formes du relief

Le compartimentage, variable formelle fondamentale de la géographie régionale du Bassin parisien, crée la diversité mésologique (figure 02, p. 10). Parler de variable formelle pose le problème des définitions scalaires qui fixent les descriptions et assoient les raisonnements. L'harmonisation des vocabulaires a toujours été difficile comme le montrent les nombreux essais de clarification de la notion d'"objets scalaires"⁴. L'ossature de la dition s'inscrit à l'échelle de la centaine de kilomètres. A l'échelle déca-kilométrique les reliefs de cuesta engendrent dissymétries et principaux gradients (photos 3.4, p. 244 et 3.6, p. 242). A grande échelle les communes qui occupent les talus des cuestas ont assis sur les découpes morphologiques la complémentarité de leurs terroirs (exemple d'Ornes, chapitre deux). Ces

¹ Paul VIDAL DE LA BLACHE, *La France de l'Est*, Paris, Ar. Colin, 1919, préface à la 3^e éd., p. 1. L'auteur explicite cette dernière idée page 12 : « Cette infirmité de structure est un grand obstacle à la formation d'une autonomie politique ».

² L.-F. ALFRED MAURY, *Les forêts de la Gaule et de l'Ancienne France*, Paris, de Ladrangé, 1887, p. 298.

³ P. VIDAL DE LA BLACHE, *Tableau de la géographie de la France*, op. cit., chap. 1, p. 121.

⁴ Ainsi Jean DEMANGEOT, *Les milieux « naturels » du globe*, Paris, Masson, 5^e éd, 1994, définit-il le géofaciès comme un "niveau" de classe dimensionnelle 100 à 1 000 mètres. Dans l'emboîtement qu'il prend en exemple, une "forêt de Hêtres" est ainsi un des géofaciès du géosystème (niveau supérieur de la classe 1 km à 10 km) du Plateau des Hautes-Fagnes, lui-même inscrit dans la région "massif de l'Ardenne", de dimension 100 km à 1 000 km. L'auteur précise que le tableau "Classification dimensionnelle possible des écosystèmes" est « inspiré des travaux de G. Bertrand, A. Cailleux, P. Dansereau, P. Duvigneaud, Ph. Glangeaud, M.F. Thomas, J. Tricart et H. Walter, modifiés ». Voir aussi Ph. et G. PINCHEMEL, *La face de la terre*, Paris, Ar. Colin, 1989.

reliefs participent pour une grande part à l'individualisation des climats sous-régionaux et des méso-climats. Si la *Montagne de Reims*, plateau "culminant" à 280 mètres d'altitude, ou le *Massif argonnais*, plateau atteignant les 300 mètres, prennent à l'échelle régionale valeur de "montagne" c'est par les contrastes bioclimatiques qu'ils entretiennent avec la Côte de l'Île-de-France, la plaine de Champagne ou le plateau du Barrois.

2.1.1. Les vigueurs argonnaises

Le massif argonnais dessine un môle arqué qui s'étend sur soixante kilomètres entre la trouée du Chesne au nord, parcourue par le canal des Ardennes, et la plaine de l'Argonne des Étangs ou Argonnelles au sud, au pied de la crête Villers-en-Argonne - Beaulieu-en-Argonne. Dissymétrique le massif offre un talus tourné vers l'est, front de côte au profil local d'escarpement. La massivité de l'arc prend forme au sud de la trouée de Quatre-Champs empruntée par la Fournelle, affluent de rive droite de l'Aisne à la hauteur de Vouziers. Les têtes de sources de cette rivière cataclinale de revers ont percé la côte dont seul le petit ensellement de Noirval à 170 m d'altitude les sépare de la dépression orientale de la Bar, vallée large et mal drainée. Entre Noirval et la percée conséquente de l'Aire à Grandpré la forêt domaniale de la Croix-aux-Bois drapait les indentations du front. La crête atteint 253 m d'altitude au mont d'Arson dominant le village de Briquenay lové sur le pied de côte vers 170 m. Au commandement morphologique de 80 mètres s'ajoute les 20-25 mètres du "mur" forestier ; la barrière visuelle atteint ainsi la centaine de mètres. Nous verrons (chapitre sept) l'importance de cette association d'obstacles dans l'organisation du système défensif de la fin du XIX^e siècle. Pour une longueur orthodromique de 11 kilomètres entre les deux trouées le développé du front de côte atteint 24 kilomètres, soit un coefficient de dissection de 2,18.

Le massif se ferme sur une trentaine de kilomètres vers le sud jusqu'à l'ensellement de Clermont-en-Argonne. Les affluents cataclinaux de revers* de l'Aire puis ceux de la Biesme qui coule dans le massif n'ont pas percé le front même si certains ont poussé leurs sources très avant, comme le ruisseau des Meurissons près de Varennes-en-Argonne dont l'amphithéâtre amont ne laisse plus qu'une échine sommitale de 500 mètres de large avant la plongée du front de côte. Celui-ci s'élève doucement vers le sud, passant de 240 mètres à près de 300 mètres d'altitude au belvédère de Sainte-Anne, à Clermont. Le Barrois est ici dominé d'une centaine de mètres en moyenne. Ce commandement est plus faible que celui des Côtes de Meuse qui dominent la Woëvre de 150 à 160 mètres, ou que celui des Côtes de Moselle qui atteint 160 mètres dans la forêt de Haye. De la crête dominant le village de Marcq au sud de Grandpré jusqu'à Clermont-en-Argonne la longueur du front est de 25 kilomètres pour un développé de 58 kilomètres, coefficient de dissection 2,32. Au sud de Clermont le front de côte reste à une altitude de 300 mètres sur 8 kilomètres jusqu'à la butte de Waly, belvédère veillant sur la grande clairière de Triaucourt (commune de regroupement de Seuil-d'Argonne), ouverte dans les forêts de plaine humide des Argonnelles. La côte est dédoublée par la dépression triangulaire du ruisseau de Beauchamps, affluent de rive droite de la Biesme. Le développé du front externe fait 8,2 kilomètres, le coefficient de dissection est de 1,02. Ce troisième secteur de la cuesta est le plus rectiligne. Un réseau anaclinal* bien développé a opéré une vive dissection du talus (voir cartes HT Argonne). Sur les 58 kilomètres de la partie centrale entre Marcq et Clermont, 45 reentrants principaux sont drainés. La carte topographique indique 61 sources, soit une source tous les 950 mètres du front développé. Chaque ru anaclinal est alimenté par une ou plusieurs de ces sources. La Biesme tranche le cœur du massif (photos 3.1 et 3.2, p. 236) ; étrécie en un défilé à la hauteur de Vienne-le-Château sa vallée s'élargit vers l'amont en « un bassin plus ample sur lequel l'Argonne projette des collines en forme de cap, d'une majesté tranquille »⁵ et s'épanouit dans la dépression des Islettes.

Le caractère pseudo-montagnard du plateau d'Argonne⁶ tient à l'organisation de ses reliefs, très rapide succession méridienne de lanières de plateaux et de ravins dans lesquels les pentes supérieures à 45 % sont fréquentes. Le profil en long de la plupart de ces gorgeons dessine une demi-parabole très fermée. Les fonds sont peu déclives en aval des sources, toutes

⁵ V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France*, 21^{ème} série, p. 338.

⁶ « Vus du sommet de la Côte de Biesme, les vallonnements, déjà hauts en relief pour une contrée où l'altitude maximum dépasse rarement 300 m, rappellent ceux de la petite montagne vosgienne : les escarpements gris et blancs de la roche, le manteau des futaies qui descend jusqu'au bas des pentes, une dénivellation rapide de 100 m [...] », J. LAURENT, *L'Argonne et ses bordures*, thèse d'État, Paris, CNRS, 1948, p. 69.



Photo n° 3.1 La vallée de la Biesme au nord de Lachalade, 1994

La vallée de la Biesme, qui coule vers le nord (haut de l'image), est encaissée dans le plateau de gaize de l'Argonne. Elle dessine un couloir agricole entre les forêts domaniales de Lachalade et de Haute Chevauchée en rive droite et des Hauts Bâties en rive gauche (carte HT Argonne 1990). Au premier plan, église abbatiale de Lachalade et restes de l'abbaye. (cliché J.-P. Amat).



Photo n° 3.2 La vallée de la Biesme vers le sud, le Claon et les Islettes, 1994

La vallée s'évase vers le sud à la faveur de l'affleurement des Argiles du Gault à la base des versants. S'égrènent les villages de défrichement du XIIe siècle, Le Claon, le Neufour et les Islettes, à la confluence de la Biesme et du ruisseau de Beauchamp, élargie en bassin intérieur. A gauche, la forêt de Lachalade ; au sud du village des Islettes, la forêt de la Contrôlerie, appartenant à l'Engref. (cliché J.-P. Amat).

situées au tiers supérieur du ravin et nichées dans de profonds amphithéâtres semi-circulaires. Brutaux et courts, les raccordements avec la surface du plateau ne ménagent que d'étroits ombilics sommitaux dont les ondulations parcourent tout le massif.

2.1.2. La côte du Barrois marquée au sud, effacée au nord

Le profil de l'arc topographique de la côte du Barrois, qui succède à l'est à celle de l'Argonne, est biseauté ; affirmé au sud où il structure le vaste plateau du Barrois, écharpe majeure de cette partie orientale du Bassin parisien, il s'amincit vers le nord pour disparaître au droit de Montfaucon. Il est très disséqué par l'érosion. Au sud de la dition le ruisseau de Vadelaincourt et la Cousances, affluents de l'Aire, l'Aire elle-même ont percé le front de côte : de beaux entonnoirs cataclinaux aèrent le talus. Dans l'entonnoir le plus septentrional une percée incomplètement réalisée par un petit affluent du Vadelaincourt réduit la côte à une faible butte à 286 mètres d'altitude, franchie par deux voies majeures de communication, la nationale 3 et la voie ferrée de Châlons à Verdun. Au nord de l'éperon de la ferme de Frana qui porte le bois de Sivry, le rentrant de cuesta où se blottit le village de Sivry-la-Perche marque l'extrémité orientale du massif forestier de Hesse, qui se résout en petites lanières boisées de hauts de front, comme le bois de Morillomont sur la commune de Béthelainville. Le revers de côte, à 330 mètres d'altitude, est une lanière d'openfield d'un kilomètre de largeur. Un front raide de 80 mètres de commandement domine les collines de Meuse et le fleuve distant de sept kilomètres. Au nord de l'éperon de Sivry la côte s'oriente vers le nord-nord-est jusqu'à Montfaucon, distant de 16 kilomètres à vol d'oiseau. Elle est ici plus massive, hors de portée des affluents de l'Aire, dont la Buanthe qui traverse la grande clairière d'Avocourt entre le massif de Hesse et les bois de Montfaucon. Son commandement est de 60 mètres sur les deux éperons d'Esnes-en-Argonne qui dominent, à 300 mètres d'altitude, l'amphithéâtre très fermé occupé par le village, rasé et reconstruit *in situ* après la guerre (cartes HT Mort-Homme 1995). Les dernières manifestations septentrionales de la côte du Barrois sont l'éperon de la Cote 304 (304 mètres, toponymie militaire, voir carte HT Mort-Homme 1918) et la plate-forme de Fayel, lambeau horizontal de revers d'une dizaine de kilomètres carrés entre la butte témoin de Montfaucon couronnée de gaize et le talus de Cuisy. La côte s'efface au nord de l'éperon très avancé de Beauregard, à 302 m, que se partagent les finages de Septsarges et de Cuisy. Avec elle disparaît le plateau du Barrois, qui s'estompe en des collines couronnées de lambeaux de gaize portant des bois. Les formes de relief traduisent la structure : la dalle portlandienne du Barrois disparaît du potentiel morpho-structural⁷. La longueur développée du front de côte est de 35 kilomètres. Le coefficient de dissection atteint 2,19. De nombreux rentrants du talus ne sont plus drainés. On compte 27 sources, soit une source pour 1,3 km développé. Neuf sources (33 %) n'alimentent aucun ru pérenne ou temporaire.

Les cinq à six kilomètres qui séparent la cuesta du Barrois de la vallée de la Meuse sont occupés par des collines aux formes déliées, ciselées par les ruisseaux de rive gauche du fleuve. Des lignes plus rigides orientées ouest-est, soulignées par des bois, émergent de ce moutonnement vers 260-280 m. Ce sont du nord au sud l'échine du bois de Dannevoux, la bande boisée de la forêt domaniale du Mort-Homme - bois de Forges au nord du ruisseau de Forges, la crête du Mort-Homme - Cumières, l'échine des bois Bourrus qui se prolonge dans le pédoncule du méandre de Charny-sur-Meuse, portant la ligne des forts de rive gauche de la place de Verdun, forts de Bois-Bourrus, de Marre et de Vacherauville⁸.

2.1.3. L'ample vallée encaissée de la Meuse

La Meuse occupe une vallée à la plaine d'inondation large et submergée presque à chaque printemps, parsemée de trous d'eau et d'étangs en croissants abandonnés par les méandres divagants, dont certains fixent encore des limites communales (cartes HT Verdun sud). La vallée fixe la vie ; une double ligne de villages est au contact de la plaine d'inondation et des terrasses. La Meuse a incisé sa vallée orthoclinale d'une centaine de mètres dans le revers de la Côte de Meuse. Son niveau de base est de 210 mètres à Lacroix-sur-Meuse (feuille *Vigneulles* de la carte géologique au 1/50 000), de 185 mètres à Verdun, de 173 mètres

⁷ Cette dalle est biseauté par la surface d'érosion infra-albienne ; analyse morpho-structurale *infra*.

⁸ Cette morphologie d'érosion différentielle est née de l'intercalation d'un banc de calcaire rocailleux dur (J8a) dans la masse marno-calcaire de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien, voir *infra*.

lorsqu'elle sort de la côte de Meuse à Sasse (feuille *Stenay*), de 165 mètres à Stenay. Sur la rive droite le talweg passe de 210 à 165 mètres soit 45 mètres de dénivellation. La longueur du cours entre Lacroix-sur-Meuse et Stenay est de 96 kilomètres, celle du talweg de 81. La pente moyenne du fleuve est donc de 4,7 centimètres pour 100 mètres. Le fort encaissement de la vallée affermit le potentiel d'érosion du réseau des affluents. D'amples méandres sculptent de belles dissymétries de rive. Pour une distance orthodromique de 22 kilomètres entre Verdun et Sivry-sur-Meuse (feuille *Verdun*) le fleuve parcourt 37 kilomètres alors que le talweg de la vallée encaissée n'en mesure que 32. Passé le lobe de Champneuville (voir carte HT Verdun nord) qui, long de 3,5 kilomètres et barré par l'éperon de la Côte de Talou, domine le fleuve de 90 mètres, « on voit s'entr'ouvrir la vallée aux immenses prairies ; les collines s'éloignent, leurs pentes molles offrent de fuyantes perspectives, donnant au paysage une étendue démesurée. La Meuse décrit de grands méandres et coule à pleins bords, longée par le canal de l'Est, accomplissant les mêmes détours avec une précision autrement géométrique. Les villages, peu nombreux [Samogneux, Regnéville, Brabant, Consenvoye, Sivry, Vilosnes, Briulles], ne se sont assis au bord du fleuve qu'aux endroits où celui-ci vient lécher la base des collines »⁹. Certains méandres encaissés sont abandonnés, celui de Gercourt-Dannevoux qui a abandonné des nappes de galets cristallins récemment mis en lumière¹⁰, celui de Sivry en rive droite puis la majestueuse boucle de Dun - Doulon en amont immédiat de la percée du fleuve vers la Woëvre : « Sur une butte se dresse la vieille ville [Dun], groupant ses maisons autour des débris d'un château ; au-dessous, la bourgade moderne bordant la Meuse, ici confondue avec le canal, animée par la navigation et divisée par des îles où quelques maisons sont bâties. Sur l'autre rive, l'humble village de Doulon domine la vallée et un singulier cirque qui peut être un méandre de la Meuse, car c'est un vallon circulaire entourant un monticule arrondi »¹¹. La largeur de la vallée alluviale varie. Entre l'ancien village de Cumières sur la rive gauche et le hameau de Champ sur la rive droite le lit majeur mesure 1 250 mètres ; au droit du fort de Vacherauville l'encaissement se développe sur 1 500 mètres. Le secteur le plus étroit, au droit de Brabant, développe encore une bande de 1 000 mètres d'alluvions modernes Fz¹². Au sud de Verdun le lit majeur est de 1 250 mètres au droit du fort de Génicourt ; la partie la plus resserrée mesure 400 mètres près du village d'Haudainville. Ces habits sont trop larges pour un cours d'eau dont l'indigence se révèle durant l'été. Il manque à la Meuse pour être à la proportion de sa vallée la Moselle ancienne qui empruntait la très célèbre trouée du Val de l'Asne¹³.

2.1.4. Les Hauts de Meuse, table massive et disséquée

L'unité morphologique majeure connue sous le vocable de *Hauts de Meuse* sépare la vallée de la Meuse de la plaine de la Woëvre. Elle associe le relief linéaire et dissymétrique de la Côte de Meuse et l'entablement du revers, incliné vers l'ouest.

a) La Côte de Meuse, puissante et festonnée

L'arc de la Côte de Meuse est le principal relief linéaire de la région. Du village de Stonne au nord-ouest à Vigneulles-lès-Hattonchâtel au sud, les facteurs de variation sont les buttes témoins et les percées cataclinales. L'un comme l'autre de ces accidents ont joué un rôle

⁹ V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France*, op. cit., 22^e série, p. 3.

¹⁰ Dominique HARMANT, "Les niveaux de terrasses de la vallée de la Meuse lorraine et leurs enseignements", *bull. des Soc. d'Histoire et d'Archéologie de la Meuse*, n° 27, p. 3-71 et *Histoire de la vallée de la Meuse lorraine*, Nancy, PUN, 1992. Un essai de datation donne 1,3 Ma pour les dépôts du méandre de Gercourt.

¹¹ V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *ibid.*, p. 2.

¹² Carte géologique de Verdun, 1/50 000.

¹³ Le cas du Val de l'Asne fut à la source de la notion de capture comme le montre l'historique dressé par J. L.F. TRICART, *La partie orientale du Bassin de Paris*, Paris, SEDES, 1952, tome II, p. 381-390. Il rappelle « le brillant tableau brossé [par DAVIS, *Ann. de Géo.*, 1896, p. 25 et ssq.] à partir d'une lecture de carte divinatoire. » L'interprétation par la carte fut précédée, plus de deux cents ans auparavant, de la non moins remarquable notation d'un visionnaire de terrain : Vauban est installé pour quelques mois de l'année 1659 à Foug dans le Val de l'Asne : « Je considérais plusieurs fois cette vallée qui me causait de l'admiration, parce qu'il semble qu'il y ait eu là autrefois une communication de l'une à l'autre des rivières », citée par Anne BLANCHARD, *Vauban*, Paris, Fayard, 1996, p. 100. Voir aussi Jean VIDAL DE LA BLACHE, *Etude sur la vallée lorraine de la Meuse*, Paris, Ar. Colin, 1908, p. 51-61. Recherches en complet renouvellement avec les travaux de D. HARMANT et *alii*, "Nouvelles données relatives à la capture de la Moselle", *RGE*, 1995, 3-4, p. 321-343, et J. LE ROUX et D. HARMANT, "Contrôle morphostructural de l'histoire d'un réseau hydrographique : le site de capture de la Moselle", *Geodinamica Acta*, Paris, 1998, 11, 4, p. 149-162.

militaire déterminant, avant et pendant la guerre. La dissection de la Côte offre des images contrastées. Au voyageur de la fin du XIX^e siècle elle « ne paraît pas continue. De hardis promontoires s'avancent dans la plaine ; des monticules isolés se dressent ; de profonds vallons se creusent, occupés, à l'entrée, par quelque village aux toits rouges, tapis dans la nappe opulente du vignoble. Sur deux collines plus fièrement campées que les autres, Hattonchâtel et Apremont, bourgs de féodal aspect, commandent toute la plaine... »¹⁴. Au nord, de la percée anaclinale¹⁵ de la Meuse à Dun-sur-Meuse jusqu'à la butte des Jumelles d'Ornes le front est un feston finement disséqué, sévère et boisé (photos 3.3 et 3.4, p. 241), précédé de quelques massives buttes témoins, la côte Saint-Germain en rive droite de la Meuse, les buttes de Chaumont-devant-Damvillers et de Romagne-sous-les-Côtes au nord-est. D'Ornes à Hattonchâtel le front majestueux dessine un puissant môle tourné vers l'orient, dominant la Woèvre (photos 3.5 et 3.6, p. 242) mais profondément entamé par la vallée amont du Longeau qui dédouble la cuesta dans le secteur des Épargnes et isole une ligne de buttes, butte témoin de Trésauvaux, avant-buttes du Montgirmont et de Combres, violemment attaquées et âprement défendues en 1915. A la hauteur de l'éperon d'Hattonchâtel le front de côte s'infléchit, « orienté au sud vers le sud-ouest, désormais au nord, il ne s'écartera plus de sa trajectoire nord-ouest »¹⁶. D'Hattonchâtel à Jouy-sous-les-Côtes « s'inscrit une côte battue en brèche : le plateau des Hauts est réduit, des trouées dans le front reculé ouvrent plusieurs passages. Là, en septembre 1914, s'engouffrèrent les régiments bavarois qui tinrent quatre années Saint-Mihiel »¹⁷. Ces percées cataclinales de Marbotte - Saint-Aignan-sous-les-Côtes et de Boncourt - Saint-Julien-sous-les-Côtes sont des axes de communication ; le second surtout, parcouru par la voie ferrée de Commercy à Metz. A la faveur d'une petite tectonique¹⁸ l'érosion a aligné deux belles buttes témoins dominant la Woèvre, le Montsec couronné d'un monument américain commémorant l'offensive de septembre 1918 et le Loupmont, longue coque de 4 kilomètres sur moins de 250 mètres de large.

b) Le plateau de revers, rigide mais disséqué

Le plateau des Hauts de Meuse est une surface d'érosion qui biseaute la série sédimentaire du Séquanien¹⁹. L'entablement calcaire est drapé de larges placages résiduels d'argile du Séquanien inférieur qui couronnent les interfluves à l'est des villages de Consenvoye, de Brabant, de Samogneux et de Champneuville. Dans un plateau forestier aux interfluves particulièrement secs le creusement de la série sédimentaire jusqu'aux marnes de base a fait naître des lieux humides, des vallées-clairières drainées comme celles de Ranzières ou de Mouilly.

2.1.6. La Woèvre, plaine en large croissant

La Woèvre²⁰ est un pays de molles ondulations aux croupes basses entre 220 et 240 m d'altitude. La forte identité de cette dépression orthoclinale* de la Côte de Meuse est soulignée par tous ceux qui l'ont parcourue, étudiée et décrite. A la description d'ARDOUIN-DUMAZET : « Au pied des Côtes, la Woèvre, fauve de chaumes, verte de forêts, étincelante d'étangs, traversée par le ruban des routes, semble une peau de fantastique animal étendue sur le sol. Au fond, apparaissent les collines boisées qui bordent la grande dépression de la Moselle »²¹ fait écho celle de VIDAL : « [la Woèvre] avec sa plaine où miroitent les étangs et ondulent les champs de blé, ne se termine que bien loin vers l'E ; elle va jusqu'à la sombre ligne boisée qui accompagne la Moselle »²². Cette forte personnalité fait que la Woèvre a donné son nom à la région forestière *Woèvre et annexes* (code 552) de l'Inventaire forestier

14 V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France...*, op. cit., 22^e série, p. 52.

15 Direction anaclinale, se dit d'un cours d'eau qui coule, en bassin sédimentaire, dans la direction opposée à celle du pendage des couches géologiques.

16 André LAGABE, *Côtes de Meuse, Woèvre et Madine*, Sarreguemines, Ed. Pierron, 1988, p. 9.

17 J. P. AMAT, « Côte de Meuse et Woèvre », article in *Les plus beaux Sites naturels de la France*, Paris, Eclectis, 1991, p. 397-398.

18 Carte géologique au 1/50 000, feuille de Saint-Mihiel, 1982.

19 Y. BATTIAU-QUENEY, *Le relief de la France*, op. cit., annexe 5-3.

20 Prononciation la "ouâvre". « La Voèvre ou Voivre, en latin *Vepria* ou *Vabria* [...] antique conquête de culture faite sur la *Wara* ou *Vavra sylvia* », L.-F. ALFREDMAURY, *Les forêts de la Gaule...* op. cit., p. 200.

21 V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France...*, op. cit., 22^e série, p. 54.

22 P. VIDAL DE LA BLACHE, *Tableau...*, op. cit., p. 218. L'auteur ne consacre que ces quelques lignes à la Woèvre.

national (IFN), qui épouse la forme d'un étroite lunule entre les *Côtes et collines de Meuse* (551) et l'arc formé par le *Pays Haut* (543) et le *Plateau de Haye* (544)²³. Couvrant 120 170 hectares, soit 19,3 % du territoire meusien, elle est définie comme « une dépression argileuse (argiles et marnes du Callovien et de l'Oxfordien) qui s'étend de Stenay à Toul, en se prolongeant par une étroite auréole argileuse, dans les Ardennes au sud de Sedan. [...] Le sol argileux avait contribué au maintien de marécages et de forêts »²⁴. Cette plaine, que la Côte barrant son horizon occidental domine de 200 mètres, est loin d'être d'une platitude absolue ; de légères ondulations topographiques, les "monteaux" ou "côtes du mont", soulignent les interfluves d'une multitude de cours d'eau anaclinaux naissant sur le talus (le Terrouin, l'Esche, le Rupt de Mad, l'Orne). Ces vallées sujettes à des crues fréquentes et larges nourrissent des étangs et des lacs, dont aujourd'hui le complexe touristique du lac de la Madine²⁵. Pour le géographe la Woèvre est le ventre de la plaine façonnée dans les argiles callovo-oxfordiennes, longue de 80 km du sud au nord, de Damvillers à Toul, avec une largeur maximale de 20 km environ à la hauteur de Fresnes-en-Woèvre. Le lent relèvement vers l'est souligne le passage graduel au calcaire du Bajocien ; celui-ci atteint, les rivières s'encaissent et d'humbles vallons deviennent des vallées étroites et vives (Orne, Rupt-de-Mad).

Selon ce facteur déterminant de l'identité régionale qu'est l'affleurement des argiles callovo-oxfordiennes, la Woèvre n'est que la partie centrale d'un arc tendu sur environ 170 km, des confins de la Lorraine et des Ardennes au nord près de Vendresse (sud de Sedan), jusqu'aux confins champenois de la Lorraine où, devenue dépression subséquente* de la cuesta du Châtillonnais, sa largeur se réduit à moins d'un kilomètre sur l'Aujon près de Châteauvillain (sud de Chaumont). Trois "critères d'homogénéité"²⁶ fondent l'individualité physique de la Woèvre, lithologique (argiles et marnes), topographique (relief de plaine), macroclimatique (climat lorrain). La toponymie d'origine celte ou romaine nous renseigne sur l'omniprésence de l'eau et des marécages²⁷. L'association de la forêt et de l'eau offrit à la défense du territoire un obstacle cumulatif (chapitre sept) : « par les pluies, ces terres sont presque impraticables. Au coeur du pays une vaste forêt, ou haie, a été particulièrement défrichée, mais il en reste des lambeaux assez étendus pour que ces voies au sol fangeux offrent un sérieux obstacle »²⁸.

²³ Les régions forestières sont classées selon le département qui les inclut en totalité ou en majeure partie (2 premiers chiffres du code). Carte et liste 309 régions forestières in Jean GADANT (sous la direction de), *Atlas des forêts de France*, Paris, J. P. de Monza, 1991, p. 38-39.

²⁴ *Département de la Meuse, Résultats du 2ème Inventaire Forestier*, IFN, ministère de l'Agriculture, doc. interne, Paris, 1980, tome 1, p. 10.

²⁵ Le lac de la Madine est un vaste plan d'eau de plus de 1 000 ha au coeur du parc régional de Lorraine, créé par le regroupement de nombreux lacs et étangs et aménagé pour les sports nautiques et le tourisme.

²⁶ Denis GIRAULT, *Les stations forestières de la Woèvre (Lorraine)*, op. cit., p.1.

²⁷ Terme venu probablement du latin, *valera*, étendues marécageuses et forestières, ou de *vadum*, le gué. Voir note 21.

²⁸ V.-E. ARDOUIN-DUMAZET, *Voyage en France...*, op. cit., 22^e série, p. 51.



Photo n° 3.3 **Le talus de la Côte de Meuse à Brandeville - Bréhéville, 1995**
 La Côte de Meuse présente au nord de Verdun (carte de Stenay) un front puissant et indenté, de 150 m de commandement, tourné ici vers le nord-est. La forêt couvre le talus et descend bas à son pied. Sur le saillant de Bréhéville à l'arrière plan, le bois la Ville, ancienne forêt de la liste civile impériale. (cliché J.-P. Amat).



Photo n° 3.4 **Le front de la Côte de Meuse sur la commune de Bréhéville, 1995**
 Rentrant du talus entre Brandeville et Bréhéville. Localement les bois de revers s'ouvrent et laissent l'espace du plateau à l'openfield céréalière. Tête de vallon sèche en berceau d'un ruisseau anaclinal qui s'encaisse brutalement; jaillissent les sources, sous bois, au contact des calcaires et des marnes de l'Oxfordien supérieur et moyen. (cliché J.-P. Amat).



Photo n° 3.5 **Hauts de Meuse et Woëvre sur le bloc-diagramme du Montsec**

Ce bloc-diagramme en bronze, dans le monument américain du Montsec, montre le champ de bataille où furent engagées les troupes américaines en septembre 1918. Le plateau des Hauts de Meuse est très disséqué : front indenté avec l'éperon avancé d'Hattonchâtel et l'alignement des buttes témoins de Loupmont et du Montsec, revers entaillé de nombreuses vallées pénéconséquentes. A gauche, tracé rouge des tranchées (loupes d'eau après la pluie sur la plaine de Woëvre). (cliché J.-P. Amat).

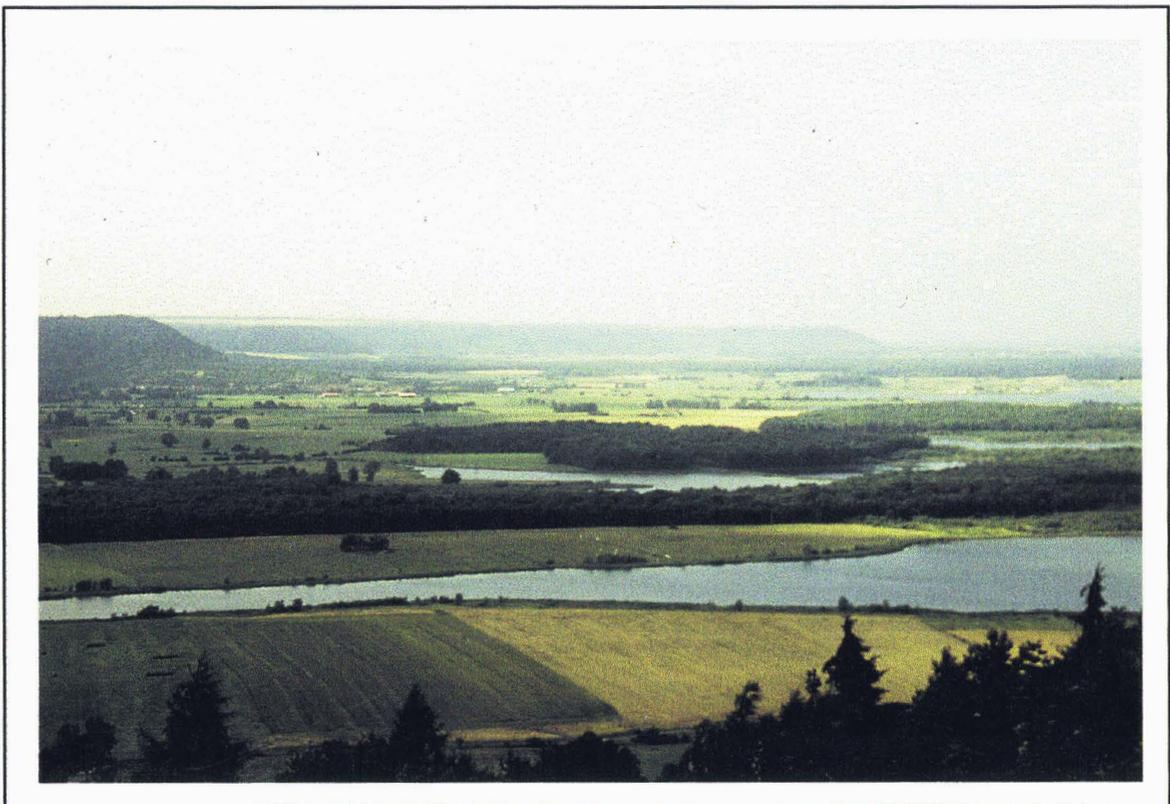


Photo n° 3.6 **La Côte de Meuse vers le nord vue de la butte témoin du Montsec**

La longue échine de l'éperon d'Hattonchâtel barre l'horizon ; belle planité du revers substructural, ponctué de clairières agricoles. A gauche, le saillant d'Heudicourt-sous-les-Côtes ; le front et le revers de la cuesta sont boisés. Sur la plaine de Woëvre, diverticules occidentaux du lac de Madine et petits bois résiduels de milieu humides, dans le parc régional de Lorraine. (cliché J.-P. Amat).

2.2. Variables matérielles : substrats et formations superficielles

Le bâti rocheux régional présente les contrastes structuraux propres au système de bassin sédimentaire¹. Apparaissent en particulier :

= Une bipolarité de la série pétrographique qui s'articule autour d'un étroit pôle siliceux, la gaize d'Argonne, et d'un large pôle carbonaté. Les eaux retenues par les principaux aquifères² sont des marqueurs qui témoignent de ces contrastes (tableau 318). La valeur du pH et les teneurs en sel dissous des eaux de la gaize sont en gras.

Tableau 318
Caractéristiques physico-chimiques de quelques aquifères

Horizon aquifère	Origine	pH	TH ° F	HCO ₃ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l
Cénomaniens gaize	Source de Varennes	6,6	4°5	43	14,4	17	0,4	0,16
Portlandien calcaire	Fontaine de Neuville	6,8	32°8	372	8,2	124	4,5	0,41
Kimméridgien calcaires	Source de Dombasle	7,1	36°4	390	5,3	134	7	< 1
Séquanien calcaires	Forage de Cuisy	7,3	33°	369	4,6	101	1	0,02
Rauracien-Arg calcaires	Forage de Bras/Meuse	7,5	20°2	220	-	72	5,5	0,01

Mais les conséquences de cette bipolarité sur les sols et les couvertures végétales sont limitées par l'effet tampon des nombreuses formations superficielles.

= Des contrastes lithologiques. La rythmicité de la sédimentation et la variation d'épaisseur des strates assurent la constance et modulent la puissance des nombreux binômes d'érosion différentielle.

= Une disposition tectonique monoclinale. Dans cette série tabulaire inclinée vers le centre de la cuvette parisienne les pendages, malgré leur faiblesse (15 ‰ en moyenne mais assortis de quelques flexures)³, influent sur les modelés. Ainsi le versant de rive gauche de la vallée de la Biesme dessine-t-il au nord des Islettes un véritable escarpement de côte dédoublée, qui donne une nette dissymétrie à la vallée. La série est affectée d'un réseau de petites cassures dont certaines assurent un guidage tectonique du réseau hydrographique⁴.

La netteté de cette partition dicte la présentation. Après un rappel de la nomenclature stratigraphique régionale l'exposé présente les assises sédimentaires en insistant sur les potentialités naturelles des substrats. Le voile fréquent des formations superficielles atténue ou gomme les contrastes pétrographiques. Son absence (versants, formes d'érosion) accentue les caractères minéralogiques des substrats ; alors la bipolarité se renforce, dont les conséquences sont nombreuses pour les données édaphiques et les couvertures végétales.

La fenêtre sédimentaire est encadrée par le Jurassique moyen (Bathonien supérieur) qui sous-tend le revers de la Côte de Moselle à l'est et le Crétacé supérieur (Turonien) qui arme les premières pentes de la côte de Champagne, 80 km à l'ouest sur un axe Metz-Sainte-Menehould.

¹ Les éditions successives des cartes géologiques au 1/80 000 puis au 1/50 000 affinent les connaissances. Parmi ces dernières, couvrent le territoire les feuilles suivantes : Verdun, G. BRESSON, C. MAIAUX, J. DE MAUTORT, et M. GUILLAUME, 1969 ; Vouziers, A.F. DE LAPPARENT, J. TRICART, L. COIN et Ph. RENAULT, 1958 ; Clermont-en-Argonne, C. MAIAUX, L. DEMASSIEUX et F. NOELLE, 1975 ; feuille de Sainte-Menehould, Al. BLONDEAU et B. POMEROL, 1988 ; Etain et Stenay, P. L. MAUBEUGE, 1958 et 1976 ; Saint-Mihiel, 1985 ; Vigneulles-lès-Hattonchâtel, P. L. MAUBEUGE, 1970. Voir aussi J. HILLY et B. HAGUENAUER, *Lorraine Champagne*, coll. des Guides géologiques régionaux, Masson, 1979. A consulter sur de nombreux domaines *Inventaire des sites de l'Argonne. Préhistoire, Histoire, Botanique, Zoologie et Géologie*, AREAR (Atelier régional d'Etudes économiques et d'Aménagement rural), serv. rég. du minist. Agriculture de Champagne-Ardenne, Châlons-sur-Marne, 1979. Pour la géomorphologie J. LAURENT, *L'Argonne et ses bordures*, op. cit.

² Notice de la carte géologique Verdun, p. 27.

³ Le pendage de la flexure affectant le bâti sur la proche rive droite de l'Aire atteint 25 ‰ (carte géologique de Clermont-en-Argonne).

⁴ Carte géologique de Sainte-Menehould.

La présentation rapide de la colonne stratigraphique s'appuie sur les trois cartes géologiques couvrant le transect tenu pour représentatif et notées de la manière suivante : *Etain* (E), *Verdun* (V), *Sainte-Menehould* (S-M), auxquelles on peut ajouter celle de *Clermont-en-Argonne* (C). Les symboles géologiques retenus sont ceux utilisés par les auteurs de ces cartes. Il est tenu compte des nombreux reclassements d'étages opérés durant la période de publication de ces cartes, qui court de 1958 à 1988. La série est la suivante :

- Jurassique moyen (Dogger) : Bathonien supérieur J^{2c} (E), Callovien j³ (E).
- Jurassique supérieur : Oxfordien j⁴⁻⁷ (V) [groupant l'ex-Oxfordien j⁴ (E), le Rauracien-Argovien j⁶⁻⁵ (E) et le Séquanien j⁷ (E)], Kimméridgien j⁸ (V), Portlandien j⁹ (V).
- Crétacé inférieur : une forte lacune jusqu'à l'Albien affecte cette sous-époque. Albien n⁷ (S-M) [rattaché au Cénomaniens inférieur c¹ sur (V)].
- Crétacé supérieur : Cénomaniens, c¹⁻² (S-M), Turonien, c³ (S-M).

2.2.1. Les caractères des unités structurales

Une analyse lithologique succincte du bâti menée suivant la chronoséquence cerne les potentiels d'érosion différentielle de la série sédimentaire et les caractéristiques des paramètres structuraux impliqués dans les sylvosystèmes. Les caractères de perméabilité seront abordés dans le paragraphe 2.3.

a - LE BATHONIEN J^{2c}

Le Bathonien, étage de base de la série géologique sur la dition, n'apparaît que sur les franges orientales des cantons est de la forêt de Spincourt. Il présente un binôme dont la puissance atteint 90 mètres ; un calcaire dur, oolithique souvent cristallin, la "Dalle d'Etain", surmonte une masse de marmo-calcaires d'une soixantaine de mètres d'épaisseur. La masse très fissurée, souvent karstifiée, crée un aquifère très volumineux.

b - LE CALLOVIEN j³

L'étage du Callovien forme une masse homogène dont la puissance dépasse 200 mètres, les "Argiles de la Woèvre". Le beau développement en demi-lune de la série callovienne est associé à un pendage très faible dans la partie centrale de la plaine.

c - L'OXFORDIEN j⁴⁻⁷

L'Oxfordien de l'actuelle terminologie groupe quatre étages classiques de la géologie régionale, que nous conserverons pour la présentation. C'est dans cette série qu'est dégagée la Côte de Meuse.

- L'Oxfordien s.s. j⁴ (E) est un ensemble de terrains variés. Sur une quarantaine de mètres d'épaisseur calcaires, lumachelles, argiles à chailles affleurent le long du flanc de la côte, au-dessus des argiles et marnes du haut de la série des "Argiles de la Woèvre".

- L'Argovien s.s. j⁵ (E) : ses divers faciès carbonatés sont difficilement séparables de ceux du j⁴. Il développe 40 mètres environ, unités coralliennes à polypiers, calcaires crayeux et beaux bancs de calcaires à crinoïdes autrefois intensément exploités⁵.

- Le Rauracien s.s. j⁶ (E) : sa puissance moyenne est de 70 mètres. Les calcaires dominant sous des faciès divers, sublithographiques, oolithiques, coquilliers. L'ensemble est dur et résistant.

- Le Séquanien s.s. j⁷ (E) : puissant de 120 mètres environ il affleure largement sur la rive gauche de la Meuse tandis qu'il ne présente sur la rive droite du fleuve que des lambeaux résiduels couronnant les lanières d'interfluve des vallons pénécouséquents. Il comprend deux masses d'épaisseurs voisines. La masse supérieure j^{7b} est un ensemble de dalles calcaires qui joue un rôle morphologique important. Sur la rive gauche elle détermine le net palier topographique sur lequel furent construits six des forts de la ceinture du camp retranché de Verdun (chapitre huit) : forts des Bois Bourrus, de Marre et de Vacherauville alignés sur l'éperon du méandre de la Meuse à Charny, fort de Choisel puis ligne des forts des Sartelles et de la Chaume sur le méandre de Verdun. Sur la rive droite elle arme les "côtes" que la guerre a rendues célèbres dans la défense de la ville, la côte de Talou, pédoncule du méandre de Champneuville, la côte du Poivre à l'est de Vacherauville (carte HT Verdun 1914). Les argiles dominant dans la masse inférieure j^{7a}, alternant avec des bancs calcaires.

⁵ Les pierres de taille d'Euville et de Lérouville, région de Commercy, sont célèbres.

d - LE KIMMERIDGIEN j⁸

Le Kimméridgien est un ensemble de marnes et de marno-calcaires à dominante tendre de 120 mètres de puissance environ. Ses affleurements dessinent des collines de rive gauche de la Meuse en contrebas du plateau du Barrois dont il structure la cuesta. La série est marquée par la morphogenèse antécristacée, qui vit le développement d'une surface d'aplanissement affectant aussi le Portlandien. Les calcaires rocailloux de la base j^{8a}, épais de 12 et 25 mètres, jalonnent le palier structural bien marqué de la cuesta du Barrois, lui donnant par endroit l'allure de cuesta double (la Haute Borne au droit de l'éperon de Montzéville) ou de butte témoin comme la crête du Mort-Homme.

e - LE PORTLANDIEN j⁹

Le Portlandien inférieur, assise du plateau du Barrois, est surtout représenté par un calcaire lithographique épais d'une soixantaine de mètres, masse dure et compacte présentant des intercalations de lumachelles. Des bancs de calcaire marneux et de minces lits de marnes bleues alternés constituent la base de l'étage et assurent la transition avec la série kimméridgienne sous-jacente. La série s'amincit vers le nord, le biseau affleure sur une ligne Varennes-Montfaucon. Le calcaire assure encore le piédestal de la butte témoin albienne. Vers le nord l'extension antérieure à l'érosion antécristacée est soulignée par la présence de rares blocs isolés sur les terrains kimméridgiens⁶. Au sud du ruisseau de Vadelaincourt les plages crétacées n'ont plus qu'une faible importance et le calcaire portlandien règne en maître, engendrant des formes karstiques de surface et de profondeur, développant un large aquifère, supportant des formations superficielles limoneuses d'épaisseur variables et des sols carbonatés à brunifiés.

f - La série de l'ALBIEN n⁷

Le potentiel structural contrasté du triptyque sédimentaire de l'Albien engendre la cuesta et le massif d'Argonne, sorte d'"incident" géologique circonscrit à l'affleurement d'un faciès latéral dur, la gaize. Cette unité régionale qui court sur une dizaine de kilomètres entre l'Aisne et l'Aire est une curiosité morphologique du Bassin parisien.

- L'Albien supérieur n^{7c}

Ce sous-étage anciennement rattaché au Cénomancien inférieur est celui de la **gaize**. Cette roche bien connue comme pierre à bâtir⁷ resta longtemps mal comprise sur le plan pétrographique, ses affleurements étant limités aux fronts de carrières anciennes⁸, à quelques corniches de hauts de versants⁹, à la tranchée de la voie ferrée Châlons - Verdun. Récentes sont les longues tranchées de l'autoroute A4 dans sa traversée du massif. La gaize, mot d'origine locale, est « une silicarenite fine, quartzo-glaucconieuse, toujours très pauvre en carbonates, et parfois riche en spicules de spongiaires. L'ensemble de la formation est largement bioturbé, et les accidents siliceux sont fréquents »¹⁰ ; la silice est présente sous la forme de quartz et d'opale, véritable ciment de la roche. La gaize est issue de la diagenèse des formations littorales septentrionales de la mer de l'Albien, alors que l'équivalent géohistorique du rivage méridional sont les sables verts et les grès de la Puisaye. De nombreux sondages pétroliers ont permis de préciser la puissance de la formation dont la moyenne se situe entre 70 et 80 mètres. Dans la partie centrale du massif elle atteint la centaine de mètres¹¹. La gaize est **légère**, de densité moyenne 1,7¹². La densité augmente vers le sud avec la hausse de la teneur en silice ; elle est de 2,70 au village de Futeau

⁶ Les calcaires du Barrois n'ont, d'après la notice de la carte géologique de Verdun p. 10, que « le tiers, environ, de la puissance totale de l'horizon en Lorraine. En effet, par suite de l'érosion antécristacée, 150 mètres de ces calcaires ont disparu de Joinville à Aubréville. »

⁷ La gaize fut souvent utilisée associée à la brique. L'ensemble urbain de Sainte-Menehould doit une part de sa grandeur à l'appareil brique-gaize en bandes alternées qui fut retenu pour la reconstruction de la ville après le grand incendie qui la ravagea en 1719, Lucile GRASSET, "L'incendie de Sainte-Menehould, 7-8 août 1719", in "Le feu", *Horizons d'Argonne*, 1988, n° 57, p. 9-24.

⁸ Comme la carrière ouverte sur le versant gauche de la vallée de la Biesme entre Florent et le Claon où furent prélevés les échantillons présentés *infra*.

⁹ Comme le saut du Boulanger au nord de Beaulieu, dans la partie méridionale du massif.

¹⁰ La définition la plus récente est donnée par la notice de la carte géologique *Sainte-Menehould*. La connaissance taxonomique, pétrographique et paléontologique de la gaize s'est beaucoup affinée à l'occasion des rééditions de la carte géologique.

¹¹ Sur le territoire de la feuille *Sainte-Menehould* la formation atteint 105 mètres à Dampierre-sur-Auve, 107 à Valmy, 105 vers Beaulieu-en-Argonne.

¹² Lucien CAILLEUX donnait une densité de 1,56 dans *Etude de quelques dépôts siliceux, introduction à l'étude des roches sédimentaires*, Lille, 1897.

dans la vallée de la Biesme. Les variations de densité sont aussi verticales. Les écarts mesurés entre haut et bas de l'étage peuvent être forts, la densité variant de 1,65 à 3. La gaize est **poreuse** donc fortement **gélive**. Sa couleur change avec l'imprégnation. Beige grisé quand elle est sèche, pulvérulente à la surface des blocs, elle est verdâtre lorsqu'elle est humide. Des changements verticaux de faciès traduisent une lente transition granulométrique du sommet sablo-argileux à la base argilo-sableuse, ponctuée de passées plus nettement argileuses.

La figure 314 montre la diversité du matériel et la complexité de la distribution des faciès sur une coupe représentative de l'Argonne centrale¹³. La couche de gaize apparaît encadrée de son mur, les Argiles du Gault auxquelles la rattachent des faciès mixtes de transition, et de son toit, les Sables verts puis la craie du Cénomanién. Sur 80 à 90 m de puissance les faciès sont nombreux.

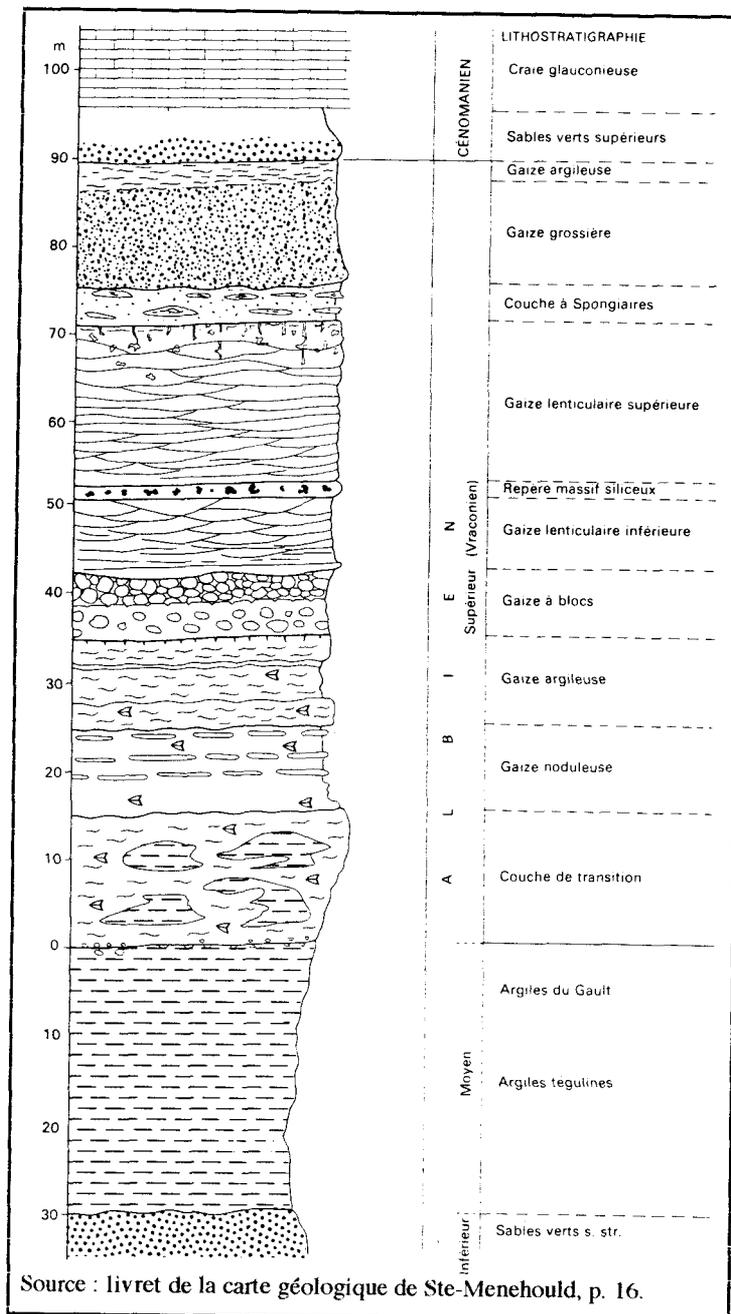


Fig. 314 Coupe synthétique de la gaize en Argonne centrale

¹³ Cette coupe est présentée dans la notice de la carte géologique *Sainte-Menehould*, p. 16, elle-même reprise de P. J. FAUVEL, "Approche sédimentologique de la gaize d'Argonne (France)", note présentée au 5^{ème} congrès européen de Sédimentologie, Marseille, 1984.

La perméabilité croît du sommet à la base ; la teneur en eau est de 3 à 4 % dans les assises supérieures et de 4 à 7 % au niveau inférieur. Les passées argileuses interviennent dans la porosité en grand et la circulation des eaux d'infiltration. Lorsqu'elles affleurent, des lignes de sources naissent sur les versants des vallées internes au massif comme dans les vallons anaclinaux du front de la côte. Elles créent des biotopes aux ambiances humides dans un environnement sec. La présence de cette couche permet de saisir les conséquences de la ressource pétrographique à échelle fine sur la géomorphologie et les potentiels des milieux. Des résultats de douze analyses chimiques faites par les géologues sur des échantillons de la coupe décrite ci-dessus¹⁴ nous tirons une composition moyenne qui donne, à petite échelle, le caractère chimique de ce pôle siliceux de la dition (tableau 319).

Tableau 319
Composition chimique moyenne de la Gaize d'Argonne

Composés principaux (en %)										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	feu*
78,8	5,9	2,5	2,6	0,6	0,02	1,4	0,16	0,4	0	7,3

* perte au feu

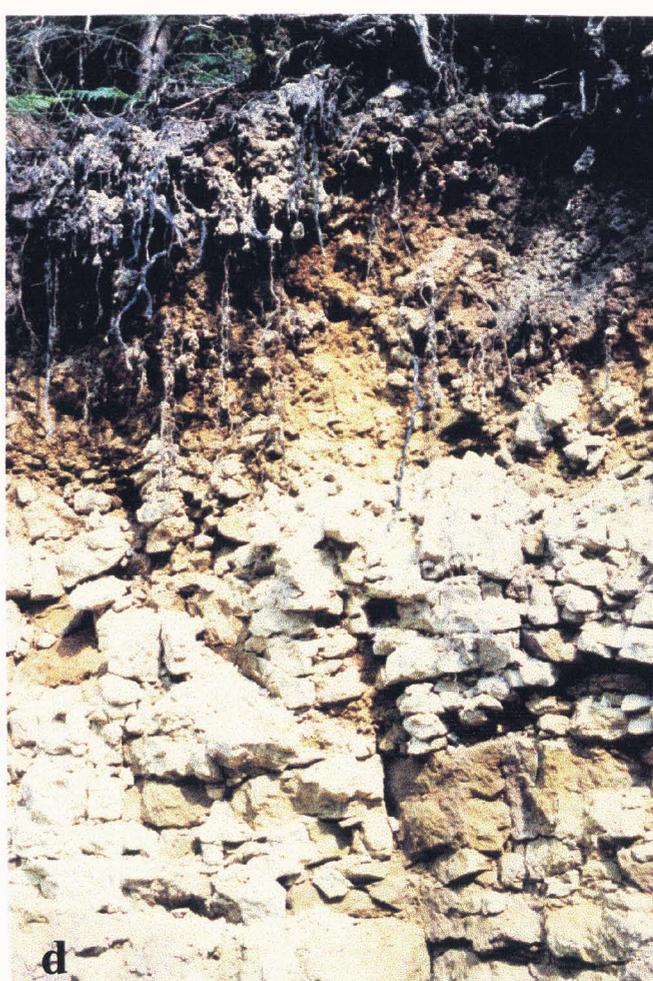
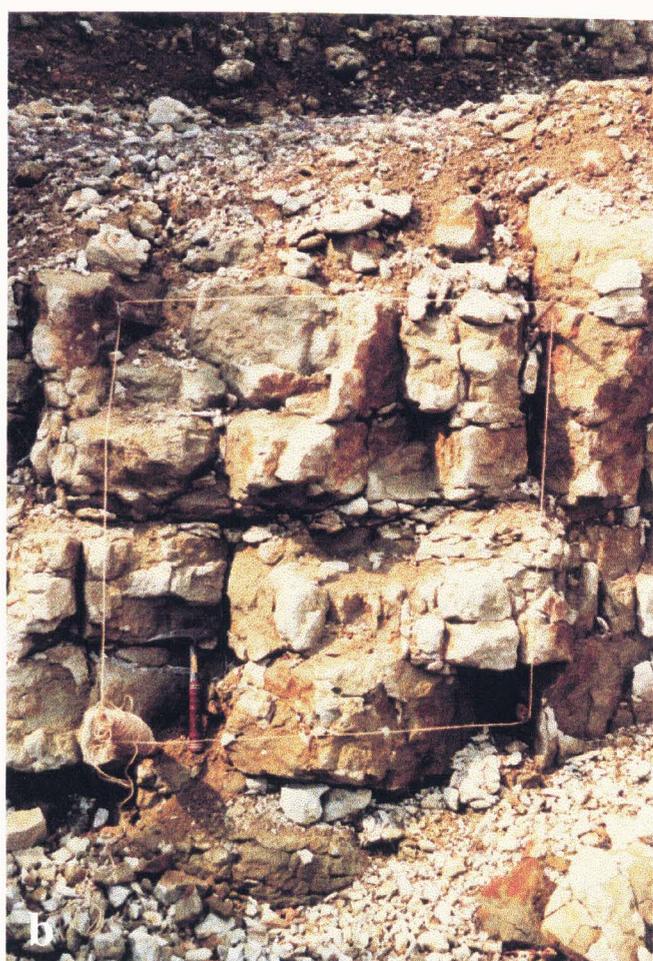
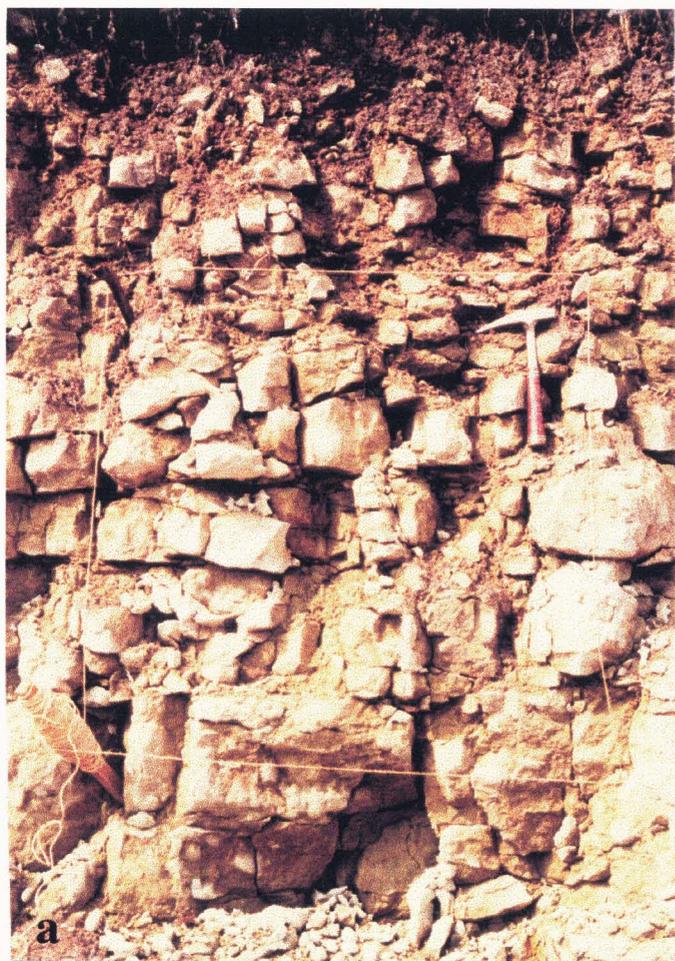
Prenons l'exemple du faciès dit *Verlancier*¹⁵ pauvre en matériaux altérables, pauvre en fer (moins de 0,5 ‰) et en argile (11 à 12 % d'éléments inférieurs à 2 µm). Comme son altération libère une faible quantité de cations, la capacité d'échange des sols qui en dérivent est faible. Mais la gaize, grâce aux "impuretés" qu'elle contient, n'est pas totalement improductive. La désagrégation du matériau, par gélifraction, par alternance d'hydratation et de dessiccation libère une altérite limoneuse. Celle-ci, imbibée par la pluie, devient une pâte très fluide qui s'écoule le long des versants. La mise à nu des sols sur les pentes convexes raides des ravins enclenche vite des processus d'ablation ; ainsi la guerre fit-elle de l'Argonne un pays de la boue¹⁶. Les premiers coups de marteau fendillent le banc de gaize qui se brise aisément. Rayée par le couteau, parfois par l'ongle, la roche est entre 1 et 2 sur l'échelle de Mohs. Les produits résiduels de fragmentation portent souvent le nom de "gravelle". Les formes qui témoignent de sa médiocre résistance absolue s'observent bien sur le front de taille d'anciennes carrières, nombreuses dans le massif : fentes étroites et profondes, fissures ramifiées dans lesquelles s'accumulent les produits d'altération. Mais en terme de potentiel d'érosion différentielle **la résistance des gaizes à l'érosion est supérieure à celle des formations sous et sus-jacentes plus tendres**, qu'elles soient argileuses, sableuses ou même crayeuses. Quatre mesures de la fracturation ont été faites sur des fronts de taille, entre 1m et 1,50 m de la surface du sol¹⁷ ; deux sur la saignée d'une demi-tranchée réalisée par l'ONF pour l'ouverture d'une voie de vidange dans le gorgeon de Favart en forêt domaniale de Beaulieu, une autre dans le bois de la Gruerie sur le plateau, la dernière près du hameau de la Harazée dans la vallée de la Biesme. Une surface d'environ 1 m² est délimitée par un cordon sur chaque front (photos 3.7 a, b, c et d, p. 248 et figure 315, p. 249). Le tableau 320 consigne les résultats.

¹⁴ Tableau complet dans la notice de la carte géologique *Sainte-Menehould*, p. 19.

¹⁵ Des usages multiples ont conduit à des appellations techniques. Au sommet de la série la *Pierre morte*, riche de rognons siliceux et ferrugineux, est la plus dense ; au centre le *verlancier* est un faciès homogène, épais, équilibré entre le grain et le ciment ; à la base le *noir-ardoise* est un faciès argileux enrichi par l'argile du Gault sous-jacente.

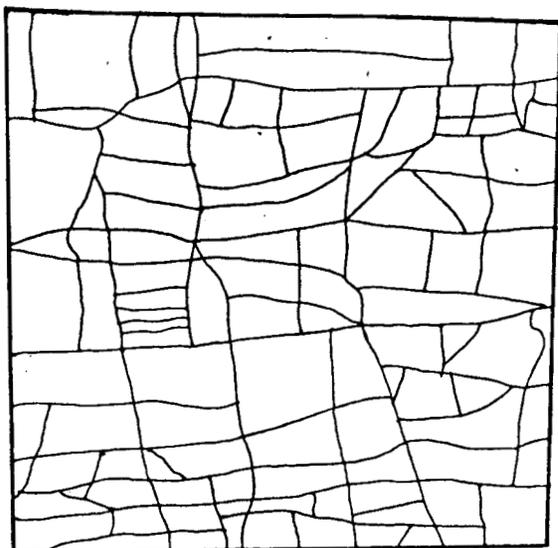
¹⁶ Les références à cette boue sont constantes dans les récits de soldats (chapitres neuf et dix) : « L'humidité de cette forêt est proverbiale. Les sources jaillissent tout en haut des pentes ; la terre argileuse et gluante retient toutes les eaux. Les chemins deviennent rapidement impraticables. Les soldats y pataugent effroyablement... Il est indispensable, si l'on veut passer, d'aménager surtout des pistes faites de rondins, disposées à la suite les unes des autres. Les tranchées à peine creusées sont inondées au trois quarts. Les soldats sont obligés de les vider sans relâche, avec des seaux, des pelles, voire des plats et des gamelles, comme dans un canot qui ferait eau » Jean LÉRY, *La bataille dans la forêt (Argonne 1915)*, Paris, Hachette, 1916. Voir aussi, chapitre huit, la construction du camp retranché de Verdun.

¹⁷ Hamid SEMROUD, *Approche géographique d'un bassin-versant forestier : la vallée de la Biesme en Argonne*, mémoire de maîtrise, université de Paris XII - Val de Marne, 1987.

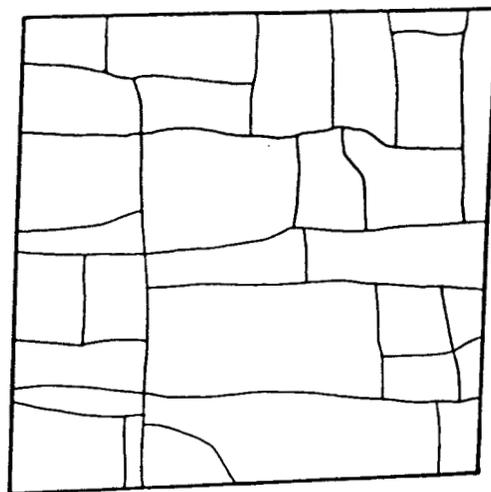


Photos n° 3.7 La gaize, quatre fronts de taille en Argonne centrale

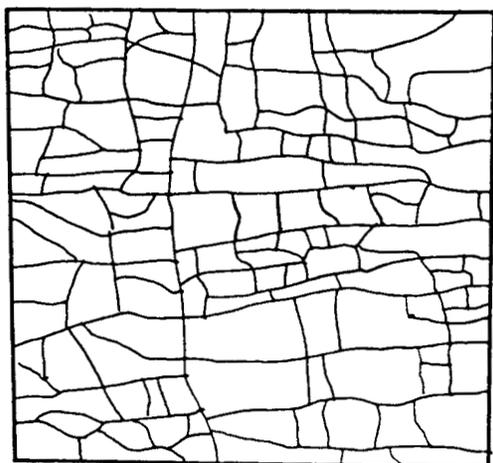
Voir photographies



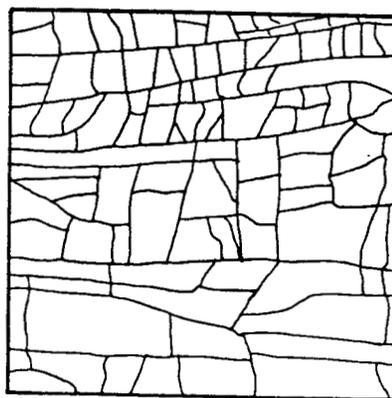
GAIZE SUPERIEURE (BEAULIEU, 225 m)



GAIZE INFERIEURE (BEAULIEU, 225 m)



GAIZE SUPERIEURE (GRUERIE, 200 m)



GAIZE SUPERIEURE (LA HARAZEE, 175 m)

Source, H. Semroud, note

Fig. 315 Types de fracturation dans la gaize (fronts de taille en Argonne centrale)

Tableau 320
Densité et orientation de la fracturation des gaizes du bassin de la Biesme (Argonne)

Site	Alt.	Faciès de la gaize	Densité de fracturation (l/S) x 100				Total
			NNE/SSW	%	NNW/SSE	%	
Beaulieu	225 m	supérieur	84,3	62	50,1	38	134,4
Beaulieu	225 m	inférieur	32,3	58	22,7	42	55,1
Gruerie	200 m	supérieur	81,6	63	46,8	37	128,4
Harazée	175 m	supérieur	58,3	60	38,7	40	97,0

Évaluée sur les quatre parois étudiées la densité moyenne de fracturation (x100) est de 103¹⁸. Deux directions de fragmentation apparaissent sur des plans horizontaux NNE/SSW et des plans verticaux NNW/SSE. Près de 60 % de la fragmentation est de direction NNE/SSW. Pour ce que montre l'échantillonnage, la fracturation est plus forte pour les faciès supérieur de la "pierre morte". Les cassures sont nettes, les produits de désagrégation sont surtout des sables grossiers. Le verlancier, lui, se fendille peu et ne s'effrite qu'une fois au contact de l'air ; les produits résiduels sont des limons grossiers et fins qui donnent fréquemment des boues argileuses. La Noir ardoise, qui n'a pas fait l'objet de mesure, ne résiste pas et s'écrase à la pression. Cet affaiblissement du matériel gaizeux trouve, pour une part, son origine dans le jeu de pressions internes résultant de la tectonique¹⁹.

Les affleurements de gaize hors du massif argonnais confirment le caractère de roche dure que celle-ci prend dans l'environnement régional. De nombreuses buttes témoins agrémentent la rive droite de l'Aire qui coule en position subséquente : buttes en chapelet de la forêt de Hesse, et buttes de Vauquois et de Montfaucon qui portaient, en 1914, les seuls villages perchés de la région, dominant les longs versants dégagés dans les argiles et sables tendres de l'Albien. La gaize déborde largement la vallée de l'Aisne sur sa rive gauche, entre Vouziers et Attigny et, à l'est de la N 382, de Vouziers à Monthois et à Sainte-Menehould. Vers le nord, la gaize d'Argonne s'étend jusqu'au Chêne et, plus à l'ouest, un faciès peu épais dit *gaize de Marlemont* garnit le fond de certaines vallées, comme celles de la Serre et de l'Auve.

L'individualité pétrographique de la gaize se transpose dans les modes d'occupation des sols des régions où elle affleure. En une brève formule qui demande à être affinée, disons que la gaize est le matériau des forêts. L'infiltration est rapide et puissante, les ruissellements de surface et hypodermique, limités d'autant. Pentes et exposition déterminent les caractères à l'affleurement. En l'absence de couverture superficielle les faibles réserves en eau sont souvent inférieures à 25 mm, surtout dans les sols peu évolués comme les rankosols. Ainsi les versants raides et ensoleillés aux sols acides souvent dégradés portent-ils de maigres chênaies acidiphiles ou des résineux.

- L'Albien moyen n^{7b} est l'étage de l'**Argile du Gault** noire ou grise, très plastique, depuis longtemps exploitée pour la fabrication de tuiles, briques et poteries²⁰. Le toit de cette masse montre des lits alternés de marnes gréseuses et d'argile, tandis que la base est argilo-sableuse et glauconieuse. La puissance de l'étage avoisine 25 à 30 mètres dans le massif argonnais. Au sud le Gault affleure largement entre les plateaux calcaires du Barrois et les plaines crayeuses de Champagne. C'est l'Argonne des Étangs au puissant manteau de forêts humides, entre Seuil d'Argonne où la couche atteint une cinquantaine de mètres et la méridionale Revigny-sur-Ormain où son épaisseur culmine à une centaine de mètres. La gîtologie est différente dans le massif. Le Gault y apparaît en une bande étroite dans le fond de la vallée de la Biesme, de Saint Rouin au Neufour ; l'affleurement s'élargit à l'est du défilé des Islettes dans la large dépression creusée par le ruisseau de Beauchamp qui remonte au "col" de Clermont. L'argile est rare à l'affleurement car elle est recouverte de colluvions gaizeuses sur les concavités de versants et d'alluvions dans les fonds. Hormis dans les faciès transitionnels de base le matériel est fin. Les

¹⁸ Soit une longueur des plans de fracturation de 103 cm pour 1 m² de surface. Cette valeur forte traduit un matériau très fragmenté.

¹⁹ Services régionaux du BRGM de Champagne-Ardenne, travaux pour le renforcement de l'alimentation en eau potable de la commune de Vienne le Château. Les deux directions tectoniques SSE/NNW, NNE/SSW ont été décelées par géophysique. Des failles correspondantes ont été localisées, les premières dans le fond de la vallée de la Biesme et à l'est du Claon, les secondes près de la Haute Chevauchée.

²⁰ On peut citer la faïencerie des Islettes, très active au XIX^e siècle, située sur un beau gisement.

illites représentent 55 % et la chlorite 20 % des minéraux argileux. Le tableau 321 présente les valeurs tirées de l'analyse chimique de deux échantillons pris à Futeau²¹.

Tableau 321
Composition chimique moyenne, en %, de l'argile du Gault en Argonne

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	feu*
70,9	6,8	2,4	6,5	0,7	0,02	1,5	0,15	0,45	0	10,7

* perte au feu

- L'**Albien inférieur** n^{7a} est connu sous le nom de **Sables verts**. Quartzeux et glauconieux ces sables contiennent des intercalations argileuses vers le sommet de la formation et de nombreux lits de nodules phosphatés, les "coquins", très activement exploités au XIX^e siècle pour la fabrication d'engrais²². Les sables affleurent en de rares points à la faveur de la forte incision de la vallée de la Biesme. La puissance de la formation diminue vers le nord et vers l'est : de 5,5 m aux Charmontois, elle passe à 7,7 m à Sainte-Menehould et 3 m environ au Neufour ; de 10 m à Valmy elle n'est plus que de 2 m sur le territoire de Florent-en-Argonne. Le quartz constitue jusqu'à 70 % de la roche. La matrice inférieure à 2 µm n'en représente que 15 % environ. Les éléments carbonatés ne sont pas absents mais leur teneur est toujours inférieure à 5 % dans les faciès les plus grossiers (tableau 322) ; l'ambiance physico-chimique est acide.

Tableau 322
Composition chimique moyenne, en %, des Sables verts en Argonne

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	feu*
69,2	5,10	7,3	3,0	0,9	0,01	3,6	nd	0,25	1,16	nd

* perte au feu

g - LE CENOMANIEN c¹⁻²

Le Cénomanién, qui affleure à l'ouest de l'Aisne, marque la limite champenoise du Vallage et les premières assises crayeuses de la Champagne. Puissant d'une trentaine de mètres dans la région de Sainte-Menehould il présente deux assises différenciées qui appartiennent à la base tendre du binôme de résistance de la Côte de Champagne.

- le **Cénomanién inférieur** c¹ est formé sur une dizaine de mètres d'épaisseur de **sables verts** glauconieux, dits Sables verts supérieurs²³. Ceux-ci abritent aussi des lits de nodules de phosphates de chaux²⁴. Les teneurs variables en sable et en glauconie définissent de nombreuses variations latérales de faciès.

- le **Cénomanién supérieur** c² est une **craie marneuse**, glauconieuse à la base. Elle abrite de minces niveaux indurés que le paysage traduit en quelques buttes ou paliers topographiques dominant légèrement le Vallage, comme la Motte près de Dampierre-sur-Auve ou la côte de Braux près de Braux-Saint-Rémy.

h - LE TURONIEN c³

L'étage du Turonien est cité pour mémoire car il n'appartient pas à la dition. La craie turonienne, blanche et légèrement argileuse, est plus résistante que les craies argileuses et glauconieuses sous-jacentes. Elle arme le front de la côte de Champagne qui domine à l'ouest le Vallage de l'Aisne d'une vingtaine de mètres (butte du Moulin de Valmy à 197 m d'altitude).

Soulignons pour terminer cette analyse l'importance prise par deux binômes matériau/énergie dans l'épanouissement de la proto-industrie argonnaise. L'argile et la forêt ont suscité et soutenu le développement des tuileries, briquetteries, poteries, faienceries ; le sable et la forêt,

²¹ Tableau extrait de la notice de la carte géologique *Sainte-Menehould*.

²² Les coquins furent exploités à Vouziers, Grandpré, Dombasle, Apremont. L'historique de leur exploitation a suscité de nombreuses publications : Alain GERDEAUX, "L'exploitation des coquins en Argonne", *Mém. Soc. Agric., Commerce, Sci. et Arts de la Marne*, 1984, p. 298-338. *Découverte de l'Argonne - 3*, Centre d'Etudes argonnais, 1978, avec bibliographie.

²³ Ainsi nommés pour les différencier de ceux de l'Albien inférieur.

²⁴ Ces nodules furent exploités sous le nom de "coquins de sable".

celui des verreries. Ajoutons les coquins phosphatés ou ferreux pour les engrais ou le minéral de fer. Tout un monde industriel vivait ainsi de la forêt, des eaux et de la ressource minérale. Deux siècles au moins de ces pratiques ont profondément marqué les peuplements forestiers (chapitre six)²⁵.

Les lignes tectoniques de la région, assez simples, déterminent la géométrie des affleurements²⁶. La série monoclinale affleurante s'ennoie en direction du centre du bassin de Paris avec un pendage de l'ordre de 0,15 ‰²⁷. Elle est affectée d'ondulations secondaires de faible amplitude, souvent transverses. Ainsi s'observe un synclinal orienté NNE-SSW sur une ligne Brabant-sur-Meuse - Neuville-en-Argonne, de 30 m de flèche pour un arc de 11 km²⁸. Ces déformations sont consécutives à une tectonique tertiaire. La tectonique cassante est difficile à prouver ; les failles possibles sont douteuses, le plus souvent « indécélables fautes de bons repères stratigraphiques à l'Ouest de la Woëvre et dans la Woëvre elle-même »²⁹. La carte *Verdun* note quelques petites failles transverses en échelons ENE-WSW avec des rejets de 10 à 15 m, ainsi qu'un jeu de failles méridiennes en Argonne et sur le Barrois. Quelques cassures sont portées sur la carte géologique *Sainte-Menehould*. L'une limite le talus sud de l'Argonne au droit de Passavant ; mais l'auteur souligne que « le tracé des failles est uniquement indicatif »³⁰. Au sud de Bar-le-Duc dans le synclinal de Savonnières³¹ une double faille dessine localement un graben d'un à deux kilomètres de large. C'est dans son prolongement nord que se situe le petit fossé méridien de la Biesme. L'évolution tectonique régionale du Barrois a très peu affecté la disposition monoclinale des assises.

2.2.3. Les réseaux hydrographiques et le dégagement des grands volumes

a - Une surface d'érosion avant l'enfoncement des réseaux hydrographiques

La surface d'érosion anté-albienne qui se manifeste par une surface de discordance joua un rôle cardinal dans l'histoire géomorphologique régionale. Le Crétacé inférieur n'est représenté que par l'Albien, qui repose sur le Portlandien au sud de Montfaucon, sur le Kimméridgien au nord³². Les dépôts du Berriasien, du Valanginien, de l'Hauterivien et de l'Aptien sont inconnus à l'affleurement comme en forage³³ ; ils n'apparaissent qu'au sud (feuille *Revigny-sur-Ornain*). Le biseutage stratigraphique est très marqué dans la direction méridienne. Ainsi la soixantaine de mètres de Portlandien déblayée le fut-elle sur une distance moyenne de 16 kilomètres. Le paléorelief régional infra-albien était une surface d'érosion karstique ; il en existe de nombreux témoins sur le plateau du Barrois, ainsi dans la forêt communale de Montfaucon, au sud du village³⁴. Une des conséquences de ce dispositif morpho-structural est la disparition septentrionale de la cuesta du Barrois, des toposéquences et des couvertures forestières qui lui sont associées.

b - Le dégagement des grandes formes de relief

La surface fondamentale dont dérivent les formes en creux actuelles se façonne au Tertiaire³⁵. Dans ces régions de contact des trois réseaux majeurs de la Seine, de la Meuse et de

²⁵ Riche bibliographie dans J. HUSSENET, *Argonne 1630-1980*, op. cit. et Ernest MILLET, *Géographie champenoise*, Reims, Matot-Braine, t. 1, *Argonne et Champagne ardennaises*, 1959.

²⁶ C'est à ce titre seulement qu'elles méritent d'être présentées. Elles ne sont ici que rappelées.

²⁷ Soit 15 m pour 1 000 m, assez faible pour offrir à toutes les couches des surfaces d'affleurement et des expressions de modelés marquant les paysages.

²⁸ Notice de la carte géologique *Verdun*, p. 28.

²⁹ Notice de la carte géologique *Vigneulles*, p. 6.

³⁰ Notice de la carte géologique *Sainte Menehould*, p. 6.

³¹ Jean LFROUX, "La tectonique de l'auréole orientale du Bassin de Paris : ses relations avec la sédimentation", *Bull. Soc. Géol. de France*, 7, XXII, n°4, pp. 655-662. Voir aussi, Claude MÉGNIEN, 1980, *Synthèse géologique du Bassin de Paris*, Mémoires BRGM, n° 101 et 102.

³² Notice de la carte géologique *Verdun*, p. 24.

³³ Notice de la carte géologique *Vigneulles*, p. 7.

³⁴ Dans la parcelle 19 de la forêt domaniale de Montfaucon par exemple (voir analyse de sylvo-faciès au chapitre cinq). Ces dolines ne doivent pas être confondues avec les trous d'obus.

³⁵ J. TRICART, *La partie orientale ...*, op. cit., p. J. LAURENT, *thèse*, op. cit.; planche 3 de l'atlas, "Dépôts tertiaires et quaternaires". J. TRICART, "L'Est du Bassin de Paris", in CHOLLEY An. et alii, *Carte*

la Moselle les dépôts tertiaires résiduels sont très démantelés et « n'apportent que des informations très incomplètes difficiles à interpréter »³⁶. « L'inversion de relief au profit des très hautes terrasses de la Haute-Moselle et de la Paléo-Meurthe s'est nécessairement réalisée au Plio-Pléistocène, puisque les témoins des paléonappes alluviales de la Moselle [...] ont été rapportées au Pliocène »³⁷. Les grands cours d'eau sont surimposés. Les paléomorphologies de huit stades d'enfoncement, entre les niveaux 410-420 m du Pliocène et 200 m de l'actuel, ont pu être reconstituées³⁸. Pour l'Argonne Jean LAURENT, après avoir argumenté et comparé les interprétations, écrit : « Coiffée de pellicules argilo-sableuses remaniées, la plate-forme [de Clermont - Beaulieu], qui admet les grès sur son pourtour et sur celui-ci seulement est, avant toute autre considération, un élément de surface structurale »³⁹. L'enfoncement et le dégagement corrélatif des formes structurales des cuestas et des dépressions orthoclinales se sont accompagnés de multiples réorganisations des réseaux hydrographiques. Des alignements de cours d'eau, des surdimensionnements de méandres (l'Aire orthoclinale avant le coude de Grandpré et la Bar par exemple, figure 31a, p. 209) ont conduit Davis⁴⁰ et ses successeurs à identifier de nombreuses captures : « Privé de ses deux plus importants affluents, l'"Aisne-Bar" et la "Haute-Moselle", la Meuse lorraine [...] est un cours d'eau-relique dont le bassin-versant, particulièrement étroit, paraît menacé par les bassins versants du Rhin et de la Seine » rappelle Dominique HARMAND⁴¹.

2.2.4. Le voile des formations superficielles

Trois critères de classement des formations superficielles en tant que matériaux parentaux des sols sont privilégiés : l'épaisseur, la porosité pour le réservoir hydrique, la teneur en bases donc l'acidité pour le réservoir trophique. Les variables physico-chimiques sont analysées au chapitre quatre. Les matériaux superficiels, supports de la couverture pédologique, peuvent être classés en fonction de la porosité (tableau 323).

Tableau 323
Matériaux classés selon la porosité du réservoir d'eau

faible	moyenne	élevée	très forte
hydromorphie fréquente à permanente	faible hydromorphie	jamais d'hydromorphie	jamais d'hydromorphie
- alluvions de fond de vallée - marnes et argiles affleurantes : porosité très faible	- marno-calcaires séquanien - colluvions fines - limons argileux de couverture (gaize, calcaire) - alluvions argilo-limoneuses	- limon des plateaux - limons d'altération des calcaires - colluvions de bas de pente - colluvions de pente	- gaize sub-affleurante - calcaires sub-affleurants - colluvions grossières de désagrégation (gaize et calcaires)
RU : faible sur argile affleurante	RU satisfaisante	RU satisfaisante	RU faible

Les formations superficielles peu perméables liées aux affleurements de marnes et d'argiles, Séquanien sur les Hauts de Meuse, Argiles du Gault en Argonne, sont rares. Les formations superficielles perméables sont d'origines diverses. Outre les formations de pentes, grouine, dépôts de cailloutis calcaires fins et anguleux (fréquents sur les flancs des vallées de revers des Hauts de Meuse), éboulis calcaires du front de côte, ce sont les alluvions anciennes des terrasses étagées peu visibles, des méandres abandonnés (Sivry) et les alluvions récentes des fond de la vallée.

morphologique du Bassin de Paris, Mém. et Doc. du CNRS, 1956, tome V. D. HARMAND et alii, "Nouvelles données relatives à la capture de la Moselle", *RGE*, 1995, 3-4, p. 321-343.

³⁶ Lorraine, Champagne, Guide géologique régional, op. cit., p. 23.

³⁷ J. LE ROUX et D. HARMAND, "Contrôle morphostructural...", art. cité, p. 158. Six croquis montrent le "Recul plio-quatenaire du relief de côte et (l')évolution du réseau hydrographique au nord de Toul", p. 158.

³⁸ ID., *ibid.*, Huit croquis de paléo-paysages et paléo-cours d'eau, p. 155 et 156.

³⁹ J. LAURENT, *thèse*, op. cit., p. 72.

⁴⁰ W. DAVIS, "La Seine, la Meuse et la Moselle", *Ann. de Géol.*, 1895, p. 25-49.

⁴¹ D. HARMAND, A.I. PISSART et L. KROOK, "L'évolution du paléo-bassin de la Meuse : Les enseignements des captures et leurs implications environnementales", *Géographie physique et Quaternaire*, 1997, p. 169.

a - Quelques dépôts siliceux résiduels

Sur les plateaux des dépôts épars, des lambeaux de formations siliceuses témoignent des paléo-environnements. La Pierre de Stonne⁴² en est un exemple. Cette formation apparaît toujours en blocs isolés souvent à allure tabulaire : « La Pierre de Stonne n'est plus qu'une relique témoignant qu'il fut un paysage dont, à part elle-même, il ne reste rien »⁴³. En Argonne il existe des blocs épars de grès ferrugineux sur le plateau, sur les rebords festonnés des tables et dans les alluvions. Le rôle que tiennent ces lambeaux dans les profils édaphiques des milieux est négligeable ou nul. **Aucun biofaciès n'est sous la dépendance de ces formations.**

b - Le saupoudrage des dépôts meubles

Les couvertures limoneuses n'atteignent que rarement des épaisseurs suffisantes pour isoler le substrat de toute influence sur la pédogenèse ou sur les réservoirs hydriques. La moyenne se situe dans une fourchette de 25 à 50 cm⁴⁴.

- Les formations superficielles autochtones issues de la fragmentation et (ou) de l'altération des substrats sont présentes partout. Sur le pôle carbonaté la terra fusca⁴⁵ est une argile résiduelle de décarbonatation des calcaires jurassiques, enrichie selon son épaisseur et sa position topographique de fragments calcaires et de colluvions limoneuses. Elle est présente sur le revers des Hauts de Meuse comme sur le plateau du Barrois. Sur le pôle acide une altérite sablo-limoneuse sèche et pulvérulente issue de la gaize peut atteindre deux mètres d'épaisseur sur les secteurs épargnés par l'érosion, d'autant plus que le passage à la gaize intacte est souvent très progressif et peu lisible, en coupe comme en sondage.

- Les formations superficielles allochtones sont très présentes, redistribuées sur les unités morphologiques par les puissantes dynamiques quaternaires d'enfoncement des réseaux hydrographiques et de façonnement périglaciaire. Des limons des plateaux d'origine éolienne de plus de 80-90 cm d'épaisseur couvrent quelques secteurs du plateau du Barrois (canton de la Besace en forêt domaniale du Mort-Homme par exemple) ou de l'Argonne ; ainsi les lisières de la clairière agricole de la Grange-aux-Bois à l'est de Sainte-Menehould coïncident-elles à peu près avec un dépôt de limon fin et pur qui peut atteindre 4 mètres d'épaisseur⁴⁶. Ces limons forment un réservoir à bonne porosité mais, battants, sont très sensibles au tassement. Ailleurs domine un ensemble varié de limons allochtones argileux plus ou moins sableux. Sur le Barrois ces limons masquent ou se développent au pourtour des formations crétacées dont ils sont en grande partie dérivés⁴⁷. Sur les plateaux de Montfaucon et d'Esnes-Avocourt les placages atteignent 1 m à 3,5 m d'épaisseur et se mélangent aux sables verts et aux argiles⁴⁸. Ils sont constants dans la partie argonnaise de la forêt domaniale du Mort-Homme. Les réservoirs hydriques y sont supérieurs à ceux des autres limons. Sur les lanières de plateau de l'Argonne les formations superficielles pelliculaires proviennent surtout de l'altération mécanique et physico-chimique du substrat gaizeux. « Les hauts de Beaulieu sont [...] recouverts par un dépôt étendu, épais de 1 à 3 m selon les lieux, et composé de limons, d'argiles et de sables remaniés reposant sur la pierre-morte par l'intermédiaire d'un lit de brèches informes et de cailloutis gaizeux »⁴⁹.

c - Les alimentations colluviales

Le manteau colluvial généralisé présente une grande variété sédimentologique liée aux proportions variables des éléments des substrats et des formations superficielles, et aux dynamiques de versant actuelles ou héritées : pierrosité variable, teneur variable en carbonate pour les milieux sur calcaire, porosité assez élevée, structure friable et peu cohérente. Les

⁴² Du nom du village éponyme, Stonne, situé sur les Crêtes pré-ardennaises, carte 1/50 000, Raucourt-et-Flabas (49°33' N - 4°55' E).

⁴³ Léon VOISIN, "Introduction à l'étude de la Pierre de Stonne et des formations siliceuses associées au sud-ouest de l'Ardenne", *Mémoire H.S. de la Société d'Histoire naturelle des Ardennes*, 1987. Cet article est présenté et commenté par Alain MARRE, in *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, 1987, n° groupé 69-70-71-72, p. 199-200. La datation de cette formation mise en place sous climat aride ou semi aride est très difficile.

⁴⁴ Ces épaisseurs sont trop faibles pour être représentées sur les cartes géologiques, surtout à dominante structurale. Seule la carte de Sainte-Menehould consacre une légende détaillée aux formations superficielles, pour les plateaux de la Champagne sèche en particulier.

⁴⁵ Présentation rapide de la terra fusca dans M. BECKER, Fr. LETACON et J. TIMBAL, *Les plateaux calcaires de Lorraine. Types de stations et potentialités forestières*, Nancy, Engref, 1980, p. 13.

⁴⁶ Notice de la carte géologique *Sainte-Menehould*, p. 25.

⁴⁷ Parfois des blocs ou cailloux de gaize altérés en apportent la preuve.

⁴⁸ Notice de la carte géologique *Verdun*, p. 7.

⁴⁹ J. LAURENT, *thèse*, op. cit., p. 71 (voir premier chapitre, placette de relevés).

limites entre colluvions ne sont jamais franches, notamment sur les longs versants. Il en résulte que les cartes géologiques sont peu précises sur ces matériaux ; leur reconnaissance est œuvre stationnelle⁵⁰.

2.3. Nappes aquifères et potentiels de stockage hydrique

La trame des bassins hydrographiques de la Seine et de la Meuse s'associe au canevas morphologique pour offrir un important potentiel de stockage et de déstockage des eaux météoriques. Le réservoir hydrologique régional est constitué de nombreux aquifères⁵¹. Les comportements à l'infiltration des eaux de pluie dépendent beaucoup de la perméabilité des formations superficielles. Certains auteurs classent celles-ci en formations perméables, formations semi-perméables ou peu perméables et formations imperméables⁵². La série sédimentaire régionale présente de nombreux binômes "infiltration/rétention" qui participent à la géographie des alimentations en eau des réservoirs et aux bilans d'eau stationnels (tableau 324).

Tableau 324
Les binômes Infiltration / Rétention dans la série sédimentaire régionale

Série	formations perméables			formations imperméables	binôme
	d'interstice ("en petit")	de fissure ou de karst ("en grand")	"segmentées"		
Turonien	craie				I
Cénomanién				craie marneuse	R
Albien sup.	gaize	gaize	gaize		I
Albien moyen					argiles
Albien inf.	sables	calcaire			I
Portlandien					
Kimméridgien			marno-calcaires		R
Séquanien sup.		calcaire			I
Séquanien inf.				argiles	R
Argovo-rauracien		calcaire			I
Oxfordien s.s.			calc. et argile		R
Callovien				argiles	
Bathonien		calcaire			I

2.3.1. Les nappes libres perchées

Les nappes libres perchées occupent les vastes réservoirs des masses calcaires et de la gaize qui reposent sur des couches imperméables argileuses. Leur rôle économique est essentiel car elles alimentent en eau la plupart des villages.

a) La nappe de la gaize d'Argonne

La gaize est doublement perméable ; en grand par son intense fissuration ; en petit par sa porosité. Le bel aquifère de la gaize apparaît en Argonne centrale vers 200 mètres d'altitude à la faveur du plancher de l'argile du Gault et des faciès argileux de la base de l'Albien⁵³ (figure 316, p. 257). Son débit très régulier d'environ 0,5 litres par seconde donne naissance à de nombreuses sources de déversement. La figure 317 montre les deux lignes principales de sources de l'Argonne occidentale ; la première tournée vers la vallée de la Biesme alimente les petits rus anaclinaux de la côte dédoublée, la seconde située surtout sur la courbe piézométrique de 200 m est tournée vers la vallée de l'Aisne et alimente les nombreux ruisseaux cataclinaux de

⁵⁰ Fosses ou sondages à la tarière. Nous n'évoquons pas ici les alluvions ; dépôts linéaires, dont les caractères sont étudiés avec les analyses de sylvo-faciès. Bibliographie dans D. HARMAND, *La Meuse lorraine ...*, op. cit.

⁵¹ Les principales nappes sont ici rappelées pour mémoire, le stockage épidermique qui définit la réserve en eau pour le couvert végétal est analysé au paragraphe trois de ce chapitre.

⁵² Cette classification est utilisée par An. MENTRE-HILDENBRAND, *Contribution à l'étude des phénomènes hydroclimatiques : le cas du bassin lorrain de la Meuse*, thèse de Géographie, univ. Nancy II, 1986, p. 241 : «Les différentes formations ont été réparties en trois classes de perméabilité en fonction de la classification effectuée par l'ORSTOM (P. DUBREUIL et J. GUISCAFRE, 1971) partiellement modifiée par les services de l'Agence financière du Bassin Rhin-Meuse (1975). »

⁵³ Notices des cartes géologiques *Sainte-Menehould*, p. 33 et 36, et *Clermont*, p. 14.

revers. D'autres sources de même type agrémentent les buttes témoins de la rive droite de l'Aire (Vauquois, forêt de Hesse). Les pores de la roche sont suffisamment fins pour que l'eau absorbée constitue une réserve non négligeable pour la végétation mais la pauvreté du matériau en argile rend cette réserve transitoire. La situation topographique est un facteur déterminant car la proximité de la nappe phréatique permet ou non l'alimentation de la réserve par remontée capillaire. Dans la strate herbacée forestière l'Ail des ours *Allium ursinum* est souvent un révélateur de ces biotopes de sourcins.

b) Les nappes des calcaires du Barrois

Les nappes perchées du plateau du Barrois doivent leur existence à l'affleurement de niveaux argileux ou marneux intercalés dans les masses calcaires. Trois nappes perchées aux débits assez faibles engendrent trois niveaux de sources. La nappe du Séquanien supérieur j^{7a} née des infiltrations dans les calcaires du j^{7b} (70 m de puissance) qui affleurent largement sur la rive gauche de la Meuse alimente les sources de Béthincourt, Chattancourt et Cumières. La nappe du Kimmeridgien inférieur, située à la surface des marnes du j^{8c}, alimente la source du ravin de la Gueule à Chevaux. La nappe du Kimmeridgien supérieur j^{8d-e} donne naissance au ruisseau des Aunes près de Malancourt. La nappe du Portlandien est la plus importante de la région. Toutes les vallées encaissées jusqu'au plancher kimméridgien portent des sources de déversement et de trop-pleins aux débits variables, très sensibles au rythme des abats météoriques. Le débit moyen à l'étiage de ces sources est de 1 à 2 l/s ; certaines qui tarissent en été comme celle de la Buanthe⁵⁴ peuvent atteindre des débits de 200 à 300 l/s. Ces sources drainent tout le plateau de Montfaucon - Avocourt où la karstification notable a donné naissance à des bétoires (avens), des fissures et des effondrements. Elles alimentent en eau des vallons évasés et mal drainés, occupés par de nombreux étangs et marais. Citons entre autres le fond du Vauzy, entre Cuisy et Malancourt (cartes HT Mort-Homme 1995 et 1914).

c) Les nappes des Hauts de Meuse

Divers sont les aquifères des Hauts de Meuse. Les grandes réserves de la série corallienne de l'Argovo-rauracien alimentent la Meuse et ses affluents pénécouséquents dans la traversée des "Hauts". Les dimensions de la grande table, l'épaisseur supérieure à 100 mètres de l'assise, la fissuration et la porosité de la masse calcaire assurent une bonne alimentation de la nappe qui suit à peu près le plongement des assises géologiques. De nombreuses sources de débordement ponctuent les festons du front de côte. Dans la vallée en position orthoclinale de revers des sources de trop-plein fonctionnent en période de hautes eaux (à Bras-sur-Meuse par exemple) et alimentent le fleuve. Sur le revers lui-même la nappe affleure peu, le plateau est sec. Mais deux situations d'affleurement du banc des marnes blanches des Épargés, faciès latéral du J⁵ marneux, déterminent des lignes de sources : - dans la branche interne de la cuesta dédoublée définie par la vallée du Longeau entre Dommartin-la-Montagne et Mesnil-sous-les-Côtes ; - dans les vallées cataclinales de revers. Ces lignes de sources ont permis l'installation de villages et le développement de clairières agricoles centrées sur les vallées encaissées qui ont repoussé la forêt aux limites des finages. Citons deux exemples. D'une part la vallée de la Dieue et le village de défrichement de Sommedieue⁵⁵ donnant son nom à la forêt domaniale : la longueur totale du talweg principal est de neuf kilomètres ; le talweg drainé qui mesure six kilomètres compte neuf sources⁵⁶. D'autre part la vallée du ruisseau de Rupt qui égrène d'amont en aval les trois villages de Mouilly, Rupt-en-Woëvre⁵⁷ et Ranzières ; sur les 26 kilomètres du talweg principal 24 sont drainés. La rivière est alimentée par 26 sources, dont 10 pour les 3 kilomètres de la seule portion d'orientation sud-nord – orthoclinale de revers – entre Mouilly et la ferme d'Amblonville ; les marnes affleurent tout au long de la portion drainée de la vallée, portant les terres cultivées. Ce faciès à marnes blanches disparaît dans le nord⁵⁸.

⁵⁴ Par exemple les ravins de la Fontaine aux Charmes, de la Fontaine au Mortier. Voir notice de la carte géologique Verdun, p. 23.

⁵⁵ Soit "les sources de la Dieue". L'appellation connue la plus ancienne est *Somma Dieuva* en 984. In *Les noms des localités meusiennes*, OCCE, n°45.

⁵⁶ Voir la carte géologique *Vigneulles-lès-Hâttonchatel*.

⁵⁷ Rupt, de l'appellatif latin *rivus* = ruisseau.

⁵⁸ Voir la carte géologique *Verdun*.

Fig. 317 - Esquisse hydrogéologique de l'Argonne et de la Champagne

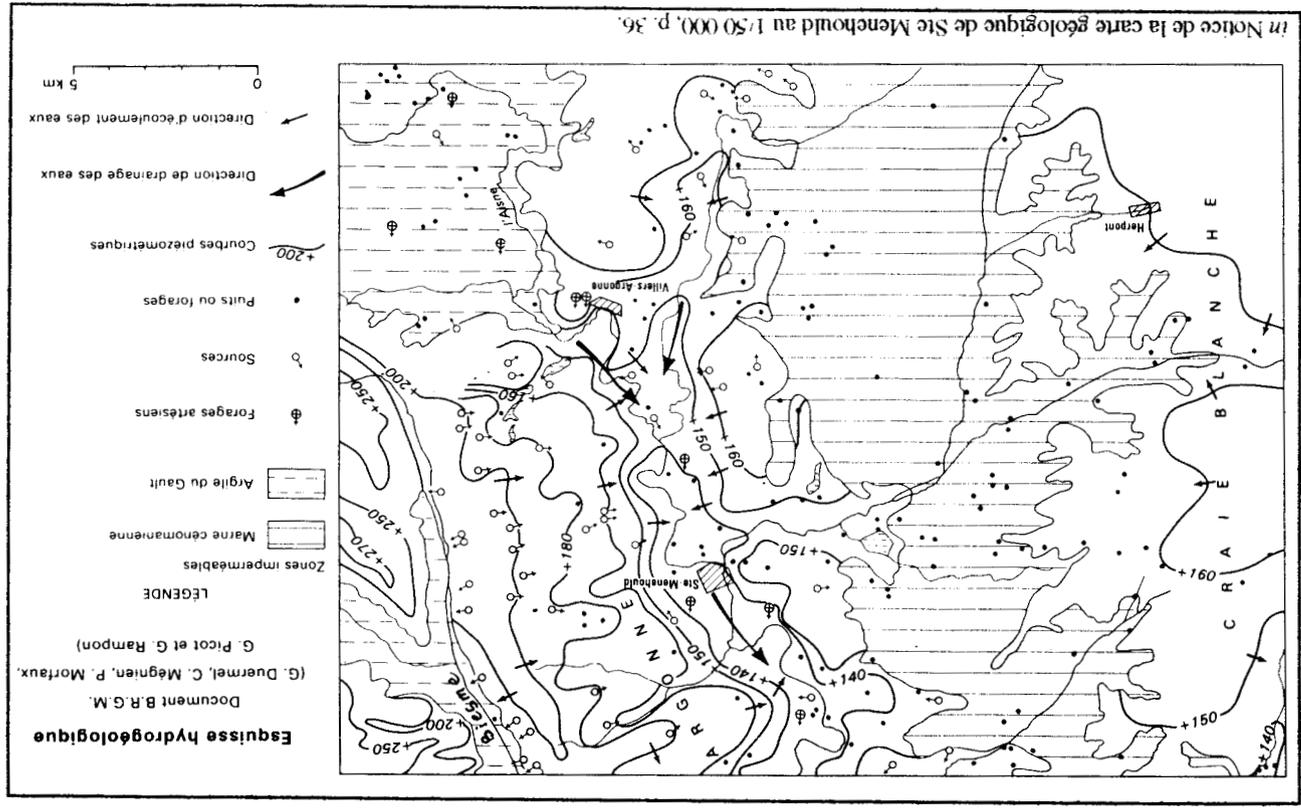
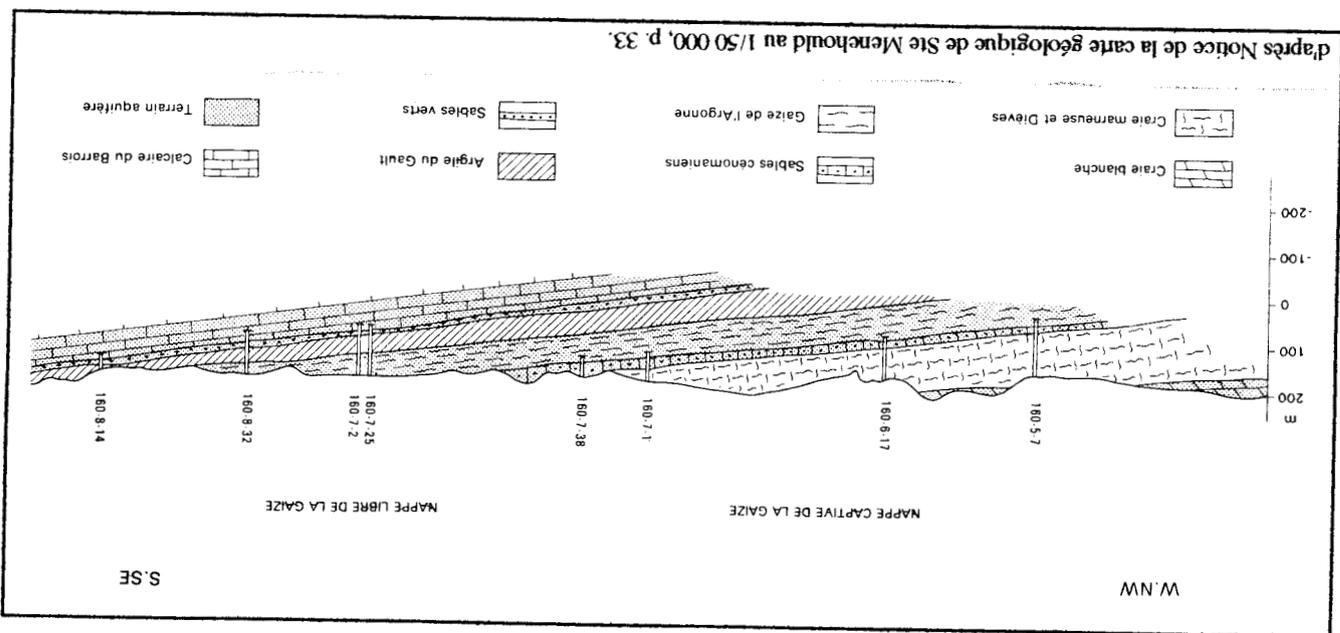


Fig. 316 - Coupe hydrogéologique de l'Argonne



2.3.2. Les nappes libres encaissantes⁵⁹

a) En Argonne la plupart des gorges pénéconséquents qui incisent le revers sont drainés par un ruisseau qu'alimente une source principale souvent appelée Fontaine⁶⁰.

b) Sur le Barrois seuls les cours anaclinaux des affluents de la Meuse tels les ruisseaux de Forges et de Montzéville présentent des nappes libres encaissantes alimentées. Celle du ruisseau de Forges, assez proche de la surface, alimente un ensemble de terres basses qui localement étaient d'anciens marais occupés par des peupleraies dès avant la Grande Guerre (carte HT Mort-Homme 1914). Celle du ruisseau de Montzéville est beaucoup moins importante, moins étendue et moins profonde. Les cours orthoclinaux, l'Aire, la Cousances et le Vadelaincourt, et les cours cataclinaux comme la Buanthe ou le ruisseau de Véry descendant de la butte de Montfaucon n'en présentent pas.

c) La nappe alluviale de la Meuse occupe un riche horizon aquifère dans la large plaine alluviale dont l'épaisseur moyenne est de 10 mètres. Les débits sont variables. Exemple à Verdun la station de pompage du pré l'Evêque donne un débit moyen de 25 000 m³/jour⁶¹. La perméabilité très forte de l'Argovo-rauracien est en liaison hydraulique avec la masse alluviale de la Meuse.

2.3.3. Images d'un bilan hydrologique

Anne MENTRE-HILDENBRAND⁶² tente une approche sectorielle du bilan hydrologique en isolant des petits bassins versants ou des sections du bassin de la Meuse dont les exutoires sont déterminés par l'existence d'une station hydrologique (tableau 325).

Tableau 325
Bilans moyens annuels de l'écoulement (série 1969-1980)

Station hydrologique	S (km ²)	P (mm)	ETP (mm)	E (mm)	D = P-E (mm)	C = E/P (%)	ETR (mm)
Goncourt	364	885	570	321	564	36	480
Saint-Mihiel	2 540	881	577	331	550	38	485
Stenay	3 904	876	584	360	516	41	489

Stations de la Meuse sauf celle de Soulosse (sur le Vair).

avec, S : surface réceptrice, P : lame d'eau moyenne annuelle précipitée, E : lame d'eau moyenne écoulée, D : déficit d'écoulement, C : coefficient moyen annuel de l'écoulement, ETR : demi-somme des valeurs calculées par les méthodes de Coutagne et de Turc.

L'auteur souligne la baisse des déficits d'écoulement du sud vers le nord : « L'importance de l'évapotranspiration réelle est primordiale pour expliquer les différences de bilan »⁶³. Or les ETP sont proches et même augmentent vers l'aval. La surface du bassin ne joue pas de rôle déterminant, le plus grand a le plus faible D. Ce sont les facteurs hydrogéologiques qui sont déterminants. Le sous-bassin de Goncourt a un déficit proche de l'ETP. Sur les trois autres bassins l'importance des formations perméables limite l'évapotranspiration.

2.3.4. La Grande Guerre, une active période de recherche

Les services techniques des armées menèrent des études très fines des potentiels géologiques et hydrogéologiques régionaux afin d'en exploiter au mieux les ressources. Ainsi la capacité hydrogéologique des Marnes blanches des Épargés, celle des sourcins liés à leurs affleurements, n'échappèrent pas aux services spécialisés des armées installées sur les Hauts de Meuse⁶⁴. L'exploitation contrôlée des sources de déversement permit le ravitaillement en eau

⁵⁹ Une nappe libre est dite encaissante quand elle est parcourue par une rivière qui coule dans l'aquifère et alimente celui-ci directement.

⁶⁰ Notice de la carte géologique *Clermont-en-Argonne*, p. 14.

⁶¹ Notice de la carte géologique *Verdun*, p. 21.

⁶² An. MENTRE-HILDENBRAND, *op. cit.*, p. 263-266.

⁶³ ID., *ibid.*, *op. cit.*, p.265.

⁶⁴ R. VILLATE, *Les conditions géographiques de la guerre...*, *op. cit.*, p. 63.

des troupes : « L'eau est potable. [...] Le commandement trouvera là toute l'eau dont il peut avoir besoin, soit en utilisant les sources et les installations existantes, soit en créant des puits ou en creusant des forages. Cette zone fut particulièrement utilisée par les Allemands » écrit Robert VILLATE qui rapporte que le secteur fut aussi cartographié par l'armée américaine durant la préparation de l'offensive d'octobre 1918 sur Saint-Mihiel⁶⁵. La figure 318 montre la carte d'une partie de ce secteur autour de la percée cataclinale de Marbotte et des buttes témoins de Loupmont et du Montsec. En Argonne la III. armée dressa une carte géologique précise du massif qui était aussi un château d'eau pour l'armée de Champagne. La notice de cette carte (analysée en annexe 3-6, p. 13)⁶⁶ révèle les préoccupations des géologues qui devaient répondre aux points suivants : description de la roche, épaisseur de la couche, aptitude de la roche à être travaillée, régime des eaux, nature du ravitaillement en eau, aptitude de la roche à la construction des positions en surface (tranchées) et en profondeur (abris, mines).

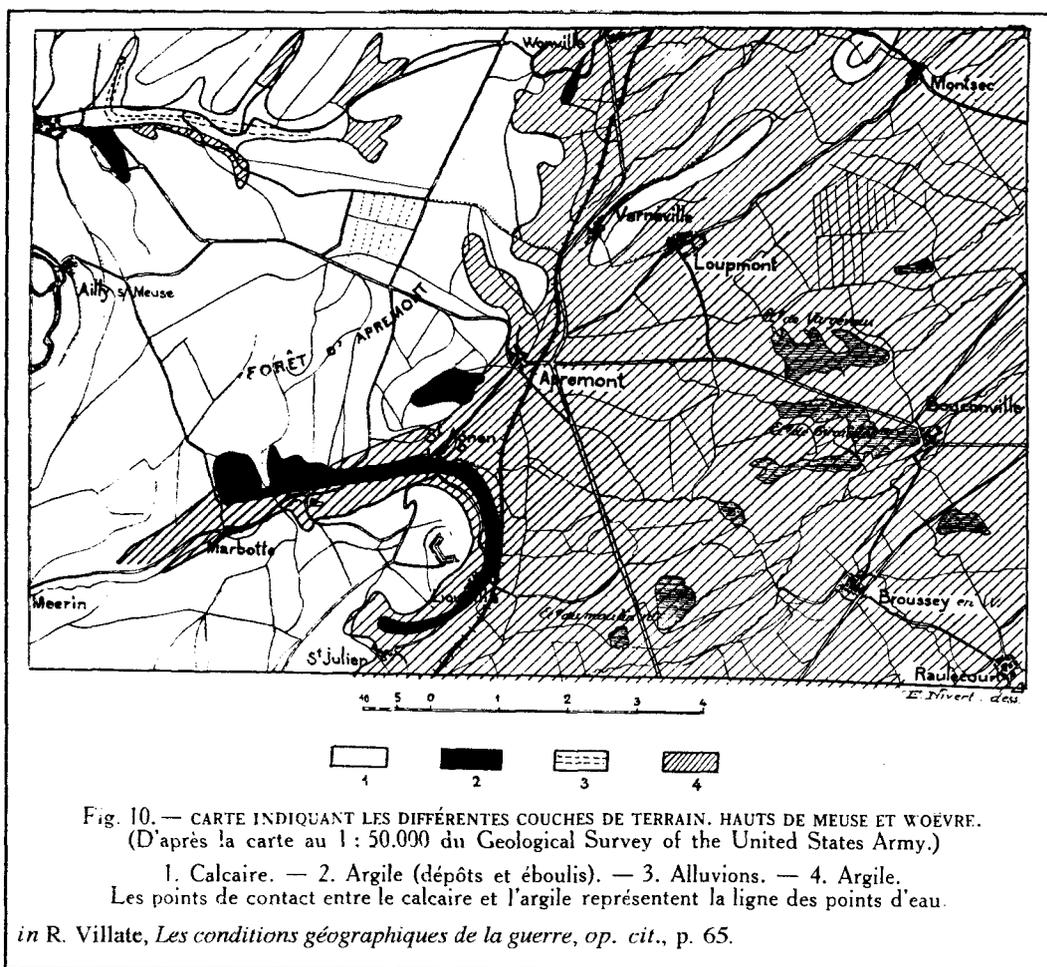


Fig. 318 Ressource en eau sur les Hauts de Meuse d'après une carte géologique militaire

⁶⁵ Un service géologique américain fut organisé en septembre 1917. Il était prévu d'affecter cinq géologues à chaque armée US, R. VILLATE, *op. cit.*, "Les services géologiques des armées", p. 68 à 73.

⁶⁶ Notice présentée sous une autre forme par R. VILLATE, *op. cit.*, § Le service des eaux, p. 60 à 68.

3. AJUSTEMENT DES PARAMÈTRES DU BILAN D'EAU

Dès lors que l'échantillonnage des sylvofaciès repose sur le découpage stratifié de l'espace le problème est posé de l'ajustement des données des postes du réseau météorologique à la trame des sites locaux des sylvofaciès. La détermination des coefficients de cet ajustement doit évidemment tenir compte des plages d'erreurs affectées aux variables. Alors que cette détermination est relativement simple pour les températures et les insolation elle se révèle plus délicate pour les précipitations et les réserves d'eau.

3.1. Ajustement des précipitations et des intrants énergétiques

3.1.1. L'ajustement des apports énergétiques

a - Les températures

Chaque site de sylvofaciès doit être rattaché à une station du réseau d'enregistrement des températures, soit la station la plus proche du site soit une station de même environnement topographique. Nous lui appliquons alors la règle du gradient thermique, toutes autres données supposées égales, exposition en particulier. Anne MENTRE-HILDENBRAND montre que « la répartition des températures en fonction de l'altitude est linéaire »¹. Ses calculs donnent une valeur moyenne de 0,55 °C/100 m (0,58 pour les T° minima, 0,55 pour les maxima), voisine des estimations faites par Pierre PAUL pour les Vosges et la Forêt Noire². Reprenant ces résultats nous avons calculé les BES des sites rattachés à la station du Claon (voir *infra*) avec les trois valeurs 0,5°, 0,55° et 0,6°. Compte-tenu des intervalles d'erreurs sur les autres variables nous avons retenu la valeur de 0,6°C par 100 mètres³.

b - La radiation

L'énergie radiative aussi est ajustée. Le calcul de l'insolation théorique s'effectue à partir des coordonnées géographiques du site du sylvofaciès relevées sur la carte topographique. Comme la formule de Turc ne fait intervenir pour le calcul de ETP que le rapport insolation réelle/insolation théorique nous avons estimé que ce rapport était, pour un site donné, indépendant de la pente et de l'exposition. Par contre l'irradiation solaire moyenne (IGA) dépend elle de ces facteurs. Nous l'avons calculée directement (annexe 3-2, p. 8). Les tests de calcul ont montré qu'il suffisait pour juger de l'influence des paramètres *pente* et *exposition* de prendre en compte, pour tous les types de versant de la dition, les pentes 0° ou 20° et dans ce dernier cas les expositions nord et sud.

3.1.2. Le problème de l'ajustement altitudinal des précipitations

Plus difficile est le problème d'un ajustement altitudinal des précipitations. Est-il possible d'établir une relation entre précipitation et altitude ? Pour le bassin lorrain de la Meuse « Une loi générale simple liant les précipitations moyennes annuelles à l'altitude ne peut être dégagée »⁴. Et ce pour deux raisons au moins.

- Dans une région où existent pour des stations d'altitudes voisines des écarts annuels de précipitation de plus de 200-250 mm, « écarts qui sont loin d'être négligeables pour un module pluviométrique voisin de 850 mm »⁵; il est très hasardeux de fixer une règle de gradient altitudinal des précipitations. Concernant la dition on note par exemple une différence annuelle de 188 mm entre Champigneulle, 790 mm à 235 m d'altitude et Chaumont-sur-Aire, 978 mm à 252 m ;

¹ An. MENTRE-HILDENBRAND, *op. cit.*, p. 157.

² Estimations in "La décroissance de la température avec l'altitude dans les Vosges et la Forêt Noire. Aspects locaux et régionaux", *Recherches géographiques à Strasbourg*, 1977, n°4, p. 55-67 ; l'auteur donne les valeurs suivantes de gradient thermique.

Gradient (°C/100m)	minima	maxima	moyenne
Fond de vallée	0,53	0,55	0,54
Versant et sommets	0,41	0,68	0,52

³ An. MENTRE-HILDENBRAND, *op. cit.*, p. 29 et figure 7, "Décroissance de la température annuelle avec l'altitude", p. 30.

⁴ ID., *ibid.*, p. 91.

⁵ ID., *ibid.*, p. 88.

une différence de 140 mm entre Metz, 725 mm à 190 m d'altitude et Montmédy, 865 mm à 199 m⁶. Les stations de Valmy à 163 m et de Varennes à 165 m reçoivent respectivement 741 et 875 mm, soit une différence de 134 mm représentant 18 % de l'abat à Valmy. Les deux stations se situent en contrebas de reliefs sensibles, Valmy au pied de la côte de Champagne qui culmine à 200 m, Varennes au pied de celle d'Argonne qui culmine à 260 m. Alors que l'effet de barrière ne joue pas dans le cas de la peu perceptible côte de Champagne il détermine une crête de précipitations sur l'Argonne (figure 44, p. 307).

- Dans une région où les reliefs dominants, cuestas marquées, plateaux disséqués, vallées orthoclinales de revers, sont perpendiculaires aux flux dominants des masses d'air, le site d'implantation du poste d'enregistrement diffère souvent de son environnement topographique immédiat.

Peut-on néanmoins envisager pour les sites de sylvofaciès d'opérer une correction altitudinale des précipitations ? En l'absence de modèle utilisable pour les plateaux de l'Est de la France il est possible de faire appel à la méthode de l'altitude lissée. « Le problème [de la région lorraine] est identique à celui existant dans une région de montagne. La prise en compte de la notion d'altitude lissée est indispensable »⁷. Ainsi pour les postes situés au pied des talus les plus marqués l'altitude lissée peut-elle être assimilée à l'altitude de ces sommets « alors qu'il ne semble pas en être de même pour les stations localisées à l'ouest des reliefs principaux, compte tenu bien sûr de la direction des vents dominants »⁸. La correction de lissage altitudinal a deux objectifs. D'abord celui d'établir des coefficients de passage, thermique et hydrique, d'une station à un poste, d'un poste à un site. Ensuite celui de permettre la décision de rattachement d'un site à un poste sur des critères qui ne soient pas la seule distance. L'introduction de la variable "pas altitudinal" dans notre calcul du bilan hydrique stationnel des sites de sylvofaciès apporte la correction de l'altitude lissée.

3.2. L'estimation de la réserve en eau du sol

L'étude de la réserve en eau du sol exige une claire définition des paramètres utilisés. Or les objets étudiés et les définitions diffèrent souvent d'un auteur à l'autre⁹. Nous nous sommes fondés sur la terminologie proposée par Denis BAIZE dans *Guide des analyses courantes en pédologie*¹⁰. Les formations perméables de surface, sol *sensu stricto* et manteau¹¹, sont un réservoir d'eau. Comme ce réservoir n'est pas une enceinte close son contenu est soumis à la gravité. La **capacité de stockage pour l'eau, C_{Seau}**, est le volume maximum d'eau que le réservoir retient contre les seules forces de gravité. Elle est en général mesurée après les 48 heures de ressuyage qui définissent la capacité au champ ; elle ne concerne donc que la fraction terre fine du profil, classe granulométrique inférieure à 2 mm, et les matériaux très humifères. Quand elle est donnée en centimètres elle mesure l'épaisseur de la lame d'eau qui peut occuper le volume de matière considéré. De manière générale la hauteur de la tranche concernée augmente avec l'épaisseur des formations superficielles perméables. Rappelons que par convention les pédologues prennent rarement en compte les matériaux à plus de 1,50 m de profondeur, valeur considérée comme la limite inférieure du profil pédologique dans les sols des régions tempérées. La **C_{Seau}** mesure alors le volume total du réservoir que la formation constitue pour l'eau. Le contenu réel du réservoir, variable à tout moment, est la **réserve en eau**.

3.2.1. Le réservoir utilisable maximal, **R_{Umax}**

Le réservoir total du sol, assimilable au volume des pores qui contiennent l'eau soustraite à la percolation, est toujours plus grand que le réservoir réellement utilisable par la

⁶ Cela n'est plus vrai pour les stations de la Champagne et de la vallée de l'Aisne, Vouziers, Rethel, Juniville, aux altitudes plus faibles, aux modules plus faibles.

⁷ An. MENTRE-HILDENBRAND, *op. cit.*, p. 157.

⁸ ID., *ibid.*

⁹ Comme le montre par exemple les termes de réserve en eau, réserve utile.

¹⁰ D. BAIZE, *Guide des analyses courantes en pédologie*, Paris, INRA, 1989. Nombre d'objets étudiés et de définitions diffèrent souvent d'un auteur à l'autre. La simplification de certains acronymes permet de les adapter au tableau synoptique de BES ; ainsi **R_{Umax}** devient **R_{max}**.

¹¹ « Le **manteau** s'interpose entre le sol s.s. (sol des pédologues) et le substratum des géologues. Nous désignons par ce mot l'ensemble des **formations superficielles** des géomorphologues » écrit R. LAMBERT, *Géographie du cycle de l'eau*, *op. cit.*, p. 123.

couverture végétale ; les relations eau-plante-sol amènent à considérer deux niveaux emboîtés. Niveau 1 : la part de l'eau retenue par le réseau des pores très fins n'est pas cessible aux plantes; la quantité de cette eau non biologiquement mobilisable est mesurable quand la dessiccation du sol franchit le seuil de flétrissement permanent¹². Existe ainsi un **réservoir utilisable** [par les plantes] **total** ou **RU_{tot}**, avec **RU_{tot} < C_{Seau}**. Niveau 2 : la capacité de stockage de l'eau biologiquement mobilisable sur une station n'a de signification que rapportée à la profondeur maximale de sol atteinte par la végétation sur cette station ; c'est la tranche explorée par le pain racinaire. Elle est bien souvent inférieure à 1,50 m, même en forêt. Cette fraction du réservoir utilisable total s'appelle **réservoir utilisable maximal**, **RU_{max}**. On peut alors écrire : **RU_{max} ≤ RU_{tot} < C_{Seau}**.

a - Les variables en jeu dans l'évaluation de RU_{tot} et RU_{max}

Le réservoir utilisable total est estimé pour l'ensemble du profil pédologique ou mieux, pour chaque horizon du sol. Sont alors prises en compte les variations de texture, donc la densité apparente des horizons, et les épaisseurs. Il peut être calculé pour un horizon, par la formule suivante où et le RU_{tot} du profil est alors la somme des RU_{tot} de ses horizons constitutifs.

$$\boxed{RU_{tot} = E \cdot Da \cdot (CC - PF) \text{ en mm}}$$

Avec **E** = épaisseur de l'horizon, en mm ; **Da** = densité apparente ; **CC** = humidité pondérale à la capacité au champ (%) ; **PF** = humidité pondérale au point de flétrissement (%).

Certains auteurs posent cette équation sous une forme différente¹³ :

$$\boxed{R = (CR - HF)Das \cdot P}$$

Avec **R** = réserve (mm), **CR** = humidité pondérale à la capacité de rétention, **HF** = humidité pondérale au point de flétrissement, **Das** = densité apparente sèche (masse volumique g.cm⁻³), **P** = profondeur concernée (profondeur d'enracinement en décimètres).

Notons que l'auteur utilise ici **R** au sens de **RU_{max}**. Si nous convenons d'assimiler le contenant au contenu, **RU_{max}** devient la réserve en eau maximale utilisable par les plantes. D'autres auteurs nomment cette variable la *réserve utile* (voir *infra*). Nous attribuons cette expression de *réserve utile* (au sens de réservoir utile) aux classes de réserve retenues pour les calculs de bilan, soit 150, 100, 75, 50 et 25 mm.

Les calculs de **RU_{tot}** et **RU_{max}** exigent des mesures de terrain ou de laboratoire. Outre le fait que celles-ci ne sont pas toujours disponibles ou aisées à réaliser, se pose à nouveau la question de la généralisation de mesures précises mais ponctuelles à tout un territoire. Les ajustements qu'implique le nombre des stations de référence des sylvofaciès introduisent de fait des approximations qui dégradent voire oblitèrent le degré de finesse des mesures. Pour ces raisons **la procédure de choix du mode d'évaluation de RU_{max} pour les sites ponctuels a écarté les méthodes lourdes de calcul qui ne se justifient pas devant les valeurs fournies par l'estimation graphique compte tenu de l'objectif de généralisation et de la rugosité des autres variables**. Ainsi, devant la lourdeur de l'équipement nécessaire, le coût des manipulations, le niveau d'erreur dans les mesures d'autres variables du bilan, les types de sols majoritairement rencontrés, à forte pierrosité et assez peu profonds, nous n'avons mis en oeuvre aucune des méthodes utilisées pour calculer la densité apparente¹⁴. De plus des méthodes empiriques permettent l'évaluation directe de **RU_{max}**.

¹² Ainsi, G. AUSSÉNAC définit la **réserve utile** pour les plantes comme « l'eau disponible entre deux taux d'humidité qui correspondent à deux niveaux d'énergie de liaison de l'eau dans le sol (potentiel hydrique) : la capacité au champ et le point de flétrissement permanent ». Le point de flétrissement permanent noté **PF** « est la valeur de l'humidité du sol en dessous de laquelle la plante se fane irréversiblement », René HELLER, *Physiologie végétale*, tome 1, Nutrition, Paris, Masson, p. 31. Ph. DUCHAUFOR, *Pédologie*, Paris, Masson, p. 66, note (**f**) le point de flétrissement permanent qu'il définit comme étant « la valeur limite de l'eau liée, donc non absorbable par les racines ».

¹³ Ph. DUCHAUFOR et Bernard SOUCHIER (sous la dir. de), *Pédologie. 2. Constituants et propriétés du sol*, par Maurice BONNEAU et B. SOUCHIER, Paris, Masson, 1979, p. 278.

¹⁴ Recensement des méthodes dans D. BAIZE, *Guide des analyses...*, op. cité, p. 110 à 117.

b - Trois sources d'estimation de $R_{U_{tot}}$

Les estimations utilisées, qui peuvent paraître grossières, s'appuient néanmoins sur les résultats obtenus par de nombreux chercheurs à partir d'observations de terrain et de mesures de laboratoire. La principale estimation concerne la texture, variable déterminante dont dépend la microporosité. Le spectre granulométrique permet d'évaluer de manière empirique et approchée la réserve. Trois références sont utilisées¹⁵.

= Le *tableau des valeurs* de la "réserve utile" proposée par Georges AUSSENAC¹⁶ (tableau 326).

Tableau 326
 $R_{U_{tot}}$ d'une tranche de 100 cm de sol en fonction de la texture.

Classe de texture	Capacité au champ (mm)	Point de flétrissement permanent (mm)	Réserve utile (mm)
Sable	100	25	75
Sable fin	116	33	83
Sable-limon	158	50	108
Sable fin-limon	217	67	150
Limon	267	100	167
Limon fin	283	116	167
Argile-limon	317	150	167
Argile	325	208	117

= Le *diagramme textural*¹⁷ (figure 319, p. 264). De manipulation aisée sur le terrain¹⁸ et d'une précision jugée suffisante il a été utilisé pour la plupart des sites, seul ou en complément ou vérification d'autres méthodes.

= Le *graphique "Variabilité des réserves en eau utile dans différents types de sols carbonatés"* du *Catalogue des stations forestières des plateaux calcaires de Lorraine*¹⁹ (figure 320, p. 264). Les auteurs de cette étude ont « calculé la capacité de réserve en eau utile pour un nombre important de sols des plateaux calcaires »²⁰. Ils notent que, sur les plateaux proprement dits, la réserve est une fonction directe de la profondeur de décarbonatation des profils, donc de l'évolution du sol. Pour la majorité des milieux non hydromorphes « la macroporosité de tous les sols, en particulier des sols carbonatés, est élevée, en raison de l'excellente structure due à la présence du calcaire, ce qui assure non seulement un bon drainage, mais une bonne aération et donc une bonne activité biologique »²¹. Dans les sols carbonatés les valeurs moyennes vont de 38 mm pour des rendzines sur calcaire dur en position topographique de plateau ou de haut de pente à 210 mm pour des sols bruns calcaires colluviaux. Pour les colluvions de bas de pente le $R_{U_{tot}}$ unitaire (valeur du réservoir par centimètre d'épaisseur de sol) varie de 1 mm dans des colluvions sablo-limoneuses d'Argonne à 1,80 mm sur des colluvions limono-argileuses du Séquanien marno-calcaire des Hauts de Meuse. **L'amplitude de variation est forte.**

c - Application à l'estimation de $R_{U_{max}}$ de quelques profils pédologiques

Les procédures de calcul sont appliquées à deux profils de sols ; le premier, un sol lessivé sur limons épais en forêt domaniale du Mort-Homme, le second, un sol jeune post-guerre sur calcaire en forêt domaniale de Verdun. Sont estimés d'abord la CS_{eau} , puis le $R_{U_{tot}}$ à l'aide du diagramme textural des spectres granulométriques, enfin le $R_{U_{max}}$.

¹⁵ Voir aussi les valeurs de réserve utile par classes de texture données par le Service de cartographie des sols de l'Aisne, M. JAMAGNE, R. BÉTRÉMIEUX et alii, "Quelques données sur la variabilité dans le milieu naturel de la réserve en eau des sols", *BTI*, n° 324-325, p. 627-641, reproduit par D. BAIZE, *Guide des analyses...*, op. cit., p. 127 et D. BAIZE & B. JABIOL, *Guide pour la description des sols*, op. cit., p. 283.

¹⁶ G. AUSSENAC, tableau dans "Déficits hydriques et croissance des arbres forestiers", *Forêt-entreprise*, n°89, 1993/1.

¹⁷ M. JAMAGNE et R. BÉTRÉMIEUX, art. cité, note 15.

¹⁸ Et de ce fait très utilisé par les agriculteurs. Ce document est présenté dans une revue technique, C. TRÉSIN, "L'eau et la plante. Un système complexe à plusieurs dimensions", *Agri d'Oc*, Toulouse, 1988, n° 8, p. 7-9.

¹⁹ M. BECKER, Fr. LETACON et J. TIMBAL, *Les plateaux calcaires de Lorraine...*, op. cit., p. 32.

²⁰ ID., *ibid.*, p. 31 ; mais sans préciser les protocoles d'analyse suivis.

²¹ ID., *ibid.*

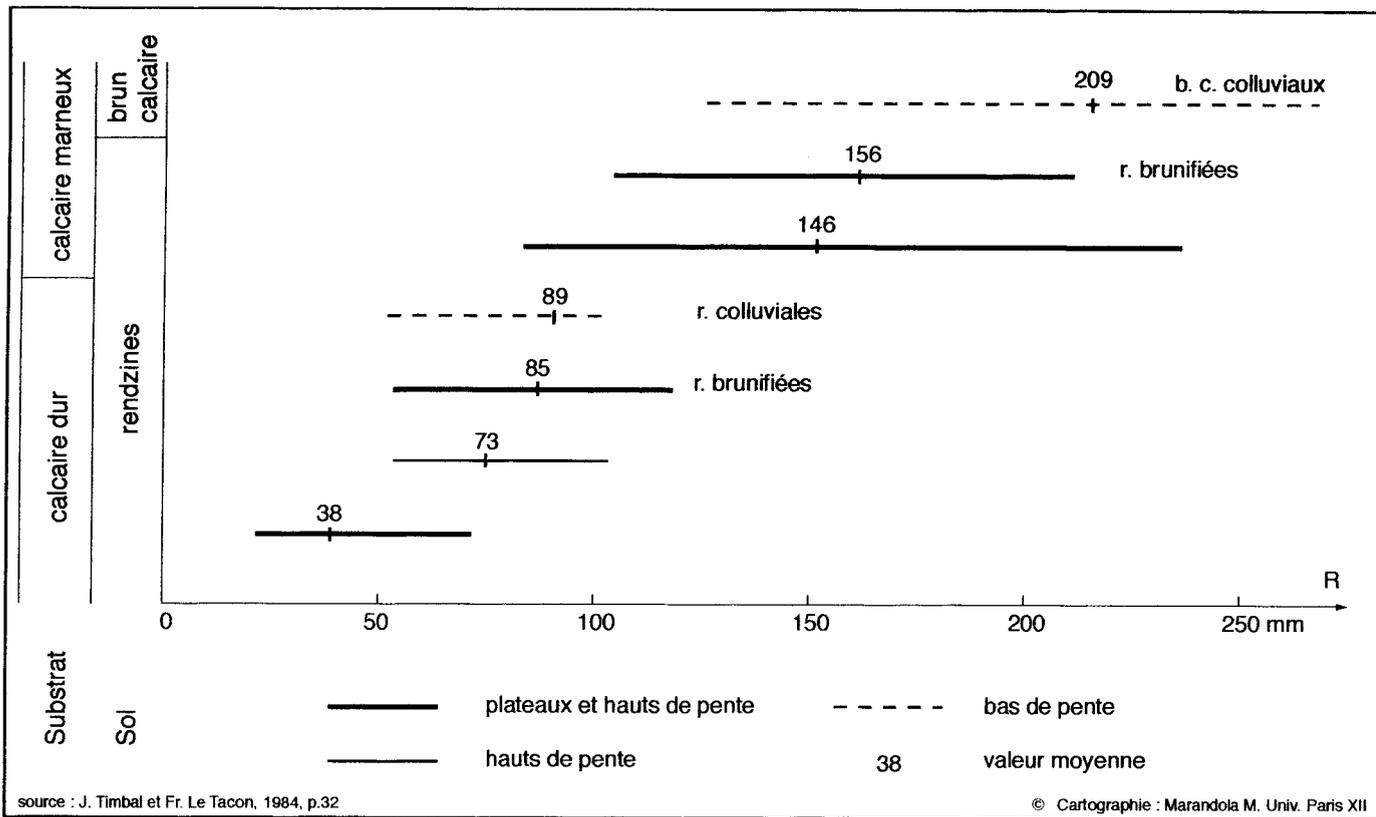


Fig. 320 Réserves hydriques utiles, R, des sols carbonatés des plateaux lorrains

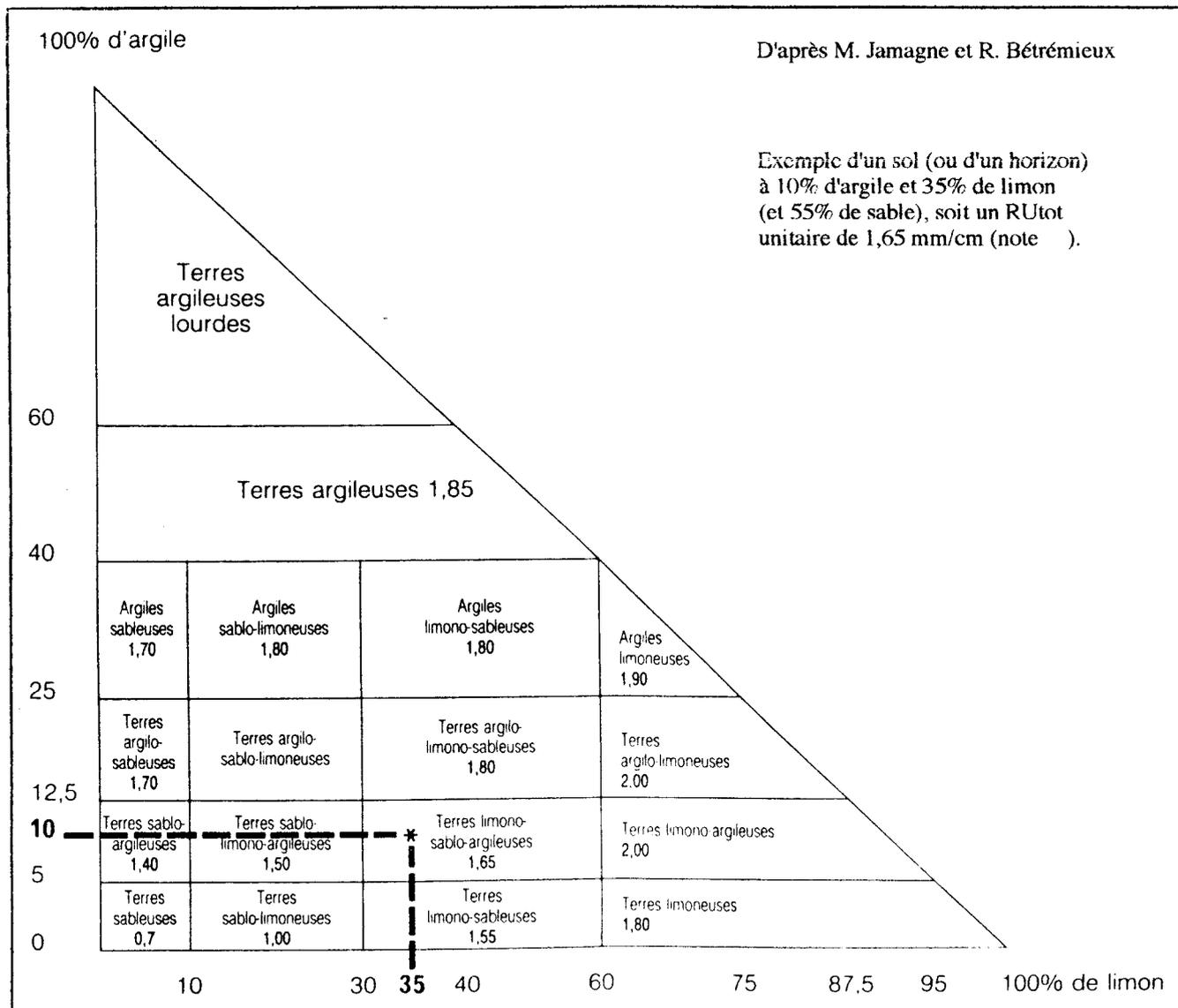


Fig. 319 Estimation de RUtot unitaire d'après la texture du sol

= RU_{max} sur sol lessivé sur limon des plateaux, forêt domaniale du Mort-Homme.

Le profil de ce sol lessivé est établi dans une futaie âgée d'épicéas (P244) ; le matériau parental est une formation limoneuse épaisse de plus de 150 cm qui repose sur les calcaires du Portlandien. Les RU_{max} sont les suivantes (tableau 327). (Analyse de sylvofaciès, chapitre cinq, § 3.2).

Tableau 327
RU_{max} calculé, sol lessivé sur limons en forêt du Mort-Homme

Horizons	Épaisseur (cm)	Terre grossière (%)	Épaisseur pondérée pour la CSeau	Limon (%)	Argile (%)	RU _{tot} unitaire (mm/cm)	RU _{tot} (mm)	RU _{max} (mm) enracinement 0,90 m
1	40	0	40	65,5	28	1,90	76	76
2	30	0	30	75,8	14,7	2,00	60	60
3	30	0	30	59,1	36,5	1,80	54	36
4	10	0	10	61,2	34,0	1,80	18	0
total	110						208	172

* Le volume du réservoir d'eau est estimé pour la seule fraction granulométrique de la terre fine (< à 2 mm)²².

Le réservoir utilisable total est de 208 mm, soit 190 mm pour 1 mètre unitaire de sol. Sur ce site la profondeur maximale moyenne de l'enracinement de 0,90 m comprend les horizons 1, 2 et les deux tiers du 3. Le réservoir utilisable maximal vaut 76 + 60 + 36, soit **172 mm**. **La fiche de bilan stationnel de tout sylvofaciès présentant ce type de profil est établie avec une réserve utile de 150 mm.**

= RU_{max} sur sol jeune post-guerre, forêt domaniale de Verdun

Nous prenons l'exemple d'un des profils de sol du Plateau de Douaumont étudiés au chapitre cinq. Le sylvofaciès est une fruticée basse.

Tableau 328
RU_{max} calculé, sol post-guerre en forêt de Verdun

Sol et horizon (1,...)	Épaisseur (cm)	terre grossière (%)	Épaisseur pondérée pour la CSeau*	Limon (%)	Argile (%)	RU _{tot} unitaire (mm/cm)	RU _{tot} (mm)	Enracinement (cm)	RU _{max} (mm)
B1	10	30	3	41	28	1,80	5,4		5,4
B2	30	30	10	36	26	1,80	18		18
B3	15	30	4,5	38	16	1,80	8,1		8,1
total	55						31,5	55	31,5

* Le volume du réservoir d'eau est estimé pour la seule fraction granulométrique de la terre fine (< à 2 mm).

Le RU_{max} représente 31,5 mm. L'importante fraction grossière diminue le volume du réservoir. **La fiche de bilan stationnel de tout sylvofaciès présentant ce type de profil est établie avec une réserve utile de 50 mm.**

La courbe de variation des potentiels hydriques avec la teneur en eau des sols dépend de la texture du réservoir hydrique. Ainsi la décroissance très lente dans un sol limono-argileux traduit-elle une augmentation très progressive de la sécheresse. Dans un sol sableux par contre la courbe de décroissance présente deux parties bien différentes qui traduisent une augmentation très brutale de la contrainte hydrique pour les arbres. La jeunesse et le volume du pain racinaire jouent un rôle important dans la capacité de survie de l'arbre.

La nomenclature retenue appelle **réserve utile R le réservoir hydrique utilisable maximal**. C'est cette valeur qui figure dans l'étiquette de la fiche synoptique du BES. Le réservoir se vide lorsque la végétation fait appel à la réserve. Rappelons que le stock d'eau disponible pour les plantes en tout mois du calendrier végétal est appelé **réserve utilisable, RU**. La **réserve utilisée** au pas de temps mensuel, **RU_t**, est la part réellement pompée par la

²² « Dans le cas général, et jusqu'à preuve du contraire, les éléments grossiers peuvent être considérés comme dénués de réservoir utilisable pour l'eau », D. BAIZE & B. JABIOL, *Guide pour la description des sols*, op. cit., p. 279.

plante durant ce mois ; elle est évaluée à l'aide des abaques de "vidange de la réserve" de Thornthwaite²³, lesquelles ont été mises en équation²⁴.

3.2.2. La réserve en eau stationnelle : du poste météorologique au site biogéographique

« La question la plus délicate, qui, pour des applications à un site donné, ne peut être tranchée que par l'expérience, concerne la quantité optimum d'eau que le sol peut ainsi retenir et soustraire à l'écoulement hivernal »²⁵. Comment caler à l'échelle du sylvofaciès ces données établies pour les postes du réseau météorologique ? Le principe est d'établir une échelle des valeurs de R_{Umax} à laquelle puisse se rattacher sans grande distorsion les valeurs réelles de tous les sites de sylvofaciès. La généralisation des bilans hydriques aux sites de sylvofaciès exige la détermination de classes de réserve hydrique. De nombreux calculs de bilans d'eau ont été menés avec un pas de variation de la réserve hydrique de 10 mm afin d'établir des seuils représentatifs (annexe 3-7, p.15). Les postes météorologiques pour les deux profils pédologiques présentés ci-dessus sont Montfaucon et Bras-sur-Meuse²⁶.

Considérant les degrés d'erreur ou les plages de variations retenues pour certaines variables, ainsi des classes de déficit hydrique saisonnier établies de 5 % en 5 %, **nous avons tenu pour acceptable et suffisamment fine une partition en cinq classes de réserve 25, 50, 75, 100 et 150 mm.** Toute valeur de R mesurée ou évaluée sur les profils pédologiques des sylvofaciès entre dans une des classes retenues. La réserve est ainsi fixée à 150 mm pour le R_{Umax} de 164 mm mesuré du sylvofaciès de pessière âgée sur sol lessivé du Mort-Homme. Montfaucon est le poste de référence pour le biofaciès de ce sylvofaciès. Le tableau 329 donne les valeurs du bilan hydrique pour ce site et pour les sites rattachés au poste de Montfaucon qui présentent les autres valeurs de réserve hydrique.

Tableau 329
Valeurs des variables du bilan hydrique pour cinq réserves, poste de Montfaucon

R mm	R _U mm	ETR mm	ΔH mm	ΔHS %	SH mm
25	17	537	56	10	393
50	33	553	40	7	377
75	45	565	28	5	365
100	53	573	20	4	357
150	59	579	14	3	351

Les calages effectués montrent que **le remplacement de la valeur calculée de la réserve hydrique stationnelle par la classe de réserve à laquelle elle appartient n'entraîne ni dégradation significative de l'information ni biais de la réalité de terrain.** Il devient alors possible de dresser le tableau des valeurs du déficit hydrique par classe de réserve pour toutes les postes de la dition (annexe 4-1, p.27). Prenons ici les trois postes représentatifs de Valmy pour la Champagne, Le Claon pour l'Argonne et Bras-sur-Meuse pour les Hauts de Meuse. Le tableau 330 donne les déficits hydriques (s-ProS) et les biofaciès des sites de sylvofaciès qui leur sont associés.

Tableau 330
Déficit hydrique de la période végétative et biofaciès pour les cinq classes de R_{Umax} de trois stations

Stations	150 mm	100 mm	75 mm	50 mm	25 mm
Valmy	56 subhumide	73 subhumide	89 déficient	108 subsec	130 subsec
Le Claon	32 humide	43 humide	55 humide	71 subhumide	91 déficient
Bras-sur-Meuse	27 humide	36 humide	47 humide	62 subhumide	81 déficient

²³ Abaques dans Ch.-P. PÉGUY, *Précis de climatologie*, op. cit.

²⁴ Équations établies par É. AMAT, appliquées à la méthode du calcul de bilan hydrique, paragraphe 1, note 1.

²⁵ R. ARLÉRY, M. GARNIER, LANGLOIS, "Application des méthodes de Thornthwaite...", art. cité, *La Météorologie*, n° 36, oct-déc., p. 345-368.

²⁶ Les tableaux bruts pour le poste de Bras-sur-Meuse sont présentés en annexe 3- 8a, p.16 .

En conclusion **compte-tenu des amplitudes d'erreur sur les autres variables du calcul du BES nous retenons ces cinq classes de réserve.**

3.2.3. Pain racinaire, réserve en eau et surplus hydrologique

Le système racinaire du couvert végétal influe sur le bilan hydrique stationnel par l'intermédiaire du volume de sol exploré. Bien que le rôle du couvert sur le bilan hydrique et le surplus hydrologique soit un thème en marge de notre étude nous l'évoquons brièvement en prenant l'exemple de la vallée de la Biesme²⁷ où, sur la plaine alluviale, s'intriquent forêts et prairies. Les profondeurs moyennes d'enracinement sont respectivement de 90 et 40 cm. La texture du sol, toutes autres variables égales par ailleurs, est argilo-limoneuse ; le RUtot unitaire est de 1,90 mm/cm (tableau 331).

Tableau 331
Enracinement, réserve en eau et surplus hydrologique

Type de couvert	épaisseur sol (cm)	RUtot unitaire (mm/cm)	RUtot (mm)	profond. enracin. (cm)	RUmax (mm)	réserve BES (mm)	SH année (mm)	SH PAVP (mm)
prairie	90	1,90	171	40	76	75	394	22
forêt	90	1,90	171	90	171	150	371	9
Δ SH							23	13

Le surplus hydrologique annuel sous forêt, 371 mm, est inférieur de 5,8 % à ce qu'il est sous prairie, 394 mm²⁸ ; la différence atteint 144 % pour le surplus hydrologique de la PAVP, période qui représente 5,6 % du surplus annuel pour la prairie et 2,4 % pour la forêt. Ce caractère participe du pouvoir tampon de la forêt.

3.3. L'ajustement des variables biotiques

Le calcul du bilan d'eau stationnel prend en compte deux variables biotiques qui concernent les caractères spécifiques, morphologiques et structuraux du couvert arborescent.

3.3.1. Couvert feuillu et couvert résineux

La seule variable spécifique retenue à l'échelon du peuplement distingue feuillus et résineux. Elle intervient à deux niveaux dans le calcul du bilan hydrique stationnel.

a - La longueur de la saison végétative

La saison végétative, ou période d'activité végétale réelle (PAVR), est le cadre temporel de l'activité biologique pendant lequel l'assimilation chlorophyllienne épanouit les biomasses et organise les biovolumes en actionnant l'"effet de mèche" donc l'appel d'eau. Dans nos régions à disponibilité en eau permanente²⁹ la PAVR se confond avec la PAVP (période d'activité végétale potentielle), fixée par des seuils thermiques, « la persistance des températures moyennes diurnes au-dessus d'un seuil choisi » comme le rappelle Jean DION³⁰. Seules sont considérées ici les PAVP des espèces ligneuses. La plupart des auteurs s'accordent à dire que leur longueur est différente pour les feuillus et les résineux.

– La PAVP des feuillus, **PAVP.f**, comprend tous les mois dont la moyenne des températures quotidiennes est supérieure ou égale à 7° C³¹.

²⁷ Cette vallée est utilisée pour tester la fiabilité du bilan d'eau stationnel, & 4 infra.

²⁸ « Pour en revenir à la comparaison du bilan d'écoulement de la forêt et d'un autre type de végétation » Cl. M. COSANDEY propose « [...] dans le sud de la Bretagne, une valeur moyenne de l'ordre de 100 mm pour l'écart d'écoulement entre un petit bassin versant et les bassins bocagers voisins ; et cet écart est essentiellement lié à l'utilisation de la réserve en eau du sol », in "La forêt réduit-elle l'écoulement annuel", *Ann. de Géo.*, n° 581-582, 1995, p. 7-25, p. 19.

²⁹ Le déficit hydrique pour un relevé standard de 100 mm ne dépasse pas 23 %, valeur maximale de la dition atteinte à Reims.

³⁰ J. DION, *Les forêts vosgiennes*, op. cit., p. 73.

³¹ Pour J. PARDÉ, *Arbres et forêts*, Paris, Ar. Colin, 1965, « on peut admettre qu'en France la saison de végétation est égale au nombre de jours pour lesquels la température moyenne dépasse 7°. » Ce seuil est porté à 10° C pour la région méditerranéenne.

$$\text{PAVP.f} = \{\text{Nb de jours à } T_m > 7^\circ \text{ C}\}$$

– Le seuil thermique est différent pour la PAVP des résineux, **PAVP.r** :

$$\text{PAVP.r} = \{\text{Nb de jours à } T_m > 3^\circ \text{ C}\}$$

Ces seuils de 7° C et de 3° C déterminent le nombre de mois pour lesquels s'applique, dans le programme de traitement, le calcul du déficit hydrique. Pour une même valeur de la réserve hydrique la différence de longueur des PAVP des feuillus et des résineux n'a pas de répercussion sur les déficits hydriques mensuels (ΔH) comme le montre le tableau 332.

Tableau 332
PAVP et déficits hydriques mensuels pour R = 100 et 25 mm, station de Reims

réserves	fév.	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.	total
R = 100												
feuillus			2	12	26	42	33	14	0			129
résineux	0	0	2	12	26	42	33	14	0	0	0	129
R = 25												
feuillus			16	29	42	54	38	16	0			195
résineux	0	0	16	29	42	54	38	16	0	0	0	195

| | longueur de la PAVP

La longueur des PAVP modifie par contre les valeurs du déficit hydrique mais de façon identique dans les deux sous-programmes sPro-S et sPro-A (tableau 333).

Tableau 333
Déficit hydrique relatif selon la longueur de la PAVP et la réserve, station de Reims

ΔH %	150 mm	100 mm	75 mm	50 mm	25 mm
PAVP 7 mois	18	23	27	31	35
PAVP 11 mois	16	21	24	27	31

Dans les cas où la différenciation n'est pas exigée la constante coïncidence entre la PAVP et la PAVR nous autorise à parler de PAV, période d'activité végétale, équivalent de *saison végétative*.

b - La morphologie de la canopée

La variable "morphologie de la canopée" ne concerne que le sPro-A car elle n'intervient que dans l'estimation de l'eau interceptée par le feuillage (**PrI**). L'influence déterminante est le type de couvert, feuillus ou résineux. Pour les feuillus PrI représente 10 % de l'abat pour le premier mois de la PAVP, 20 % pour les autres mois. Elle est considérée nulle pour les mois de la morte saison. Pour les résineux PrI a été fixée à 20 % pour tous les mois de l'année.

c - Bilan

Toutes les valeurs des variables sont identiques sauf les évapotranspirations réelles de la PAVP puisque les longueurs de celle-ci varient de sept mois pour les feuillus à onze mois pour les résineux (station de Reims avec sPro-S, 429 mm pour les feuillus et 497 mm pour les résineux). Les déficits hydriques relatifs de la PAVP (ΔHS %) varient comme le montre le tableau 333. Les différences sont plus marquées pour le sPro-A car elles portent aussi sur l'évapotranspiration réelle de la PAVP et l'évapotranspiration réelle annuelle du fait de la prise en compte de l'eau interceptée (tableau 334 et données brutes du BES Reims sPro-A, annexe 3-9, p. 18).

Tableau 334
Le déficit hydrique relatif de la PAVP selon la variable *type de peuplement*, station de Reims, sPro-A

Déficit hydrique	150	100	75	50	25
Feuillus	21	26	30	35	40
Résineux	20	25	29	33	37

Au total les écarts relatifs entre les valeurs du déficit hydrique de la PAVP sont identiques pour les deux sous-programmes de calcul.

3.3.2. La variable phénologique

Au-delà des moyennes les minimas thermiques jouent un grand rôle dans l'est de la France où le gel est un facteur écologique important³². La période sans gelée « représente la valeur moyenne de l'intervalle entre la dernière gelée de printemps, qui risque de tuer les jeunes pousses, et la première gelée automnale, dangereuse pour les bourgeons formés à la fin de l'été et qui ne sont pas encore durcis »³³. Cette définition peut se formaliser ainsi :

$$\text{PAVP}' = \{\text{dernière gelée Print.} \leftrightarrow \text{première gelée Aut.}\}$$

Appliquée aux valeurs retenues par Jean Dion pour le versant lorrain des Vosges³⁴ elle devient :

$$\text{PAVP}' = \{(1-15) \text{ mai} \leftrightarrow (5-20) \text{ octobre}\} = 143 \text{ à } 173 \text{ jours}$$

Le calendrier des gelées induit des mésoclimats typés dont la végétation est souvent le révélateur. Les gelées de mai ne sont pas rares en Argonne. Le débourrement y assure un retard d'une quinzaine de jours sur l'Ile-de-France. L'accumulation d'air froid, les exposition nord accentue le caractère de bioclimat "froid submontagnard" dans les vallons orientés est-ouest³⁵. Difficile à paramétrer à l'échelle régionale cette variable doit être prise en compte dans l'analyse stationnelle.

3.4. Ajuster les variables aux sites de sylvofaciès

Quatre variables topo-morphologiques ont été retenues pour l'identification des sites de sylvofaciès, l'altitude, l'exposition, la pente et la réserve utile. La variation de la valeur de chaque variable d'une part, les multiples combinaisons inter-variables d'autre part modifient la valeur du déficit hydrique stationnel. Deux stations l'illustrent qui commandent d'intéressants sites de sylvofaciès : Bras-sur-Meuse près de Verdun et Le Chêne dans le nord de l'Argonne. Les analyses proposées concernent les sylvofaciès de feuillus avec le sous-programme s-ProS.

3.4.1. Ajustements des données bioclimatiques de Bras-sur-Meuse aux sites de sylvofaciès

Le poste de Bras-sur-Meuse (tableau des BES en annexe 3-8, p.16) est situé à cinq kilomètres au nord de Verdun, sur la basse terrasse de la Meuse à 192 m d'altitude dans le village ; il est en lisière de la forêt domaniale de Verdun, à mi-distance de ses limites nord et sud. C'est un poste de rattachement de nombreux sylvofaciès³⁶. Le tableau 335 donne les valeurs de déficit hydrique pour les quarante-cinq types de sites obtenus en combinant, par classes standard, les cinq réserves hydriques, les trois classes altitudinales et les trois combinaisons exposition-pente. Ces sites d'extension variable sont tous représentés dans la forêt de Verdun, comme ceux du secteur d'Haumont dans le groupe des sites 3, 300 m d'altitude (chapitre cinq) ou ceux du bois de Nawé, de sites 1 et 2 (chapitres cinq et douze).

³² Dans le même ouvrage J. PARDÉ note (p. 17) : « Les extrêmes de température ont, en fin de compte, plus d'importance que les moyennes » ; en particulier les minima.

³³ P. BIROT, *Les formations ...*, op. cit. Cette affirmation est reprise par J. DION, *Les forêts vosgiennes*, op. cit., p. 74.

³⁴ J. DION, *Les forêts vosgiennes*, op. cit., p. 75.

³⁵ Ph. MILLARAKIS, "L'érablaie du ravin de Beaulieu-en-Argonne", Sainte-Menehould, *Horizons d'Argonne*, 1991, n° 62, p. 98-99.

³⁶ Bras est le poste de référence de l'*Aménagement forestier 1991-2001 de la forêt domaniale de Verdun* (présentation climatique succincte), Verdun, centre de gestion de l'ONF.

Tableau 335
Déficits hydriques de sylvofaciès dépendant du poste de Bras

BRAS	SITES 1 (192 - 200 m)			SITES 2 (250 m)			SITES 3 (300 m)		
	Pentes			Pentes			Pentes		
	nulle*	20° N	20° S	nulle	20° N	20° S	nulle	20° N	20° S
150	27	10	41	25	9	38	23	8	35
100	36	14	55	34	13	51	32	12	47
75	47	21	69	45	19	64	42	18	60
50	62	31	87	60	29	81	57	27	77
25	81	46	107	79	43	102	75	41	97

* Sont en **gras** les valeurs pour des sites de sylvofaciès directement rattachés au poste.

Les valeurs extrêmes de ΔH sont de **8 mm** (sites à 300 m d'altitude, à exposition nord et pente 20°, à réserve de 150 mm) et de **107 mm** (sites à 200 m d'altitude, à exposition sud et pente 20°, à réserve de 25 mm) ; l'amplitude du déficit atteint la centaine de millimètres. Dans tous les cas de figure le déficit hydrique n'apparaît que durant la période d'activité végétale. Il est intéressant de comparer les valeurs de déficit à celle des précipitations de la PAV, soit 477 mm. Le rapport $\Delta H/Pr$ PAV montre que la fourchette de variation des déficits est large, passant pour les deux sites précités de 1,7 % à 22,4 % des précipitations de la PAV. La double exposition joue un rôle important comme le montre le calcul des écarts **D** entre les déficits hydriques des expositions sud et nord et le rapport de ces écarts aux précipitations de la période d'activité végétale. Son effet représente 56 mm à 300 m d'altitude pour une réserve de 25 mm. Le même type de bilan établi pour les déficits hydriques relatifs de la PAV montre les mêmes écarts sensibles entre les sites d'exposition nord (2 %) et ceux d'exposition sud (18 %). Le pas altitudinal de 50 m abaisse les déficits d'environ 1 %. Ce bilan permet d'établir les biofaciès pour les sylvofaciès dépendant du poste de Bras (tableau 336 et figure 321, p. 271).

Tableau 336
Biofaciès des sylvofaciès dépendant du poste de Bras

BRAS	SITES 1 (192 - 200 m)			SITES 2 (250 m)			SITES 3 (300 m)		
	nulle	Pentes		nulle	Pentes		nulle	Pentes	
		20° N	20° S		20° N	20° S		20° N	20° S
150	humide	hyper humide	humide	humide	hyper humide	humide	hyper humide	hyper humide	humide
100	humide	hyper humide	humide	humide	hyper humide	humide	humide	hyper humide	humide
75	humide	humide	sub humide	humide	hyper humide	sub humide	humide	hyper humide	sub humide
50	sub humide	humide	déficient	sub humide	humide	sub humide	sub humide	humide	sub humide
25	déficient	sub humide	déficient	déficient	sub humide	déficient	sub humide	humide	déficient

Les quatre biofaciès présents dans l'essaim des sites de sylvofaciès rattachés à la station de Bras-sur-Meuse sont hyperhumide, humide, subhumide et déficient. Le type déficient n'existe que sur les pentes méridionales et en position plane sur les sites de basse altitude.

3.4.2. Une même enquête pour la station du Chêne

Le village du Chêne est situé dans une des trouées septentrionales du massif argonnais, corridor intéressant par sa position de carrefour d'influences bioclimatiques et chorologiques. Le poste concerne la plus grande partie des sylvofaciès du nord argonnais. La démarche est identique à la précédente ; l'annexe 3-10 (p. 20) présente les tableaux des déficits hydriques et hydriques relatifs de sylvofaciès dépendant du poste et les biofaciès correspondants³⁷.

Les valeurs extrêmes de ΔH sont de **6 mm** (sites à 250 m d'altitude, à exposition nord et pente 20°, à réserve de 150 mm) et de **80 mm** (sites à 174 m d'altitude, à exposition sud et pente 20°, à réserve de 25 mm). L'amplitude du déficit atteint 74 mm, nettement inférieure à

³⁷ Les tableaux de calcul des BES ne sont pas joints.

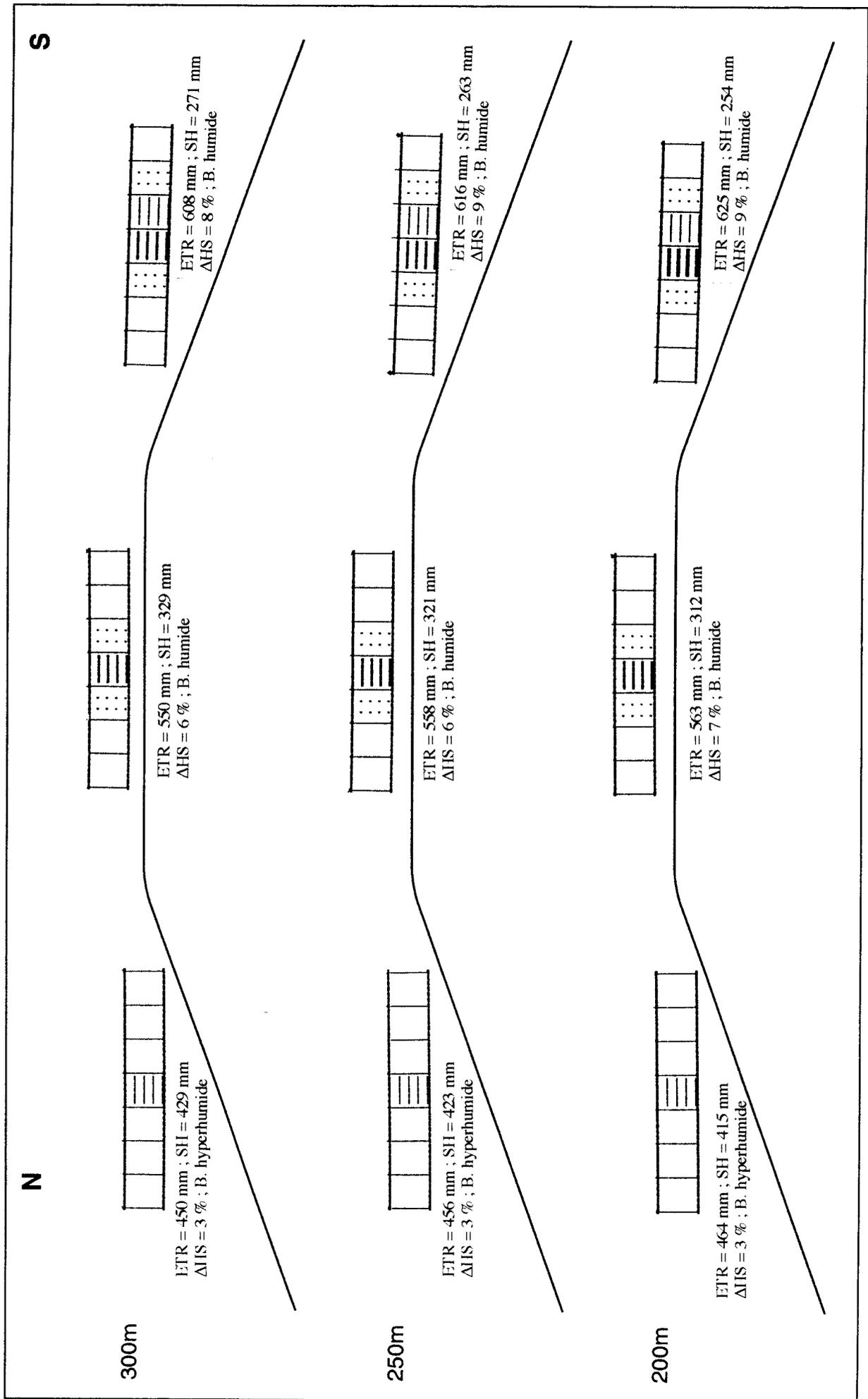


Fig. 324 Variation du déficit hydrique stationnel avec l'altitude et l'exposition, poste de Bras, R = 100 mm

celle de Bras (dont le maximum est supérieur de 27 mm). L'écart introduit par la double exposition est sensible ; il varie de 15 mm pour un site [150 mm , 300 m] à 61 mm pour un site [25 mm, 192 m].

Pour une réserve utile de 100 mm les sylvofaciès rattachés au poste du Chêne ne présentent que les biofaciès hyperhumide, humide et subhumide. Contrairement aux sites de la station de Bras, le type déficient n'existe pas (figure 322a, p. 273). En réalité, la variation du déficit hydrique stationnel avec l'altitude, l'exposition et la réserve hydrique introduit un correctif (figure 322b, p. 274). Les pentes méridionales à faibles réserves ont un biofaciès sub-humides. On trouve un schéma identique de succession des déficits par classes de réserve pour les trois altitudes en exposition nord 20°.

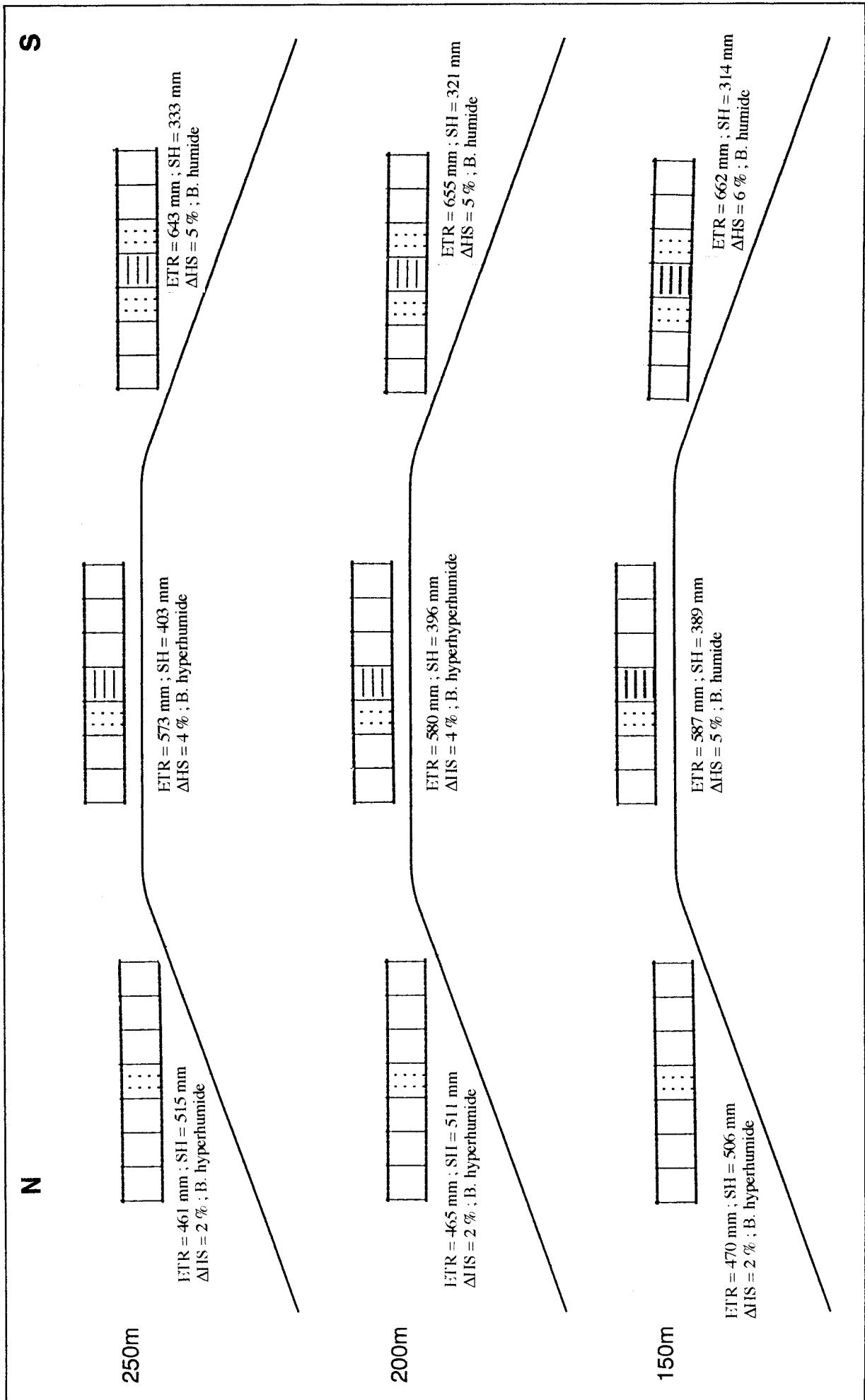


Fig. 3-22a. Variation du déficit hydrique stationnel avec l'altitude et l'exposition, poste du Chêne, R = 100 mm

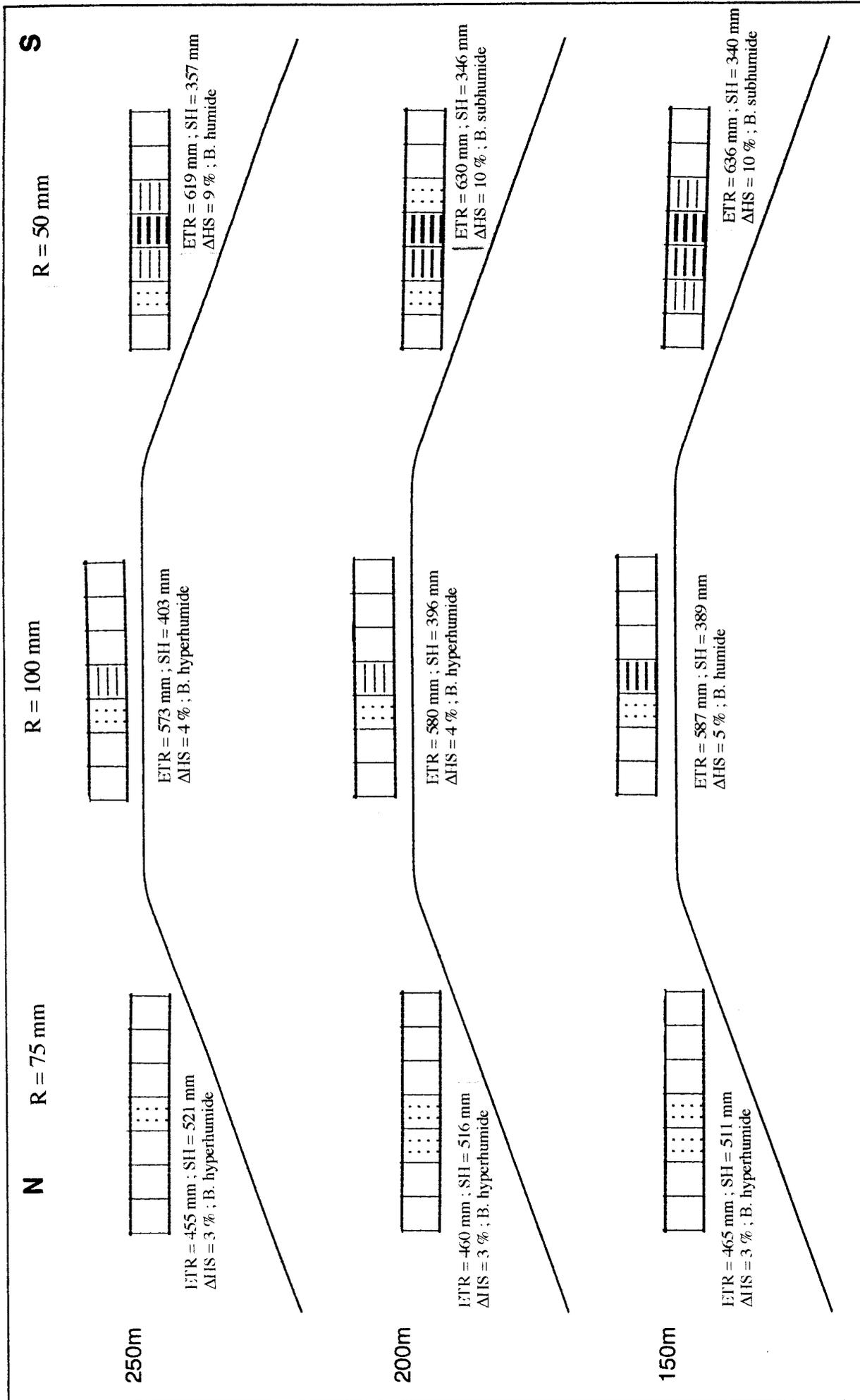


Fig. 322b Variation du déficit hydrique stationnel avec l'altitude, l'exposition et la réserve hydrique, poste du Chêne

4. TEST DE FIABILITÉ DU BILAN D'EAU À L'ÉCHELLE D'UN BASSIN VERSANT

Le but de l'expérimentation est de tester la validité des estimations de bilans hydriques stationnels des biofaciès en appliquant les résultats au groupement de sylvo-faciès que constitue un petit bassin versant forestier dont on connaît par ailleurs les écoulements à l'exutoire. A été retenu un sous-bassin du bassin versant de la Biesme en Argonne, équipé d'un enregistreur limnimétrique et d'un pluviomètre installés au village du Claon. La chronique disponible est de 22 ans, de 1973 à 1995 ; elle donne les débits mensuels et annuels et les précipitations. Pour le calcul d'ETP les données radiatives retenues sont les demi-sommes des valeurs des stations principales de Reims et de Metz, choix fondé sur la position de la Biesme à égale distance des deux stations.

4.1. Le bassin versant de la Biesme en amont du Claon

La Biesme, court affluent de l'Aisne de vingt-sept kilomètres de longueur, est l'axe d'un réseau hydrographique encaissé qui rompt la massivité du plateau argonnais (figure 323 p. 276). Sa vallée¹, orthoclinale de revers sur la plus grande partie de son cours, découpe la masse de la gaize sur une épaisseur de 70 à 80 mètres. Épanouie au sud dans la dépression des Islettes où l'érosion affouille les couches des Sables verts et des Argiles du Gault, elle s'étrécit vers le nord. A la hauteur de Grandpré la rivière oriente son cours vers l'ouest ; devenue cataclinale elle traverse un défilé bien calibré, débouche dans le Vallage et se jette dans l'Aisne. Les lignes de crêtes du massif argonnais sont les limites occidentale et orientale du bassin, la dernière suivant le front de la cuesta d'Argonne doucement inclinée vers le nord. L'ensellement de Clermont, à 282 m d'altitude, marque le défoncement de la gaize par un affluent du ruisseau de Beauchamp mais la percée cataclinale n'est pas terminée. La limite méridionale du bassin par contre n'est pas celle du massif : les escarpements de Beaulieu sont drainés vers le sud par le ruisseau de Thabas, affluent de l'Aisne amont qui coule dans la plaine des Argonnelles. La présentation morphométrique porte sur tout le bassin versant de la rivière puis l'étude est centrée sur la partie haute de celui-ci en amont du village du Claon dont le pont, à seize kilomètres de la source, est équipé d'un limnigraphe².

4.1.1. L'identité morphométrique du bassin versant de la Biesme

La longueur du bassin versant de la Biesme est de 28 km pour une largeur moyenne de 5 km (maximale de 6,5 km). La surface naturelle **S_n** est de 135 km². La compacité, indice **K**, avoisine 2,4, ce qui en fait un bassin allongé³. L'homogénéité **H**⁴ est de 0,16, proche de 0, homogénéité parfaite. La dissymétrie **D**⁵ est de 4,55 ; cette valeur assez forte est liée au développement du bassin aux dépens de la série monoclinale albo-cénomaniennne ; les drains pénéséquents de rive droite sont plus nombreux et plus longs que les ruisseaux anaclinaux du front dédoublé : le ruisseau de Beauchamp qui dédouble ce drainage orthoclinial dégage une ample dépression intra-argonnaise, disproportionnée aujourd'hui avec les rus nombreux mais sporadiques pour la plupart qui la drainent. **Au total le bassin est allongé, homogène et dissymétrique.**

¹ Cette vallée, limite de département et de région, est célèbre par son rôle de frontière dans l'histoire européenne (chapitre sept, § 1).

² Hamid SEMROUD, *Approche géographique ...*, mémoire de maîtrise, op. cit. et H. SEMROUD, "Une station de jaugeage sur la Biesme : le Claon", in *La forêt et le bois*, Horizons d'Argonne, n° spécial 55, 1987, p. 87-92.

³ L'indice K prend en compte le périmètre du bassin versant **PBV** et sa surface **SBV** ou **S**. Sa valeur est donnée par la relation $K = \frac{PBV}{PC}$, où PC mesure le périmètre d'un cercle théorique de même surface que le bassin (soit $PC = 2S$). Ici $PBV = 74,2$ km et $S = 71,2$ km². Si $K < 1,4$ le bassin est ramassé : si K est compris entre 1,4 et 2,1 le bassin est dit médian ; il est allongé pour une valeur d'indice supérieure à 2,1.

⁴ L'indice H permet la comparaison du bassin donné avec un bassin théorique homogène, c'est à dire de forme ovoïde parfaite. Les paramètres retenus pour l'expression de H sont la surface naturelle du bassin (**SBV**), sa plus grande longueur **L** et la surface de l'ovc **S** ($S = 3,985 \times r^2$ (avec r, rayon = $L/2,59$), soit $S = 433$ km²).

⁵ L'indice de dissymétrie D est le ratio entre les deux surfaces du bassin versant situées de part et d'autre du drain principal ; 82 % de la surface du BV de la Biesme sont sur la rive droite, 18% sur la rive gauche. L'évaluation des surfaces est faite par pesées.



Fig. 3 23 LE BASSIN VERSANT DE LA BIESME

extrait carte IGN 1/100 000, n°10, 1987

- Limite du bassin versant
- - - - Limite du sous-bassin amont
- ▲ Limnigraphe

4.1.2. Les caractères hypsométriques du bassin versant en amont du Claon

La partie amont du bassin versant, de la source jusqu'au village du Claon, couvre 71,2 km², soit 53 % de la surface totale du bassin versant⁶. Les valeurs des ratios morphométriques de ce sous-ensemble sont identiques à celles du bassin versant entier.

a) Une topographie nerveuse et contrastée

La carte des pentes (figure 324, p. 279) montre l'organisation du système. Les pentes supérieures à 30 % couvrent une surface appréciable (30 % environ du bassin) ; elles marquent le plus souvent les hauts de versants des ravins, avec une direction dominante ENE-WSW. Les pentes inférieures à 4 % se rencontrent dans trois secteurs distincts :

- la plaine alluviale de la Biesme ;
- les lanières du plateau où se déploient les interfluves ; sur la rive droite au nord, la croupe de la Gruerie - Fontaine la Mitte et, au sud, l'échine de Saint-Rouin ; sur la rive gauche au nord, l'extrémité orientale du plateau de la Placardelle face au coude de la rivière, au centre les diverticules de la clairière de Florent ;
- le bassin des Islettes, vaste fond de confluence de la Biesme et du ruisseau de Beauchamp. La dépression intra-argonnaise du Beauchamp développe ses bas de versants entre 4 et 12 %.

b) Répartition des tranches altitudinales

L'évaluation des surfaces occupées par des paliers altitudinaux permet une approche de la répartition altitudinale. La méthode expérimentale est celle de la pesée d'un patron découpé aux formes de la bande altitudinale dans une matière de densité connue et à une échelle donnée⁷. La précision de la carte de base au 1/25 000 est satisfaisante pour une équidistance de 25 mètres⁸. Pour un bassin établi entre 100 et 300 mètres d'altitude et dont l'amplitude est de 200 mètres on peut retenir huit tranches altitudinales (figure 325 et annexe 3-11, p. 20).

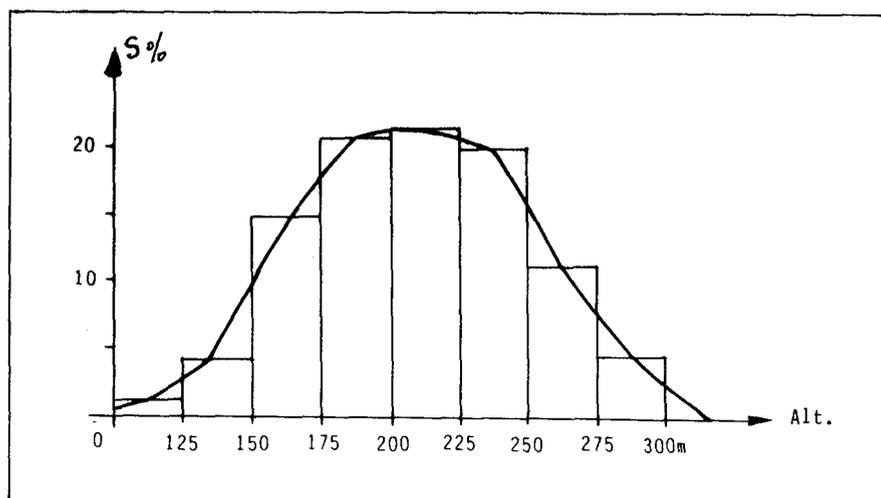


Fig. 325 Histogramme des tranches altitudinales du bassin versant amont de la Biesme

La distribution de l'histogramme est modale. La classe modale absolue [200-225 m] et la classe relative [175-200 m] concentrent près de 55 % de la surface du bassin. La médiane est à 210 m, les quartiles à 180 m, 210 m et 228 m. Le bassin argonnais de la Biesme est plus élevé que la Champagne et 25 % des reliefs sont au-dessus de 230 m. L'intervalle interquartile montre que 50 % des versants se situent entre 180 et 230 m. Comme l'altitude est une variable paramétrable dans le calcul du bilan d'eau stationnel le programme choisit la tranche altitudinale représentative de chaque sylvofaciès. Eu égard aux approximations la fiabilité du pas altitudinal de 50 mètres (paragraphe 3 *supra*) est acceptable.

⁶ Valeur communiquée par le SRAE de Lorraine.

⁷ H. SEMROUD, *Approche géographique ...*, op. cit.

⁸ Le choix de l'équidistance est un compromis entre la possibilité matérielle du découpage des bandes, la précision des tracés et les caractères généraux des découpes.

4.1.3. Un réseau hydrographique en peigne aux dents serrées

Une nette dissymétrie affecte le drainage des deux versants de la vallée (tableau 337 et figure 326, p. 280).

Tableau 337
Le réseau hydrographique de la Biesme

Réseau de la Biesme	versant oriental		versant occidental		ensemble	
	valeur	%	valeur	%	km	%
Longueur du réseau (km)	264	80,2	65	19,8	329	100,0
permanent	215	81,4	53	16,1	268	81,4
temporaire	49	18,6	12	18,5	61	18,6
Nombre d'affluents	154	71,3	62	28,7	216	100,0
Longueur moyenne (km)	1,7		1,1		1,5	

Cette dissymétrie naît de la conjonction entre la pente générale est-ouest du plateau, le pendage de même direction de la série sédimentaire et l'inclinaison corrélative de la nappe aquifère de la gaize. Les cent cinquante-quatre affluents de rive droite de la Biesme et du ruisseau de Beauchamp (soit 70 % des affluents) qui drainent le revers du plateau représentent 80,2 % des 329 kilomètres de cours. Un chevelu marqué provoque une répartition assez diffuse. Le tracé des affluents de rive gauche, de type anaclinal, est par contre plus rectiligne et la hiérarchie, plus faible.

La géographie des sources souligne la dissymétrie des drains ; sur les cent-quatre-vingt-trois sources répertoriées sur la carte "Argonne" au 1/25 000 trente seulement sont sur la rive gauche de la Biesme (16 %). Cette disproportion traduit l'interférence de l'encaissement du réseau et de la disposition structurale du plan stratigraphique gaize - Sables verts et Argile du Gault. Les mesures sur les talwegs élémentaires donnent une densité de 5,5 (talwegs par km²) une longueur moyenne de 1,79 km et une surface moyenne de 0,33 km². Ces valeurs témoignent de la forte dissection du milieu. Le tableau 338 précise la hiérarchie du réseau.

Tableau 338
Eléments de hiérarchisation du réseau hydrographique de la Biesme

Rang des drains	Nombre de drains	%	Longueur totale (km)	Longueur moyenne (km)
1	172	79,3	160	0,93
2	39	17,9	127	3,25
3	4	1,8	19	4,75
4	1	0,5	22	22
5	1	0,5	60	60
total	217	100	388	18,18

L'indice de hiérarchie du bassin est de 29⁹ ; ainsi 75 % des 42 drains de rive gauche confluent tous dans celui de rang 5, la Biesme.

⁹ L'indice de hiérarchie se calcule par le dénombrement des cours qui confluent en respectant la voie hiérarchique. Celle-ci est loin d'être respectée dans le bassin versant.

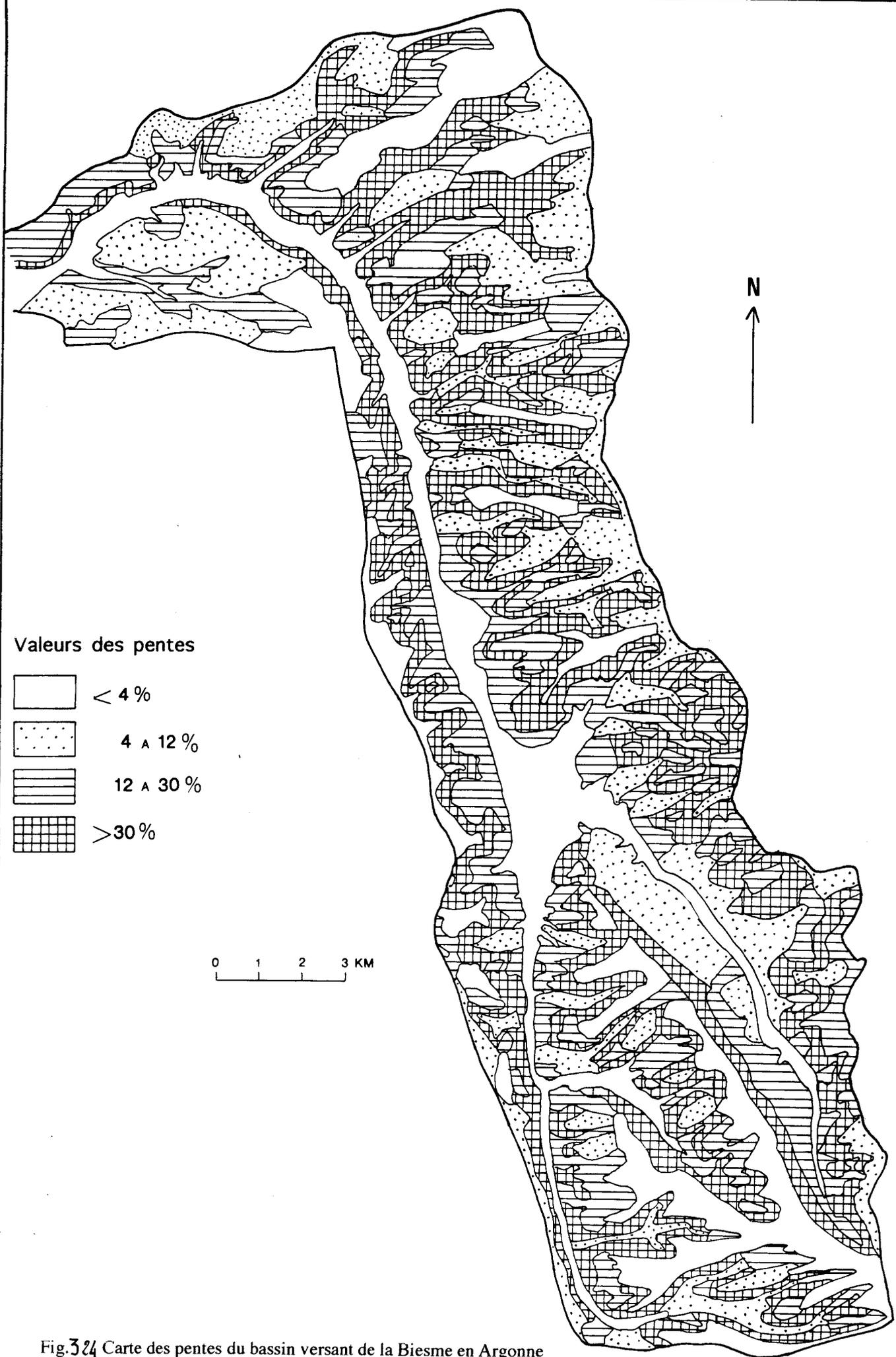


Fig.324 Carte des pentes du bassin versant de la Biesme en Argonne

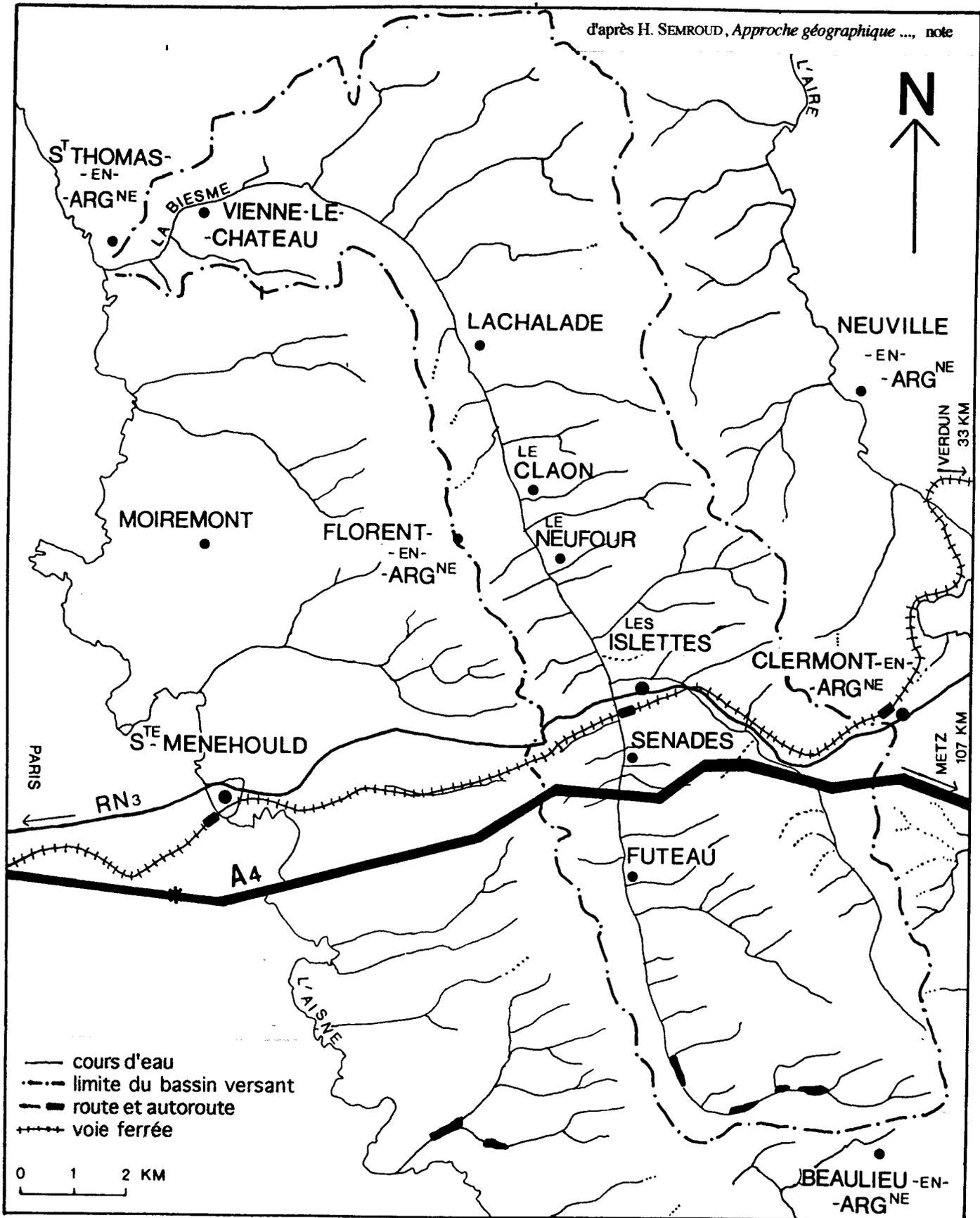


Fig. 326 Le bassin versant de la Biesme, réseau hydrographique et axes de communication

4.2. Le bilan hydrologique du bassin versant, 1972-1995

La station de jaugeage de la Biesme au Claon est un maillon du réseau de contrôle du bassin hydrographique de l'Aisne. Elle fut exploitée de 1972, année de son entrée en service, à 1992, d'abord par le Service régional d'aménagement des eaux de Lorraine (SRAEL) jusqu'en 1985 puis par la Diren de Lorraine¹⁰. Son rattachement à la Diren de Champagne-Ardenne en 1993 répondit à un souci de meilleure gestion du bassin versant de l'Aisne, transrégional mais dont la majorité du cours est en Champagne-Ardenne.

4.2.1. Le bilan hydrologique 1972-1995 à la station limnimétrique du Claon

L'appareillage se compose d'un limnimètre fixe scellé sur la pile du pont et d'un limnigraphe à flotteur muni d'un enregistreur à stylet sur tambour tournant¹¹. Le pluviomètre est installé en limite du lit majeur de la Biesme, assez loin de la lisière forestière du massif argonnais pour en minimiser les influences. La quantité d'eau écoulee hors du bassin versant est une fraction des abats météoriques, évalués par les caractères biophysiques du bassin. Le traitement des données disponibles sur les volumes écoulés pendant les vingt-trois années de la période considérée permet d'établir les séquences intra- et interannuelles de l'écoulement, sa répartition dans le temps, ses variations. Les débits sont présentés par deux paramètres, le débit absolu Q_{abs} (en mètres cubes par seconde mesurés à la station) et le débit spécifique Q_{spe} , débit absolu rapporté à l'unité de surface du bassin (en mètres cubes, ou en litres, par seconde et par km^2).

a - Les débits sur la période 1973-1995

Les valeurs moyennes des débits sont calculées pour dix-neuf années de mesure complètes sur les vingt-trois de la période considérée (tableau 339)¹².

Tableau 339

Débits absolus et spécifiques mensuels de la Biesme au Claon, période 1973-1995

Débits	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
Q_{abs} (m^3/s)	1,80	1,81	1,54	1,20	0,70	0,38	0,37	0,10	0,11	0,48	0,67	1,68	0,88
Q_{spe} ($l/s/km^2$)	25,3	25,4	21,6	16,8	9,83	5,34	5,20	1,40	1,54	6,74	9,41	23,6	12,36

Le débit absolu moyen est de $0,88 m^3/s$, soit $880 l/s$. Le débit spécifique moyen est faible¹³, $12,36 l/s/km^2$. La variation intra-annuelle moyenne est marquée. Un fort étiage affecte les mois d'août et de septembre, les débits augmentent d'octobre à février où ils atteignent le maximum annuel ; l'écoulement est soutenu en automne et hiver. Le rapport entre étiage et hautes eaux est de 81 %.

b - Variations annuelles des débits pour dix-neuf années complètes de mesures (tableau 340)

Tableau 340

Variations annuelles de débit de la Biesme au Claon, période 1973-1995

Années	Q_{abs} (m^3/s)	Q_{spe} ($l/s/km^2$)	Années	Q_{abs} (m^3/s)	Q_{spe} ($l/s/km^2$)	Années	Q_{abs} (m^3/s)	Q_{spe} ($l/s/km^2$)
1973	0,565	7,95	1982	1,1	15,4	1991	0,664	9,3
1974	0,830	11,6	1983	1,2	16,8	1992	incompl.	
1975	0,605	8,5	1984	1,1	15,8	1993	incompl.	
1976	0,354	4,97	1985	0,62	8,7	1994	0,741	10,4
1977	0,820	11,5	1986	0,821	11,5	1995	incompl.	
1978	1,06	14,8	1987	0,961	13,5			
1979	1,18	16,6	1988	abs.				
1980	1,2	16,9	1989	0,637	8,95	Moy	0,878	12,36
1981	1,33	18,7	1990	0,890	12,5			

¹⁰ Les relevés sont assurés par un personnel bénévole de la commune du Claon.

¹¹ H. SEMROUD, *Approche géographique ...*, op. cit.

¹² Le tableau des valeurs annuelles est donné en annexe 3-12, p. 24.

¹³ Pierre. PAGNEY, *Climats et cours d'eau de France*, Masson, 1988, p. 108, donne des exemples de bilans moyens annuels de l'écoulement. Exemple dans le domaine climatique océanique de plaine, la "Meuse-aval" accuse un Q_{spe} annuel moyen de $11,2 l/s/km^2$.

Les débits spécifiques moyens des deux années nettement déficitaires 1973 et surtout 1976 furent respectivement de 7,95 l/s/km² et de 4,97 l/s/km² (avec un maximum enregistré en février de 12,6 l/s/km²). L'année 1981, à l'inverse, vit des écoulements soutenus : Q_{abs} de 1,33 m³/s et Q_{spe} de 18,7 l/s/km² (avec un maximum de 20 en octobre). L'écart entre les valeurs extrêmes de débit absolu est de 0,976 m³/s (1981 et 1976), soit 73 % du débit maximum. Le coefficient mensuel de débit C_q rapporte les valeurs des débits mensuels, absolu ou spécifique, à celles des débits annuels. Les valeurs inférieures à 0,50 peuvent caractériser les "basses eaux". Pour la période considérée les résultats sont donnés par le tableau 341.

Tableau 341
Valeurs du coefficient mensuel de débit, C_q, période 1973-1995

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
2,04	2,05	1,75	1,36	0,79	0,43	0,42	0,11	0,11	0,54	0,76	1,91	1,00

 basses eaux

Le mois de février a la plus forte valeur, août et septembre ont les plus faibles. L'amplitude de variation annuelle moyenne entre les mois de février et d'août est de 1,71 m³/s pour le débit absolu et de 24 l/s/km² pour le débit spécifique. Le fait qu'elle représente 95 % du débit de février souligne le caractère contrasté de l'écoulement saisonnier de la rivière.

c) Les amplitudes interannuelles de variation du débit

L'analyse annuelle (tableau 342) révèle que les mois extrêmes varient selon les années.

Tableau 342
Mois de maximum et de minimum des débits de la Biesme sur la période 1973-1995

Nb. d'années	maximum					minimum			
	janv.	fév.	mars	avril	déc.	juil.	août	sept.	oct.
20	4	4	4	3	5	2	11	5	2

Alors que les étiages sont concentrés au mois d'août les hautes eaux ont une répartition plus large. Les maxima et minima absolus quotidiens et leur amplitude précisent les rythmes hydrologiques de la rivière.

4.2.2. Entrées et sorties d'eau sur le bassin versant

L'évaluation des entrées d'eau pose la question de la variabilité spatiale de l'abat sur le bassin versant ; de quelle représentativité doit-on créditer le poste pluviométrique du Claon [précipitations 972 mm, altitude 154 m, période 1973-1995], le seul existant sur le bassin ? Trois postes encadrent le bassin, la Grange-aux-Bois à l'ouest [Pr 849 mm, alt. 210 m, 1951-1980], à l'est Clermont [Pr 997 mm, 231 m, 1951-1970] et Varennes [Pr 875 mm, 165 m, 1951-1970]. Outre les périodes de référence différentes pour Varennes et Clermont notons que le poste de Varennes est situé au pied de la côte d'Argonne en position d'abri, ce qui n'est pas le cas de celui de Clermont. La Grange-aux-Bois enregistre la remontée des précipitations sur le flanc occidental du massif de la gaize ; en effet Sainte-Menehould [Pr 778 mm, 164 m d'altitude] présente un caractère encore champenois que n'a pas celui de Varennes pourtant à la même altitude. Il apparaît préférable d'écarter ces postes. Une possibilité aurait été de rattacher aux données de la Grange-aux-Bois les versants de rive gauche de la Biesme qui se situent à plus de 250 m d'altitude ; mais ceux-ci ne représentent que 1 % environ de la superficie du bassin. En conclusion les données du poste du Claon sont les seules retenues.

Le pluviomètre du Claon a enregistré pour la période 1973-1995 un total de précipitations de 22 475 mm¹⁴, soit un volume d'eau de 22,475 millions de m³/km². L'abat total sur les 71,2 km² du bassin versant peut être estimé à 1 600,2 Mm³. Les variations inter-annuelles de cet abat d'eau sont importantes (tableau 343). L'abat est inférieur à la moyenne

¹⁴ Données fournies par la SRAEL.

(68,1 Mm³) pour onze années sur vingt-trois (48 %). L'année 1976 (avec Pr = 645 mm) enregistre l'écart le plus grand avec 34 % de différence. Le débit spécifique moyen de cette année est de 4,97 l/s/km² (tableau 340). Pour une surface de 71,2 km² la quantité d'eau passée à l'exutoire est ainsi de 11,20 millions de mètres cubes. La comparaison des valeurs annuelles de l'export et de l'abat évalué à partir des données du poste pluviométrique permet d'estimer le volume annuel de l'eau retenue sur le bassin versant.

Tableau 343
Les postes du bilan d'eau sur le bassin versant de la Biesme, période 1973-1985

Année	Abat	Export		Retenues		Année	Abat	Export		Retenues	
	Mm ³	Mm ³	%	Mm ³	%		Mm ³	Mm ³	%	Mm ³	%
1973	56,7	17,9	32	38,8	68	1987	76,1	30,3	40	45,8	60
1974	69,1	26,0	38	43,1	62	1988	83,4	abs			
1975	60,9	19,1	31	41,8	69	1989	56,0	20,1	36	35,9	64
1976	45,9	11,2	24	34,7	76	1990	66,9	28,1	42	38,8	58
1977	68,0	25,8	38	42,2	62	1991	53,3	20,9	39	32,4	61
1978	76,1	33,2	44	42,9	56	1992	68,1	incomp.			
1979	72,1	37,3	52	34,8	49	1993	68,4	incomp.			
1980	72,8	37,9	52	34,9	48	1994	70,5	incomp.			
1981	87,1	42,0	48	45,1	52	1995	83,2	incomp.			
1982	77,2	34,6	45	42,6	55						
1983	76,0	37,7	50	38,3	50	Total	1 600,1				
1984	74,2	35,5	48	38,7	52	s/ T	1 226,5	502,9		723,6	
1985	64,1	19,5	30	44,6	70	Moy	68,1	27,9	41,0	40,2	59,0
1986	74,0	25,8	35	48,2	65						

Le volume d'eau écoulee à la station limnimétrique du Claon est de 502,9 millions de m³ pour les dix-huit années utiles de la période 1973-1995, soit une **moyenne annuelle de 27,9 Mm³**. Les abat d'eau représentent pour cette même durée 1 226,5 Mm³ (pour un total de la période de 1600,1 Mm³). La différence entre l'écoulement à l'exutoire et l'abat est donc de 723,6 Mm³. Cette retenue représente 59 % de l'intrant. La part moyenne de l'export est, pour les 18 années de mesure, de 41 % des 68,1 Mm³ de la valeur moyenne de l'abat. La plus basse valeur est de 24 % pour 1976, la plus élevée de 52 % pour 1979 et 1980.

Les courbes de la figure 327 (p. 284) permettent la comparaison entre abat et export. Les allures sont semblables. Quand l'abat d'eau croît la part de l'export croît et inversement ; l'hypothèse est que la capacité de rétention du milieu vis-à-vis de l'eau ne varie que dans de faibles proportions. Mais des distorsions apparaissent à l'échelle de l'année. Il en est ainsi entre 1978 et 1983. De 1978 à 1979 alors que l'abat diminue de 76,1 à 72,1 Mm³ (- 4 Mm³), la part de l'export croît de 44 à 52 %, soit de 4,1 Mm³ en valeur et les retenues diminuent de 8,1 Mm³, passant de 42,9 à 34,8 Mm³ (-19 %). Cette période fait suite à l'année sèche 1976 où les retenues ont représenté 76 % (fraction maximale) du plus faible abat, 45,9 Mm³ (soit la moyenne moins 2,4 écart-type). En pourcentage la part de l'eau retenue ne cesse de décroître entre 1976 et 1980. Elle ne recommence à croître qu'en 1981 où l'abat passe à 87,1 Mm³, soit une augmentation de 14,3 Mm³ sur 1979 (+ 19,6 %). Le diagramme des écarts à la moyenne des retenues d'eau, différence entre abat et export (figure 328 d'après le tableau 343) montre bien trois périodes distinctes, deux à écarts positifs, de 1973 à 1977 puis de 1985 à 1991, et une intermédiaire à écart négatif de 1978 à 1984.

Une tentative d'explication de ces résultats fait nécessairement intervenir les phénomènes d'échange d'eau entre les compartiments du système sol/plante/atmosphère, en particulier le processus d'évapotranspiration. **La prise en compte du bilan d'eau stationnel peut-elle éclairer ces processus et si oui, comment ?**

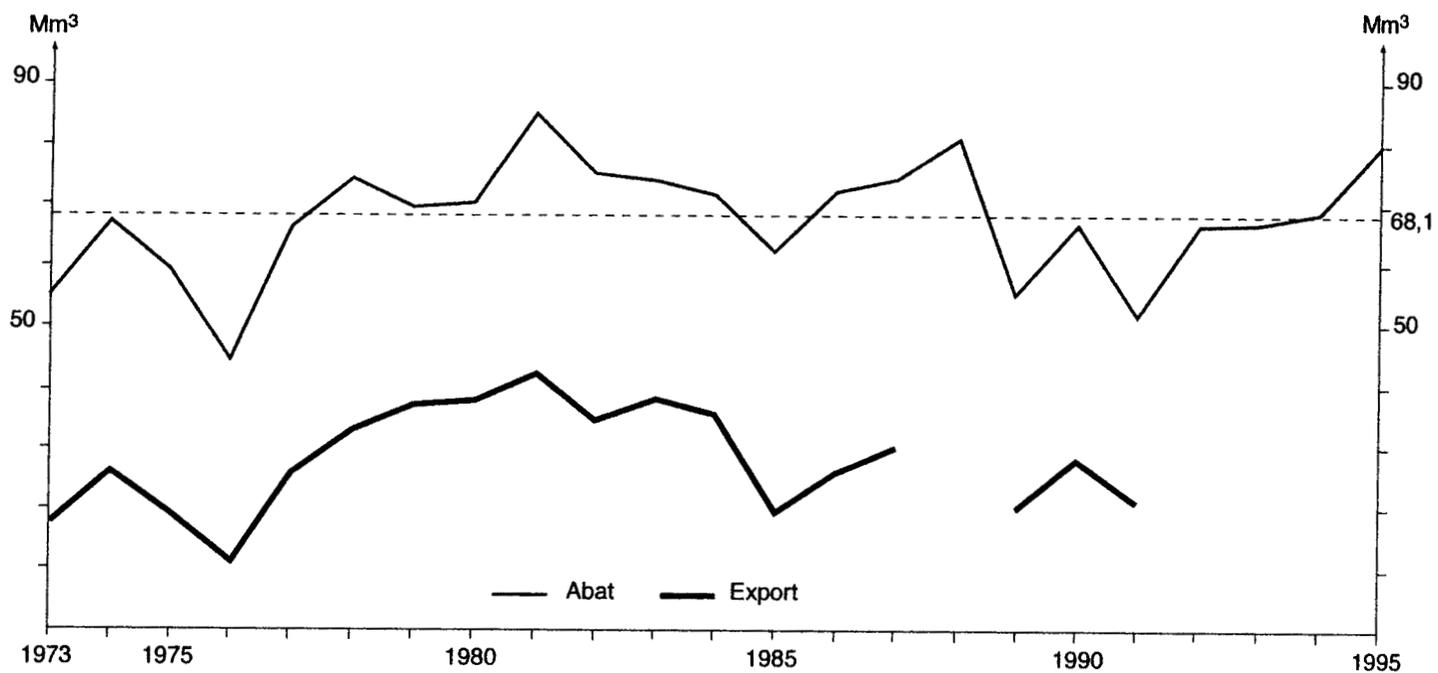


Fig. 327 Abat et export d'eau mesurés, bassin versant de la Biesme, 1973-1995

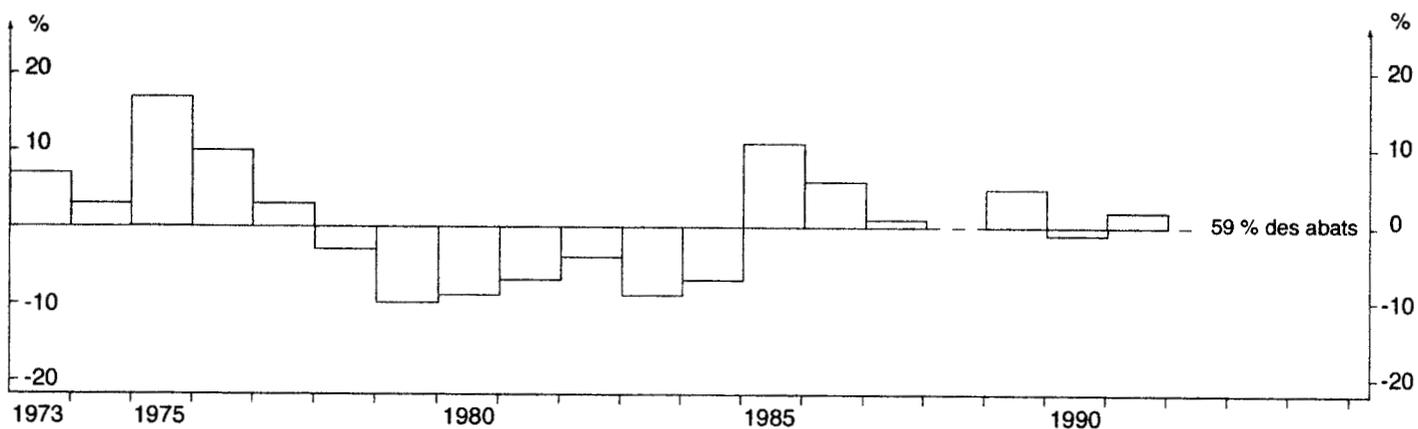


Fig. 328 Ecart à la moyenne des retenues d'eau, bassin versant de la Biesme, 1973-1995

4.3. Le bilan d'eau stationnel testé par le bilan hydrologique

Le test proposé s'appuie sur la comparaison des valeurs calculées des surplus hydrologiques (SH), des mesures du débit de la Biesme au Claon et des valeurs estimées de la rétention d'eau sur l'impluvium. Rappelons que les sylvofaciès de feuillus couvrent plus de 90% de la surface du bassin versant ; seuls les fonds alluviaux de la vallée de la Biesme et les débouchés des principaux vallons affluents sont occupés par des prairies permanentes.

4.3.1. Du bilan d'eau stationnel au bilan hydrologique du bassin versant

a - Signification du bilan hydrologique et du bilan hydrique stationnel

Les 40,2 Mm³ de retenues moyennes annuelles dans le bassin versant sont estimés par la différence entre les 68,1 Mm³ des abats d'eau sur l'impluvium et les 27,9 Mm³ d'écoulements mesurés au poste limnimétrique du Claon. Ces retenues sont imputables aux processus biotiques, morpho-pédologiques et géologiques qui stockent et redistribuent l'eau. Le bilan hydrique stationnel qui prend en compte ces données permet d'évaluer le surplus hydrologique SH qui mesure l'écoulement hors de la station, exprimant aussi bien la hauteur (en mm) de la lame d'eau que le volume d'eau unitaire (en l/m²) qui quitte le sylvofaciès considéré dans un intervalle de temps donné. L'écoulement Ec qui, dans le bilan hydrologique, est mesuré à l'exutoire du bassin versant est la composante du surplus hydrologique qui alimente les écoulements hypodermiques et les infiltrations. La grandeur [PrU - Ec] mesure le déficit d'écoulement DEc¹. Si l'on pose l'hypothèse que Ec et SH sont équivalents on peut écrire, partant de l'équation du bilan hydrique stationnel :

$$\boxed{\text{PrU} - \text{Ec} = \text{ETR}}$$

La notion bioclimatique d'évapotranspiration réelle est ainsi corrélée à celle de déficit d'écoulement dans le bassin versant. Mais en cas de déficit climatique (ETP - Pr > 0) la réserve du sol intervient dans le calcul de ETR. Pour une évapotranspiration potentielle donnée l'évapotranspiration réelle est fonction du volume du réservoir hydrique des sols.

b - Procédures d'analyse

L'analyse comporte deux niveaux.

= *L'introduction du bilan d'eau stationnel.* La masse d'eau entrée dans le système se divise en quatre parts, l'eau écoulee, l'eau "consommée" par l'ETR, l'eau retenue pour la constitution de la biomasse, l'eau d'alimentation des nappes profondes – ici celle de la gaize – qui échappe à l'écoulement de surface. Qu'en est-il des deux dernières parts ? L'accroissement biologique de matière organique est évalué dans les forêts de l'Est à 4,5 m³/an. L'eau de constitution représenterait une lame de 0,5 mm par an, non significative compte tenu des intervalles d'erreur acceptés pour les autres variables du bilan. L'eau de percolation qui pénètre les bancs de gaize alimente les nombreuses sources de flancs de gorgeons qui la restituent au drainage.

= *L'évaluation du surplus hydrologique sur le bassin versant.* Cette évaluation passe par le choix préalable des valeurs des variables impliqués dans le calcul du bilan d'eau au poste de référence. Dans une première étape le bassin versant est considéré comme homogène pour la valeur standard R = 100 mm de la réserve. La seconde évalue précisément le surplus hydrologique ; cela implique la reconnaissance de tous les types de sylvofaciès qui occupent le bassin versant et de leurs surfaces respectives.

4.3.2. Le bilan d'eau stationnel du poste du Claon

Puisque le poste du Claon n'enregistre que les précipitations un choix s'impose pour la détermination des autres variables.

= Les insolation ne sont disponibles que pour les stations principales de Reims à l'ouest et de Metz à l'est, et pour la période 1951-1980. Quelle station retenir ? La position médiane du bassin à soixante-dix kilomètres de Reims et quatre-vingts kilomètres de Metz, les profils thermiques en gradient (chapitre quatre), le rôle décalé de l'effet de barrière du massif

¹ PrU mesure les précipitations utiles (précipitations relevées au pluviomètre diminuées de la quantité d'eau estimée interceptée par la canopée) ; on a PrU = a x Pr, avec a coefficient d'interception variable selon le type de couvert, soit a = 1 avec le sous-programme sPro-S.

argonnais, sensible surtout à partir du front de côte dominant la vallée de l'Aire à l'est, nous ont fait opter pour une valeur d'insolation moyenne de celles des deux stations.

= Pour les températures nous retenons la station de Bar le Duc, la plus fiable dans le périmètre, distante de cinquante-six kilomètres vers le sud, à 300 mètres d'altitude ; la règle du gradient thermique corrige ces températures des variations altitudinales. L'inventaire et la typologie des sites réels des sylvofaciès du bassin versant sont fondés sur une combinaison raisonnée des valeurs prises par les variables d'altitude, d'orientation, de pente, de R_{Umax} et de couvert. Les peuplements forestiers de ce secteur argonnais sont à plus de 90 % des futaies et des mélanges futaie - taillis ; la part des résineux est à cette échelle négligeable. La *longueur de la saison végétative* retenue (PAV) est de sept mois, avril à octobre (température moyenne supérieure ou égale à 7° C).

a - Le bilan d'eau stationnel avec le sPro-S, feuillus

Les fiches des BES pour les sylvofaciès dépendant du poste du Claon (période 1972-1995) définissent les biofaciès pour les cinq valeurs de réserve (figures 329a et 329b, p. 287 et 288). Considérons la réserve standard de 100 mm. Le biofaciès stationnel est humide avec un déficit hydrique relatif de la PAV de 7 %. Le déficit hydrique, 37 mm au total, n'affecte que les trois mois de juin, avec 6 mm, juillet, 12 mm et août, 19 mm. Le surplus hydrologique annuel, 367 mm, représente 40,9 % du total des précipitations ; avec 12 mm celui de la PAV est très faible (3,3 %) et les mois d'hiver, décembre, janvier et février comptent pour 234 mm des 355 mm de la morte-saison (66 %). Les valeurs d'ETR et de $\Delta H\%$ mensuel obtenues avec le sPro-A feuillus sont sensiblement différentes, comme nous l'avons aussi noté pour la station de Reims. Par contre celles du surplus hydrologique ne changent pas. Les résultats obtenus avec les deux méthodes sont comparés à ceux du bilan hydrologique.

b - Comparaisons des deux BES pour les cinq classes de réserve utile

Le tableau 344 donne les variations du surplus hydrologique pour les sPro-S et sPro-A selon les cinq valeurs de réserve utile.

Tableau 344
Valeurs de SH au poste du Claon pour les cinq classes de réserve utile, sPro-S et sPro-A

sPro-S		valeurs de la réserve (mm)	sPro-A	
variation de SH (mm)	Pr - ETR = SH (mm)		PrU - ETR = SH (mm)	variation de SH (mm)
$\Delta = +10$	973 - 616 = 357	R = 150	872 - 515 = 357	$\Delta = +10$
$\Delta = +11$	973 - 606 = 367	R = 100	872 - 505 = 367	$\Delta = +11$
$\Delta = +36$	973 - 595 = 378	R = 75	872 - 494 = 378	$\Delta = +36$
$\Delta = +55$	973 - 580 = 393	R = 50	872 - 479 = 393	$\Delta = +55$
	973 - 561 = 412	R = 25	872 - 460 = 412	

Les valeurs de SH sont identiques pour les deux sous-programmes ; la diminution du volume d'eau dans le sol suit une diminution équivalente de l'ETR. Pour une diminution de la réserve de 100 mm (passant de 150 à 50 mm) l'ETR diminue de 36 mm et le surplus hydrologique augmente d'autant. Si l'écoulement est assimilé à SH son augmentation serait donc de 36 l/m² quand on passe de sols à réserve utile de 150 mm à des sols à réserve de 50 mm.

4.3.3. Le surplus hydrologique annuel moyen sur un bassin versant théorique

Prenons le cas d'un bassin versant théorique et d'une valeur unique de la réserve. Pour la valeur standard R = 100 mm le surplus hydrologique calculé par le BES du Claon est de 357 mm, soit 357 l/m². Le surplus du bassin versant (71,2 km²) est donc de 26,13 Mm³. La différence avec le volume moyen d'eau à l'exutoire (27,9 Mm³) est de 1,77 Mm³, soit un écart de 6,3 %. Si l'on retient les autres classes de réserve les résultats sont les suivants. Pour R = 150 mm, SH = 25,42 Mm³ (8,8 %) ; pour R = 75 mm, SH = 26,91 Mm³ (3,5 %) ; pour R = 50 mm, SH = 27,98 Mm³ (0,02 %). Par rapport à ce bassin théorique le bassin versant réel est une combinaison de sites d'étendues et de réserves variables.

LE CLAON (MEUSE)

1972-1995

Latitude: 49.1°
 Altitude: 154m
 Station principale: BAR LE DUC (1976-1990)

Type de peuplement: FEUILLUS
 PAVP: température mensuelle moyenne >= 7°C
 RESERVE UTILE (R): 100mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
INSOLATION REELLE (h)	50	91	118	177	191	221	232	219	167	104	68	47		
INSOLAT.THEORIQUE (h)	265	280	364	407	469	478	481	439	373	329	269	250		
IGA (cal/cm2/j)	235	369	564	770	926	994	956	823	633	429	268	197		
TEMPERATURE MOY. (°C)	2.4	3.5	6.6	8.8	13.4	16.4	18.5	18	15.3	11.7	6.2	3.9	14.6	10.4
ETP (TURC) (mm)	7	13	33	57	86	105	113	100	67	37	16	9	565	643
PRECIPITATIONS (Pr) (mm)	96	67	87	69	73	79	82	68	78	87	87	100	536	973
DEFICIT CLIMAT. (ETP-Pr) (mm)	-89	-54	-54	-12	13	26	31	32	-11	-50	-71	-91		
DEFICIT CUMULE (mm)					13	39	70	102						
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	100	100	100	100	87	67	48	35	46	96	100	100		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	0	13	20	19	13	0	0	0	0	65	65
ETR (Pr+RUt) (mm)	7	13	33	57	86	99	101	81	67	37	16	9	528	606
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	0	6	12	19	0	0	0	0	37	37
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	89	54	54	12							67	91	12	367
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	0	0	6	11	19	0	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 7% BIOFACIES: HUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 509 CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FORTE
 INDICES D'ARIDITE (ANNUEL, SEMESTRIEL, DE JUILLET): A= 48 As= 36 Aj= 35
 INDICE D'ARIDITE DE LA PAVP: AS= 37

REMARQUES: TEMPERATURES: BAR LE DUC 76-90; INSOLATIONS REELLES: MOYENNE METZ-NANCY 73-85.

RESERVE UTILE (R): 150mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	150	150	150	150	137	115	93	75	86	136	150	150		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	0	13	22	22	18	0	0	0	0	75	75
ETR (Pr+RUt) (mm)	7	13	33	57	86	101	104	86	67	37	16	9	538	616
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	0	4	9	14	0	0	0	0	27	27
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	89	54	54	12							57	91	12	357
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔH%)	0	0	0	0	0	4	8	14	0	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 5% BIOFACIES: HUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 524 CLASSE DE POTENTIALITE: TRES FORTE

Fig. 329a Bilan d'eau stationnel du poste du Claon, sPro-S (feuille 1)

RESERVE UTILE (R): 75mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	75	75	75	75	64	46	31	21	32	75	75	75		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	0	11	18	15	10	0	0	0	0	54	54
ETR (Pr+RUt) (mm)	7	13	33	57	84	97	97	78	67	37	16	9	517	595
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	2	8	16	22	0	0	0	0	48	48
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	89	54	54	12						7	71	91	19	378
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	0	2	8	14	22	0	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 8% BIOFACIES: HUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 492 CLASSE DE POTENTIALITE: FORTE

RESERVE UTILE (R): 50mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	50	50	50	50	41	28	18	11	22	50	50	50		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	0	9	13	10	7	0	0	0	0	39	39
ETR (Pr+RUt) (mm)	7	13	33	57	82	92	92	75	67	37	16	9	502	580
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	4	13	21	25	0	0	0	0	63	63
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	89	54	54	12						22	71	91	34	393
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	0	5	12	19	25	0	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 11% BIOFACIES: SUBHUMIDE
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 469 CLASSE DE POTENTIALITE: FORTE

RESERVE UTILE (R): 25mm

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	PAVP	ANNEE
RESERVE UTILISABLE (RU) (mm)	25	25	25	25	20	14	9	5	16	25	25	25		
RESERVE UTILISEE (RUt) (mm)	0	0	0	0	5	6	5	4	0	0	0	0	20	20
ETR (Pr+RUt) (mm)	7	13	33	57	78	85	87	72	67	37	16	9	483	561
DEFICIT HYDRIQUE (ΔH) (mm)	0	0	0	0	8	20	26	28	0	0	0	0	82	82
SURPLUS HYDROLOG. (SH) (mm)	89	54	54	12						41	71	91	53	412
DEFIC.HYDR.RELATIF (ΔHZ)	0	0	0	0	9	19	23	28	0	0	0	0		
CLASSES DEFIC.HYDR.RELAT.														

DEFICIT HYDRIQUE RELATIF DE LA PAVP: ΔHS= 15% BIOFACIES: DEFICIENT
 INDICE DE POTENTIALITE BIOCLIMATIQUE: IPB= 440 CLASSE DE POTENTIALITE: MOYENNE

4.3.4. Le surplus hydrologique annuel moyen sur le bassin versant réel

Le calcul du surplus hydrologique sur le territoire réel du bassin versant passe par l'évaluation des surfaces occupées par chaque type de biofaciès². Les valeurs extrêmes des surplus hydrologiques théoriques sont de 277 l/m² [sylvofaciès feuillu à réserve de 150 mm, sur pentes 20 % sud, classe altitudinale 150 m] et 520 l/m² [sylvofaciès feuillu à réserve de 25 mm, sur pentes 20 % nord, classe altitudinale 250 m] ; l'amplitude est de 243 l/m², soit 88 % de la plus faible valeur. Il convient donc de découper le bassin versant en aires d'isovaleurs du bilan d'eau stationnel. Le processus compte trois étapes que nous résumons.

a - Sélection des classes de réserve en eau

Seules sont retenues les classes de *réserve en eau* des types de sites de sylvofaciès (et d'agrofaciès éventuels) réellement présents : 150 mm pour les fonds alluviaux de la vallée de la Biesme, 100 mm pour les secteurs centraux des lanières du plateau de revers et pour les bas de versants, 75 mm pour le rebord de plateau et les versants exposés au nord, 50 mm pour ceux exposés au sud, plus raides, aux recouvrements colluviaux pelliculaires. La classe 25 mm n'est pas retenue car elle affecte des sylvofaciès de surfaces trop faibles pour être représentatifs à ce niveau d'expérimentation.

b - Calcul des surfaces occupées par chaque type de sites

L'estimation des surfaces occupées par chaque type de sites de sylvofaciès est faite par comptage de points sur une grille millimétrée posée sur un croquis des aires d'isovaleurs de variables établi avec les documents suivants : la carte topographique et la photographie aérienne pour les orientations des versants et l'occupation des sols, la carte des pentes, des cartes de sondages pédologiques pour certaines forêts³, les données personnelles de terrain et des résultats de travaux de recherche⁴ pour les estimations de réserve utile. Le découpage des **71,2 km²** du bassin retient les unités et les surfaces suivantes (reportées sur le tableau 345, p. 210).

– La plaine alluviale de la Biesme et celle du ruisseau de Beauchamp pour **14,0 km²**.

– Les versants pour **31,7 km²** (45 % de la surface totale). Il convient de faire la part des différentes expositions qui conditionnent la valeur de l'irradiation. Les versants nord et sud se répartissent également, 28,5 km² chacun. En expositions est et ouest l'irradiation est assimilable à une situation de plateau (annexe 3-2). Ces expositions sont peu fréquentes au nord des Islettes, eu égard à la forte dissection des deux rives de la Biesme par ses affluents ; mais au sud du village les vallées de la Biesme et du ruisseau de Beauchamp sont plus rigides et ces versants est et ouest sont plus longs et plus massifs. Ces orientations représentent au total 10 % des 31,7 km² de versants, soit 3,2 km². Dans un contexte morphologique de fort encaissement des gorges les bas de versants comptent pour un tiers environ de la surface totale des versants, soit 9,5 km² pour les versants nord et sud répartis également en 4,75 km² pour chaque exposition, et 3,2 km² pour les versants est et ouest, soit 2,2 km² pour les hauts de pente et 1,0 km² pour les bas de pente.

– Les plateaux pour **25,5 km²** ; 3 km² environ sont couverts de formations superficielles limoneuses épaisses de plus de soixante-dix centimètres, abritant des réserves de plus de cent-cinquante millimètres ; 6 km² sont des lanières étroites où la gaize est sub-affleurante.

Le tableau 345 montre ainsi que la classe de réserve utile 100 mm concerne 4,75 km² de bas de versants exposés au nord, 1,0 km² de bas de versants exposés à l'est et à l'ouest, 16,5 km² de plateau sans couverture limoneuse de plus de soixante-dix centimètres d'épaisseur, soit 22,25 km² représentant 31,2 % de la surface du bassin versant.

² Les valeurs prises par les principales variables du BES pour les cinq réserves (sPro-S) sont données en annexe 3-13, p. .

³ En particulier des cartes de sondages pédologiques par relevé systématique d'une grille de points, in Verdun, centre de gestion de l'ONF, forêt domaniale de la Chalade, *Documents préparatoires aux aménagements*.

⁴ Comme Ph. DUCHAUFOR, M. BONNEAU, E.-F. DEBAZAC et J. PARDÉ, "Types de forêt et aménagement : la forêt de la Contrôlerie en Argonne", *art. cité*. La forêt de la Contrôlerie s'étend sur le bassin-versant.

Tableau 345
Surfaces des types de faciès bioclimatiques sur le bassin versant de la Biesme

Sites retenus suivant les données de référence	classe altit.	alt. du site de BES	pentes en °	Végétation	Surfaces en km ² par classes de réserve utile			
					150 mm	100 mm	75 mm	50 mm
vallée de la Biesme	100-175	150	0	prairie			14,0	
versants nord	haut bas	175-225	200	20 20	forêt forêt		4,75	9,5
versants sud	haut bas	175-225	200	20 20	forêt forêt			9,5
versants est et ouest	haut bas		200	équ. 0	forêt forêt		1,0	2,2
plateau	avec limons sans limons	225-300	250	0	forêt forêt	3	16,5	6
Surfaces totales par classes de réserve utile					3	22,25	36,45	9,5

c - Attribution aux aires des valeurs de surplus hydrologique (tableaux en annexe 3-14, p. 23)

L'attribution aux aires ainsi définies des valeurs de surplus hydrologique des types de BES correspondant (moyenne des 24 années de la période 1972-1995) passe d'abord par l'évaluation des valeurs des surplus hydrologiques par type de faciès. Ainsi celui des sites de fond de vallée est-il de 378 l/m², celui des plateaux limoneux, de 374 l/m². Ces valeurs unitaires sont rapportées aux surfaces occupées par les faciès de chaque type. Pour la classe de réserve utile 100 mm les surplus hydrologiques estimés sont de 2,30 Mm³ pour les bas de versant nord, 0,37 Mm³ pour les bas de versant est et ouest, 6,32 Mm³ pour les plateaux sans couverture limoneuse ; au total, 8,99 Mm³ sont attribués au surplus hydrologique dans les biofaciès à réserve utile de 100 mm.

Le surplus hydrologique annuel moyen dans le bassin versant s'élève pour la période 1972-1995 à 27,84 millions de m³.

Ce surplus hydrologique total peut être comparé⁵ au volume annuel moyen⁶ d'eau écoulé à l'exutoire, c'est-à-dire **27,9 millions de m³**. L'équivalence entre les deux valeurs est remarquable. Mais rappelons que la mesure à l'exutoire ne porte que sur dix-huit années des vingt-quatre de la période.

Dans cette méthode les approximations sont évidemment nombreuses. Celles concernant la détermination des classes de réserve en eau ont été discutées. Celle de la répartition de ces classes par types de sites de sylvo-faciès sur le bassin versant est liée à la méthode d'estimation des surfaces de chaque type de site. La surface des sites à RU = 25 mm est trop faible pour être représentative. Les surfaces pour R = 75 et R = 100 mm sur les versants sont correctement estimées. L'hésitation existe pour les sites R = 150 et R = 100 mm des plateaux. **Posons l'hypothèse que les réserves utiles du plateau soient toutes à 100 mm ; le total du surplus hydrologique passe alors à 28,568 Mm³, soit une différence faible de 0,7 Mm³ (2,5 %) par rapport aux 27,9 Mm³ estimés.**

La méthode des bilans hydriques a été appliquée à l'étude hydrologique du bassin versant sur la période de référence comptant vingt-cinq années. Quelles informations apporte l'analyse intra-annuelle ?

⁵ Sur la longue période de 25 ans on peut estimer que le surplus hydrologique SH est directement assimilable à l'écoulement.

⁶ Moyenne calculée sur 18 ans, compte non tenu des cinq années incomplètes ou non informées.

4.4. L'approche annuelle affine l'analyse

Dans un premier temps le bilan hydrique stationnel a été testé sur la période 1973-1995 considérée dans son unité. La méthode permet-elle de travailler sur les données annuelles voire intra-annuelles et les résultats obtenus sont-ils pertinents ? Les analyses qui suivent font intervenir les mêmes variables de déficit hydrique relatif, de surplus hydrologique et d'export. enregistrées à l'exutoire (Qspe ramené aux 71,2 km² du bassin versant de la Biesme). Les valeurs annuelles de l'export sont comparées à celles du surplus hydrologique estimées par le bilan hydrique stationnel¹.

4.4.1. Biofaciès et dynamiques interannuelles du surplus hydrologique et de l'export

Les vingt-quatre fiches annuelles du BES du poste du Claon ont été synthétisées (annexe 3-15, p.) par les barrettes de déficit hydrique, les valeurs de $\Delta H\%$ et le biofaciès, auxquels sont jointes les valeurs de l'indice de potentialité biologique et de la potentialité². Puis elles ont été simplifiées et adaptées à la lecture immédiate du bilan hydrologique stationnel selon le modèle présenté sur la figure 330 (p. 242) pour la période 1972-1995.

a - Irrégularités du déficit hydrique relatif, des biofaciès et des surplus hydrologiques

Considérons la réserve standard de 100 mm. Durant cette période de vingt-quatre ans le poste du Claon, partant tous les sylvo-faciès du bassin versant, ont connu tous les types de biofaciès, de l'hyperhumide au très sec (figure 331, p. 243). L'irrégularité interannuelle est forte. La classe modale est celle des biofaciès humides (six années soit 25 % de l'effectif). Le cumul des classes hyperhumide et humide représente onze années (46 % de l'effectif). L'écart des déficits entre les deux années les plus sèches, 1991 ($\Delta H\% = 25$) et 1976 ($\Delta H\% = 37$) est de douze, soit un intervalle de plus de deux classes de déficit ; la sécheresse de 1996 est particulièrement prononcée; l'écart est de quatre classes avec l'année 1977 et de cinq avec 1978. L'année 1987 ne connaît pas de déficit. On peut noter que les huit années de la fin de la période semblent plus équilibrées que les neuf premières. Le tableau des barrettes de déficit hydrique pour une réserve de 100 mm (annexe 3-15 A) montre l'extrême diversité des cas de figure. Trois années connaissent cinq mois de déficit mais avec au plus deux mois de déficit supérieur à 30 % (très sec). Seule 1976 au biofaciès très sec a trois mois successifs très secs. Par contraste la barrette de 1987, biofaciès hyperhumide, ne présente aucun mois déficitaire. Le tableau pour une réserve de 50 mm (annexe 3-15 B) accentue les contrastes dans la mesure où le déficit se renforce pour les années les plus sèches. Il passe à cinq mois pour quatre années de biofaciès sec ou très sec. La barrette de 1976 compte cinq mois, mai, juin, juillet et août à déficit supérieur à 30 %. Par contre pour l'année 1982 qui compte les mêmes cinq mois déficitaires la relative faiblesse du déficit des mois de printemps mai et juin conduit à un biofaciès subsec. L'année 1987, toujours hyperhumide, présente un léger déficit d'avril et de septembre

L'irrégularité interannuelle est très sensible aussi pour les surplus hydrologiques. Pour une valeur moyenne annuelle sur le bassin versant³ de 29,7 Mm³, les valeurs extrêmes atteignent 17,14 Mm³ en 1976 (pour des abats de 43 Mm³, figure 327) et 43,59 Mm³ en 1981, année à biofaciès hyperhumide et à fortes précipitations (abats de 84 Mm³), soit une différence de . Notons que l'année 1987 hyperhumide sans déficit a un total plus faible de 30,42 Mm³ car les abats ne furent que de 62 Mm³.

¹ Ont d'abord été établies les fiches synoptiques annuelles des BES du Claon pour les vingt-quatre années de la période 1973-1995 sur le modèle des stations de Reims et Metz. Un biais est introduit par la différence de nature des modalités des variables de température (moyennes 1976-1990 de la station principale de Bar le Duc) et de précipitations (valeurs annuelles enregistrées). Puis pour chaque année ont été établies les fiches des "Surplus hydrologiques par types de site de géofaciès " (sur le modèle de l'annexe 3-14), à savoir : [150 m, 0° (sans orientation)], [200 m, 0°], [200 m, 20° N], [200 m, 20° S] et [250 m, 0°]. Soit au total 120 fiches, qui n'ont pas été jointes aux annexes.

² Ces deux dernières variables sont présentées au chapitre quatre.

³ Tableau de données en annexe 3-15. Les surplus sont mis en regard des volumes annuels moyen d'eau écoulés à l'exutoire (export). Le biais introduit dans les calculs entre le bilan périodique et les bilans annuels (note 1) se manifeste dans la valeur du surplus hydrologique annuel moyen. Celui-ci s'établit à 27,84 Mm³ par le calcul du BES périodique et à 30,70 Mm³ par la moyenne des BES annuels, soit un écart de 10 %.

Réserve : 100 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
Besoins ETP	7	13	33	57	86	105	113	100	67	37	16	9	565	643
Ressources Précipitations Pr Réserve utilisée RUt	96	67	87	69	73	79	82	68	78	87	87	100	536	973
Bilan hydrique ETR (Pr+RUt) Déficit ΔH (ETP-ETR) $\Delta H\%$	7	13	33	57	86	99	101	81	67	37	16	9	528	606
	0	0	0	0	0	6	12	19	0	0	0	0	37	37
	0	0	0	0	0	6	11	19	0	0	0	0		
Cycle de l'eau réserve utilisable RU Surplus hydrologique SH	100	100	100	100	87	67	48	35	46	96	100	100		
	89	54	54	12							67	91	12	367
	209												158	
Bilan hydrologique	C				A				B				C	
Phénologie	morte saison				PAV : période d'activité végétale								morte saison	
Biofaciès									$\Delta H S = 7\%$				humide	

Réserve : 150 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
$\Delta H\%$						4	8	14						
Surplus hydrologique SH	209												148	357
Bilan hydrologique	C				A				B				C	
Phénologie	morte saison				PAV : période d'activité végétale								morte saison	
Biofaciès									$\Delta H S = 5\%$				humide	

Réserve : 75 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
$\Delta H\%$					2	8	16	22						
Surplus hydrologique SH	209												169	378
Bilan hydrologique	C				A				B				C	
Phénologie	morte saison				PAV : période d'activité végétale								morte saison	
Biofaciès									$\Delta H S = 8\%$				subhumide	

Réserve : 50 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
$\Delta H\%$					5	12	19	25						
Surplus hydrologique SH	209												184	393
Bilan hydrologique	C				A				B				C	
Phénologie	morte saison				PAV : période d'activité végétale								morte saison	
Biofaciès									$\Delta H S = 11\%$				subhumide	

Réserve : 25 mm	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total PAV	total année
$\Delta H\%$					9	19	23	28						
Surplus hydrologique SH	209												203	412
Bilan hydrologique	C				A				B				C	
Phénologie	morte saison				PAV : période d'activité végétale								morte saison	
Biofaciès									$\Delta H S = 15\%$				déficient	

Fig. 330 Fiche simplifiée de bilan hydrique stationnel, Le Claoen, 1973-1995

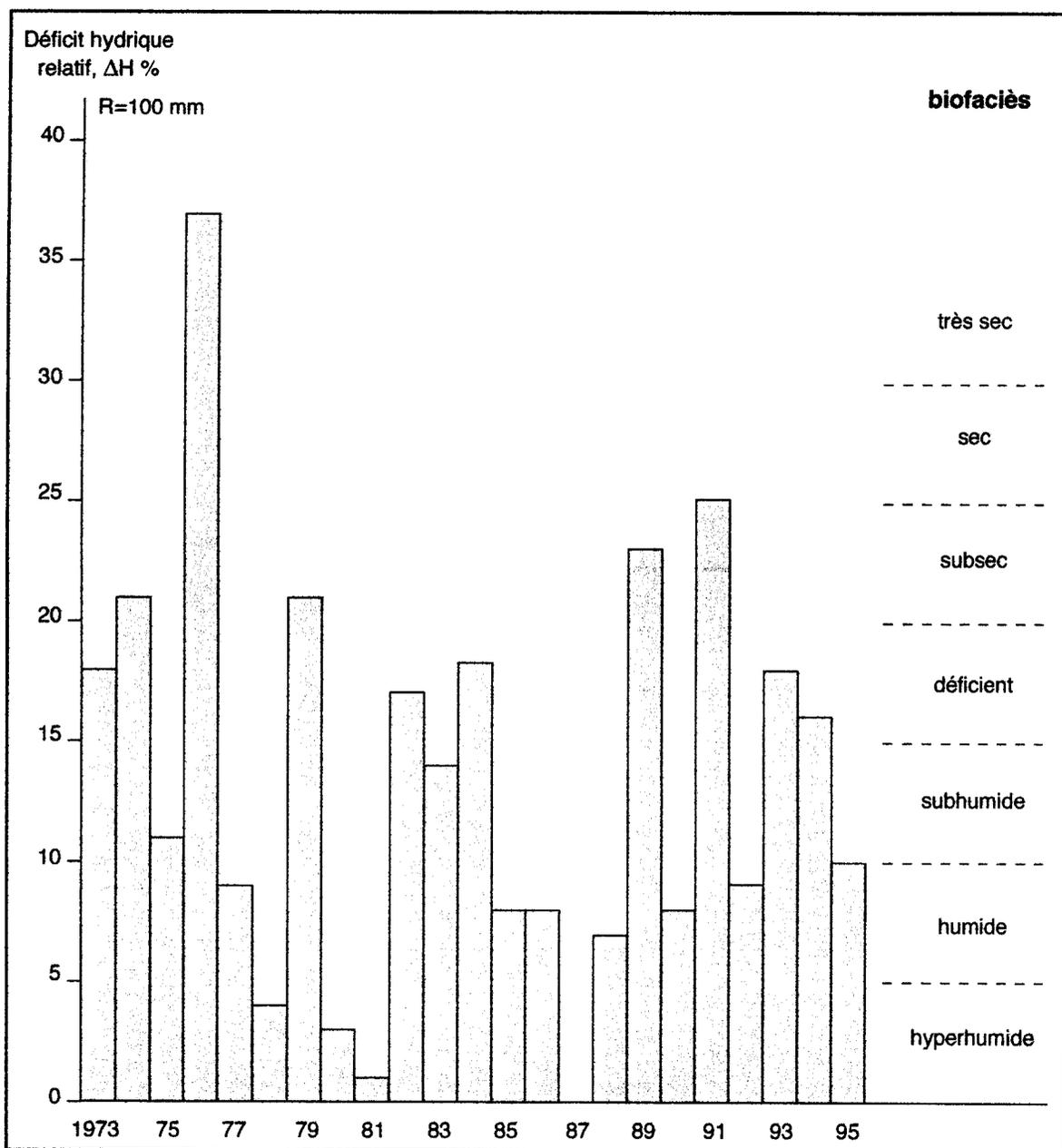


Fig. 331 Déficit hydrique relatif annuel et biofacès, le Claon, 1973-1995

b - Test de la méthode du bilan d'eau stationnel

Les valeurs des surplus hydrologiques calculés par la méthode du BES pour les dix-huit années renseignées sont comparées à celles de l'export mesurées à l'exutoire (figure 332, p. 295). Il apparaît que les deux courbes sont assez voisines. La période 1973-1976 est marquée par un excès du surplus sur l'export. La période de fort écoulement de 1977 à 1984 voit des surplus hydrologiques soutenus et des écarts peu sensibles sauf pour 1980 (export supérieur) et 1982 (surplus supérieur). Le surplus est majoré pour huit années et minoré pour cinq. L'écart absolu maximal affecte l'année 1980 avec 7,68 Mm³ soit 30,22 Mm³ de surplus et 37,9 Mm³ d'export. Il apparaît difficile de dégager une relation entre les comportements des deux courbes et les biofaciès ; en général pourtant le surplus est supérieur à l'export pour les années à biofaciès déficient à très sec (1973, 1974, 1976, 1982). L'écart moyen (en pour cent) entre l'export et le surplus est de - 6 %. **Le surplus hydrologique est donc surestimé de 6 % pour la période.** Parmi les causes de surestimation on peut évoquer une précision insuffisante des surfaces occupées par les types de biofaciès. Mais notre investigation s'arrête à l'énoncé de ce fait. Quel profil montre chaque année ? La figure 333 montre les écarts annuels à cet écart moyen. L'irrégularité interannuelle est forte. Il est compréhensible que cet écart atteigne près de 50 % pour 1976, année de la grande sécheresse. Un rythme identique à celui de la figure 328 fait se succéder des années d'écarts opposés, comme 1973-1976 et 1978-1981. Ces résultats assez satisfaisants incitent à poursuivre cette approche comparée à l'échelle intra annuelle.

4.4.2. Aspects et limites de l'analyse intra-annuelle

L'analyse intra-annuelle peut s'aborder à deux niveaux de références, celui de la période et celui de l'année. L'étude du BES nous amène à comparer les déficits hydriques mensuels du poste du Claon sur la période 1973-1995 dans l'espoir de dégager des profils bioclimatiques saisonniers. Celle du bilan hydrologique nous fait envisager les relations entre export et surplus pour quatre années de la période, 1980 à 1983⁴.

a - Variabilité mensuelle des classes de déficit

= Répartition des classes de déficit pour la réserve utile standard de 100 mm (tableau 346).

Tableau 346
Fréquence mensuelle des classes de déficit hydrique, période 1973-1995, RU = 100 mm

classes de déficit (mm)	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
0 - 5	24	24	24	20	14	9	6	6	16	22	24	24
5 - 10				3	1	3	2	1	1			
11 - 15				1	6	3	1		1			
16 - 20					1	3	1	4				
21 - 25					1	3		4	1			
26 - 30					1	1	4	1		1		
31 - 35						2	10	8	5	1		

 Pas de mois concerné pour toute la période

La morte saison (novembre à mars) appartient tout entière à la classe de déficits [0-5]. En revanche une forte variabilité interannuelle affecte la période d'activité végétale. La classe [0-5] qui concerne vingt années en avril et vingt-deux en octobre n'en touche plus que six en juillet et août. Juin est le seul mois à présenter toutes les classes, neuf ans pour [0-5], deux ans (1976 et 1984) pour les déficits les plus élevés [31-35]. Juillet supporte les déficits les plus élevés, atteignant la classe [31-35] dix années sur vingt-quatre (42 %). Les trois mois d'été cumulent vingt-trois survenues de la classe [31-35] pour vingt-huit de la classe [0-5].

= Répartition pour les autres classes de réserve utile. Constantes et particularités marquent chaque classe de réserve. La classe [0-5] affecte tous les mois de l'année, six ans pour juillet,

⁴ Années retenues dans la partie centrale de la période et représentative de cas de figure moyens (voir figures 330 et 332).

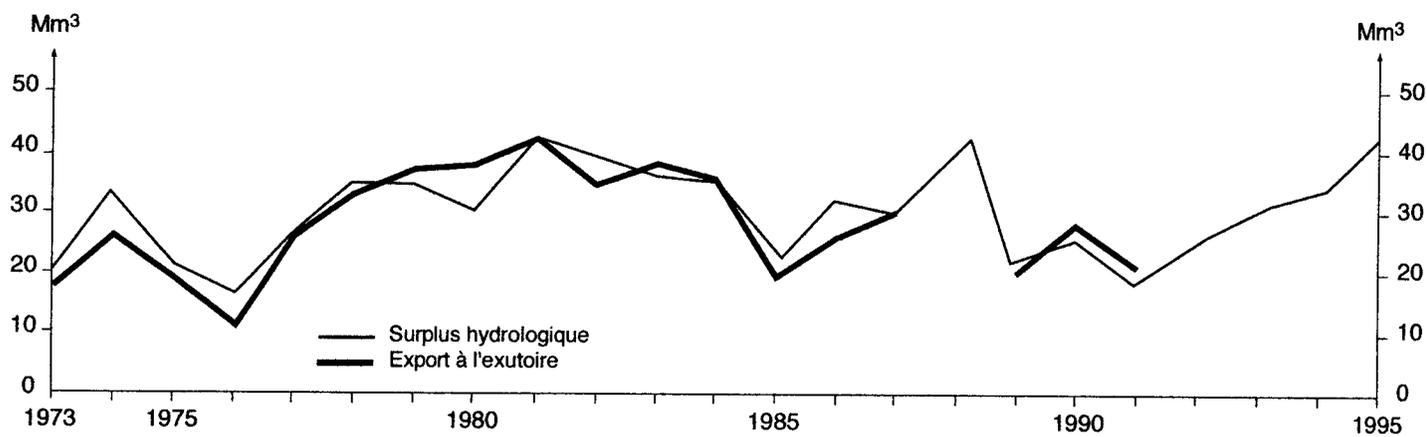


Fig. 332 Surplus hydrologique et export, bassin versant de la Biesme, 1973 -1995

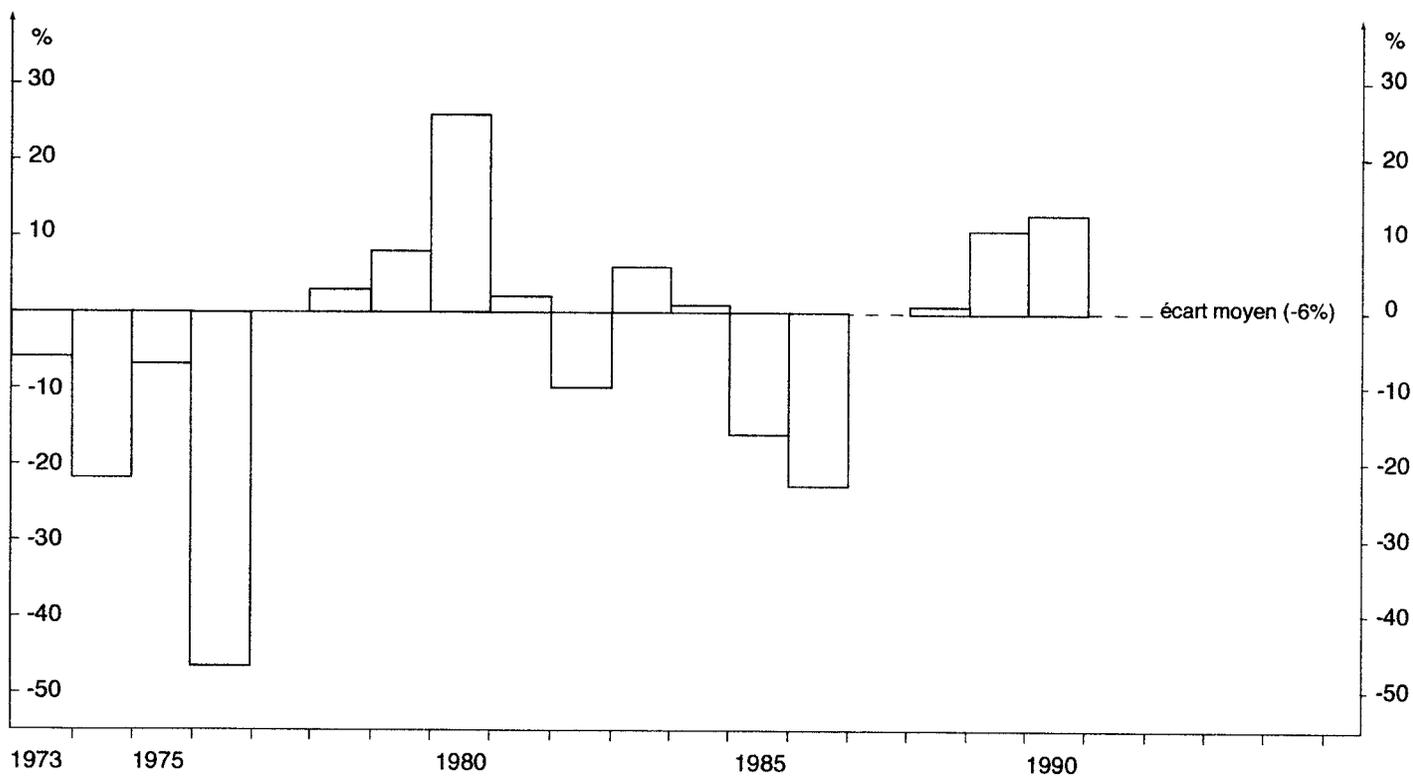


Fig. 333 Ecarts à l'écart moyen (en %) entre l'export et le surplus hydrologique, 1973 -1995

tous les ans pour les cinq mois de la morte saison. Les déficits les plus élevés sont toujours en juillet. Le mois de mai connaît trois années de déficit [31-35] à partir d'une réserve de 75 mm. Pour la réserve de 150 mm la classe [26-30] n'apparaît qu'en juillet alors que la classe [31-35] est fréquente en fin d'été (sept ans pour août). Le tableau 347 précise la répartition estivale des classes de déficit.

Tableau 347
Survenue des trois mois d'été par classes de réserve et de déficit, période 1973-1995

Réserves (mm)	Classes de déficit (mm)						
	[0-5]	[6-10]	[11-15]	[16-20]	[21-25]	[26-30]	[31-35]
150	24	6	9	10	7	4	12
100	21	6	4	4	7	6	20
75	21	7	1	9	8	5	21
50	16	5	4	3	4	11	29

Les mois d'été (juin, juillet et août) cumulent douze situations de déficit maximum [31-35] et vingt-quatre de déficit minimum [0-5] dans le cas d'une réserve de 150 mm, vingt-et-un et vingt-et-un pour une réserve de 75 mm, vingt-neuf et seize pour une réserve de 50 mm. **Pour la réserve standard les mois très secs représentent 28 % du total des soixante-douze mois estivaux, mais en représentent 40 % pour une réserve de 50 mm.**

b - Variations intra-annuelles de l'export et surplus hydrologique

La ressemblance notée entre les deux courbes du surplus et de l'export pour la période (figure 332) se retrouve à l'échelle intra-annuelle pour les quatre années retenues (figure 334, p. 217, données brute en annexe 3-16 B). Les situations d'été révèlent bien le sens des deux variables. Prenons l'année 1982 ; les surplus disparaissent en avril et ne reprennent qu'en octobre calibrant nettement une saison déficitaire de six mois ; c'est à dire six mois sans percolation dans les profils stationnels. Par contre la courbe de l'export montre une diminution progressive de l'écoulement à l'exutoire conduisant à un étiage prononcé. Le mois d'octobre relance brutalement le surplus tandis que l'export remonte doucement ; ce décalage se note pour les quatre années. Ces deux courbes traduisent des "points de vue géographiques différents" des deux variables, un bilan hydrique en bas de profil pédologique pour le surplus hydrologique, un écoulement dans un drain pour l'export.

Nos investigations pour tester la méthode des bilans hydriques stationnels s'arrête sur cet exemple dans le cadre de ce travail. Mais les recherches se poursuivent dans deux directions : sur d'autres bassins versants de la dition aux caractères stationnels différents ; sur d'autres bassins versants équipés de stations de mesure, particulièrement à Cessières dans le Laonnais⁵.

La forêt joue un rôle décisif dans l'économie de l'eau de ce bassin versant continûment boisé (figure 323) exception faite des terres agricoles à prairies permanentes dominantes du fond de vallée du drain principal et de la plaine alluviale de son affluent de rive droite le ruisseau de Beauchamp dégagée dans les Argiles du Gault. Le manteau boisé commande en partie les conditions d'alimentation et de recharge de la nappe et, partant, celles de l'écoulement fluvial. Une partie du volume d'eau tombé sur le bassin échappe à la rivière. Il est mobilisé par le retour à l'atmosphère, après évaporation directe sur les houppiers (pris en compte directement dans le sPro-A, indirectement dans le sPro-S) et par évapotranspiration⁶. Entre précipitations et exportation à l'exutoire du bassin versant, la forêt joue ainsi **un rôle de tamponnement des écoulements**. Supposons que le bassin versant soit couvert de prairies. Alors la classe de réserve utile à prendre en compte est celle de 75 mm (§ 3.2.3. et § 4.3.3). Le calcul des surplus hydrologiques annuels moyens par types de site (annexe 3-14) est modifié dans la mesure où les volumes de SH pour les classes de 100 et 150 mm doivent être recalculés pour la classe 75 mm. Le surplus hydrologique du bassin versant est alors de 30,96 Mm³. **Soit une augmentation de 3,12 Mm³ (+ 11 %) par rapport au surplus**

⁵ Recherches de bioclimatologie stationnelle lancées au sein de notre laboratoire de rattachement de Biogéographie-Écologie UMR 180 CNRS / ENS Fontenay - St-Cloud.

⁶ En négligeant, comme nous l'avons vu, l'eau retenue pour la croissance biologique.

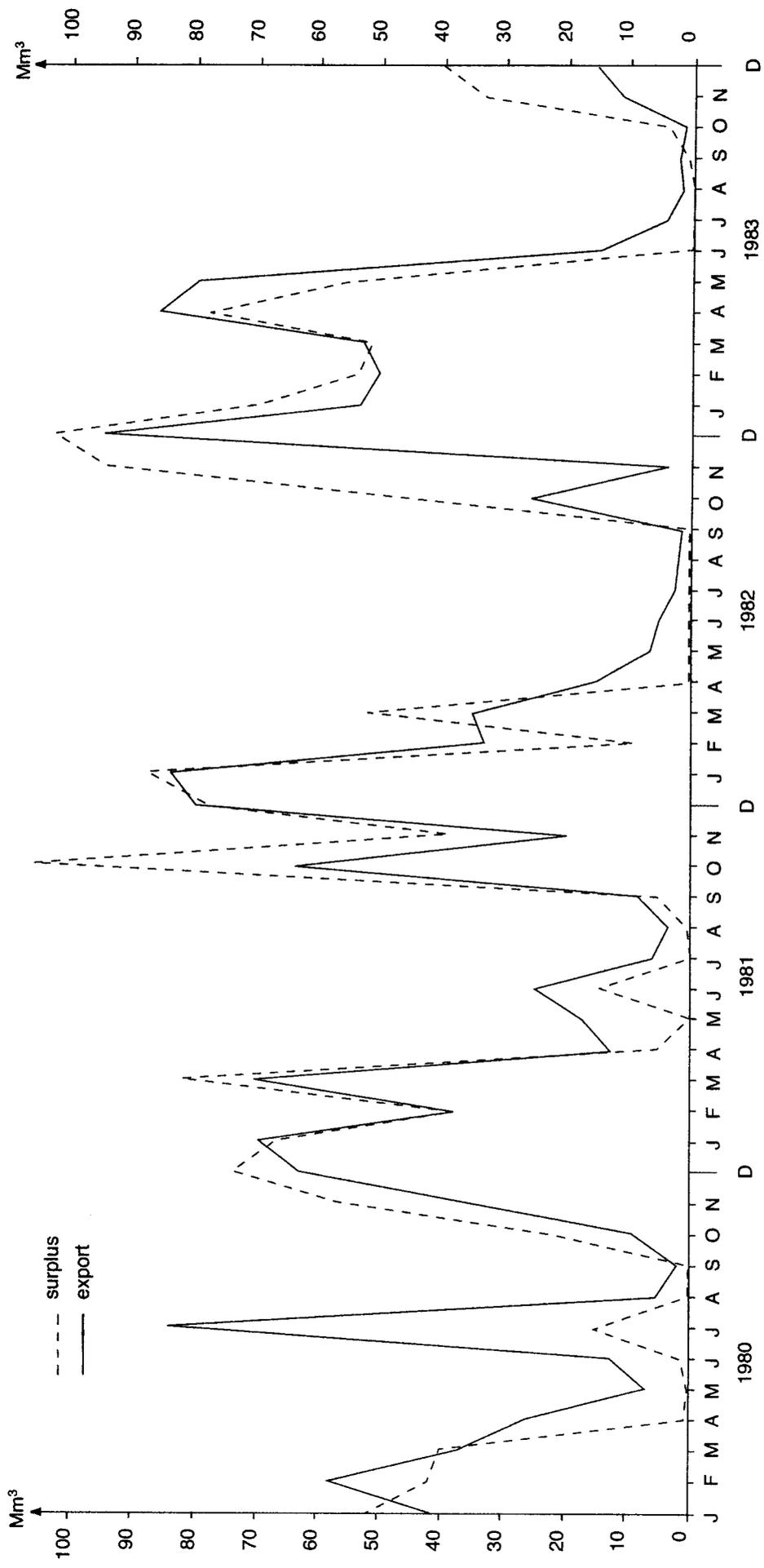


Fig. 33/ Surplus hydrologique et export mensuels, bassin versant de la Biesme, 1980 à 1983

hydrologique du bassin versant forestier⁷. Ainsi « [...] il apparaît bien comme une certitude que la forêt réduit l'écoulement annuel »⁸.

Cet exemple du bassin amont de la Biesme présente l'intérêt d'une approche du bilan d'eau par les extrémités du cycle. D'une part le bilan d'eau stationnel permet d'évaluer les surplus hydrologiques représentant les sorties hors du profil, d'autre part la mesure limnimétrique enregistrée à l'exutoire du bassin versant traduit l'écoulement de l'eau libre. La comparaison entre les deux termes permet un début d'évaluation du bilan d'eau, certes grossière mais obtenue sans équipement lourd et facilement répétable sur de petits bassins de ce type, et un test de fiabilité de la méthode d'estimation *via* le paramètre du *bilan hydrique stationnel*.

Le bioclimat stationnel est la combinaison entre les données thermiques et hydriques du méso-climat et les caractères stationnels du sylvofaciès. Ceux-ci comportent des variables physiques, exposition nord ou sud, surface horizontale ou pente moyenne de 20°, classes de réserves en eau du sol et des formations superficielles fixées à 150, 100, 75, 50 et 25 mm, et des variables biologiques (couverts feuillus ou résineux, longueur de la saison végétative définie par le nombre de mois à température moyenne supérieure à 7°C (feuillus) ou 3°C (résineux)). La réserve hydrique utilisable par le couvert végétal varie dans une très large fourchette de valeurs ; elle dépasse 150 mm dans les limons de couverture des croupes d'Argonne et du plateau barrésien, dans les épaisses colluvions de bas de versant des vallées affluentes de la Meuse, dans les sols lourds des basses croupes d'interfluve de la plaine de Woëvre ; elle descend à moins de 20 mm dans les rankosols des hauts de versants argonnais, dans les rendosols minces des croupes des Hauts de Meuse. Le déficit hydrique relatif varie sur une large gamme de valeurs, du [$\Delta H\% < 5$] des biotopes hyperhumides aux [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$] des biotopes déficients. Plus localement, sur les hauts de versants exposés au sud des ravins, ceux à gaize affleurante du massif argonnais, ceux taillés dans les masses calcaires du revers des Hauts de Meuse, le déficit se creuse jusqu'au biofaciès subsec [$20 \leq \Delta H\% \leq 25$]. De rares géotopes sont crédités d'un bilan d'eau sec ($\Delta H\% > 25$) mais ils sont difficilement cartographiables aux échelles retenues. Dans les secteurs non touchés par la guerre, la répartition des unités d'équi-déficit hydrique est contrôlée par la géodynamique. Dans les secteurs bouleversés la juxtaposition de conditions stationnelles très contrastées à échelle métrique ou décimétrique perturbe l'ordonnement des plages de déficit, lequel peut varier de 0 % en fond d'entonnoir à 20 % sur une crête de tranchée.

L'étude du bassin versant présente l'intérêt d'intégrer la méthode de calcul du BES au fonctionnement du cycle de l'eau, sur une période de dix-huit ans. Le calcul évalue le surplus hydrologique moyen annuel par la sommation des surplus hydrologiques des types de biofaciès pondérés par leur surfaces respectives sur le bassin versant et le compare au volume annuel moyen d'eau écoulé à l'exutoire. Les résultats (quasi-identité des bilans, 27,84 millions de m³ par le calcul et 27,9 millions par la mesure) ont montré que malgré les biais cette méthode, certes grossière mais n'impliquant pas d'équipement lourd et facilement répétable sur de petits bassins de ce type, présente une certaine fiabilité. Elle offre une évaluation satisfaisante du bilan d'eau stationnel qui permet de rendre compte de la diversité d'un espace régional aux caractères climatiques généraux assez homogènes. Elle permet surtout de rapprocher deux strates et deux échelles d'analyse abordées par les enquêtes de terrain, celles des relevés de végétation et celle des polémo-modèles. Par ailleurs la reconstitution biotique des milieux dénudés qui, en 1918, furent soumis aux variantes mésologiques d'un climat régional assez uniforme était sous le contrôle déterminant de la réserve en eau dans les polémo-profilés (horizons Cpol/R). Approcher les multiples facettes de cette dynamique exigeait de pouvoir saisir la diversité des bilans d'eau à grande échelle.

⁷ Des recherches menées au mont Lozère sur des bassins versants petits et homogènes quant à leur couverture végétale, pelouse, pessière, hêtraie ont montré que l'écoulement est toujours supérieur dans le bassin versant de pelouse. De plus, durant ces sept dernières années il est noté une diminution relative de l'écoulement sur ce BV de pelouse. Ce fait est interprété pour partie par un changement de l'ETR dont la cause probable (mais multifactorielle) est la diminution du pâturage et de l'écobuage qui favorise une recolonisation de la pelouse par le genêt puis par la forêt (semis spontanés de pins), Jean-François DIDON-LESCOT, *Forêt et développement durable au Mont-Lozère. Impact d'une plantation de résineux, de sa coupe et de son remplacement sur l'eau et sur les réserves minérales du sol*, thèse, univ. d'Orléans, 1996.

⁸ Cl.-M. COSANDEY, art. cité, p. 21.

CHAPITRE QUATRE

LE CANEVAS DES BIOFACIÈS FORESTIERS

« Bien que l'être végétal veuille être défini plutôt par ses contours et par ses formes, j'honorerai d'abord en lui une vertu de sa substance : celle de pouvoir accomplir sa synthèse aux dépens seuls du milieu qui l'environne. Tout le monde autour de lui n'est qu'une mine où le précieux filon vert puise de quoi élaborer continûment son protoplasme, dans l'air par la fonction chlorophyllienne de ses feuilles, dans le sol par la faculté absorbante de ses racines qui assimilent les sel minéraux. D'où la qualité essentielle de cet être, libéré à la fois de tous soucis domiciliaires et alimentaires par la présence à son entour d'une ressource infinie d'aliments : *L'immobilité.* »

Francis PONGE, Poésie-Gallimard, p. 86.

LE PROTOCOLE de calcul du bilan d'eau stationnel permet l'adaptation du corpus des données climatiques disponibles aux sites de sylvofaciès. Sur le territoire régional quarante-et-un postes météorologiques sont recensés en sus des deux stations principales de Reims et de Metz, soit vingt-deux postes pluvio-thermiques et dix-neuf postes pluviométriques. Onze d'entre eux couvrent la dition proprement dite. Le bilan d'eau stationnel permet aussi d'estimer les potentialités forestières des biofaciès grâce à l'Indice de potentialité bioclimatique (ou IPB). Ces potentialités liées à la diversité mésoclimatique née du compartimentage du relief ont-elles une part de responsabilité dans la diversité phytogéographique de la dition ? Comment s'exprime cette dernière ? Le canevas des bilans d'eau éclaire-t-il les caractères de cette diversité ? Plus d'un demi siècle d'études chorologiques ont montré que la dition occupe une position de marge phytogéographique entre les domaines atlantique et méditerranéen. Une étude statistique fondée sur l'analyse des données de l'*Atlas partiel de la flore de France* précise la participation de la flore régionale à cette chorologie. L'offre trophique, second volet du biofaciès, est abordée par la variable synthétique de l'humus. Quelles sont les classes d'humus présentes sur la dition ? peut-on dégager une ou plusieurs logiques(s) distributive(s) ? Le croisement des diagnostics "bilan d'eau" et "humus" qui définit tout biofaciès et conduit à l'évaluation de sa potentialité est une procédure simple et efficace. L'aboutissement de l'étude est la cartographie des biofaciès 1995 ; les cartes des trois secteurs de la dition sont présentées et commentées.

1. LES BIOFACIÈS DANS LA TRAME BIOCLIMATIQUE

Le cadre bioclimatique est construit à partir des données des postes météorologiques régionaux. Les stations principales de Reims et de Metz, références pour la présentation de la fiche normalisée du bilan hydrique stationnel, fournissent les données radiatives valables pour tout le territoire de l'étude. L'exploitation des variables bioclimatiques établies pour les postes du réseau conduit à la détermination des aires de validité des postes. Sur cette trame se calent tous les sites de sylvofaciès enquêtés.

1.1. Un profil affirmé dans un bioclimat de transition

La dition couvre 2 250 km² environ d'un espace régional de 11 900 km² (figures 31a et 31b, p. 209) découpé de telle façon qu'il englobe les unités climatiques de la Champagne et d'une partie de la Lorraine. Dans un espace climatique de transition elle s'affirme par des caractères propre à un môle de "hautes terres".

1.1.1. Images du climat régional

a - Le réseau des postes météorologiques

Le climat régional est analysé par quarante-deux postes, soit en moyenne un poste pour 280 km². Trois stations principales du réseau sont marginales, celles de Metz-Frescaty et de Nancy-Essey sur la bordure orientale de la carte, celle de Reims à quelques dix kilomètres de la limite occidentale du territoire. L'échelon de la dition analyse plus finement le domaine de transition que constituent les petits "pays" de l'Argonne, du Barrois et des Hauts de Meuse ; il est représenté par dix postes auxquels s'ajoutent les postes marginaux de Damvillers, Stenay, Valmy et Vouziers. Le tableau 41 présente la liste alphabétique des postes concernés et leur numéro d'ordre. Sont portés en gras les noms des postes situés sur la dition proprement dite.

Tableau 41
Liste alphabétique et numéro d'ordre des postes météorologiques régionaux

Postes	N°	Postes	N°	Postes	N°
Attigny	1	Longuyon-Villancy	16	Remicourt - Givry	31
Bar-le-Duc	2	Loxéville	17	Saint-Mard-sur-le-Mont	32
Billy-sous-Mangiennes	3	Maidières	18	Ste-Menehould-ville	33
Bras-sur-Meuse	4	Malancourt-la-Montagne	19	La Grange-aux-Bois	34
Brizeaux	5	Metz-Frescaty	20	Saudrupt	35
Cauroy	6	Montfaucon	21	Sanzey	36
Champigneulles	7	Montmédy	22	Sommauthe	37
Chaumont-sur-Aire	8	Mourmelon-le-Grand	23	Stenay	38
Clermont-en-Argonne	9	Mouzon	24	Suippes	39
Commercy	10	Nancy-Essey	25	Valmy	40
Damvillers	11	Nancy-ville	26	Varennnes-en-Argonne	41
Haudiomont	12	Neuvizy	27	Vigneulles-lès-Hattonch.	42
Le Chêne	13	Novéant-sur-Moselle	28	Vouziers	43
Le Claon	14	Pontfaverger	29		
Ligny-en-Barrois	15	Reims	30		

Cette liste appelle trois remarques.

- Les postes ne présentent pas tous la même qualité d'enregistrement, donc de fiabilité. Les fiches synoptiques donnent, en *remarque* portée sur la première feuille, le classement de la Météorologie nationale, établi de 1 à 8. La majorité est de *bonne qualité*. Sont de *qualité moyenne* Clermont, Montmédy, Saint-Mihiel et Vigneulles-lès-Hattonchâtel¹. Le seul poste de mauvaise qualité (coefficient 8), Champigneulles, n'est pas utilisé.
- La distribution spatiale des postes n'est pas régulière. Certains secteurs sont sous-représentés ou mal couverts, comme l'Argonne centrale entre Le Chêne, Vouziers, Sommauthe au nord et la diagonale de stations de Sainte-Menehould à Montfaucon, au sud (figure 31b).
- Les profils des postes diffèrent par les types de données enregistrées, la durée des enregistrements, le service concerné, la fiabilité des relevés². Trois séries de données existent.

¹ An. MENTREHILDEBRAND, *op. cit.*, p. 74.

² Les principales sources consultées sont : J. SANSON, *Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France*, Paris, Mémorial de la Météorologie nationale, 1945, n°30 ; Marcel GARNIER, *Valeurs normales des températures en France, période 1921-1950*, Paris, Monographies n° 30 de la Météorologie nationale, 1964 ; ID., *Valeurs normales des hauteurs de précipitations en France*, Mono. n° 55, Météo. nat., 1966 ; ID., *Valeur moyenne des hauteurs de précipitations en France, période 1951-1970*, Mono. n° 91, Météo. nat., 1974 ; ID., *Climatologie de la France, sélection de données statistiques*, Paris, Mémorial de la Météo. nat., n° 50 ; ID., *Durée et fraction d'insolation en France, période 1951-1970*, Mono. n° 105, Météo. nat., 1978 ; COLLECTIF, *Normales climatologiques 1951-1980*, Paris, Météo. nat., fascicule 1, Températures, 1983, fascicule 2,

La série "normale" couvre la période 1951-1980 ; des séries longues couvrent des périodes plus récentes et de durée variable (en particulier 1970-1993) ; des séries courtes, plus récentes, assez disparates, liées à l'ouverture ou la fermeture des postes³. Outre la question de la fiabilité des mesures elles-mêmes se pose celle de leur représentativité pour les territoires étudiés. Cette distribution autorise néanmoins une approche assez fine de la diversité mésoclimatique. Elle permet aussi de caler les valeurs des variables pour une application des données à la trame des sylvofaciès. Un tableau synoptique (annexe 4-1, p. 27) présente les profils bioclimatiques des quarante-et-un stations et postes régionaux pour les quatre réserves hydriques retenues. Les périodes d'activité végétale potentielle sont celles des feuillus. L'annexe 4-2 (p. 30) établit les bioclimogrammes et les classes de biofaciès des trente-huit postes, qui sont la base de construction de la carte *Trame bioclimatique régionale définie par les déficits hydriques saisonnier et de juillet* (figure 413, p. 324).

b - Les stations de marge, Reims et Metz, précisent les plages de variation des variables

L'environnement climatique de la dition est commandé par les directions méridiennes. La comparaison de données climatiques des stations marginales de Reims et de Metz précise le poids de la continentalité et l'amplitude de la plage de variation. Les mois sont groupés par saison climatique⁴.

= Les variables énergétiques ont des valeurs très voisines (tableau 42).

Tableau 42
Données énergétiques des stations de Reims et de Metz

Station	alt (m)	lat N	insolation réelle (h)	insolation théorique (h)	IGA (cal/cm ² /j)
Reims (1)	99	49,3°	1 712	4 404	7 144
Metz (2)	190	49,1°	1 550	4 404	7 164
$\Delta(2-1)$	91	0,2°	- 162	0	20

La variation longitudinale ne porte que sur l'insolation réelle qui augmente de 162 heures (soit 10,5 %) de Reims à Metz. La diminution de l'IGA due à une latitude légèrement plus basse est très faible, 20 cal/cm²/j (0,3 %). Toutes autres variables égales par ailleurs, cette différence est de peu d'incidence sur les valeurs de bilan d'eau. Compte-tenu des fourchettes d'erreur sur les autres paramètres du bilan d'eau, il apparaît qu'il n'était pas indispensable de faire varier ces valeurs d'IGA pour les postes situés entre les deux stations, mais le programme le traite en routine. L'insolation réelle varie peu elle aussi, de 10 %.

= Les faibles différences thermiques sont liées à la continentalité (tableau 43).

Tableau 43
Températures moyennes par saison climatique des stations de Reims et de Metz

Station	T° moyenne					T° minimale moyenne				T° maximale moyenne			
	ann	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A
Reims	10	2,9	9,3	17,1	10,5	≠ 0	4,2	11,5	6,2	5,9	14,4	22,7	14,9
Metz	9,7	2,1	9,3	17,4	10,3	- 0,7	4,4	12	5,9	5	14,3	22,7	14,3
Δ	- 0,3	- 0,8	0	0,3	- 0,4	- 0,7	0,2	0,5	- 0,3	- 0,9	- 0,1	0	- 0,6

Les baisses des températures moyenne, maximale et minimale, de l'hiver et de l'automne n'atteignent pas un degré entre Reims et Metz. Au printemps et en été les températures minimales augmentent, les maximales restent stables. Au total les écarts

Précipitations, 1986, fascicule 3, Nébulosité, insolation, visibilité, 1987. Ces titres sont référencés dans la bibliographie.

³ Série du *Bulletin climatologique annuel de la Meuse*, Météo-France, service interrégional du Nord-est, centre départemental de la Meuse, Bar le Duc. Les périodes de fonctionnement des stations sont précisées dans le tableau général des données annexe 4-1, deuxième colonne.

⁴ Printemps, mars, avril, mai ; Eté, juin, juillet, août ; Automne, septembre, octobre, novembre ; Hiver, décembre, janvier, février.

thermiques saisonniers augmentent fortement d'ouest en est⁵. Le nombre de jours de gel est un peu plus élevé à Metz, 76, pour 69 à Reims. Les risques de gelées sont assez forts puisque le champ est de 260 jours pour Reims et 240 jours pour Metz, répartis selon les plages suivantes (tableau 44).

Tableau 44
Risques de gel pour les stations de Reims et de Metz

GELEES	Précocité		Tardivité	
	première	dernière	première	dernière
Reims	16 sept.	5 avril	24 nov.	1er juin
Metz	29 sept	25 mars	27 nov.	23 mai

c - Panorama pluviométrique de la dition

La carte des isohyètes annuelles pour le département de la Meuse et les régions limitrophes⁶ (figure 41, p. 307) montre une belle distribution en crête méridienne ; deux pics s'individualisent, l'un à plus de 1 050 mm autour de Souilly, l'autre à plus de 1 100 mm à Bazincourt, au sud du département. Le gradient des isolignes est dissymétrique, plus marqué sur le flanc occidental de la crête. Fort entre Saint-Dizier et Bazincourt, de 800 à 1 050 mm en seize kilomètres pour une élévation de 150 à 300 mètres environ, il diminue progressivement vers le nord en s'incurvant perpendiculairement à la Meuse entre Dun et Verdun. Sur le flanc oriental la même normale aux isolignes 1 050 et 800 mm court sur quarante-quatre kilomètres entre Souilly et Conflans-Jarny. L'explication de cette disposition implique les trois variables d'altitude, de latitude et de longitude. Cette "crête" de précipitations qui, entre Champagne et Lorraine, s'établit sur la dition⁷ est observable pour l'année entière comme pour les quatre mois de référence. A ce titre 1995 est une année bien représentative avec des précipitations supérieures à 1 200 mm (figure 42, p. 307). Reims est située dans une "dépression" (< 600 mm) et Metz dans une "vallée" (< 700 mm). La lanière de plateau de Montfaucon à 300 m d'altitude, couronnée par la butte-témoin, est le pôle septentrional de cette crête ; lui fait pendant au sud le plateau massif du Barrois autour des postes de Loxéville, Ligny-en-Barrois et Boviollles ; en relais un étroit secteur près de Chaumont-sur-Aire. « La limite orientale de la Champagne et la Lorraine centrale présentent des caractéristiques climatiques qui les opposent nettement à l'Argonne et aux plateaux meusiens centraux qui forment une véritable barrière plus humide, plus froide et où les nuances océaniques sont marquées. En effet à l'ouest de l'Argonne et à l'est des Côtes de Meuse, les régions pluviométriques ne présentent plus de caractère océanique, quelles que soient les fréquences, et les amplitudes thermiques sont plus fortes »⁸.

Quatre années furent vraiment sèches, 1953, 1964, 1971 et 1976. Pour la plus sèche, 1953 ou 1964 selon les postes, le déficit annuel atteignit 50 %. Deux périodes, 1959-1964 et 1971-1976, connurent un déficit marqué des précipitations. Ces phases sèches étaient suivies d'années pluvieuses, supérieures de 20 à 30 % aux normales. Le tableau 45 montre la fréquence des classes de déficit.

Tableau 45
Fréquence du déficit de précipitations annuelles pour un site meusien donné

déficit	fréquence	déficit	fréquence	déficit	fréquence	déficit	fréquence
5%	1 an sur 3	15%	1 an sur 5	25%	1 an sur 10	35%	1 an sur 33
10%	1 an sur 4	20%	1 an sur 7	30%	1 an sur 20	40%	1 an sur 50

Les irrégularités inter- et intra-annuelles des précipitations sont analysées pour trois postes, Varennes-en-Argonne, Brizeaux et Chaumont-sur-Aire.

= Irrégularités inter-annuelles. Nous avons cité le poste de Varennes-en-Argonne situé à 165 m d'altitude au pied occidental de la côte d'Argonne. La moyenne des précipitations de la période 1960-1992 s'établit à 890 mm. L'amplitude maximale est de 640 mm (72 % de la moyenne)

⁵ D'après les fiches "Statistiques journalières des températures maximales et minimales", Météorologie nationale, *Normales climatologiques 1951-1980*, fascicule 1, températures, p. 382 et 407.

⁶ *Bulletin climatologique annuel de la Meuse*, Météo-France, centre départemental de la Meuse, 1991.

⁷ planches 3, 4, 5 et 6 du bulletin.

⁸ An. MENTRE-HILDENBRAND, *op. cit.*, p. 322.

pour un minimum de 560 mm en 1971 et un maximum de 1 200 mm en 1981. Quatorze années sont au-dessous de la moyenne, 17 au-dessus. Les six années consécutives 1971 à 1976 sont inférieures à la moyenne. A Brizeaux, dans la plaine de l'Argonne des Étangs à 160 m d'altitude (figure 43, p. 308), la moyenne de la période 1953-1993 est de 900 mm, l'amplitude de 625 mm pour un minimum de 595 mm atteint en 1953 et un maximum de 1 220 mm en 1981. Dix-sept années sont au-dessous de la moyenne, deux très voisines et vingt-deux au-dessus. L'analyse des autres postes confirme l'allure de la courbe, montrant une succession de périodes sèches et de phases plus humides.

= Contrastes intra-annuels. Le poste de Chaumont-sur-Aire, sur le plateau du Barrois à 252 m d'altitude, révèle bien les contrastes interannuels de la période 1966-1993 (figure 44, p. 308). On note l'existence de mois d'été sans pluie, avec des amplitudes montant jusqu'à 202 mm pour le mois d'août ; l'amplitude maximale est en décembre avec 291 mm. Le schéma est voisin à Varennes et à Brizeaux mais aucun mois n'y est totalement sec. L'amplitude est encore maximale en décembre, avec 230 mm à Varennes et 270 mm à Brizeaux.

1.1.2. La région d'étude, un môle bien visible sur deux cartes bioclimatiques

a - Sur une carte de France des précipitations efficaces

Le Bureau de recherches géologiques et minières publia en 1983 une carte *Précipitations efficaces moyennes annuelles de la France* au un millionième⁹ : « Les précipitations efficaces moyennes annuelles dont cette carte propose une image de distribution spatiale [...] compatible avec les données de 142 stations climatologiques [...] ont été calculées suivant la méthode de Turc (pour l'estimation de l'évapotranspiration potentielle) ». Le secteur nord-est de cette carte est reproduit (figure 45, p. 309). Les précipitations efficaces moyennes, ou **Pef**, contribuent par le biais de la mesure des flux d'apport d'eau à l'évaluation des ressources régionales. La moyenne nationale des **Pef** (période 1946-1976) est de 300 à 350 mm/an. Les faibles valeurs champenoises, inférieures à 200, s'avancent jusqu'à la vallée de l'Aisne à l'ouest de la trouée du Chêne dont on note la situation de contact d'influence (chapitre trois). Les 104 mm de Reims se démarquent des 208 mm de Metz. Le relais méridien dans lequel s'inscrit l'Argonne est marqué par l'isoligne 300 mm entre les Ardennes et le Barrois. Un col entre 250 et 300 mm souligne la trouée argonnaise de Grandpré. Le massif argonnais n'est pas clairement exprimé alors que les maxima sont atteints sur le plateau du Barrois au sud de Loxéville avec plus de 500 mm. De forts contrastes existent à l'est où le château d'eau des Vosges (**Pef** supérieures à 1 000 mm) en teintes bleu soutenu contraste avec l'abri offert par la plaine d'Alsace (moins de 100 mm).

b) Sur une carte de France des bilans d'eau

Jean-Paul TRZPIT¹⁰ a réalisé une carte de France des bilans d'eau en croisant les deux variables *Déficit hydrique annuel normal* et *Surplus hydrologique*. La dition est reportée sur l'extrait concernant le quart nord-est de cette carte (figure 46, p. 340). Le nuancier chromatique (non reproduit ici) résulte du croisement de couleurs chaudes pour les classes de déficit (six classes jusqu'à un déficit supérieur à 700 mm) et froides pour les classes de surplus hydrologique (10 classes jusqu'à un surplus supérieur à 1 350 mm). Ce document précise la carte des précipitations efficaces dans la mesure où le surplus hydrologique peut être assimilé aux précipitations efficaces moyennes. L'analyse de la carte conduit à une typologie bioclimatique des régions naturelles de la dition (tableau 46, p. 305). S'opposent clairement un secteur central a3-a4, représenté par la diagonale de l'Ardenne au Barrois, "favorisé" à la fois dans ses bilans bioclimatique (mesuré par le déficit) et hydrologique (mesuré par le surplus), et

⁹ Jean MARGAT, "Carte des précipitations efficaces moyennes", "Essai de construction compatible avec les moyennes annuelles de la période septembre 1946 - août 1976, calculées en 61 stations climatologiques, par le modèle de Turc mensuel (ETP). Echelle : 1/5 000 000". In *Recueil de longues séries de précipitations efficaces en France*, ministère de la Culture et de l'Environnement, DPPN, Serv. prob. eau, et BRGM, 1978. Cette carte est reproduite dans le document cité en note 10b, p. 2, qui donne aussi une liste des cartes thématiques dressées en France ; une citation.

¹⁰ Jean-Paul TRZPIT, *La dimension climatique du problème de l'eau de France. Carte couleurs des déficits hydriques et des surplus hydrologiques de la France*, département de géographie, université de Caen, s.d. Une analyse détaillée de cette carte est faite par P. Pagney, *Climats et cours d'eau ...*, op. cit., p. 85-87, qui conclut : « Les travaux de J.P. Trzpit établissent finalement un lien complexe entre précipitations, écoulement et évaporation, dès lors que sont superposées les potentialités de l'eau pour les plantes aux potentialités de l'eau qui s'écoule ».

des marges aux faibles surplus hydrologiques, a1 et a2. La classe b (déficit hydrique de 150 à 300 mm) n'est présente qu'à l'ouest de la Champagne, à partir de Reims et Mourmelon ; elle s'épanouit dans le centre du Bassin parisien, pousse une langue au long de la vallée de la Marne vers Saint-Dizier. Cette carte offre une belle image d'un **bioclimat de môle**, expression qui caractérise bien la dition.

Tableau 46
Les variables *déficit hydrique* et *surplus hydrologique* pour les régions naturelles de la dition

Régions naturelles	Déficit hydrique annuel normal (mm)	Surplus hydrologique (mm)	code
Champagne sèche est	[0 - 150]	[0 - 150] et [150 - 300]	a1 et a2
Argonne du nord	[0 - 150]	[450 - 600]	a4
Barrois	[0 - 150]	[300 - 450]	a3
Hauts de Meuse	[0 - 150]	[150 - 300]	a2
Woëvre	[0 - 150]	[0 - 150]	a1

1.1.3. Môle et transition

a - Impressions et avis d'auteurs

Emmanuel de MARTONNE écrivait : « Le climat lorrain est déjà singulièrement plus humide et plus rude que celui de la région parisienne et des plaines champenoises. Les vents d'ouest, chargés de nuées, s'accrochent aux Côtes lorraines et y précipitent des pluies deux fois plus abondantes que celles tombant aux environs de Paris. En hiver, les Hauts de Meuse sont couverts de neige plus d'une fois [...] Les gelées commencent en Voëvre dès la fin de novembre, et compromettent souvent au printemps les fruits des vergers du pays messin »¹¹ ; la locution comparative "plus...que", employée trois fois au bénéfice de la Lorraine, s'applique aux termes de rudesse, d'humidité et de précipitations. L'expression de *climat de transition* convient bien à la partie de la dition à l'est de l'Argonne. Pierre PAGNEY use de ce vocable dans l'esquisse de découpage "Les régions climatiques françaises"¹². Sur la carte proposée¹³ (figure 47, p.344) la bande grisée qui couvre l'espace meusien signifie un climat de transition entre le "type climatique" occidental, « océanique plus ou moins dégradé », et celui de l'est à « influences continentales sensibles ». L'expression fut aussi utilisée par Pierre PÉDELABORDE en *nota bene* de sa "Carte des Provinces climatiques du Bassin Parisien" (figure 48, p.312)¹⁴ sur laquelle la limite entre les deux sous-provinces champenoise et lorraine de la "Province orientale" longe approximativement la vallée de la Meuse, à l'est du **massif argonnais**. Jean BESSEMOULIN¹⁵ note « l'infinie modulation » des paramètres climatiques présidant à l'imprécision des limites, souligne l'influence du climat continental qui « s'étend jusqu'à la Champagne et au bassin de la Saône », remarque aussi que « l'Argonne et le Barrois offrent une frontière naturelle entre le climat du bassin parisien et le climat lorrain »¹⁶. René ARLÉRY reprend cette idée deux pages plus loin quand il écrit : « Encore perceptibles sur l'Argonne et les plateaux de Basse-Bourgogne, elles [les influences continentales] touchent parfois l'est de la Champagne et le pays bordant la vallée de la Saône »¹⁷. Quelles variables assurent cette transition ? Pour Pierre PAGNEY « Ce sont les températures qui représentent cependant le paramètre climatique le plus marqué du sceau de la continentalité

¹¹ Emmanuel de MARTONNE, *Les régions géographiques de la France*, Paris, Flammarion, 1921, p. 44.

¹² P. PAGNEY, *Climats et cours d'eau de France*, Masson, 1988, p. 14 pour la carte "Les régions climatiques françaises (d'après l'Atlas climatique de la France, direction de la Météorologie Nationale, Paris, 1969)".

¹³ La légende de la planche 1 de l'Atlas climatique de la France donne de ces parties pointillées (ombrées sur la carte originale) la définition suivante : « Les parties ombrées correspondent, soit à des transitions imprécises entre régions de climats voisins, soit à des zones très particulières (environs de Paris, de Lyon, etc. ; ensembles complexes à relief varié ou à nuances trop nombreuses ; abords de massifs montagneux). Pour le profil ajouté voir *infra* note 33.

¹⁴ P. PÉDELABORDE, *Le climat du Bassin parisien*, op. cit., planche 116 de l'atlas. Nous avons, sur cette carte, localisé l'Argonne à titre de repérage.

¹⁵ J. BESSEMOULIN, "Ce qu'est l'Atlas climatique de la France", avant-propos à l'Atlas climatique de la France, op. cit.

¹⁶ ID., *Atlas climatique de la France*, op. cit.

¹⁷ R. ARLÉRY, « Les types de climat de la France », introduction à l'Atlas climatique de la France, op. cit.

»¹⁸, tandis qu'Emmanuel de MARTONNE notait déjà : « La rigueur et la précocité de la saison froide n'empêchent pas les étés d'être assez chauds pour mûrir les fruits et même le raisin sur les pentes bien exposées. Ce sont là les caractères du climat continental »¹⁹.

b - Estimation de la continentalité

J. AMMANN²⁰ a montré en 1929 – durant cette entre-deux-guerres propice aux indices climatiques fondés sur des combinaisons entre précipitations et températures – que la répartition des bryophytes helvètes pouvait être mise en relation avec les isolignes des valeurs d'un *indice d'océanité* défini pour l'Europe centrale, qui « décroît vers l'est à mesure que le climat devient plus continental, P diminuant alors tandis que l'amplitude thermique annuelle augmente »²¹. Cet indice *i* est simple dans sa formule qui ne fait intervenir, pour une station donnée, que le total des précipitations annuelles (P mm), la température annuelle moyenne (T °C) et les températures moyennes du mois le plus chaud (M °C) et du mois le plus froid (m °C), sous la forme :

$$i = (P \times T) / (M - m)$$

L'auteur retient une valeur de 55-60 comme un seuil à l'océanité. Sur la carte obtenue (figure 49, p. 313) une étroite dorsale s'individualise nettement, avec des valeurs égales et supérieures à 55 pour huit postes météorologiques. Argonnaise au centre, cette dorsale se prolonge au sud sur le plateau du Barrois, au nord vers les retombées méridionales du massif ardennais où la station de Neuvizy atteint la valeur de 62. Le gradient est plus fort sur le flanc ouest que sur le flanc est (qui englobe le plateau des Hauts de Meuse) de l'Argonne. Champagne sèche et Lorraine mosellane ont des valeurs d'indice inférieures à 45. Moins qu'une information sur l'"océanité", au sens d'équivalent de distance au littoral océanique, **la carte met en valeur le caractère "montagnard" de la barrière argonnaise.**

¹⁸ P. PAGNEY, *op. cit.*, p. 54.

¹⁹ Em. de MARTONNE *op. cit.*, p. 45. La toponymie nous apporte, sur la Côte de Meuse *Vigneulles-lès-Hattonchâtel* au pied de l'éperon d'Hattonchâtel et *Vignot*, au nord de Commercy, aussi *Vigneul-sous-Montmédy*, sur la vallée de la Chiers, tous villages dont les noms caractéristiques soulignent la douceur du climat d'abri. Pierre PÉDELABORDE cite aussi le village de *Vigneule*, au pied de la crête de Saffais, en rive gauche de la Meurthe au sud de Dombasles-sur-Meurthe (*Le climat du Bassin parisien*, *op. cit.*, tome 1, p. 24).

²⁰ J. AMMANN, "L'hygrothermie du climat ; facteur déterminant la répartition des espèces atlantiques", *Rev. de bryologie et de lichénologie de Suisse du nord*, 1929, vol. 2, p. 126-133.

²¹ Paul OZENDA, *Biogéographie végétale*, Paris, Doin, 1964, p. 177 pour le commentaire de l'inde d'Ammann ou dans l'édition remaniée *Les végétaux dans la biosphère*, Paris, Doin, 1982, p. 183.

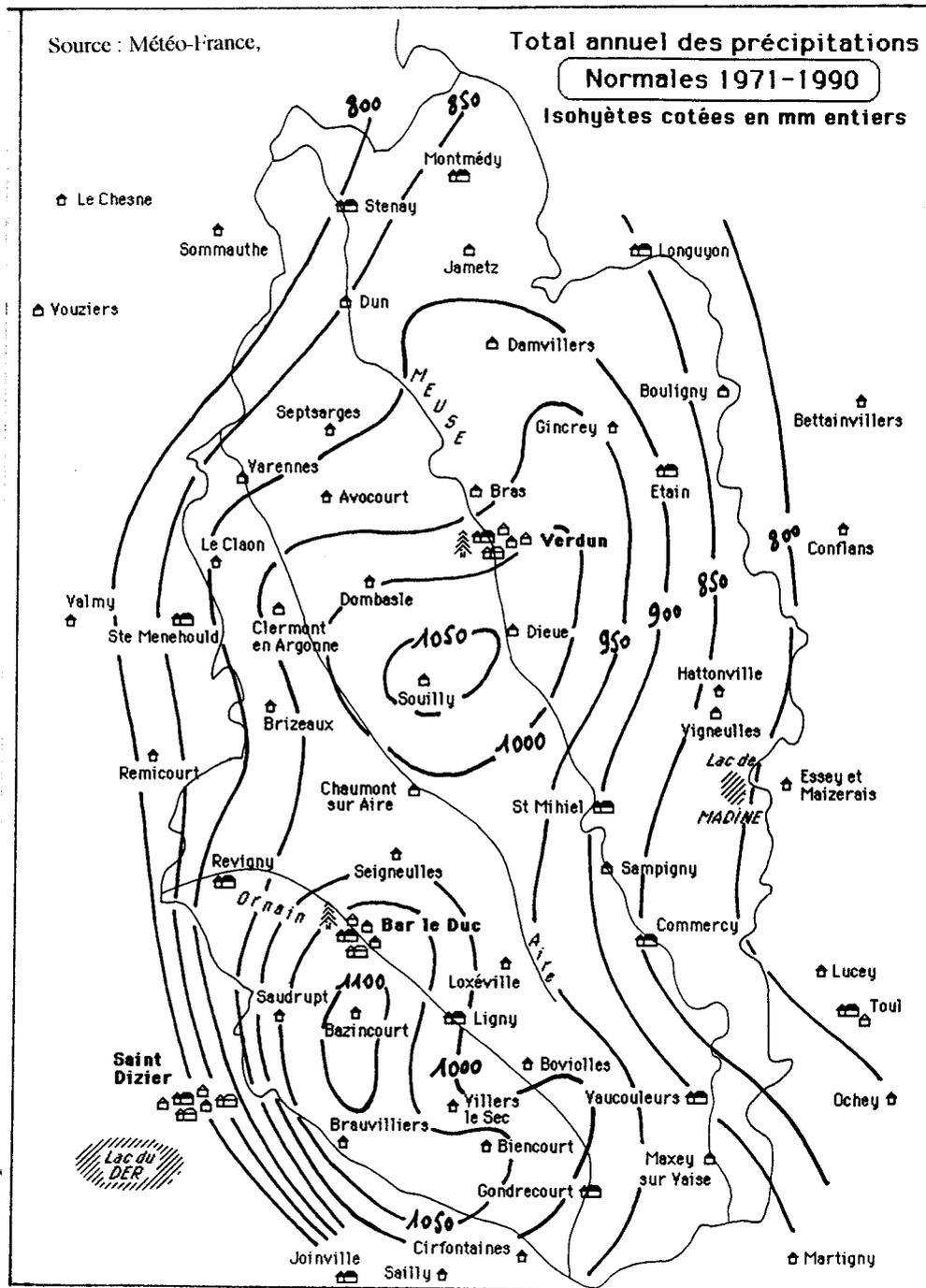
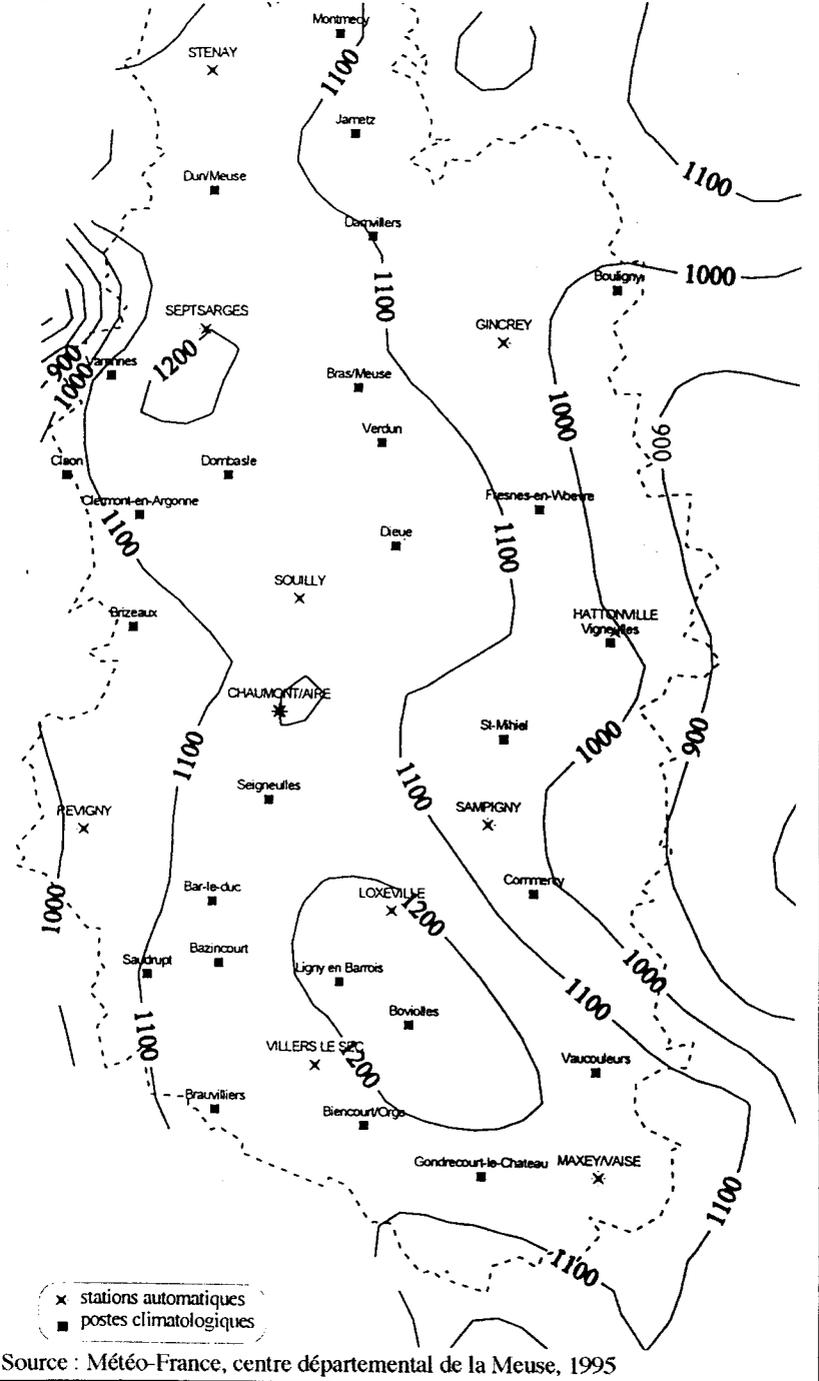


Fig. 41 - Isohyètes annuelles (normales 1971-1990) sur l'espace régional

Fig. 42 Isohyètes annuelles pour 1995 dans le département de la Meuse



Source : Météo-France, centre départemental de la Meuse, 1995

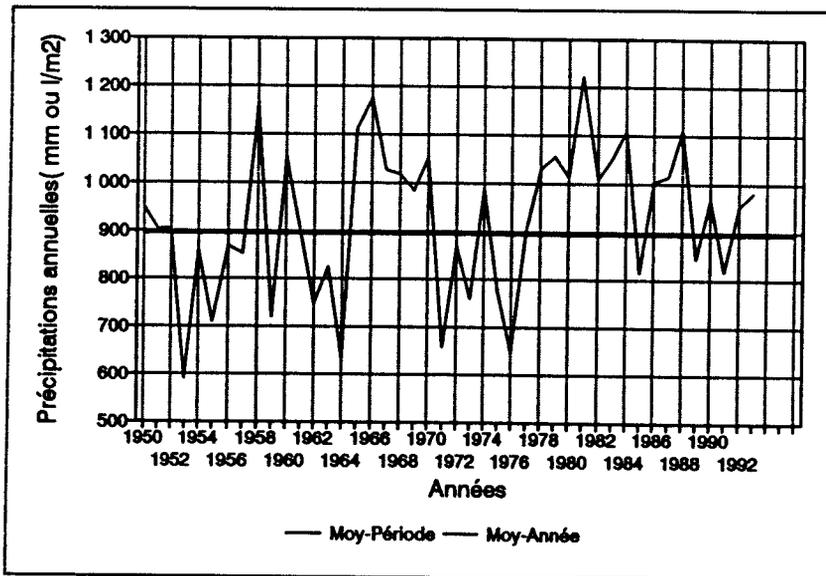


Fig. 43 Précipitations annuelles, poste de Brizeaux, période 1950-1993

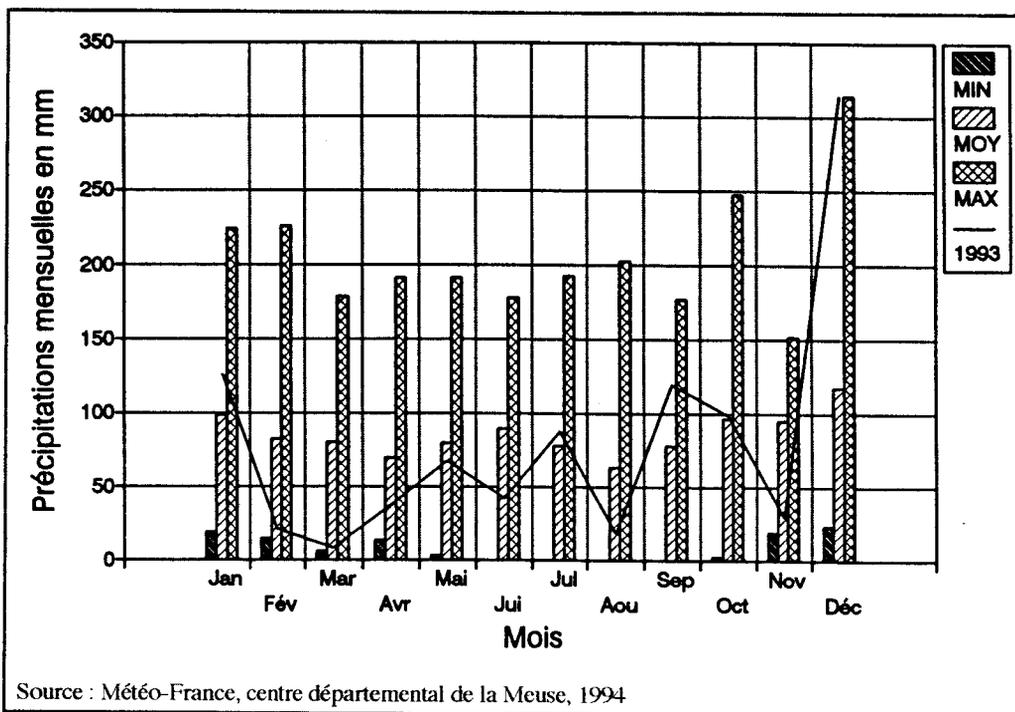
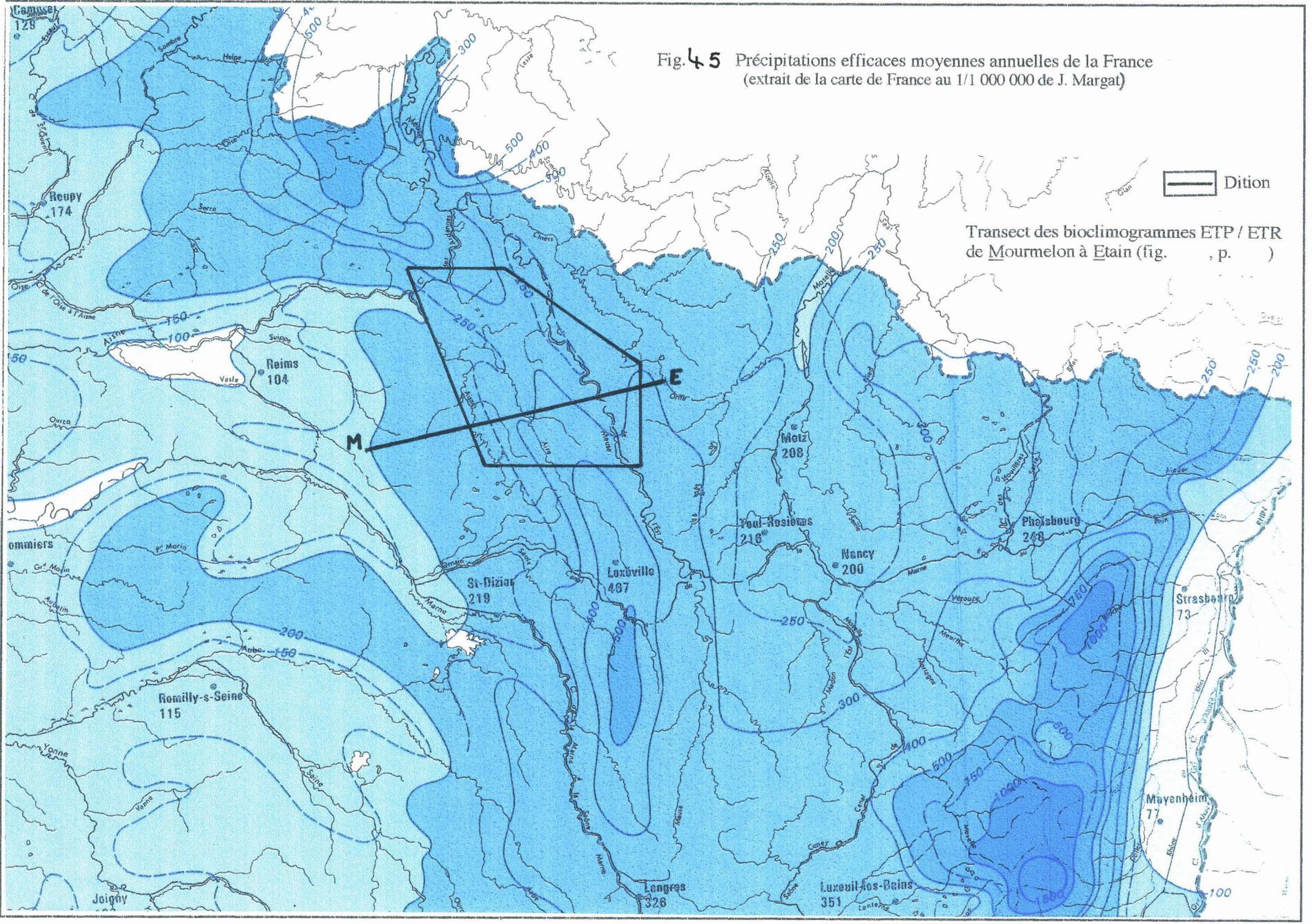


Fig. 44 Précipitations mensuelles, poste de Chaumont-sur-Aire, 1966-1993

Fig. 45 Précipitations efficaces moyennes annuelles de la France
(extrait de la carte de France au 1/1 000 000 de J. Margat)

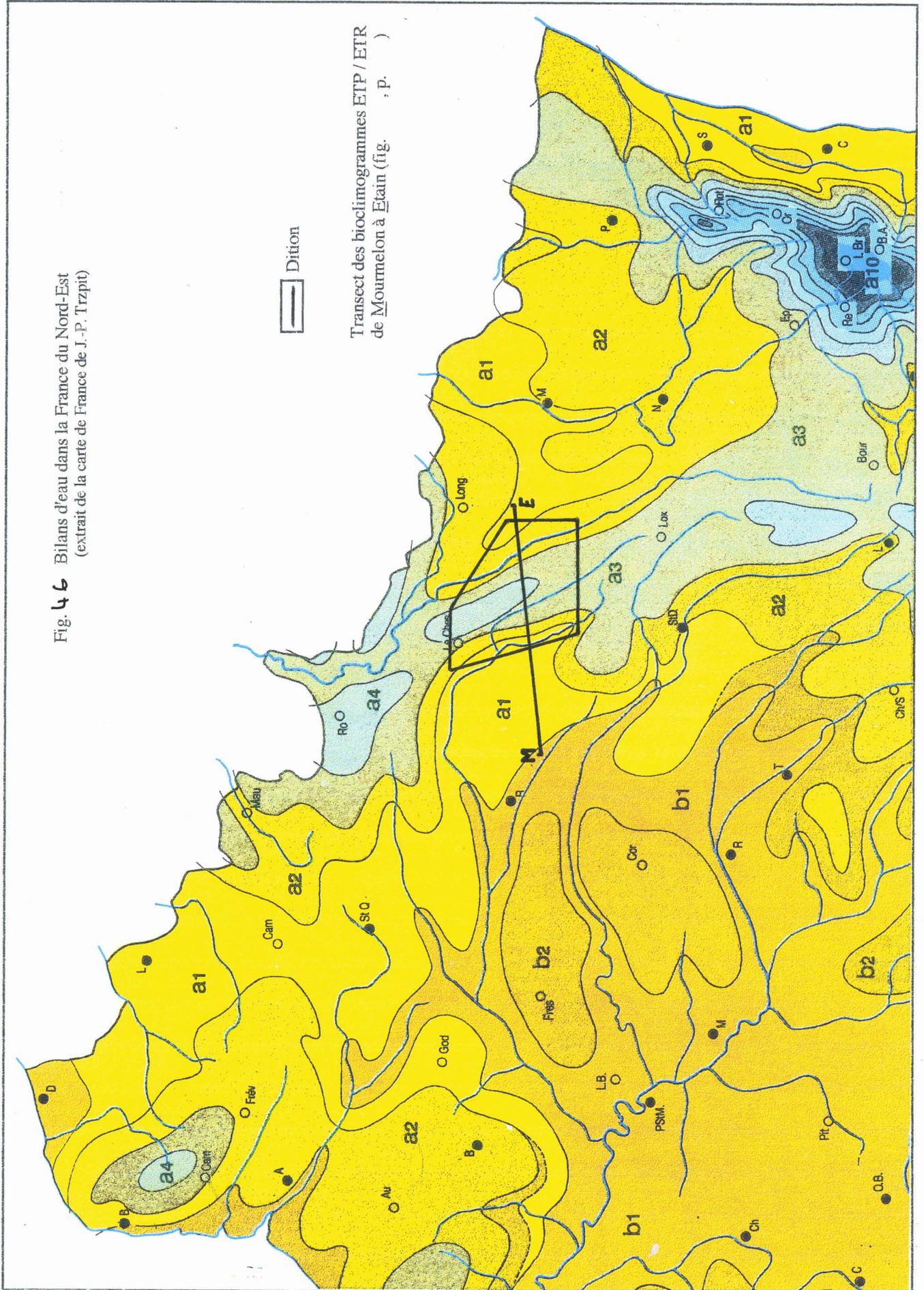


== Dition

Transect des bioclimogrammes ETP / ETR
de Mourmelon à Etain (fig. , p.)

309

Fig. 46 Bilans d'eau dans la France du Nord-Est
(extrait de la carte de France de J.-P. Trzpit)



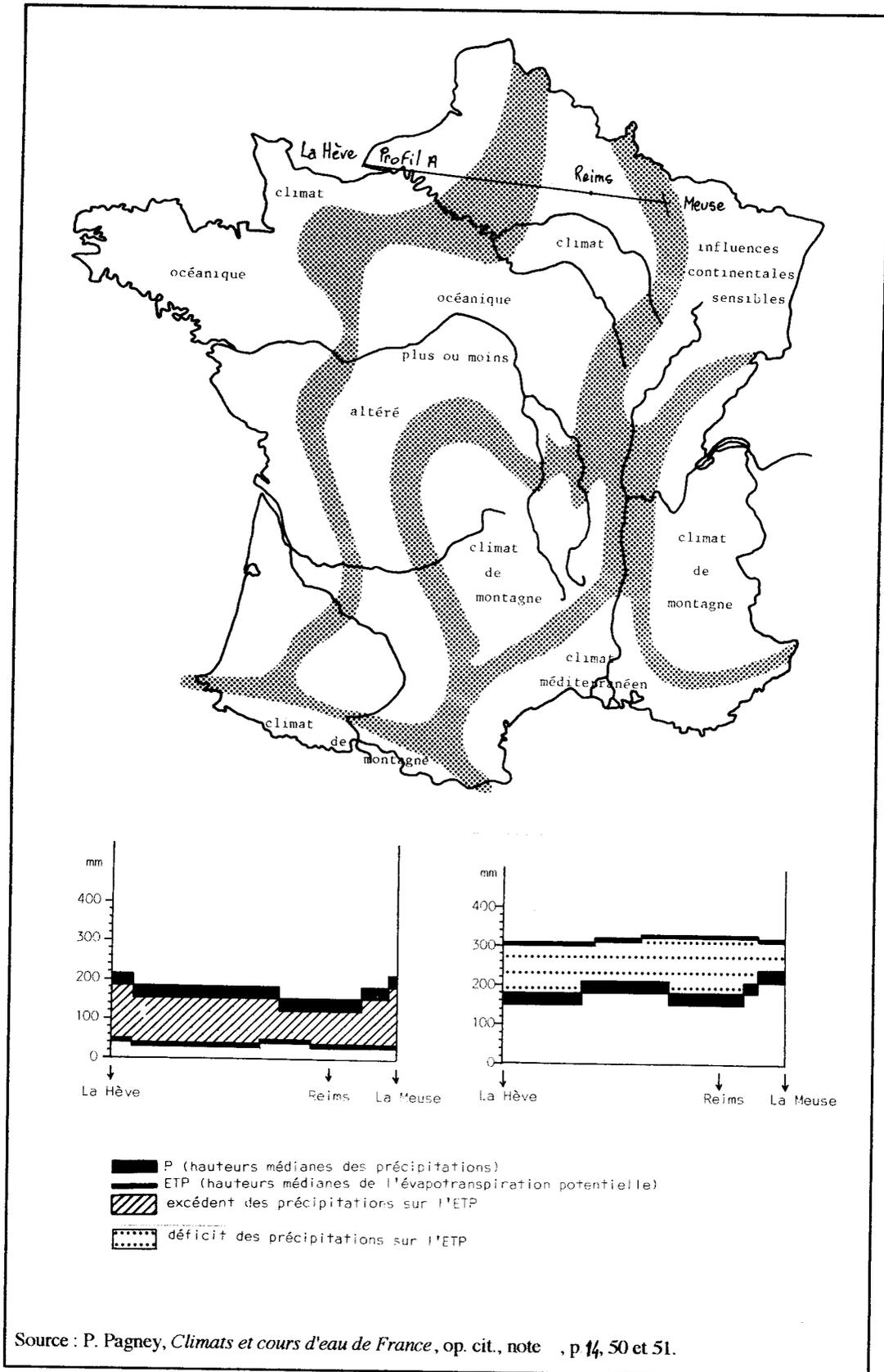
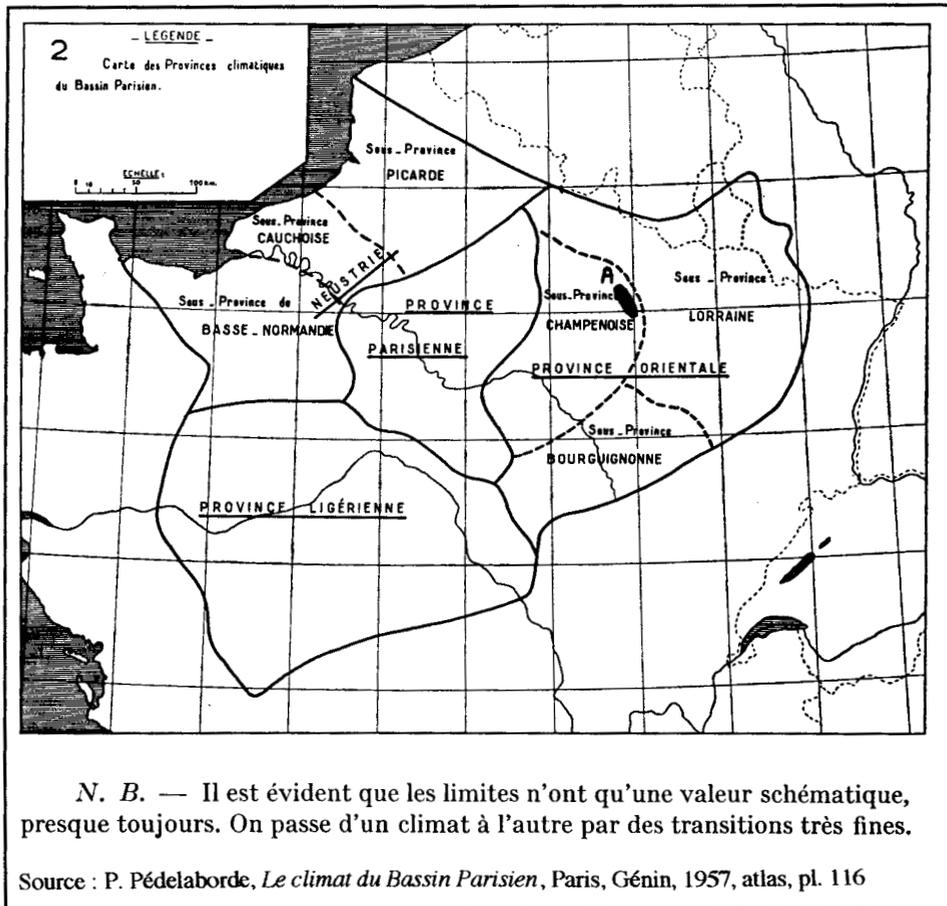
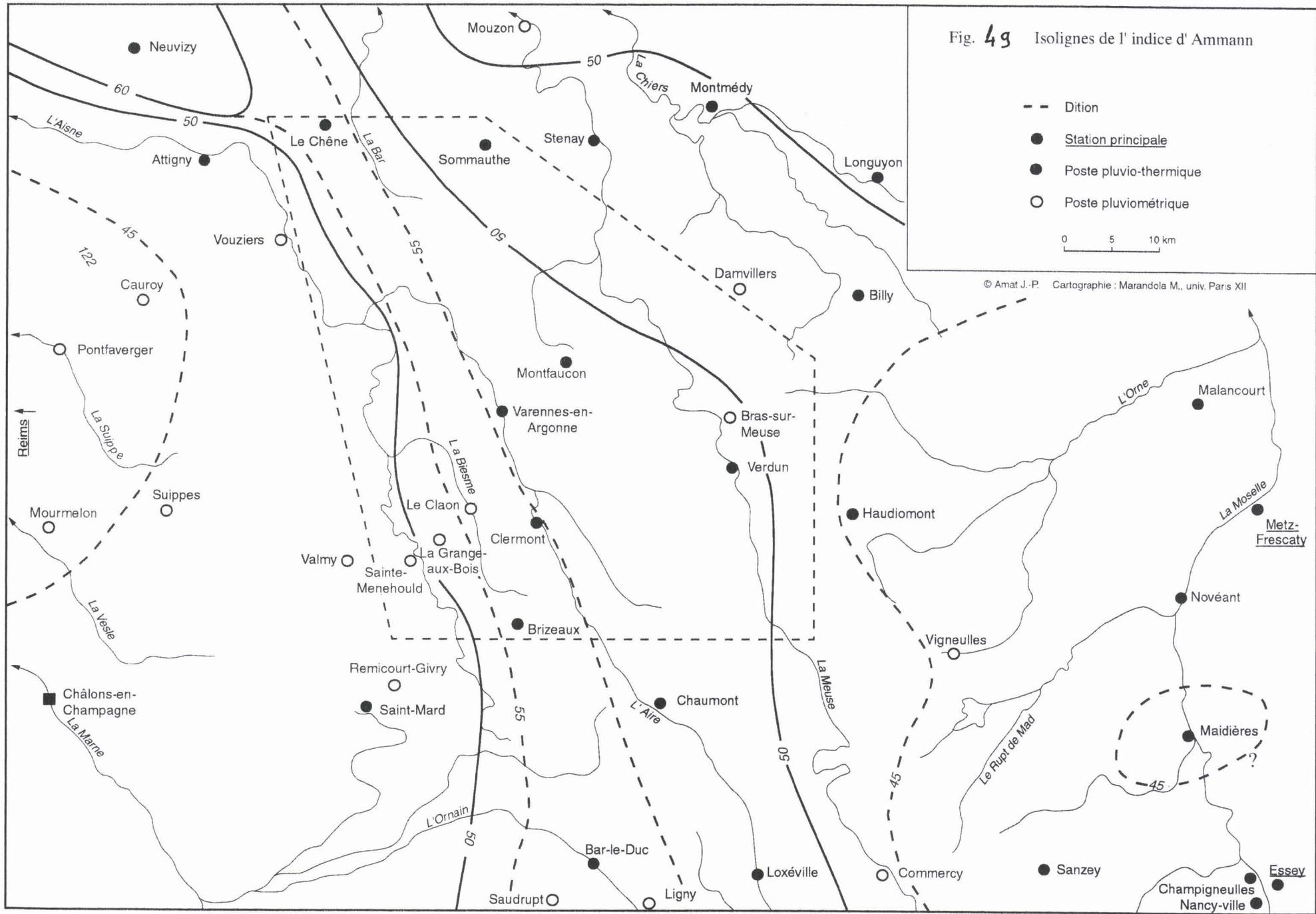


Fig. 47 Profil de précipitations et d'évapotranspiration potentielle de la Manche à la Meuse



A : Argonne (ajoutée)

Fig. 48 "Carte des Provinces climatiques du Bassin Parisien" (P. Pédelaborde)



1.2. L'analyse climatique forestière à petite échelle, un parent pauvre

Avant d'envisager l'intérêt pour la connaissance forestière de la méthode des bilans hydriques stationnels appliquée aux sylvofaciès, esquissons un rapide tableau de la part occupée par la climatologie dans les études régionales et les monographies forestières. Ainsi rares sont les dossiers d'aménagement qui développent une approche bioclimatique qui aille au-delà de la simple présentation des données les plus classiques des stations du réseau météorologique. Des indices, seul l'indice d'aridité de Martonne est couramment utilisé. Ce fait paraît en fort décalage avec l'importance des travaux engagés par les chercheurs en climatologie et bioclimatologie forestières²². Il nous paraît qu'une explication réside dans la diversité des échelles spatiales d'interventions des divers spécialistes travaillant sur la forêt ; est de ce fait posé avec acuité le problème de la généralisation de résultats d'expérimentations stationnelles.

1.2.1. Dans les notices des cartes régionales de *La végétation de la France*

La *Notice détaillée des deux feuilles lorraines, Metz et Nancy* ²³, consacre neuf pages (sur cent dix-huit) à l'analyse des "facteurs climatiques". Les températures et les régimes thermiques sont présentés en six tableaux²⁴ ; les précipitations, en quatre tableaux²⁵. L'approche climatique est axée sur la phénologie. Le tableau titré "L'insolation moyenne mensuelle à Nancy" est assorti de cette remarque, « Directement liée à l'intensité et à la répartition saisonnière de la pluviosité, l'insolation est relativement faible en Lorraine (caractère océanique) »²⁶. L'auteur évoque en un paragraphe le rôle des importantes variations annuelles et saisonnières des variables de température, de précipitations et d'insolation. « Il peut même survenir des périodes de sécheresse qui sont particulièrement néfastes à la forêt, surtout dans les Vosges où, sur les grès, les réserves en eau des sols sont souvent très faibles. L'été 1976 restera tristement célèbre à cet égard. Les répercussions de telles sécheresses sont profondes et se font sentir pendant plusieurs années consécutives ». La question de la réserve en eau n'est posée que par la mention de la faiblesse du réservoir dans les substrats gréseux.

1.2.2. Dans les catalogues de stations forestières

Les études de stations forestières sont avares d'informations sur le bioclimat et les présentations climatiques y sont succinctes.
= *Les plateaux calcaires de Lorraine* furent en 1980 un des premiers catalogues de stations forestières²⁷. Les auteurs, consacrant une page au climat, écrivent : « On ne possède que peu de données climatiques sûres pour les plateaux calcaires proprement dits, car les principaux postes météorologiques sont installés dans les vallées ou les dépressions ». Il faut donc bien saisir que « les chiffres doivent être corrigés à la baisse pour les températures et à la hausse pour les précipitations ». Ils insistent sur l'existence de climats locaux, « ou méso-climats, [d'autant plus importants] à considérer que c'est à eux que sont soumis les peuplements forestiers et que ce sont eux qui en sont parfois le facteur écologique déterminant ». Mais ils donnent peu de chiffres. On parle de températures moyennes *relativement basses* (9°6 à Nancy), de précipitations « d'une *manière générale relativement* abondantes (700 à 800 mm) et à *peu près* régulièrement réparties tout au long de l'année (caractère océanique) », du rôle des brouillards (70 jours en moyenne), favorables à la hêtraie. Rien n'apparaît sur les relations entre précipitations et températures.

²² Références multiples dans le chapitre trois.

²³ J. TIMBAL, *Notice détaillée des deux feuilles lorraines n°18 : Metz, n°27 : Nancy*, Carte de la végétation de la France au 200 000^e, Paris, CNRS, 1979 ; deux citations.

²⁴ Pour la seule station de Nancy (1931-1960) : Températures mensuelles moyennes, minimums et maximums ; Minimums et maximums absolus de la température sous abri ; Nombre moyen de jours de gelées sous abri et de jour sans dégel ; Durée moyenne de la période sans gelée ; Date de la dernière gelée de printemps ; Nombre moyen de jours de chaleur.

²⁵ Durée moyenne (en heures) des précipitations mensuelles de 1951 à 1960 à Nancy ; Nombre moyen de jours de précipitations d'au moins 0,1 mm dans trois localités lorraines ; Pluviosité comparée de quelques localités lorraines (5) ; Nombre moyen de jours de sol couvert de neige et hauteur maximale de la couche de neige, dans quelques localités lorraines (7).

²⁶ J. TIMBAL, *Notice détaillée*, op. cit., p. 15.

²⁷ Michel BECKER, François LETACON, J. TIMBAL, *Les plateaux calcaires de Lorraine. Types de stations et potentialités forestières*, Nancy, Engref, 1980 ; quatre citations ; souligné par nous dans la quatrième.

= Dans *Les stations forestières de la Woëvre* ²⁸, la présentation climatique occupe trois pages sur quatre vingt dix-sept. Elle comporte un rappel de la définition du "climat lorrain" ; précipitations abondantes et bien réparties, températures annuelles assez basses, écarts thermiques importants, gelées tardives fréquentes sont les caractères soulignés. Variété régionale, le climat de la Woëvre est présenté par la figure "Carte pluviothermique (d'après la carte de végétation au 1/20 000, feuilles de Metz et Nancy)" qui place simplement l'isotherme annuel moyen et l'isohyète total annuel. Un tableau, tableau 47, montre le rôle d'abri de la Woëvre.

Tableau 47
Précipitations comparées de stations des Côtes de Meuse et de Woëvre

COTES DE MEUSE	Altitude (m)	Précipit. (mm)	WOEVRE	Altitude (m)	Précipit. (mm)
Fleury - Souilly	340	906	Damvillers	218	563
Kocur en Forêt	300	913	Lachaussée	218	579
Demange	340	977	Toul	205	696
	283	945	Allain	307	794

Denis GIRAULT, *Les stations forestières de la Woëvre*

= L'auteur du catalogue *Les Stations forestières des Crêtes pré-ardennaises* ²⁹, consacre trois pages au climat. Sont présentés deux tableaux, "Répartition saisonnière des pluies pour les deux stations de Signy-l'Abbaye et Charleville-Mézières", un tableau donnant altitude, Pr et T° pour sept stations ardennaises (1961-1980) ; une figure de la distribution altitude/pluviométrie annuelle moyenne de vingt-et-une stations lorraines et quatre stations ardennaises. Il n'y aucune analyse de type P = aT et aucune donnée sur les évapotranspirations potentielles et réelles.

= Le catalogue le plus récent qui concerne la dition, publié en 1993, *Les types de stations forestières de l'Argonne*³⁰, consacre au sujet deux pages sur cent soixante quatre, en deux paragraphes, "Les températures", "Les précipitations". Quatre stations sont présentées, Vouziers, Sainte-Menehould et la-Grange-aux-Bois, Le Chesne, avec maximum et minimum enregistrés (période 1931-60) et quatre histogrammes des précipitations, des températures moyennes annuelles, des gelées, des mois les plus chauds. Mais il n'y a pas de diagramme ombrothermique et les relations entre températures et précipitations ne sont pas évoquées.

1.2.3. Dans les dossiers d'aménagement de forêts soumises

a) L'aménagement de la forêt du Mort-Homme de 1974

L'auteur de la préétude³¹ rattache la forêt au climat du nord du plateau du Barrois qui est « de type lorrain, c'est à dire semi continental froid et assez humide, légèrement plus humide qu'en forêt de Verdun. Des différences sensibles s'observent entre la partie centrale calcaire (zone des plateaux) et les bordures, vallée de la Meuse en particulier ». Il présente un tableau assez succinct des données climatiques (rapporté dans le tableau 48).

Tableau 48
Caractères climatiques pour la forêt du Mort-Homme

Caractères climatiques	Argonne	Zone des plateaux*	Vallée de la Meuse
Précipitations annuelles	800 à 1 000 mm		700 à 800 mm
Nb de jours de précip.	100 à 200 jours		
Nb de jours de neige	20 à 50 jours		
T. vraie en juillet	18° à 20°	15° à 18°	18° à 20°
T. vraie en janvier	0° à 2°	-5° à 0°	0° à 2°

Micheline MONTAGNE, "Préétude de la forêt du Morthomme"

* le Barrois

²⁸ Denis GIRAULT, *Les stations forestières de la Woëvre*, Nancy, CNRF, 1981.

²⁹ Denis GIRAULT, *Les Stations forestières des Crêtes pré-ardennaises*, Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt des Ardennes, 1985.

³⁰ S. MÜLLER et al., *op. cit.*, p. 16 et 17.

³¹ Micheline MONTAGNE, "Préétude de la forêt du Morthomme", document interne, ONF, centre de gestion de Verdun, 1974 ; une citation.

b) L'aménagement de la forêt domaniale de Verdun

Dans le dossier d'aménagement 1998-2010³² l'analyse climatique succincte précise les caractères climatiques de la forêt avec les données du poste de Bras-sur-Meuse, sous forme d'histogrammes des températures et précipitations. Il est noté que ce poste donne une bonne image des caractères du revers de la Côte de Meuse.

1.3. Les apports de la méthode des bilans hydriques

1.3.1. Transects et cartes de variables du bilan hydrique

Un transect de bioclimogrammes est comparé à deux profils à petite échelle établis avec la variable [P-ETP]. Puis des cartes régionales montrent la géographie très marquée de deux variables du bilan d'eau stationnel, l'évapotranspiration réelle et le surplus hydrologique, établies pour la réserve utile standard de 100 mm. La disposition des isolignes (mais pas leur valeur) serait évidemment identique sur les cartes établies avec les autres classes de réserve hydrique.

a) Deux profils [P-ETP] à petite échelle de la Manche à la Meuse

Les "profils pluvioévaporatoires" de P. PAGNEY³³ (partie inférieure de la figure 47) établis pour l'hiver et l'été climatiques montrent les inversions saisonnières de valeur de la variable que nous avons appelée par ailleurs "Déficit climatique" (ETP-Pr). La saison hivernale **Af** connaît un excédent pluvial sur l'évaporation. L'offre climatique de l'évapotranspiration potentielle (la "sollicitation" de l'auteur) est largement honorée. Le renversement est total pour la saison estivale **Aé** où la demande excède l'offre ; le déficit est présent sur tout le transect avec un maximum sur la Champagne sèche. L'auteur conclut ainsi le commentaire des profils : « C'est dans cet ordre d'idée qu'il convient d'insister sur la réalité des sécheresses de la France de l'Ouest et, par conséquent, sur la nécessité de nuancer assez fortement le schéma "océanique" auquel on a, dans le passé, par trop sacrifié »³⁴ ; et plus loin : « [...] l'océanité se retrouve dans les montagnes bien exposées aux vents et aux perturbations venues de l'Atlantique » ; il cite, outre le Morvan, une grande partie du Jura et du Massif central, les Préalpes du nord et les Vosges lorraines. **Nous y ajoutons l'Argonne**, comme le suggère la carte de l'indice d'Ammann. Mais ces profils ne prennent pas en compte les réserves en eau des sols. **L'appel à la réserve est partout activé**. Les bilans hydriques stationnels qui quantifient cette situation ont montré que cet appel, pour des réserves inférieures à 100 mm, était loin d'être satisfait, engendrant le déficit hydrique saisonnier.

b) Un transect de bioclimogrammes à échelle moyenne de la Champagne à la Woëvre

Ce transect au 1/100 000 (annexe 4-2, p. 30) joint la Champagne sèche (station de Mourmelon) à la plaine de Woëvre par l'Argonne, la côte du Barrois et la Côte de Meuse à Haudiomont. Les bioclimogrammes de neuf postes – tous situés dans une bande de dix km de part et d'autre de l'axe – sont portés au ciel du transect. Le déficit hydrique pour une réserve utile de 100 mm décroît de Mourmelon à Montfaucon, remonte légèrement en Lorraine. Il commence au mois d'avril pour les stations champenoises, en mai pour les stations lorraines. L'influence du relief est partout sensible, à différentes échelles : môles de hautes terres de l'Argonne ou butte de Montfaucon qui redressent le drapeau sur sa hampe dans un biofaciès hyperhumide, mais aussi les faibles collines autour de Suippes qui introduisent un biofaciès humide dans les plaines déficientes de Champagne. « La répartition géographique des pluies apparaît, dans ses moindres détails, comme une fonction directe du relief [...] Les accidents les plus modestes engendrent une instabilité supplémentaire qui peut déclencher la pluie. Inversement, la subsidence sous le vent des obstacles détermine souvent la sécheresse »³⁵. Les processus dynamiques « mettent en valeur l'effet d'abri de tous les reliefs supérieurs à 200 m d'altitude ».

³² Verdun, centre de gestion de l'ONF, Aménagement de la forêt domaniale de Verdun, 1998-2015.

³³ P. PAGNEY, *Climats et cours d'eau ...*, op. cit. Le "Profil A" ajouté est emprunté à une seconde carte "Précipitations et évaporation potentielle en climat océanique", p. 49 et aux diagrammes qui l'accompagnent, p. 50 et 51. Les profils de précipitation et d'évapotranspiration potentielle le long du tracé A ont été établis par l'auteur d'après les cartes de l'*Atlas Agroclimatique saisonnier de la France*, à partir des médianes de précipitations et d'évapotranspiration potentielle.

³⁴ ID., *ibid.*, p. 52 ; deux citations.

³⁵ ID., *ibid.*, p. 52 ; deux citations.

c - Cartes des isolignes de l'évapotranspiration réelle (ETR)

La disposition des isolignes (figure 411, p.322)³⁶ répond à l'organisation méridienne des unités topographiques. Elle est symétrique à l'ouest et à l'est des deux môles Ardennes et Barrois, à plus de 580 mm, relayés par la crête de l'Argonne comprise entre 570 mm et 580 mm. Les ETR les plus faibles, inférieures à 540 mm, sont dans la partie occidentale de la Champagne, Pontfaverger, Cauroy et Reims et, moins probant, dans la vallée de la Moselle au nord de Metz (Malancourt). La Woëvre est comprise entre 540 et 550 mm. Le gradient de la crête centrale se cale à l'ouest sur la vallée de l'Aisne au pied du massif argonnais, à l'est sur la Côte de Meuse.

d - Cartes des isolignes du surplus hydrologique (SH)

Les deux môles ardennais et barrésien (figure 412, p.323) se lisent aussi bien que sur la carte précédente, avec plus de 400 mm de surplus hydrologique annuel, traduisant un bioclimat humide ($\Delta HS\% = 2$ à Neuvizy et 4 à Ligny), reliés par la crête argonnaise entre 350 et 400 mm. La symétrie par rapport à cette dorsale s'accompagne de contrastes. Alors que la Woëvre se tient entre 250 et 200 mm, n'excluant que deux stations de la vallée de la Moselle dont Metz, les surplus hydrologiques les plus faibles sont en Champagne sèche (partout inférieurs à 200 mm) avec des creux à moins de 160 autour de Pontfaverger-Reims. Ce fait, rapporté à des évapotranspirations réelles sensiblement égales, signifie la présence de bioclimats plus secs sur les terres champenoises avec un appel à la réserve plus fort et des déficits hydriques plus élevés ($\Delta HS\% = 19$ à Pontfaverger, 23 à Reims, mais 10 à Haudiomont et 9 à Malancourt).

1.3.2. Une carte synthétique de la trame bioclimatique régionale

La carte de la trame bioclimatique régionale (figure 413, p. 324)³⁶ croise deux variables du *déficit hydrique* (ΔH)³⁷, le déficit hydrique saisonnier de la période d'activité végétale (ΔHS) et le déficit hydrique de juillet ($\Delta HVII$), pour une réserve utile standard de 100 mm. La géographie du ΔHS s'articule sur la direction morphologique majeure, NNW-SSE. La plus grande partie de la dition est inscrite dans les biofaciès humide et hyperhumide avec de faibles déficits. L'influence de l'altitude se lit clairement. La diagonale Argonne-Barrois qui court de part et d'autre de l'Aire est l'axe des moindres déficits ; dans l'environnement champenois subhumide les collines autour de Suippes jouent un rôle identique. A l'ouest champenois déficient, autour de Pontfaverger en direction de Reims, répond le plateau lorrain à l'est de la Moselle. Le contraste le plus fort sépare le secteur champenois occidental et le Porcien (retombée méridionale des Crêtes pré-ardennaises) au sud de Neuvizy. Ce gradient champenois continue vers le nord-est et l'est au contact du massif argonnais. Les quatre classes de déficit sont là franchies en une vingtaine de kilomètres pour une élévation altitudinale d'à peine 150 mètres. Lucien TURC écrit : « La carte de la distribution régionale des bilans hydriques du sol s'apparente fort à celle des précipitations moyennes annuelles. »³⁸. Si l'on prend en compte $\Delta HVII$ la trame bioclimatique s'affine. Le gradient le plus fort appartient au secteur champenois, entre Reims-Pontfaverger (Δ_{IV-IX} déficient et $\Delta_{VII} > 30$ (sec)) et Neuvizy (Δ_{IV-IX} hyperhumide et $\Delta_{VII} < 10$ (humide)). La vallée de la Meuse et les Hauts de Meuse s'individualisent dans l'ensemble lorrain à la période d'activité végétale humide, avec un mois de juillet déficient.

Toutes ces analyses montrent l'omniprésence et le poids de la barrière argonnaise dans la distribution des éléments du bioclimat régional.

1.3.3. Le massif argonnais, une barrière affirmée

Comme le soulignait Pierre Pédelaborde l'orientation méridienne dominante des lignes de relief de l'est du Bassin parisien renforce le rôle bioclimatique des obstacles topographiques, même pour de faibles dénivelés. Affirmé dans la double influence océanique et continentale le massif argonnais, par sa position de môle, connaît un climat plus froid et plus humide que ceux

³⁶ Pour les noms des cours d'eau et des localités se reporter aux deux cartes précédentes.

³⁷ ΔH est noté simplement Δ sur cette carte ; ΔHS est noté $\Delta_{(IV-IX)}$ et $\Delta HVII$, Δ_{VII} .

³⁸ L. TURC, *Le bilan d'eau des sols : relations entre les précipitations, l'évaporation et l'écoulement*, thèse, Inst. Rech. Agr., 1953.

* La figure 410 est le transect bioclimatique de l'Arc meusien porté en annexe 4-3.

des régions voisines³⁹. Il a été qualifié de "*bastion avancé vers l'Ouest des influences continentales*"⁴⁰.

a - Les enseignements des variables climatiques

= Les précipitations. Le tableau 49 présente les précipitations annuelles de treize postes météorologiques de la dition, placés par ensembles régionaux.

Tableau 49
L'individualisation pluviométrique de l'Argonne sur la dition

CHAMPAGNE		MASSIF D'ARGONNE	LORRAINE	
Attigny	730	976 Le Chesne	Metz	725
	Vouziers 718			
575	Reims	972 Le Claon		
684	Mourmelon	Clermont 997	879	Verdun
	Sainte-Ménéhould 778	847 La Grange aux Bois		
		811 Remicourt-Givry (Argonne des Étangs)		Nancy 756

NB : La position des nombres rend compte de la localisation des stations

La moyenne des précipitations obtenue à partir des quatre stations du massif argonnais est de 890 mm⁴¹. Elle est très supérieure aux valeurs enregistrées par les postes lorrains : 775 mm à Suippes, 684 à Mourmelon, 647 à Châlons, 575 seulement à Reims⁴². La rapide augmentation des précipitations du poste de Sainte-Menehould à celui de la Grange-aux-Bois, 69 mm en cinq kilomètres, révèle l'effet direct de la barrière orographique (voir *infra*, b). D'une manière générale la pluviosité augmente du Vallage de l'Aisne à la ligne de crête argonnaise, suivant en cela le gradient altitudinal. Elle passe de 700-750 mm vers 150-160 m d'altitude à 850-900 vers 250 m, pour atteindre des pointes de 1 000 mm sur les crêtes les plus élevées et exposées (voir carte). Au sud, dans l'Argonne des Étangs, la station de Givry à 176 mètres d'altitude ne totalise plus qu'un abat de 811 mm.

= Les températures. Les températures moyennes annuelles sont comprises entre 9° et 10° C. Les températures extrêmes oscillent de -5° à 0° en janvier, 15 à 18° en juillet. Les gelées sont fréquentes dans le massif argonnais, de soixante-dix à quatre-vingt jours. Les moyennes thermiques hivernales sont plus basses que dans les plaines voisines. Le printemps est souvent tardif et les gelées ne sont pas rares en mai, particulièrement dans les fonds des vallons, créant des climats stationnels quasi montagnards. Considérons le diagramme du calendrier des gelées pour le poste de Brizeaux⁴³, période 1953-1992 (figure 414, p. 325). La date la plus précoce du début des gelées est le 16 septembre 1971 (- 0,5° C), la plus tardive, le 15 novembre 1982 (0,0° C) ; la médiane se situe au 21 octobre. La date la plus précoce de la fin de gelée est le 03 avril 1983 (-2,0° C), la plus tardive, le 05 juin 1957 (- 0,5° C), la médiane est le 02 mai. L'intervalle entre les deux médianes est de 6 mois et 10 jours.

³⁹ Sur la planche 2 de l'*Atlas climatique de la France* l'Argonne est un relais de l'isohyète annuel des 1 000 mm entre le Morvan et les Ardennes, par le plateau de Langres.

⁴⁰ P. PÉDELABORDE, *Le climat du Bassin Parisien*, op. cit., tome 1, p. 436.

⁴¹ Des mesures faites par l'ONF en forêt domaniale de Beaulieu sur un nombre restreint d'années ont donné des précipitations entre 900 et 1 000 mm, d'automne et de printemps dominant, avec un enneigement de 15 à 20 jours.

⁴² Les précipitations remontent très vite à 730 mm à l'extrémité orientale du plateau de Brie, sur la montagne de Reims

⁴³ Météorologie nationale, Bar le Duc, 1993.

= Les surplus hydrologiques (figure 412). Les pluies sont réparties sur 170 jours environ, surtout en automne. Quand tombent ces pluies d'automne le ralentissement de l'activité végétale est largement amorcé ; il favorise une recharge rapide du réservoir hydrique des sols et l'activation du surplus hydrologique est rapide, comme l'a montré l'étude du bassin versant de la Biesme (figure 334) et comme le montre le tableau 410, p. 319). Le total du surplus automnal est bien entendu lié au total annuel. En Argonne la part de l'automne dans le surplus hydrologique annuel dépasse 40 %. Le contraste est sensible avec la Champagne. Reims ne dégage aucun surplus d'automne, saison consacrée à la recharge du réservoir (fiche de BES de Reims, figure 35a et b). La Lorraine à un degré moindre est dans le même cas. **Le caractère de château d'eau du massif argonnais se précise.**

Tableau 410
Surplus hydrologiques d'automne (en mm) par régions naturelles de la dition (RU = 100 mm)

Postes	Mai à Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total automne	Total annuel	% du total annuel
ARGONNE							
Le Chêne	0	6	77	106	189	389	48,6
Le Claon	0	18	74	85	177	392	45,2
Clermont	0	10	76	101	187	406	49,0
La Grange-aux-B.	0	0	36	74	110	271	40,6
Givry	0	0	12	72	94	229	41,0
CHAMPAGNE							
Reims	0	0	0	0	0	66	0
Pontfaverger	0	0	0	33	33	135	24,4
LORRAINE							
Billy	0	0	22	80	102	259	39,4
Metz	0	0	0	56	56	182	30,8

À l'échelle mésologique l'effet de barrière du massif est bien exprimé par la comparaison des fiches de bilan hydrique de deux postes météorologiques voisins.

b - Comparaison des bilans de deux postes argonnais voisins

Le poste de Sainte-Menehould-Ville est situé dans la vallée de l'Aisne à 150 m d'altitude au pied occidental du massif, alors que celui de (Sainte-Menehould-) la Grange-aux-Bois est à cinq kilomètres environ à l'est, à 215 m d'altitude sur le plateau d'Argonne. Ce dénivelé de 65 mètres représente bien le palier que dessine, sur plus de cinquante kilomètres du nord au sud, la première barrière topographique à l'orient du Bassin de Paris. Son rôle est important sur le plan chorologique (voir *infra*) comme sur celui de l'histoire des paysages (chapitre six). Les quelques kilomètres qui séparent les deux stations amorcent puis suffisent à affirmer une ambiance bioclimatique argonnaise. La comparaison terme à terme des bilans hydriques stationnels de chaque station (tableau 411) montre la différence, positive ou négative, des valeurs prises par les variables du bilan hydrique (les fiches complètes de BES sont en annexe 4-4a et 4-4b, p. 38 et sq).

Tableau 411
Valeurs des variables du bilan hydrique pour la station de la Grange-aux-Bois rapportée à celle de Ste-Menehould

Variabes	Jan	Fév	Mars	Avr	mai	Juin	Jul	Aou	Sept	Oct	Nov	Déc	Tot	Var. %
T° moy*	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 0,3	- 3,6	
ETP mm	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 12	
Pr mm	+ 9	+ 4	+ 6	+ 5	+ 3	+ 5	+ 4	+ 2	+ 5	+ 7	+ 9	+ 7	+ 71	+ 9%
RU mm	0	0	0	- 6	- 7	+ 1	+ 1	+ 1	- 2	0	0	0		
ETR mm	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	+ 5	+ 5	+ 2	+ 2	- 2	- 1	0		
ΔH mm	0	0	0	0	- 2	- 7	- 6	- 4					- 23	- 42%
SH mm	+ 10	+ 5	+ 8	0	0	0	0	0	0	0	+ 30	+ 7	+ 59	+ 28%
ΔHS %	0	0	0	0	- 3	- 2	- 1	- 2	- 2	- 2	- 1	0		

* Différence due à l'application sur douze mois du gradient altitudinal des températures

Pour un gain d'altitude de soixante-cinq mètres les précipitations augmentent de 71 mm (9 %), pour tous les mois, surtout l'automne et l'hiver ; le surplus hydrologique augmente de

59 mm (28 %), répartis entre l'automne et l'hiver aussi ; **l'Argonne est un petit château d'eau**. Les deux stations ont un biofaciès humide mais le déficit hydrique relatif baisse de 23 mm à la Grange-aux-Bois, soit 42 %. Les deux bioclimogrammes reportés sur le transect (annexe 4-2) illustrent clairement cette individualisation mésoclimatique : "hampe" plus longue et "drapeau" plus dressé pour la Grange-aux-Bois traduisent une période déficitaire plus courte et moins sévère.

c - L'Argonne dans le découpage régional des saisons hydriques

Les histogrammes des précipitations saisonnières, hiver (H), printemps (P), été (E) et automne (A), de onze postes situés sur un large transect est-ouest de part et d'autre de l'Argonne (figure 415, p.325) montrent le passage d'un mode d'été en Champagne (E = 190 mm, soit 28 % du total annuel à Mourmelon), à un mode d'hiver en Lorraine (H = 232 mm, soit 28 % du total annuel à Damvillers). L'Argonne fait transition mais sans qu'un profil clair y soit perceptible, la Grange-aux-Bois (G) et Clermont s'opposant au Claon (C).

Au bilan cette Argonne de transition bioclimatique ne présente ni surplus hydrologiques inférieurs à 100 mm/an ni déficits hydriques supérieurs à 110 mm. De plus les forts surplus hydrologiques vont de pair avec les faibles déficits hydriques relatifs. Ce fait dénote une grande potentialité hydrologique. La région est "favorisée" à la fois dans son bilan bioclimatique et son bilan hydrologique offrant de « forts surplus allant à l'écoulement et lieux d'une satisfaction grande à l'égard des exigences de la végétation »⁴⁴.

1.3.4. Estimation des bioclimats régionaux en 1914

La typologie et la cartographie des sylvofaciès à la veille de la Grande Guerre pose la question de la quantification des variables climatiques du biofaciès. Comment avoir une image des bioclimats à la veille de la guerre ? c'est à dire, sur le plan cartographique, faut-il procéder à un glissement chromatique de la teinte (lignes dans la matrice du biofaciès de la légende des cartes HT) ? Nous n'avons pas vraiment exploré ce problème, considérant que les fourchettes de variations envisageables pour ces données étaient bien inférieures aux risques d'erreurs sur les autres variables, celles du bilan hydrique et celles des autres entrées dans le sylvofaciès. L'investigation se borne à la comparaison des fiches de bilan d'eau stationnel actuels (mémorial Garnier 1951-1980) avec celles des stations et postes disponibles dans les séries Angot (1891-1930, dont pour plus de la moitié relatives à la période postérieure à l'année 1914). Au total six stations Reims, Metz, Nancy, Givry, Mourmelon et Vouziers des séries Angot sont reprises dans le mémorial Garnier ; Saint-Mihiel, Sommedieue, Sommesous présents chez Angot ne sont plus référencées. La comparaison des données pour ces stations et postes fait-elle apparaître des différences significatives ?

a - Comparaison des stations principales, Reims et Metz

Le tableau 412 permet de comparer terme à terme les bilans d'eau stationnels pour les stations principales de Reims et de Metz.

Tableau 412
Les variables du BES de Reims et de Metz, périodes 1891-1930 et 1951-1980

Station	Recueil	année		PAVP		ETR	ΔH	SH	ΔHS	biofaciès
		Pr	T	Pr	T					
Reims	Angot	639	10,2	388	14,6	524	123	115	22%	subsec
	Garnier	569	10	345	14,2	438	129	66	21%	subsec
	Δ	- 70	+ 0,2	- 43	- 0,4	- 86	+ 6	- 49		
Metz	Angot	673	9,8	408	14,2	530	93	143	17%	déficient
	Garnier	725	9,7	422	14,2	463	60	182	10%	subhumide
	Δ	+ 52		+ 14		- 67	- 33	+ 39		

Δ : valeur Garnier moins valeur Angot

La station de Reims présente des températures moyennes annuelles très voisines mais qui accusent une différence assez sensible de 0,4 ° pour la PAVP ; les précipitations annuelles et celles de la PAVP diminuent de 11 %. La conséquence est une baisse de l'ETR (16 %), une

⁴⁴ P. PAGNEY, *Climats et cours d'eau ...*, op. cit., p. 85.

augmentation du déficit hydrique (4,8 %) et une diminution du surplus hydrologique (42 %). Le déficit hydrique relatif de la PAVP reste dans la classe des biofaciès subsec. Metz présente une situation différente ; le déficit diminue fortement et le biofaciès passe de déficient à subhumide.

b - Comparaison des postes de la dition

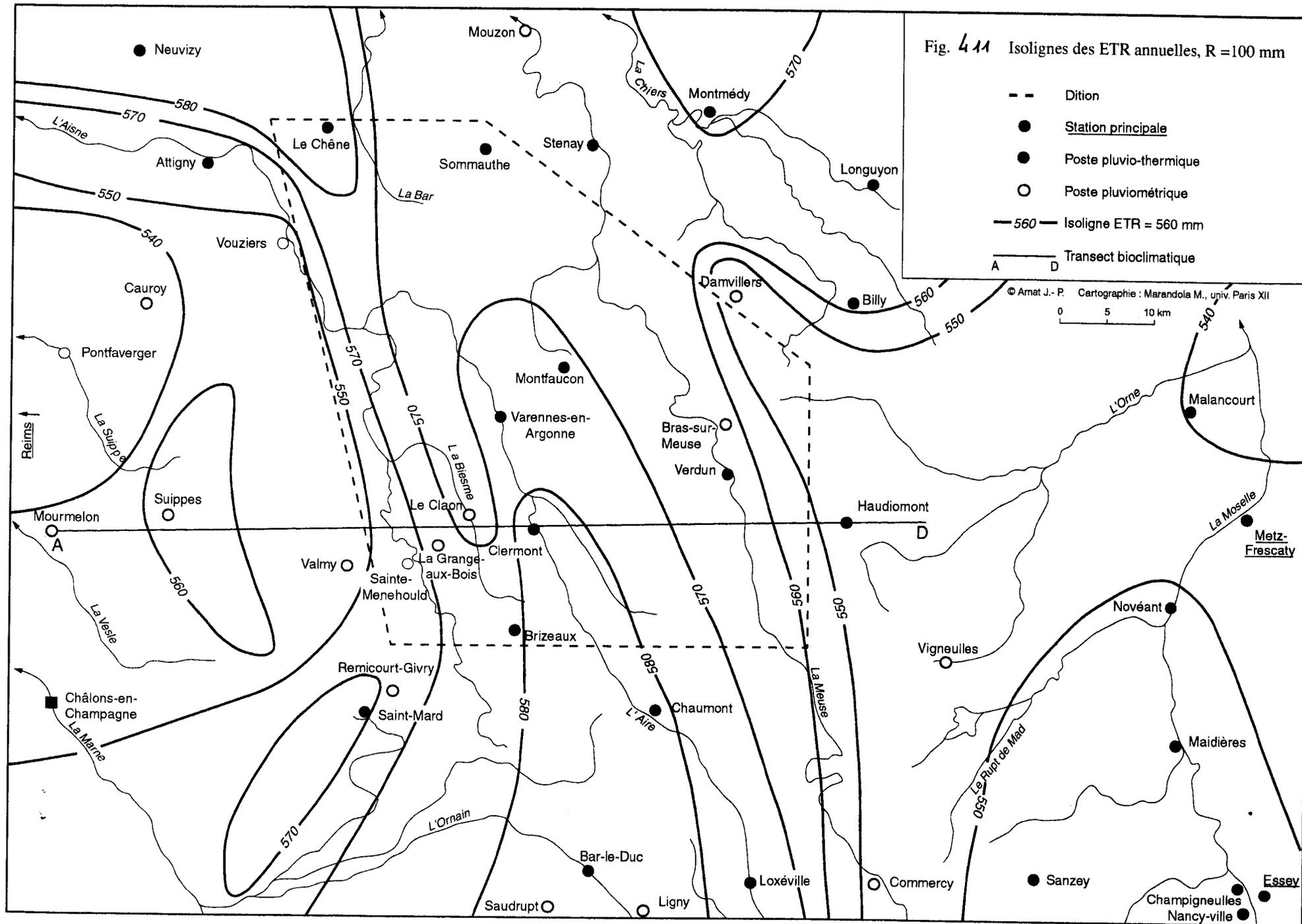
Tableau 413
Déficits hydriques relatifs (en %) comparés 1891-1930 et 1951-1980 pour quatre postes

MOURMELON	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	PAVP	Biofaciès
1891-1930	0	5	05	19	30	16	0	14	subhumide
1951-1980	2	7	17	30	22	15	0	16	déficient
GIVRY	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	PAVP	Biofaciès
1891-1930	0	5	14	19	19	10	0	12	subhumide
1951-1980	0	2	10	19	15	8	0	9	humide
VOUZIERES	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	PAVP	Biofaciès
1891-1930	0	13	20	31	28	19	0	19	déficient
1951-1980	2	7	18	29	22	9	0	15	déficient
COMMERCY	avr	mai	juin	juil	aout	sept	oct	PAVP	Biofaciès
1891-1930	0	2	12	19	22	12	0	12	subhumide
1951-1980	0	1	8	23	14	3	0	9	humide

La comparaison des quatre postes montre une relative stabilité ; les classes de déficit sont identiques ou voisines pour un poste donné, l'écart des déficits de la PAVP ne dépasse pas 4 % (Vouziers). Seul le biofaciès champenois de Mourmelon était plus humide ; à partir de l'Argonne c'est le biofaciès de la période actuelle qui est plus humide (comme pour Metz). Les déficits de juillet et d'août s'inversent. Les surplus hydrologiques sont proches, les écarts ne dépassent pas 10 % ; seul celui de Vouziers augmente. La seule constante sur les six stations est l'augmentation de l'humidité de la fin de l'été (août et septembre). Mais ces deux mois ne créent pas une variable indépendante. Ces résultats sur six postes dont trois au moins (Reims, Metz et Mourmelon) sont éloignés de la dition montre que toute généralisation aux postes actuels, par exemple un glissement de classe de valeurs du déficit hydrique relatif, est impossible et serait abusive. En conséquence **la valeur du bilan d'eau est considérée comme invariante sur toute la chronoséquence [1914-1995]**. Il en résulte sur le plan cartographique l'invariance de la couleur⁴⁵.

⁴⁵ L'invariance de la *couleur* ne préjuge pas de celle de la *valeur*, variable visuelle de la matrice du biofaciès attachée à la nature de l'humus (voir *infra*).

392



323

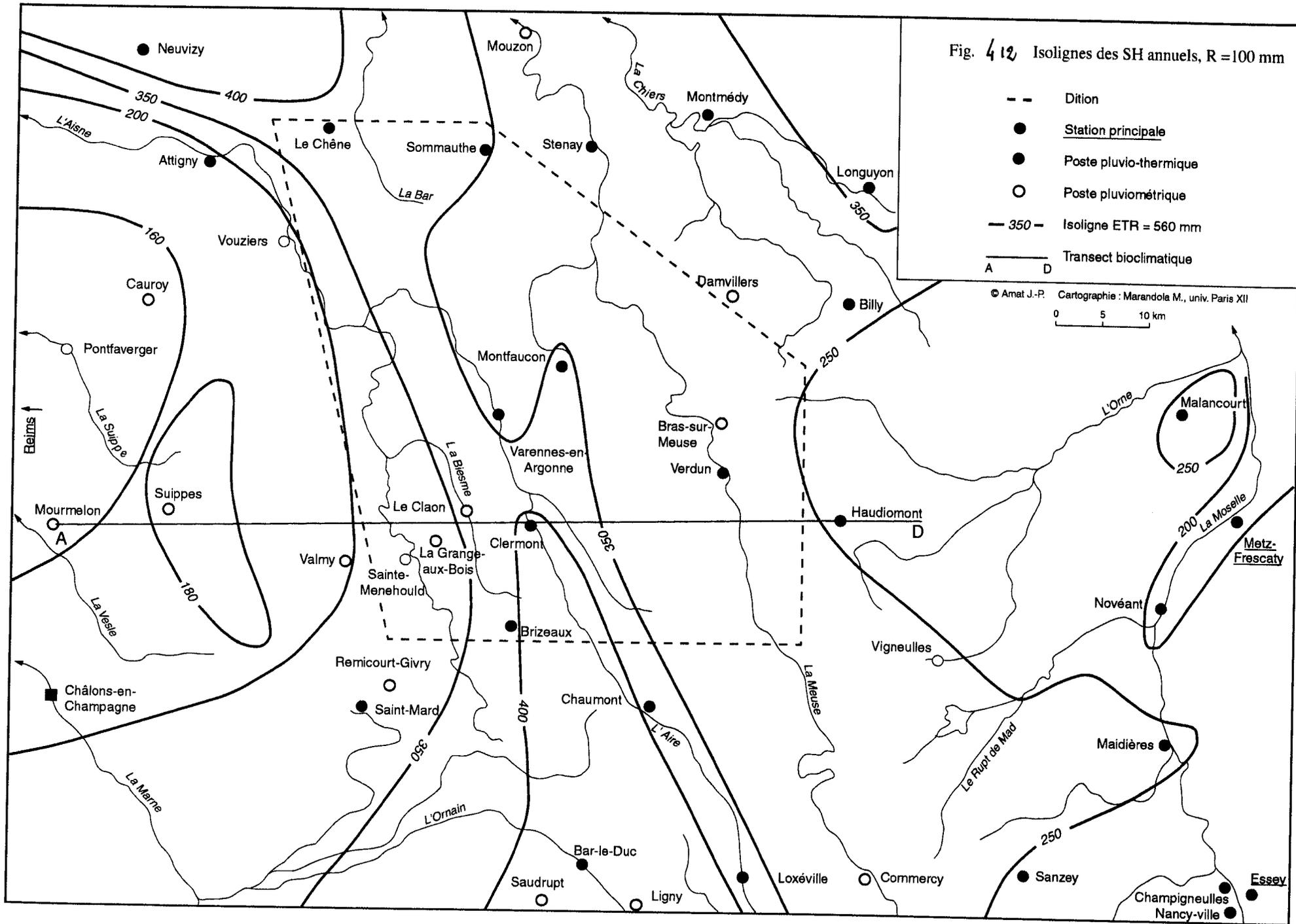
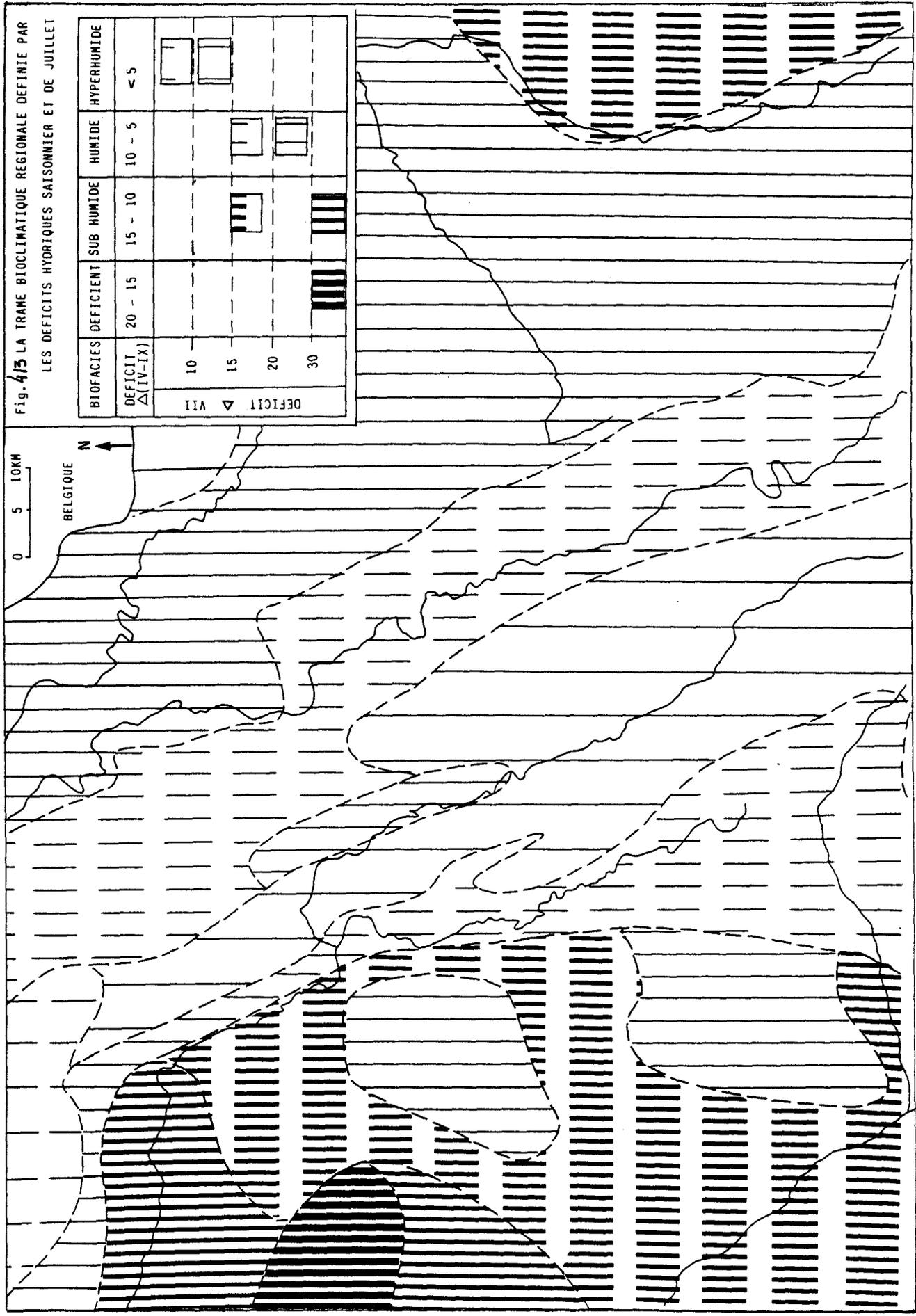
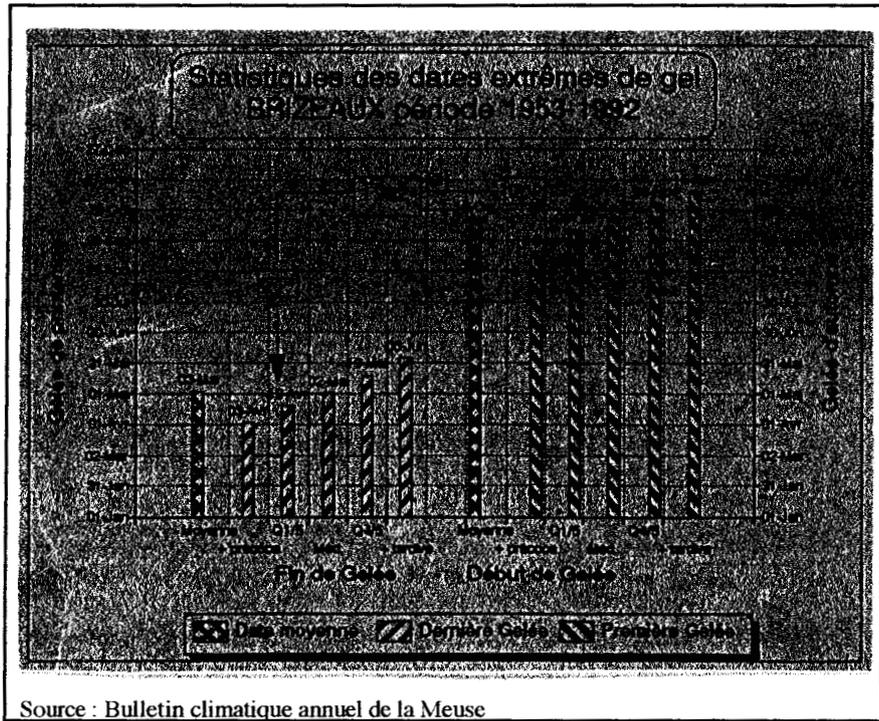


Fig. 4/5 LA TRAME BIOCLIMATIQUE REGIONALE DEFINIE PAR
LES DEFICITS HYDRICIQUES SAISONNIER ET DE JUILLET





Source : Bulletin climatique annuel de la Meuse

Fig. 414 Les dates de gel au poste de Brizeaux, période 1953-1962

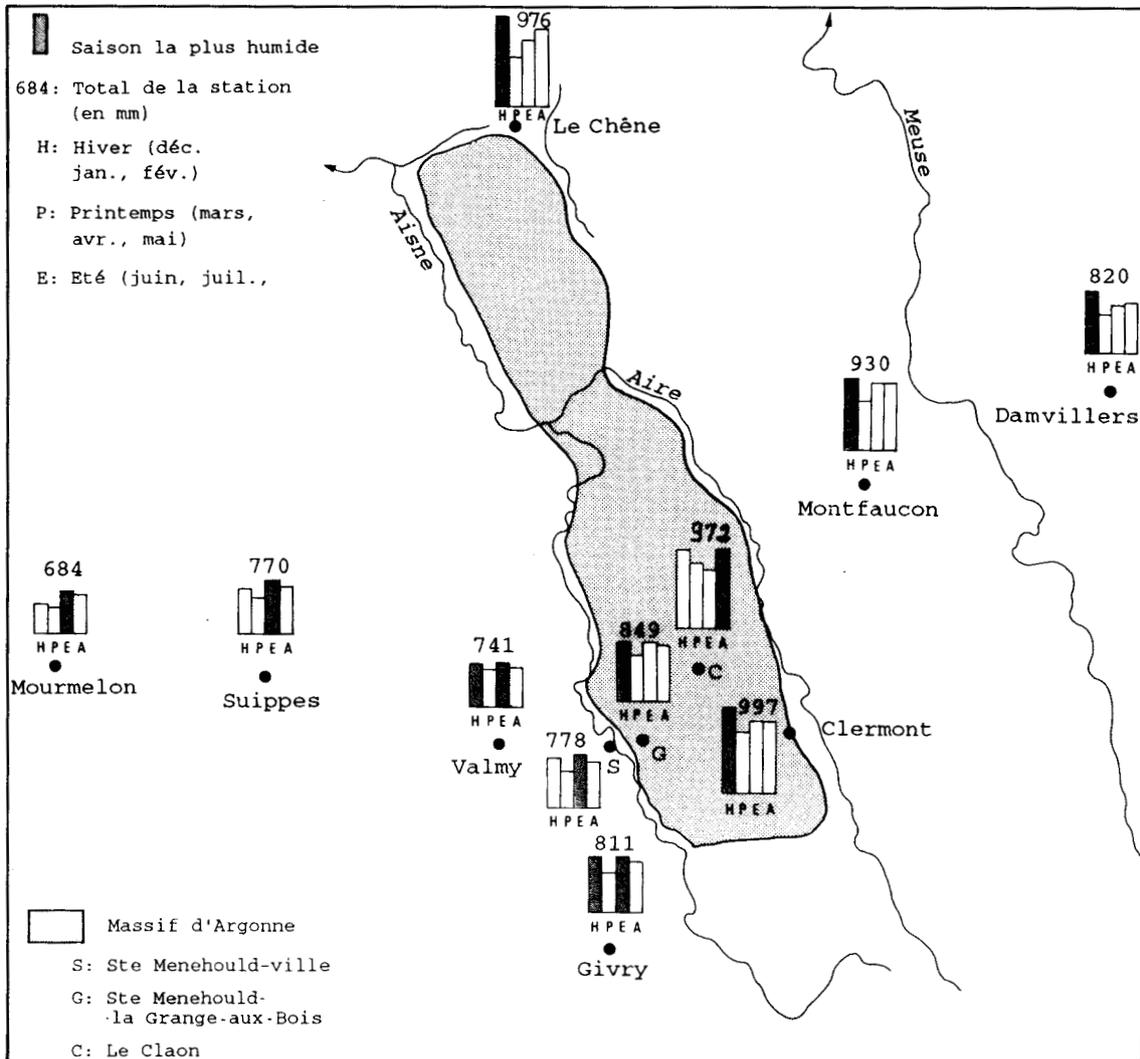


Fig. 415 - Un transect des saisons hydriques entre Champagne et Woëvre

1.4. Les potentialités forestières du biofaciès

L'interrogation sur les relations entre la production ligneuse forestière et le climat est ancienne. Calibrer une potentialité bioclimatique revient à établir des outils de mesure de l'offre climatique à la croissance du végétal ligneux. Un axe de recherche a porté sur l'établissement d'indices combinant des variables climatiques et des paramètres dendrologiques. Sture PETERSON proposa une des premières corrélations, formulée par l'indice CVP (Climate, Vegetation, Production)¹. Jean PARDÉ en adapta l'indice CVP² et montra la corrélation linéaire entre cet indice et la production ligneuse dans les peuplements forestiers de la France du nord (figure 416). Puis Gérard HOUZARD, travaillant sur les mêmes bases de données des postes météorologiques proposa, au début des années 1980, l'indice de potentialité bioclimatique, IPB³.

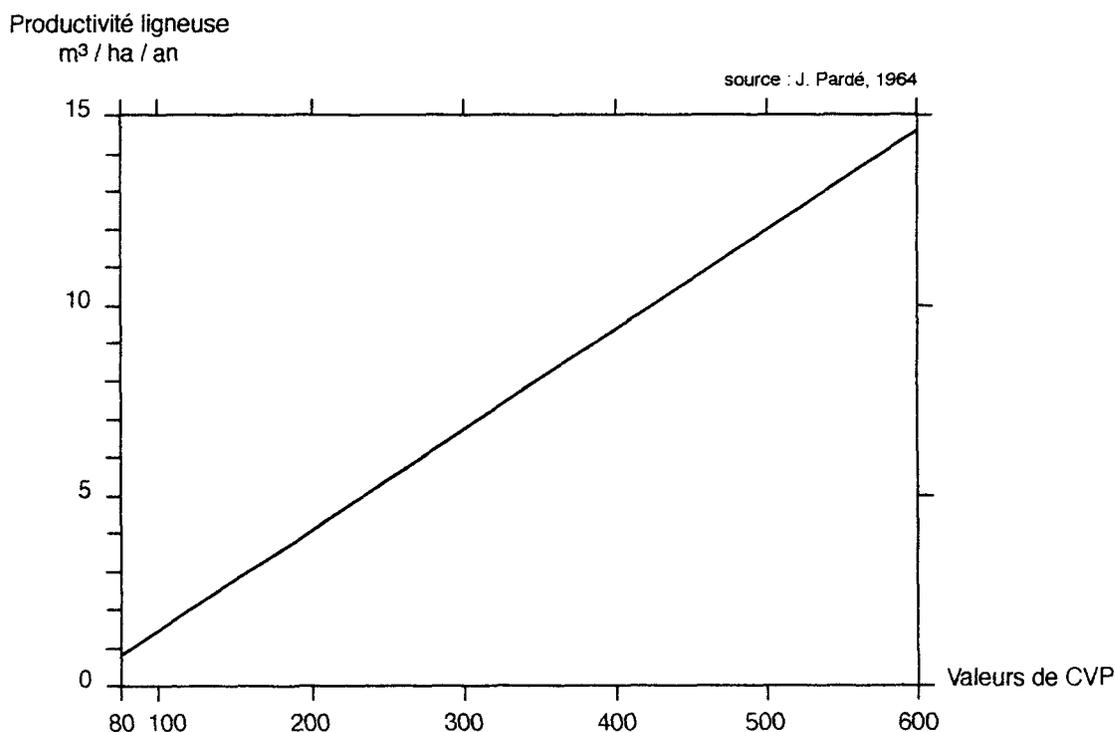


Fig. 416 Représentation graphique de la corrélation CVP / productivité ligneuse

¹ Pierre BIROT, in *Formations végétales du globe*, op. cit., écrit : « Pour des raisons pratiques évidentes, les forestiers ont tenté d'évaluer la productivité annuelle en bois des arbres en fonction des données climatiques. » (p. 483). Ch. P. PÉGUY, précise : « Le forestier suédois Sture Paterson a proposé, en 1956, une formule permettant d'estimer, en fonction des paramètres climatiques usuels, le croît forestier potentiel en m3 par hectare et par an » in *Précis de climatologie*, Paris, Masson, 1970. La formule de l'indice est donnée par G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit., p. 59.

² A la suite de la phrase citée (note 60), P. BIROT présente la formule de Paterson donnant l'indice CVP. Jean PARDÉ, *RFF*, 1959, "Indice climatique et production ligneuse", *Compte-rendus hebdomadaires des séances de l'Académie d'Agri. de France*, 15 avril 1964. L'aire d'application de l'indice exclut la région méditerranéenne et la montagne.

³ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, op. cit.

1.4.1. Potentialité bioclimatique stationnelle et *Indice de potentialité bioclimatique*a - Nature de l'indice

Partant du constat que la productivité potentielle d'une forêt est doublement tributaire de la chaleur et de la disponibilité en eau, Gérard Houzard considéra que toute recherche d'indice de potentialité de l'environnement climatique d'une station doit prendre en compte la réserve utile du sol. Cette analyse le conduisit à construire un indice qui prît en compte les évapotranspirations potentielles et réelles et le déficit hydrique. Il le nomma *Indice de potentialité bioclimatique*, ou I.P.B.⁴. « Les divers recoupements et comparaisons que nous avons effectués montrent que I.P.B. traduit les ressources et le déficit en eau : comme l'As de E. de Martonne et P. George, c'est fondamentalement un indice d'humidité-aridité »⁵. Sa formule "empirique", établie « après de nombreux tâtonnements », est donnée sous la forme :

$$IPB = \sqrt{ETR (ETR - \Delta H)}$$

Si $\Delta H = 0$, alors $IPB = ETR = ETP$. L'IPB d'une station ne peut dépasser la valeur de l'évapotranspiration potentielle de cette station.

b - Signification des valeurs d'indice

Après avoir calculé les valeurs d'indice de plus d'une centaine de stations et postes météorologiques avec la réserve en eau utile standard de 100 mm, Gérard Houzard dressa une carte de France à petite échelle des IPB (figure 417, p.330)⁶. Afin de tester la validité du calcul de l'indice il compara sa carte à celle établie par Jean Pardé pour l'indice CVP⁷. Après des ajustements⁸ il proposa un tableau de correspondance entre les valeurs prises par l'indice CVP' et les productivités potentielles des ligneux forestiers (tableau 414).

Tableau 414
Seuils de CVP' et de productivité potentielle ligneuse

Seuils proposés par J. Pardé	Seuils modifiés par G. Houzard	Productivité potentielle m ³ /ha/an
600 et plus	700 et plus	15
	699 - 600	14
599 - 400	599 - 500	12
	499 - 400	10
399 - 300	399 - 350	8
	349 - 300	6,5
299 - 200	299 - 250	5

Source, G. Houzard, thèse, *op. cit.*, p. 61.

Ce tableau est accompagné d'un "croquis de généralisation" de la distribution de l'indice pour les régions de plaine et plateaux de la France atlantique et continentale qui modifie la carte de Jean Pardé "Productivité forestière potentielle exprimée par l'indice CVP⁹". Gérard Houzard souligne le fait que l'indice varie parfois de manière contradictoire avec les réalités physiologiques et phénologiques ; de ce fait des correctifs sont nécessaires pour les régions de transition continentale – telle la Lorraine – qui « se trouvent pénalisées par l'importance, difficilement justifiable, que prend l'amplitude thermique lors de l'établissement de l'indice : la rigueur du froid hivernal ne réduit en aucune façon l'action positive de la chaleur estivale. Pourtant le premier terme de la formule [de Paterson] intègre ces données : le rapport entre le mois le plus chaud et l'amplitude annuelle (Tv/Ta) passe de 1,44 à Dax à 1,07 à Nancy »¹⁰. Le relevé des valeurs le long d'un transect est-ouest souligne cette « péjoration de l'efficacité thermique, et, en conséquence, la chute de l'indice CVP'

⁴ Indice que nous noterons IPB, sans points après les lettres suivant les règles de typographie retenues.

⁵ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, *op. cit.*, p. 68 ; deux citations.

⁶ ID., *ibid.*, p. 73. Cette carte à petite échelle a été reprise par l'auteur dans "Vers un classement des bioclimats des forêts caducifoliées françaises", *RFF*, 5, vol. 36, p. 362-374.

⁷ Carte en points portant sur 270 stations reproduite in *Les massifs forestiers...*, *op. cit.*, p. 60.

⁸ Cest ajustements conduisirent l'auteur à reprendre les calculs pour établir de nouvelles classes, thèse, *op. cit.*, p. 72 et sq.

⁹ Croquis de généralisation p. 62.

¹⁰ G. HOUZARD, *Les massifs forestiers...*, *op. cit.*, p. 68 ; deux citations.

d'ouest en est ». Ainsi CVP' tombe-t-il de 51% entre Quimper et Épinal comme le montre le transect du tableau 415.

Tableau 415
Transect est-ouest de l'indice CVP'

Paramètres et indice	Quimper	Rennes	Le Mans	Orléans	Chaumont-Marne	Épinal
Altitude en m	40	60	51	121	266	396
Coeff. efficacité thermique*	0,78	0,558	0,552	0,500	0,393	0,378
Pr. annuelles**	850	850	850	850	850	850
C.V.P.'	663	475	443	425	350	321

*Tmoy. juillet / amplitude annuelle ; ** Volume arbitrairement fixé à 850 mm pour ne pas multiplier les variables.
Source, G. Houzard, thèse, p. 69.

L'auteur conclut que la fidélité de l'indice CVP' se trouve compromise « par l'importance excessive accordée aux précipitations annuelles qui, dans de nombreux cas, dépassent les besoins des plantes, et aussi par le rôle négatif joué par l'amplitude thermique dans les stations continentales aux hivers rudes »¹¹. Il met aussi en garde sur le fait que des indices de potentialité bioclimatiques identiques ou très proches ne désignent pas toujours des bioclimats analogues¹². L'introduction du déficit hydrique relatif permet d'éclairer et de tempérer les résultats et les regroupements deviennent alors pertinents. Des stations ayant des valeurs égales ou très voisines d'IPB sont considérées appartenir à un espace d'équipotentialité bioclimatique. Mais la construction même de la formule montre que, pour une même valeur d'IPB, si les évapotranspirations réelles sont différentes les surplus hydrologiques le sont aussi et peuvent présenter des contrastes marqués.

Nous retiendrons cette réflexion qui s'applique à la grande région à laquelle appartient la diton : « Le fait le plus significatif [de la comparaison des cartes de l'IPB et de CVP'] nous semble être la réhabilitation du Bassigny et du Barrois, des Côtes de Meuse et des Ardennes, des Plateaux de Lorraine et de Bourgogne. L'opposition tranchée, mais difficilement acceptable, entre le domaine océanique et le domaine continental disparaît : du Bourbonnais à l'Argonne, se succèdent des "isophytes" généralement supérieurs à 450 et dépassant souvent 500 »¹³. Au total, sur le plan de la productivité forestière, le découpage bioclimatique des plaines et collines françaises montre que « les régions les plus favorables à la croissance des essences mésophiles et mésohygrophiles (à IPB entre 450 et 600 en moyenne) se trouvent au sud d'une ligne passant par Niort, Angers, Argenton-sur-Creuse, Avallon, Epoisse et Givry en Argonne ». Le grand intérêt de l'indice IPB est qu'il permet de classer les bioclimats en terme d'offre au végétal. Ensemble, « l'indice des potentialités bioclimatiques et le déficit hydrique saisonnier apportent les éléments de base d'une classification des bioclimats forestiers à l'échelle d'une région ou d'un «pays» ». L'auteur propose une série d'équivalences entre le déficit hydrique relatif et l'indice de potentialité bioclimatique (tableau 416).

Tableau 416
Équivalence entre les classes de déficit et l'indice de potentialité forestière

Déficit hydrique relatif (Houzard)		Indice de potentialité (Houzard)		Indice CVP' (Pardé)
seuil d'indice	biofaciès	seuil d'indice	potentialités de croissance ligneuse	product. potentielle (m ³ /ha/an)
		IPB > 600	exceptionnelles	plus de 14,5
$\Delta H\% < 5$	hyperhumide	$600 \geq IPB > 500$	très fortes	12 à 14,5
$5 \leq \Delta H\% < 10$	humide	$500 \geq IPB > 450$	fortes	9,5 à 12
$10 \leq \Delta H\% < 15$	subhumide	$450 \geq IPB > 400$	moyennes	8,5 à 9,5
$15 \leq \Delta H\% < 20$	déficient	$400 \geq IPB > 290$	faibles	6,5 à 8,5
$20 \leq \Delta H\% < 25$	subsec	$290 \geq IPB$	très faibles	inférieures à 6,5
$25 \leq \Delta H\% < 30$	sec			
$30 \leq \Delta H\%$	très sec			

¹¹ ID, *ibid.*, p. 68.

¹² ID, *ibid.*, p. 78 et sq.

¹³ ID, *ibid.*, p. 73-74 ; trois citations.

Les principes d'une application de l'indice IPB à la sylviculture esquissés par Gérard Houzard dans sa thèse ont été développés dans un article critique de la Revue forestière française où l'auteur invitait les forestiers à expérimenter la méthode. Quelques dix ans plus tard une réponse a été apportée par le CRPF de Normandie, qui a conduit une étude sur le diagnostic bioclimatique des stations forestières de Basse-Normandie, publiée en 1994¹⁴.

1.4.2. Géographie de l'indice de potentialité bioclimatique sur la dition

La fiche de bilan hydrique stationnel mentionne l'indice de potentialité bioclimatique, calculé par la formule de Houzard, et la classe de potentialité (BES de Reims, figure 35, et annexe 3-1).

a - La dition sur la carte France des IPB

Sur la carte établie par Gérard Houzard (figure 417) la dition est située tout entière dans l'aire de classe d'indice [400-449] dans le secteur du Bassin parisien oriental où cette aire dessine un isthme étroit. La dition est frangée au nord-ouest et au sud par des secteurs [450-499] : au nord-ouest, petite pastille de l'Ardenne et des Crêtes pré-ardennaises, au sud large avancée qui prend en écharpe les auréoles du Bassin du Berry au Barrois en passant par le Plateau de Langres. Reims et Metz ont, dans nos calculs de BES [protocole sPro-S, R = 100 mm], des IPB respectifs de 428 et de 449.

b - Tableau des bioclimats forestiers de l'Arc meusien septentrional

La figure 418 (p.334) montre la répartition des postes régionaux pour les deux variables de déficit hydrique relatif $\Delta H\%$ et d'indice de potentialité biologique avec la réserve standard de 100 mm¹⁵. L'étalement prononcé de la diagonalisation illustre la grande diversité des situations. Deux ensembles s'individualisent, le premier défini par les intervalles [0-10] pour $\Delta H\%$ et [540-450] pour IPB rassemblant tous les sites de la dition et d'autres stations de la région et le second [10-20] pour $\Delta H\%$ et [460-400] pour IPB groupant surtout les sites de la Champagne. Aux extrêmes des nuages de points se trouvent le poste de Neuvizy aux marges ardennaises avec un biofaciès hyperhumide et un IPB de 532 et celui de Pontfaverger au coeur de la Champagne sèche (déficient et IPB de 399)¹⁶. Le massif argonnais et la diagonale du Barrois jusqu'à Loxéville connaissent les valeurs les plus élevées d'IPB, supérieures à 490. Les classes de potentialité de croissance ligneuse s'échelonnent ainsi des très fortes (productivité potentielle supérieure à 12 m³/ha/an) pour Neuvizy et les onze autres postes du premier groupe, aux faibles (productivité potentielle inférieure à 8 m³/ha/an) pour Pontfaverger. La Champagne est située dans des potentialités moyennes.

1.4.3. Les IPB des sites de sylvofaciès dépendant des postes de Bras et du Chêne

Comme les valeurs du déficit hydrique celles de l'IPB varient avec la réserve hydrique. Les tableaux suivants [protocole sPro-S] le montrent pour les sites dépendants des deux stations de Bras-sur-Meuse (forêt de Verdun) et du Chêne (forêt de l'Argonne nord), prises en illustration des protocoles d'ajustement des variables aux sites de sylvofaciès (chapitre trois, § 3.4.)

a - Indice de potentialité bioclimatique des sites dépendant de la station de Bras-sur-Meuse

L'indice IPB varie de 527 à 372 pour l'ensemble de ces quarante-cinq sites potentiels (tableau 417), soit une amplitude de 155.

¹⁴ Collectif, *Données climatiques et bioclimats forestiers de Normandie. Application au diagnostic de station*, CRPF de Normandie, Caen, 1994.

¹⁵ Tableau des données en annexe 41a.

¹⁶ La station de Reims, à la valeur d'IPB la plus basse, 359, n'est pas portée sur le diagramme.

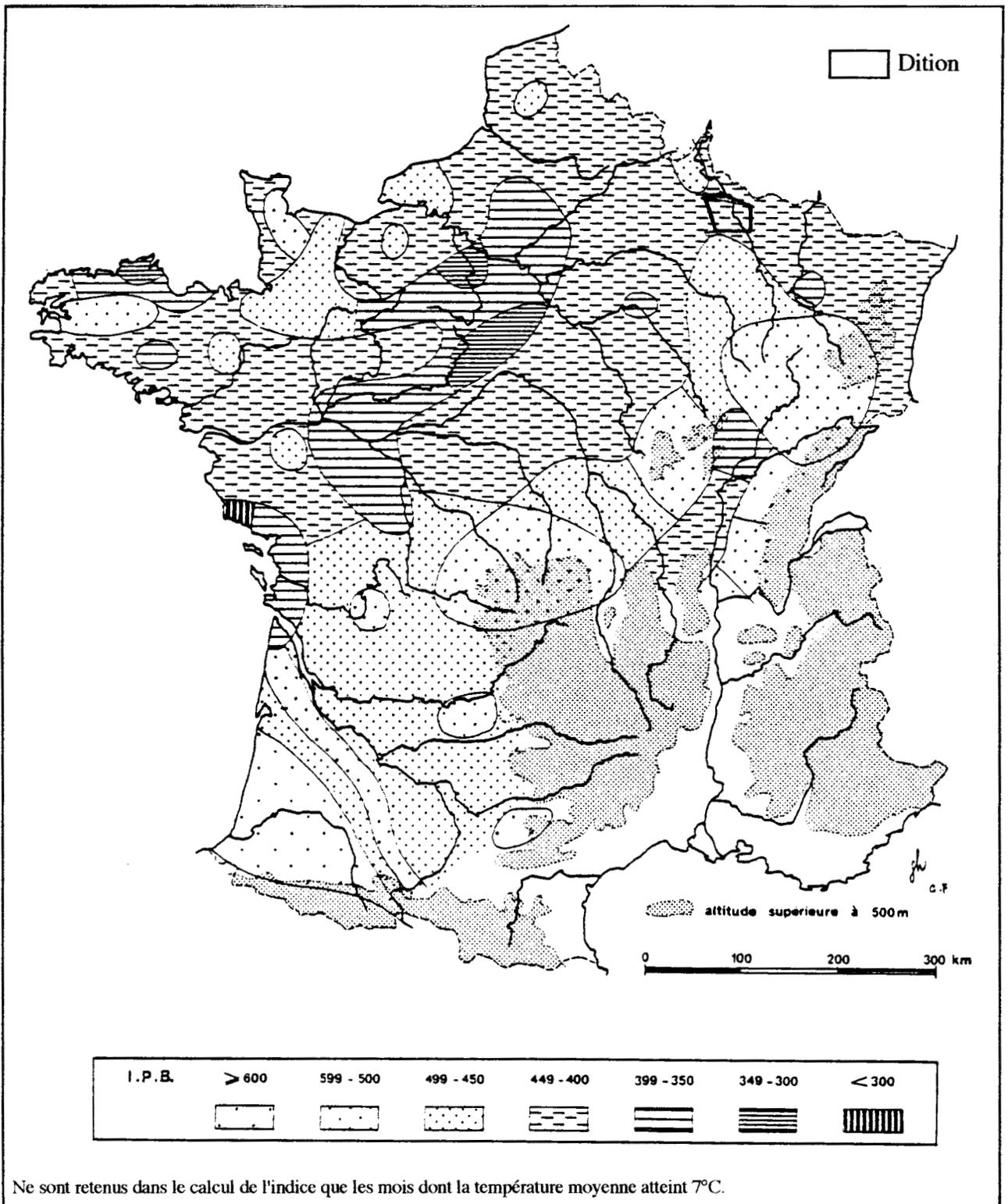


Fig. 417 L'indice IPB pour la France, d'après G. Houzard

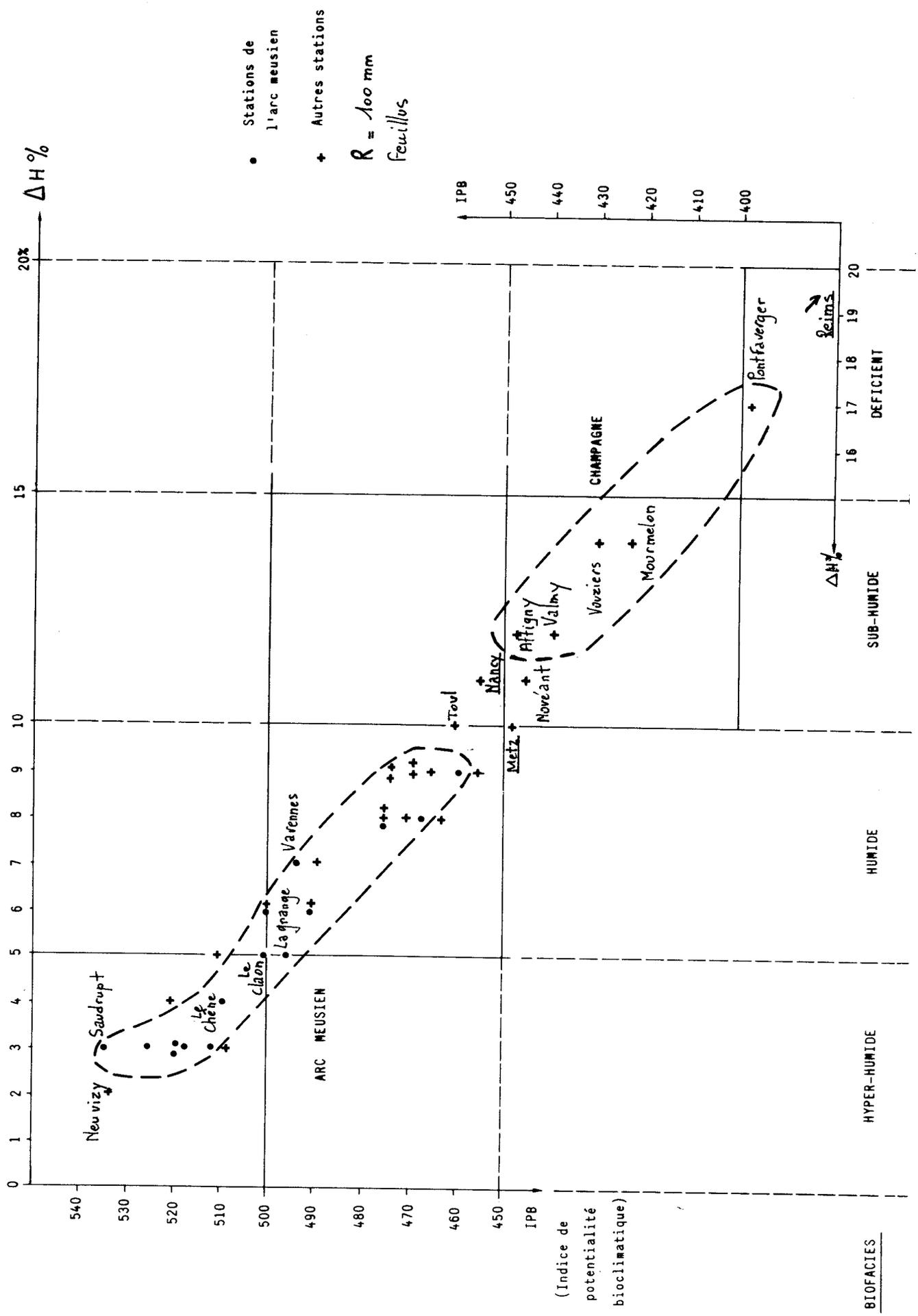


Fig.418 Les bioclimats forestiers de l'Arc meusien septentrional

Tableau 417
Valeurs de l'IPB sur les sites théoriques de sylvofaciès dépendant du poste de Bras-sur-Meuse

BRAS	SITES 1 (192 m)			SITES 2 (250 m)			SITES 3 (300 m)		
	Classes de réserve (mm)	Pentes		Pentes		Pentes			
	<i>nulle*</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S
150	<i>499</i>	430	527	496	425	525	493	422	523
100	<i>486</i>	424	506	483	419	505	480	416	505
75	<i>469</i>	413	484	466	410	485	465	407	485
50	<i>446</i>	398	456	443	395	459	442	393	459
25	<i>417</i>	375	425	414	374	426	414	372	428

* en italique, les valeurs pour le poste lui-même.

Le sens des variations est différent pour l'IPB et pour le déficit car l'évapotranspiration réelle intervient dans le calcul de l'indice. Pour des sites (notés S) dont les variables stationnelles ont des valeurs extrêmes et "opposées" nous obtenons une différence d'IPB de 155, à savoir un IPB de 527 pour S[150 mm, 192 m, 20° S] et de 372 pour S[25 mm, 300 m, 20° N]. Les IPB de stations de pente nord 20° sont toujours inférieurs à ceux de pente sud 20°, du fait de la forte variation de l'insolation théorique. Mais tous les cas de figure de ce tableau ne se trouvent pas sur le terrain. Ainsi les réserves utiles disponibles n'excèdent-elles pas 100 mm. Sur des pentes exposés au sud de 20° ou plus elles ne dépassent pas 50 mm. Le tableau des possibilités stationnelles réelles d'IPB est donc plus étroit (tableau 418).

Tableau 418
Valeurs de l'IPB sur les sites réels de sylvofaciès dépendant du poste de Bras-sur-Meuse

BRAS	SITES 1 (192 m)			SITES 2 (250 m)			SITES 3 (300 m)		
	Classes de réserve (mm)	Pentes		Pentes		Pentes			
	<i>nulle*</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S
100	<i>486</i>	424		483	419		480	416	
75	<i>469</i>	413		466	410		465	407	
50	<i>446</i>	398	456	443	395	459	442	393	459
25	<i>417</i>		425	414		426	414		428

* en italique, les valeurs pour le poste lui-même.

Les valeurs opposées d'IPB sont de 486 (potentialités fortes) et 393 (faibles). L'écart maximal réel est de 93. Le tableau 419 traduit ces données en une grille des potentialités de croissances ligneuses stationnelles.

Tableau 419
Potentialités de croissance ligneuse* des sylvofaciès du poste de Bras

BRAS	SITES 1 (192 m)			SITES 2 (250 m)			SITES 3 (300 m)		
	Classes de réserve (mm)	Pentes		Pentes		Pentes			
	<i>nulle*</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S
100	<i>F</i>	M		F	M		F	M	
75	<i>F</i>	M		F	M		F	M	
50	<i>M</i>	Fa	F	M	Fa	F	M	Fa	F
25	<i>M</i>		M	M		M	M		M

* F, fortes, M, moyennes, Fa, faibles ; soit productivités comprises entre 9,5 et 6,5 m³/ha/an.

Trois classes de potentialités sont présentes. L'altitude modifie la valeur intra-classe mais pas la répartition des classes. En revanche l'influence de l'exposition apparaît nettement : recul d'une classe en exposition nord et nette compensation de la diminution de la réserve hydrique par l'insolation en exposition sud. Les productivités ligneuses potentielles sont contrastées, entre des sites de 9, 5 à 12 m³/ha/an et des sites de 6,5 à 8,5 m³/ha/an.

b- Les sites dépendant de la station du Chêne

L'indice IPB sur l'ensemble des sites potentiels de sylvofaciès dépendant de la station du Chêne varie de 557 à 386 (le tableau brut des données n'est pas joint), soit une amplitude de 171. Les valeurs pour les sites réels sont données par le tableau 420.

Tableau 420
 Valeurs de l'IPB sur les sites réels de sylvofaciès dépendant du poste du Chêne

LE CHÊNE	SITES 1 (174 m)			SITES 2 (200 m)			SITES 3 (250 m)		
	Classes de réserve (mm)	Pentes		Pentes		Pentes			
	<i>nulle*</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S
150	<i>517</i>			<i>513</i>					
100	<i>507</i>	430		<i>504</i>	427		501	426	
75	<i>492</i>	422	526	<i>490</i>	419	526	<i>489</i>	417	526
50	<i>472</i>	407	504	<i>470</i>	406	505	<i>469</i>	405	503
25	<i>444</i>		474	<i>444</i>		475	<i>443</i>		477

* en italique, les valeurs pour le poste lui-même.

Les valeurs extrêmes de l'indice sont de 517 (potentialités fortes) et 405 (faibles). L'écart maximal réel est de 112. Les remarques sur le jeu des variables sont évidemment identiques à celles du site de Bras. Considérons les deux valeurs 444 de l'indice, pour des sites S[174 m, R = 25 mm] et S[200 m, R = 25 mm] ; elles ont des barrettes de déficit hydrique différentes ; il faut y voir l'influence croisée de la réserve en eau et du rayonnement. Par comparaison – ne figurant pas sur le tableau des sites réels – S[250 m, nord, R = 150 mm] ont un IPB de 429 avec un ΔHS de 1%. Le tableau 421 traduit ces données selon la grille des potentialités de croissances ligneuses stationnelles.

 Tableau 421
 Potentialités de croissance ligneuse* des sylvofaciès du poste du Chêne

LE CHÊNE	SITES 1 (174 m)			SITES 2 (200 m)			SITES 3 (250 m)		
	Classes de réserve (mm)	Pentes		Pentes		Pentes			
	<i>nulle*</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S	<i>nulle</i>	20° N	20° S
150	<i>TF</i>			<i>TF</i>					
100	<i>TF</i>	M		<i>TF</i>	M		TF	M	
75	<i>F</i>	M	TF	<i>F</i>	M	TF	<i>F</i>	M	TF
50	<i>F</i>	M	TF	<i>F</i>	M	TF	<i>F</i>	M	TF
25	<i>M</i>		F	<i>M</i>		F	<i>M</i>		F

* TF, très fortes, F, fortes, M, moyennes ; soit productivités entre 9,5 et 6,5 m³/ha/an.

Les trois classes de potentialités présentes sont plus élevées que celles de Bras. Les productivités ligneuses potentielles sont bien différenciées, entre des sites de 12 à 14,5 m³/ha/an et des sites de 8,5 à 9,5 m³/ha/an.

On voit par ces exemples que l'affirmation de Gérard Houzard (note 13, première et deuxième citations) est à préciser : l'Argonne (poste du Chêne) présente pour la majorité des sites (vingt sur trente-deux, soit 62%) des IPB supérieurs à 450. Ce qui n'est pas le cas des Hauts de Meuse (sites de Bras) avec neuf cas sur vingt-sept (33 %).

1.4.4. Une application : bioclimats forestiers normands et orientation de production

Le CRPF de Normandie, au vu des possibilités d'application des résultats des travaux de Gérard Houzard, décida en 1989 la réalisation d'un catalogue d'aide à la décision pour les orientations régionales de production. Ce catalogue devait aussi être un document de travail pour l'établissement de diagnostics approfondis « qui intègre le climat aux autres éléments de l'analyse des facteurs de production d'une station »¹⁷. Nous rapportons ici deux tableaux de synthèse qui donnent les bilans du découpage bioclimatique obtenu après traitement des données climatiques pour les essences feuillues, avec des réserves utiles de 100 et de 70 mm¹⁸.

¹⁷ Collectif, *Données climatiques et bioclimats forestiers de Normandie...*, op. cit., p. 7. Ce catalogue présente en annexe l'ensemble des données météorologiques disponibles en Normandie.

¹⁸ Les autres tableaux sont : feuillus, 140 et 70 mm ; résineux, 140, 100, 70 et 50 mm. Des tableaux ont été enlevés les codes de cartographie qui introduisent les cartes de synthèse.

Tableau 422
Découpage bioclimatique pour les essences feuillues, Normandie, R = 100 mm

Bioclimat, R=100	$\Delta H\%$	IPB	Essences	Noms des essences											
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
humide	< 3	500-550	hygrophiles	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	< 3	450-500	à	O	O	O	O	O	O	O	O	O	?	?	
	3-10	420-500	mésogyrophiles			O	O	O		O	O	O	?		
de transition	10-15	400-520	mésogyrophiles			O	O			O	?	O			
	14-18	460-500	à			O	O			O		O			
	15-20	350-460	mésophiles			?	?			O		O			
sec	20-25	350-450	tolèrent les										O		
	25-30	< 350	ambiances sèches												
très sec	> 30	< 320	xérophiles												

Essences : 1 Châtaignier, 2 C. pédonculé, 3 C. sessile, 3 C. rouge d'Amérique, 4, Érable sycomore, 5 Frêne, 6 Hêtre, 8 Merisier, 9 Noyer commun, 10 N. d'Amérique, 11 Peupliers.

Potential de production forestière d'un site : O, généralement convenable ; ?, possible, mais à apprécier selon autres facteurs du climat.

Tableau 423
Découpage bioclimatique pour les essences feuillues, Normandie, R = 50 mm

Bioclimat, R=50	$\Delta H\%$	IPB	Essences	Noms des essences										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
humide	< 5	500-550	hygrophiles	O	O	O	O	O	?	O	O	O	O	?
	< 5	450-500	à	O	O	O	O	O	?	O	O	O	?	
	5-10	400-510	mésogyrophiles		?	O	O	O		O	O	O		
de transition	10-15	490-520	mésogyrophiles			O	O			O	?	O		
	9-15	390-460	à							O		O		
	15-20	350-460	mésophiles							?		?		
sec	20-25	320-460	tolèrent les							?				
	25-30	290-390	ambiances sèches											
très sec	30-35	250-290	xérophiles											
	> 35	< 250												

Même légende que le tableau 421.

Le découpage de l'espace en classes de valeurs selon la réserve utile du sol est associé aux tableaux d'adaptation des essences forestières au climat donnés par le croisement de l'indice de potentialité bioclimatique, du déficit hydrique et de l'autoécologie des essences. Cette démarche a permis de définir des zones d'équipotentialités bioclimatiques qui ont été cartographiées à l'échelle régionale. Une telle étude de bioclimatologie appliquée pourrait être conduite sur notre région d'étude, d'une part à l'échelon administratif régional, d'autre part, grâce à la méthode de généralisation aux sites de sylvo-faciès dépendant de postes météorologiques, à l'échelle de toute forêt.

2 - CHOROLOGIE ET BIOFACIÈS

Près d'un siècle de travaux de botanistes et de phytogéographes a prouvé le caractère transitionnel de l'arc morphologique méridien qui s'étend de l'Argonne à la Woëvre. Une recension – non exhaustive – de ces travaux permet de préciser quelques questions qui restent en suspens. Les variables du bilan hydrique stationnel, en particulier le déficit hydrique, sont-elles bien adaptées pour comprendre les particularités chorologiques de cet arc¹ ? A titre d'application, par une expérience exploitant des cartes chorologiques en réseau nous tenterons d'apporter des éléments de réponse.

2.1. Une terre aux marges de deux domaines phytogéographiques

Image de ces terres de rencontres, d'influences et de brassages, le môle de l'Argonne participe du domaine phytogéographique atlantique (la Jacinthe des Bois *Hyacinthoides non-scripta* et la Bruyère cendrée *Ericacinerea* sont présentes dans quelques cortèges floristiques², le Néflier *Mespilus germanica* est fréquent³) et du domaine médio-européen (bien représenté avec l'Orme lisse *Ulmus laevis* dans les fonds humides et ombreux des vallons, la Luzule blanchâtre *Luzula luzuloides* sur les versants secs). Il est un butoir pour les remontées thermophiles, méridionales ou pas (celle des Alisiers, torminal *Sorbus torminalis* et surtout blanc *S. aria*) et un étroit bastion pour quelques orophytes (dont le Calamagrostis faux-roseau⁴ *Calamagrostis arundinacea* et le Sureau à grappes *Sambucus racemosa*).

2.1.1. Le statut chorologique de la dition

« Une espèce est régionale dans toute la région climatique où elle occupe le maximum de niches écologiques et où on n'observe par les spécialisations édaphiques ou micro-climatiques compensatrices »⁵. Georges-Henri PARENT⁶ mena il y a quelques années sur la question des limites d'aires spécifiques un important travail de recension et de réflexion dans lequel il dressait un bilan des

¹ Nous n'abordons pas dans ce travail un autre caractère de la chorologie lorraine, l'existence de nombreuses chutes floristiques, définies comme « le nombre d'espèces qui disparaissent pour un déplacement rectiligne de 100 km », G.-H. PARENT "Études écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 4. Les chutes floristiques entre l'Ardenne et la Bourgogne. Essai d'interprétation des disjonctions d'aires", *Bull. SHNM*, 1979, n°42, p. 113-208. L'auteur note l'existence de dix seuils d'enrichissement floristique entre l'Ardenne et la Bourgogne, manifestant onze paliers floristiques. Ainsi pour les espèces montagnardes, l'irradiation à partir de l'Ardenne est réalisée jusqu'à la côte bajocienne (frontière belgo-française) où la chute floristique atteint quatre-vingts taxons à la vallée de la Chiers. Les chutes floristiques mettent en évidence de larges disjonctions d'aires considérées comme la résultante des glaciations wurmiennes (voir aussi G.-H. PARENT, "Études écologiques et chorologiques sur la flore lorraine, note 3. L'irradiation par les Côtes de Moselle", *Bull. SHNM*, 1975, n°41, p. 169-196). Deux facteurs explicatifs principaux sont avancés : – L'armature du relief dissymétrique à orientation méridienne ; « Un phénomène identique s'observe dans tout le bassin parisien, où les diverses cuestas (côte de l'Argonne, côte de Champagne, côte de l'Île-de-France) sont responsable des irradiations de nombreuses espèces méridionales », *ibid.* n°42, p. 193. – La disposition elle aussi méridienne des grandes vallées. De nombreuses espèces ont ainsi une longue extension septentrionale sur les deux rives de la Meuse. Mais pour certaines disjonctions à l'amplitude réduite l'auteur avance le rôle des facteurs historiques ; « C'est le cas de celle [la disjonction] que l'on observe entre Verdun et Damvillers et qui pourrait être la résultante de la dévastation de la "zone rouge de Verdun " » *ibid.* n°42, p. 194.

² G.-H. PARENT note que l'espèce est absente dans le NW de la Meuse et propose comme limite orientale actuelle : le triage du Haut de Chapogne (Crêtes pré-ardennaises) ; les bois de la Cassine, de Maison Rouge et de Corbon à Saint-Morel au sud de Vouziers ; Exermont (fontaine Saint-Germain), les lisières forestières près de Clermont-en-Argonne. In "Études écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7. La limite entre le domaine atlantique et le domaine médio-européen en Lorraine française", *SHNM*, 1985, 44^e cahier, p. 141-182.

³ Le néflier est commun jusqu'à la forêt de Hesse, abondant sur Vauquois. L'espèce présente des pieds épars et de petits bouquets facilement observables. Elle dépasse la vallée de la Meuse (Montmédy), facilement dispersée par les oiseaux, G.-H. PARENT, "Études écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7...", art. cité.

⁴ La chorologie et l'écologie de cette espèce ont été étudiées par Marcel BOURNÉRIAS, "Quelques stations de *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth. en forêt d'Argonne (Départ. : Ardennes, Marne, Meuse ; France)", *Natura Mosana*, 1976, 29, 1, p. 7-11.

⁵ Michel GOUNOT, *Recherche et hiérarchisation des groupements végétaux*, op. cit., p. 29-40.

⁶ G.-H. PARENT, "Études écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7...", art. cité, trois citations, p. 141 et 172.

«opinions de la littérature ». Analysant la répartition de nombreux taxons il insistait sur ce critère important de l'analyse chorologique « que l'établissement d'une limite d'aire d'un domaine phytogéographique doit tenir compte des modalités particulières de mise en place de la flore. C'est ainsi que sept types distincts de plantes montagnardes existent en Lorraine ».

Les auteurs sont nombreux à avoir exprimé leurs positions par des cartes chorologiques, souvent utilisées par les géographes. Ces cartes en aires ou en réseau utilisent le plus souvent les taxons de la phytogéographie (domaine et district) et de la floristique (espèce voire genre). Un tableau récapitulatif donne les positions des auteurs cités (tableau 424, p.).

a - Deux cartes à petite échelle de Henri GAUSSEN

La *Carte floristique de la France*⁷ et les feuilles 26 et 27 de l'*Atlas de France*⁸ ont été souvent reprises et commentées par les géographes. Ainsi dans la *France physique*.⁹ tome VI Emmanuel de MARTONNE présente deux cartes. La première s'intitule *Régions florales et mélanges d'éléments floristiques* (au 1/6 500 000). La limite majeure de "la région atlantique et de la région médio-européenne" (poste 15 de la légende) court sur une centaine de kilomètres le long de la rive gauche de la Meuse, entre le coude du Val de l'Asne à l'ouest de Toul et la trouée anaclinale de la Meuse à Dun-sur-Meuse. A l'ouest Argonne et Barrois appartiennent à une aire définie par l'association des postes 3 "Quelques éléments méditerranéens ou subméditerranéens", 5 "Flore atlantique moins caractéristique ou éléments atlantiques mêlés à d'autres éléments" et 8 "Éléments médio-européens mêlés à d'autres éléments". Cette carte illustre un commentaire qui ne fait que six lignes car « ces distinctions intéressantes ne sauraient suffire au géographe »¹⁰. La seconde carte *Formations végétales caractérisées par l'arbre dominant dans la formation naturelle* (1/6 500 000) est plus géographique¹¹. La dition est figurée par une trame qui associe les symboles de la formation 8 "Charme" (toujours en association) et de la formation 23 "Chêne-rouvre et Hêtre". Elle ouvre et supporte en partie un développement beaucoup plus ample, les vingt-quatre pages du chapitre XIX, *Aspects régionaux du tapis végétal*.

b - Carte schématique de Marcel BOURNÉRIAS

Le *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*¹² présente une carte sommaire reprenant celle de l'Atlas de France, *Territoires phytogéographiques du bassin de la Seine*. Les territoires floristiques et phytogéographiques retenus correspondent « souvent aux «pays» des géographes ». La limite du taxon supérieur entre les domaines atlantico-européen et médio-européen passe entre la vallée de l'Aisne et celle de la Meuse, selon une conception classique. L'auteur ajoute : « Comme Roisin, 1969, nous incluons volontiers la Champagne crayeuse et les territoires situés plus à l'E dans le domaine médio-européen, caractérisé par la disparition de la plupart des espèces atlantiques, et la pénétration de nombreuses plantes médio-européennes ou montagnardes ». Mais ces territoires s'interpénètrent aux marges qui « ont souvent une richesse floristique particulière car elles abritent souvent les espèces et groupements propres aux deux secteurs en contact ».

c - Carte de la Nouvelle Flore de la Belgique,...

Les auteurs de cette carte placent toute la dition dans le district phytogéographique lorrain (figure 419, p. 337) « limité vers l'ouest à l'Argonne et au Vallage (Lorr. occ.) »¹³. La carte situe plus exactement cette limite à la rive gauche du Vallage au pied de la côte de Champagne. L'introduction de l'ouvrage¹⁴ présente le découpage chorologique de la Flore, fondé sur le seul taxon du *district phytogéographique* défini par une combinaison de caractères morpho-pédologiques et bioclimatiques. Il n'est pas fait mention du domaine.

⁷ Henri GAUSSEN, "Carte floristique de la France", *Ann. de Géo.*, Paris, Colin, 1922, p. 339-350.

⁸ H. GAUSSEN, feuilles 26 et 27 de l'*Atlas de France*, Paris. Ces cartes sont accompagnées de commentaires.

⁹ Em. de MARTONNE, *France physique*, Géographie Universelle, tome VI, Paris, Colin, éd. 1942, p. 399.

¹⁰ ID., *ibid.*, p. 400.

¹¹ ID., *ibid.*, p. 407.

¹² M. BOURNÉRIAS, *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*, Paris, Sedes et Masson, 1984, p.49 ; trois citations, p. 48 et 50.

¹³ Joseph-Edgard DE LANGHE et alii, *Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines*, éd. du patrimoine du Jardin botanique de Belgique ; nombreuses rééditions.

¹⁴ Introduction à la troisième édition de 1983, p. XV-XIX.

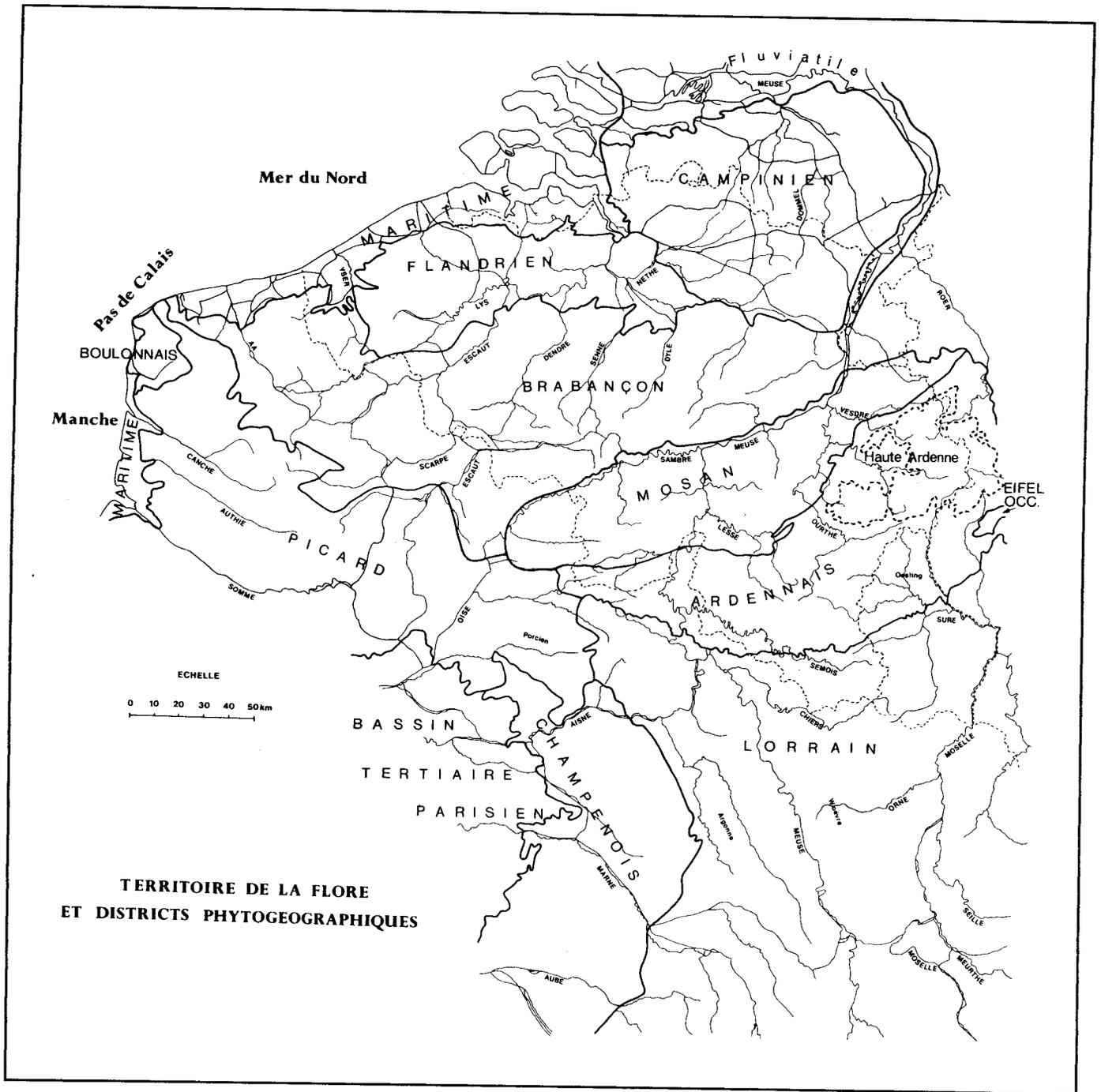


Fig. 419 Les districts phytogéographiques d'après la *Nouvelle Flore de Belgique*...

d - Cartes phytogéographiques de Paul ROISIN

Paul ROISIN¹⁵ propose une série chronologique de six cartes phytogéographiques (de celle de DRUDE de 1892 à celle de l'*Atlas de Belgique* de 1960), retrace l'histoire de la question des limites du domaine atlantique et en discute la géographie (tableau 424, p. ...). Cet ensemble fixe l'évolution des conceptions, des critères de classification, des limites et de leurs fluctuations. Ainsi Charles FLAHAUT¹⁶ place-t-il en Argonne la limite occidentale du secteur des collines et basses montagnes du nord des Alpes, englobant les Ardennes et les Vosges. La carte phytogéographique de l'Europe de Walter¹⁷ révèle l'importance des divergences car l'auteur délimite étroitement le domaine atlantique sur une ligne Lille-Paris-Orléans-Toulouse, très occidentale, « coïncidant avec l'aire d'extension des grandes landes à *Erica tetralix* ».

e - Cartes de la végétation de la France au 1/200 000

Trois feuilles de la *Carte de la végétation de la France au 200 000^e* concernent la dition, Mézières, Châlons-sur-Marne et Metz¹⁸. La confrontation des cartons botaniques des deux cartes Mézières et Châlons (figure 420, p. 339) montre que leurs auteurs ont la même vision de la chorologie des taxons phytogéographiques¹⁹. Les auteurs de la carte Mézières notent que « si les limites de districts ne posent pas de problèmes sauf dans le détail, leur répartition entre les domaines atlantique et médio-européen est difficile, par suite de la forte pénétration d'espèces orientales vers l'W et l'infiltration d'occidentales jusqu'aux abords de la Meuse »²⁰. Ceux de la carte Châlons répondent en écho : « Notre territoire est partagé entre les deux domaines atlantico-européen et médio-européen, dont les limites sont encore discutées. Nous proposerons ici d'arrêter le domaine atlantique à la base de la Côte de l'Île-de-France »²¹. La limite des deux domaines passe donc à l'ouest de la Champagne. Ils ne donnent pas de précision sur le choix du tracé ; question de fréquences d'apparition des espèces appartenant aux deux domaines ? Sur la carte Châlons le tracé suit la côte d'Île de France, englobant la Montagne de Reims. Sur la carte Mézières il dessine un coude en Ardennes au nord de la haute vallée de l'Oise. Seul un léger décalage longitudinal affecte le district médio-européen de la Champagne crayeuse. De plus un petit district *Laonnois S.E.* sur la carte Mézières (B5 renommé B6) ne se prolonge pas sur la carte Châlons. La *Notice détaillée* des feuilles lorraines Metz et Nancy confirme cette position : « Toute la région couverte par les deux cartes de Nancy et de Metz fait partie du domaine floristique médio-européen »²².

f - Les cartes chorologiques spécifiques en réseau

Une carte chorologique en réseau vise à rendre compte de la répartition d'un taxon par présence-absence sur une maille posée sur un fond de repérage géographique, une carte topographique le plus souvent. Les cartes qui concernent la dition sont citées dans le travail de Georges-Henri PARENT²³. Le tableau 424 recense les limites entre les deux domaines que propose Roisin ; les positions de Parent sont ajoutées en italique.

¹⁵ Ouvrage fondamental de Paul ROISIN, *Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe*, Gembloux, J. Duculot, 1969, cartes p. 17 à 31.

¹⁶ Carte de Ch. FLAHAUT, "La flore et la végétation de la France", introduction au livre de Henri COSTE, *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes*, Paris, 1901 ; carte reprise par P. ROISIN, *op. cit.*, p. 18.

¹⁷ Carte in P. ROISIN, *op. cit.*, p. 29 ; une citation.

¹⁸ M. BOURNÉRIAS et D. LAVERGNE, feuille *Châlons-sur-Marne* (n° 17) 1979, M. BOURNÉRIAS et alii, feuille *Mézières* (n° 10) 1981, Jean TIMBAL, feuille *Metz* (n° 18) 1978, Marcel JACAMON et J. TIMBAL, feuille *Nancy* (n° 27) 1976. Pour présentation et analyse des cartes de végétation voir Paul OZENDA, *La cartographie écologique et ses applications*, Paris, Masson, 1986, p.53-62.

¹⁹ Cela tient à la réalisation de ces cartes dans une période brève de trois ans ; l'exercice est beaucoup moins probant pour des régions couvertes à des époques différentes, « Un tel travail [de synthèse cartographique régionale] est rendu en réalité très difficile [...] par le nombre des auteurs qui ont participé à l'exécution de la carte et la durée des travaux échelonnés sur une quarantaine d'années : en dépit d'un effort constant de normalisation, les feuilles de la carte présentent entre elles quelques différences qui rendent souvent les raccords très difficiles » écrit Paul OZENDA, *La cartographie écologique... op. cit.*, p. 62.

²⁰ M. BOURNÉRIAS et alii, feuille *Mézières*, in "notice sommaire".

²¹ M. BOURNÉRIAS et D. LAVERGNE, 1979, feuille *Châlons-sur-Marne*, in "notice sommaire".

²² J. TIMBAL, *Notice détaillée des deux feuilles lorraines*, ... *op. cit.*, p. 30.

²³ G.H. PARENT, "Etudes écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7...", art. cité. Pour la chorologie spécifique l'auteur a établi une classification des espèces selon quatre groupes, médio-européennes, (sub)atlantiques, montagnardes et oro-méditerranéennes.

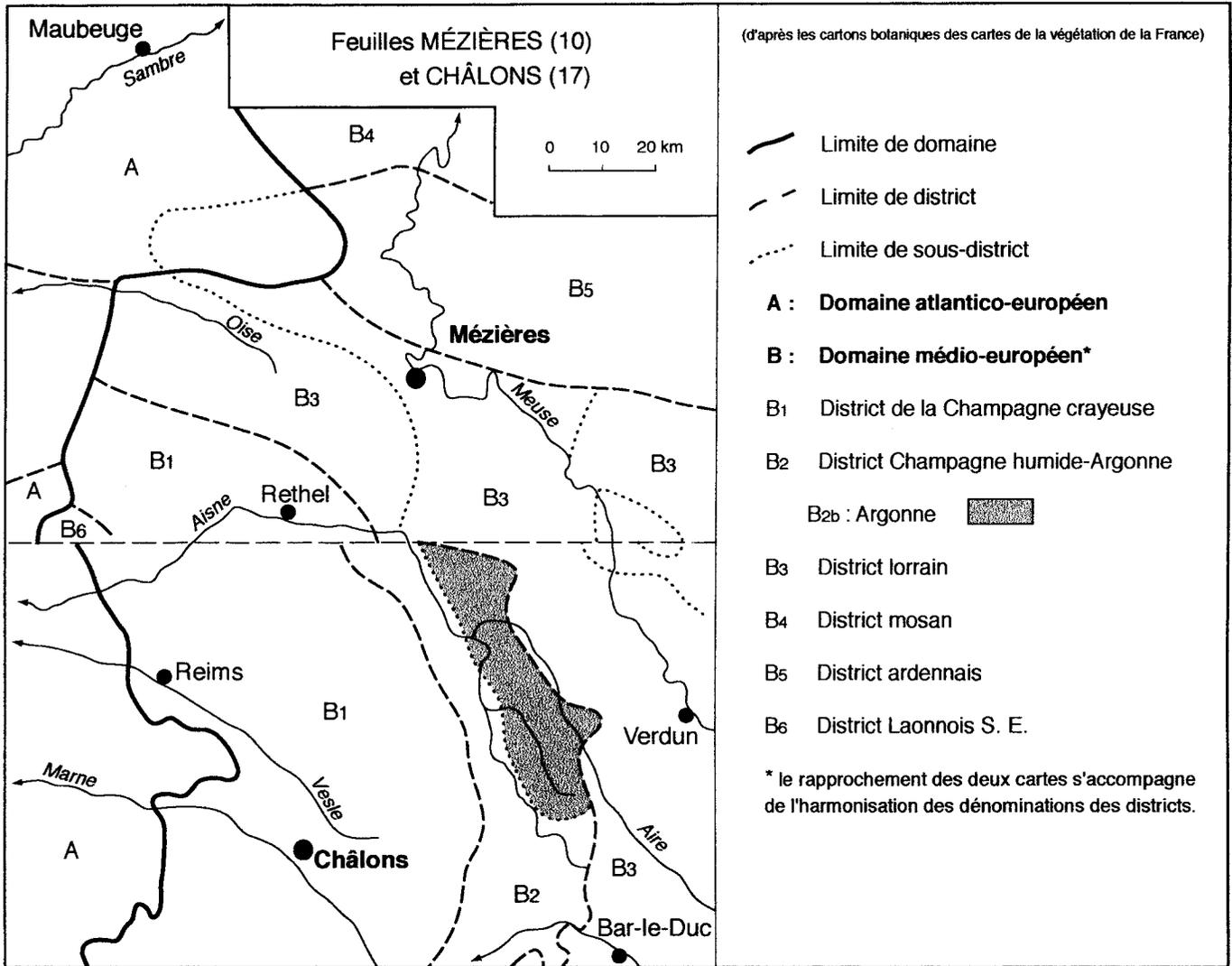


Fig. 420 L'Argonne dans le découpage des territoires biogéographiques

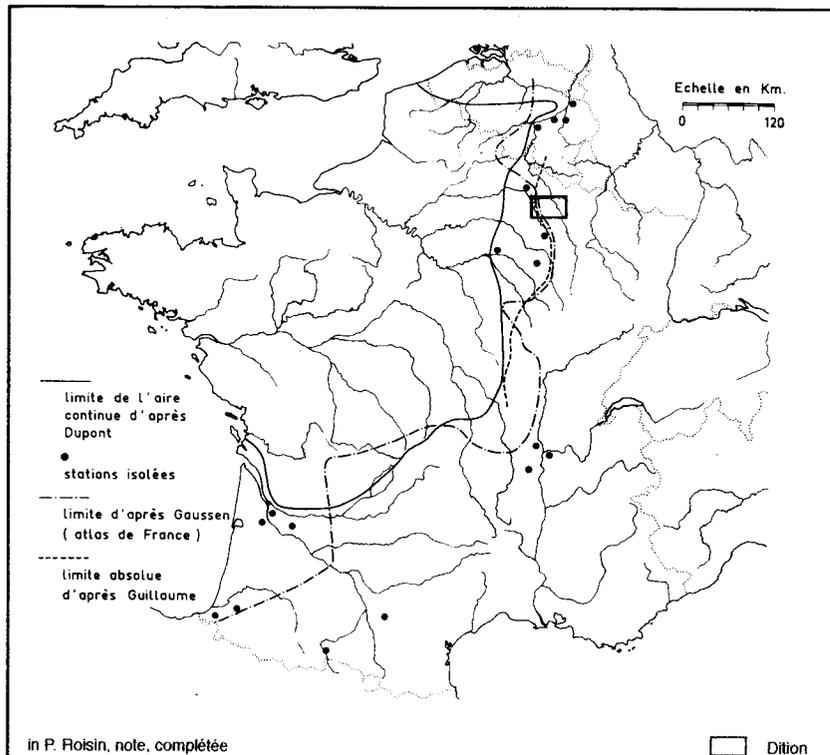


Fig. 421 Les limites orientales de la Jacinthe des Bois

Tableau 424
Les limites du domaine phytogéographique atlantique sur la dition selon divers auteurs

Limites géographiques sur la dition (suivant le gradient de continentalité)	Auteurs	Dates
Vallée de la Seine	Roisin	1969
Rive occidentale de la vallée de l'Aisne	de Langhe & alii	1968 et ss
Rive orientale de la vallée de l'Aisne	Flahaut	1901
Crête argonnaise	Walter	1954
	Walter et Straka	1970
Dépression argonnaise	Leroux	1980
Rive occidentale de la vallée de la Meuse	Gaussen	1936, 1938, 1954
Vallée de la Moselle	Braun-Blanquet Duvigneaud et Mullenders	1928, 1964 1965
Une limite graduelle	Jacamon et Timbal	1981
<i>La côte du Barrois</i>	<i>Parent</i>	<i>1986</i>

Retenons la "conclusion finale" de l'article de PARENT²⁴ : « [...] rien ne s'oppose, selon moi, à conserver la limite proposée autrefois par Flahaut (1901). C'est elle qui nous paraît être la plus proche de la réalité. On pourrait même adopter la Côte du Barrois comme limite précise, au moins régionalement, notamment entre Romagne-sous-Montfaucon et le Barrois. Toutefois l'existence d'une zone de chevauchement entre les deux domaines, clairement établie dès 1932 par Goujon^[25], est indéniable ». L'auteur met en avant le secteur où la côte du Barrois commence à s'affirmer dans le paysage au droit de la butte de Montfaucon. Cette limite d'aires se déplace au sud de la Meuse dans les régions champardennaise et bourguignonne.

2.1.2. Le massif argonnais, digue ou frange ?

« Au point de vue phytogéographique, la forêt d'Argonne, avec son relief qui ne dépasse guère 300 mètres, appartient nettement à l'étage du Chêne et peut être considérée comme le dernier contrefort des Ardennes et des Vosges vers la plaine de Champagne et la région parisienne » écrit R. GAUME²⁶. Effet du déterminisme entêtant des localisations ou pas, l'Argonne végétale comme l'Argonne politique est un territoire limitrophe et stratégique. Y hésite la limite entre les domaines atlantico-européen et médio-européen (tableau 425) comme le montre la controverse de son appartenance chorologique évoquée *supra*.

Tableau 425
La place de l'Argonne dans les cartes phytogéographiques

Auteur	Date	Domaine atlantico-européen	Domaine médio-européen
Flahaut	1901	Argonne	Hauts de Meuse
Guillaume	1923	Argonne	Hauts de Meuse
Goujon	1932	Argonne	Hauts de Meuse
Gaussen	1938	Argonne	Hauts de Meuse
Braun-Blanquet	1928	Argonne - Woëvre	
Drude	1910	Champagne	Argonne
Duvigneaud et Mullenders	1960	Champagne	Argonne
De Langhe	1980	Champagne	Argonne
Bournérias	1984	Champagne	Argonne
Walter	1954		Champagne- Argonne

En partie d'après Paul Roisin, *Le domaine phytogéographique...*, op. cit., p. 25 à 35

²⁴ ID., *ibid.*, p. 173.

²⁵ Parent fait référence à G. GOUJON, *Les relations entre la végétation française et le climat*, Mémorial Office Nation. Météo. Fr., Paris, 1932, 23.

²⁶ R. GAUME, "Etude sur la végétation de la forêt d'Argonne. I. La chênaie. II. L'aulnaie" *BSBF*, 1943, p. 58-62 et p. 76-79, et 1944, 91, p.64-67.

Qu'entendre par "limite" et "appartenance" ? une séparation linéaire ou en bande ? L'image d'une **frange** serait plus juste, frange dont la largeur varie avec les valeurs des variables morphologiques, en particulier le gradient topographique (premier chapitre). En ce qui concerne le statut phytogéographique du massif deux filiations existent. Beaucoup d'auteurs depuis FLAHAUT²⁷ s'accordent pour limiter les deux domaines à la bordure occidentale de la vallée de la Meuse. D'autres la reportent beaucoup plus à l'ouest, Jean BRAUN-BLANQUET le premier, suivi de Jean DUVIGNEAUD & MULLENDERS, puis de Marcel BOURNÉRIAS²⁸. Alors que les cartes des éditions successives de la *Flore de Belgique*²⁹ la rattachent au domaine médioeuropéen, secteur baltico-rhénan (figure 419). Marcel JACAMON et Jean TIMBAL appliquent au massif argonnais la notion d'**espace transitionnel**. Ils notent toutefois que la Champagne humide à l'ouest et le Barrois, partiellement à l'est du massif, ont des caractères atlantiques. Côtes de Meuse et Woèvre sont rangées dans le domaine médio-européen, malgré un nombre relativement faibles d'espèces caractéristiques. Les auteurs situent la barrière sur la Côte de Moselle.

L'Argonne est aussi un bel exemple d'espace de transition pour Georges-Henri PARENT qui notait, dans un riche travail de recension des travaux de phytogéographie conduits dans le district lorrain : « On constate que les auteurs n'ont pas d'opinion unanime sur le problème de la limite entre le domaine atlantique et le domaine médio-européen »³⁰. Après avoir précisé, avec précaution, que le sens de la « limite occidentale de la Lorraine dépend directement de la limite que l'on assigne aux domaines atlantiques et médio-européen, pour laquelle il subsiste des divergence d'opinion » il ajoute : « Soucieux de tenir compte de l'opinion d'autres botanistes, qui repoussent cette limite plus à l'ouest, comme par exemple la nouvelle Flore de Belgique (de Langhe et alii, 1983, édi. 3), j'ai maintenu l'Argonne dans la Lorraine ». Pour illustrer ses propos l'auteur donne un aperçu des diverses conceptions³¹. Paul ROISIN affine le domaine atlantique en distinguant un sous domaine eu-atlantique et un sous domaine médio-atlantique qui s'individualisent par la présence ou l'absence de la Jacinthe des Bois *Hyacinthoides non-scripta* (figure 421, p. 339)³². Il précise que la référence à cette espèce différentielle est satisfaisante pour le Bassin parisien septentrional et central mais insuffisante pour ses marges méridionales.

Cette notion d'espace transitionnel et de gradient de passage inter-domaine est directement liée à celle des échelles spatiales d'analyse et de référence. Une application a été tentée à la recherche de la limite orientale de l'atlantique Jacinthe des Bois dans le secteur du défilé de Quatre-Champs au nord du massif (relevés floristiques dans des sylvo-faciès de taillis sous futaie à biofaciès rattachés au poste du Chêne).

2.2. Un essai d'enquête de chorologie régionale

L'exploitation du corpus de données cartographiques des atlas chorologiques d'espèces par réseau est une voie intéressante d'analyse phytogéographique. L'étude suivante a été réalisée à partir d'un ouvrage de ce type, l'*Atlas partiel de la flore de France* de Pierre DUPONT³³.

²⁷ Ch. FLAHAUT, "La flore et la végétation de la France", in H. COSTE, *op. cit.*

²⁸ J. BRAUN-BLANQUET, "Essai sur les notions d'Éléments et de Territoires Phytogéographiques", *Arch. Sci. Phys. et Nat.*, 1919b 5e période 1, p. 497-512 ; J. DUVIGNEAUD & W. MULLENDERS, "La végétation forestière des côtes lorraines : la forêt du Mont Dieu", *Bull. S.R.B.B.*, 1962, 94, p. 91-130 ; M. BOURNÉRIAS, *Guide des groupements ...*, *op. cit.*

²⁹J.-Ed. DELANGHE et alii, *Nouvelle Flore de la Belgique...*, *op. cit.*, introduction.

³⁰ G.H. PARENT, *La botanique de terrain dans le district lorrain. 2 t. Secrétariat de la faune et de la flore*, Museum d'histoire naturelle, Paris, 1987, tome 1, p. 349-385 et bibliographie, p. 608-614 pour la France, p.33 ; deux citations, p. 38. Souligné par nous.

³¹ G.H. PARENT, *op. cit.*, p. 350-358.

³² P. ROISIN, *Le domaine phytogéographique...*, *op. cit.*

³³ P. DUPONT, *Atlas partiel de la Flore de France*, Paris, Museum national d'Histoire naturelle, 1990. Cette étude a été menée en équipe avec Bruno de FOUCAULT dans le cadre des sortie de terrain du réseau de synécologie végétale, universités de Lille et de Limoges, en 1993 et 1994. Une recherche ultérieure devrait prendre pour base l'Inventaire de l'Institut floristique franco-belge (IFFB).

2.2.1. Données et méthode

a - La base de données, l'Atlas Dupont

L'*Atlas partiel de la flore de France* répertorie 645 taxons et propose 628 cartes de localisation³⁴ et une courte notice pour chaque espèce présentée. La localisation est faite sur un fond de carte de la France découpée en 1 551 carrés de vingt kilomètres de côté. La légende est simple³⁵. Les sources d'information sont d'une part les listes d'espèces répertoriées dans les flores et catalogues botaniques régionaux parus depuis plus d'un siècle, d'autre part les relevés de terrain d'un réseau de plus de trois cents collaborateurs. A titre d'exemples de données régionales citons quelques commentaires de Georges Henri PARENT³⁶ qui précisent à l'échelle locale la chorologie de certaines espèces (sub)atlantiques :

- « - *Calamagrostis arundinacea* (classée par Dupont en montagnarde) : en Argonne, Lachalade, Beaulieu.
- *Erica tetralix* : signalée anciennement au NW de la Meuse, pas retrouvée ; s'arrêterait aux départements de l'Aisne et des Ardennes.
- *Hyacinthoides non-scripta* : pas dans le NW de la Meuse [figure 421, p. 339] ; limite orientale actuelle proposée: triage du Haut de Chapogne ; bois de la Cassine, bois de Maison Rouge, bois Corbon à St-Morel au sud de Vouziers ; Exermont, lisières de la forêt de Clermont-en-Argonne, forêt de Jean- d'Hoeurs au sud du département.
- *Ilex aquifolium*, Argonne, forêt de Hesse. Rare à l'est de la Meuse. Abondant dans les hêtraies acidiphiles à *Luzula luzuloides* sur affleurements de gaize ; Vauquois, Cunel , Hesse. »

b - La méthode d'analyse

La méthode retenue tient en cinq points.

- = Sélection des carrés de l'inventaire qui couvrent tout ou partie du massif argonnais.
- = Sélection de carrés occidentaux voisins dans la Champagne sèche et de carrés orientaux plus distants dans la Woëvre, afin de mener des analyses comparatives.
- = Établissement de deux listes : liste L1 des espèces présentes dans les carrés retenus et liste L2 des espèces non présentes mais pour qui les carrés argonnais sont une limite.
- = Classement par types d'aires phytogéographiques afin d'établir des groupes biogéographiques d'espèces.
- = Traitement de ces groupes : effectifs totaux, répartition et typologie.

Les listes des espèces présentes en Argonne ont été confrontées à celles obtenues sur les quatre carrés de la Champagne sèche et sur les quatre carrés de la Woëvre, qui appartient avec plus de certitude que le plateau du Barrois ou les Hauts de Meuse au domaine phytogéographique médio-européen.

c - Le fond cartographique

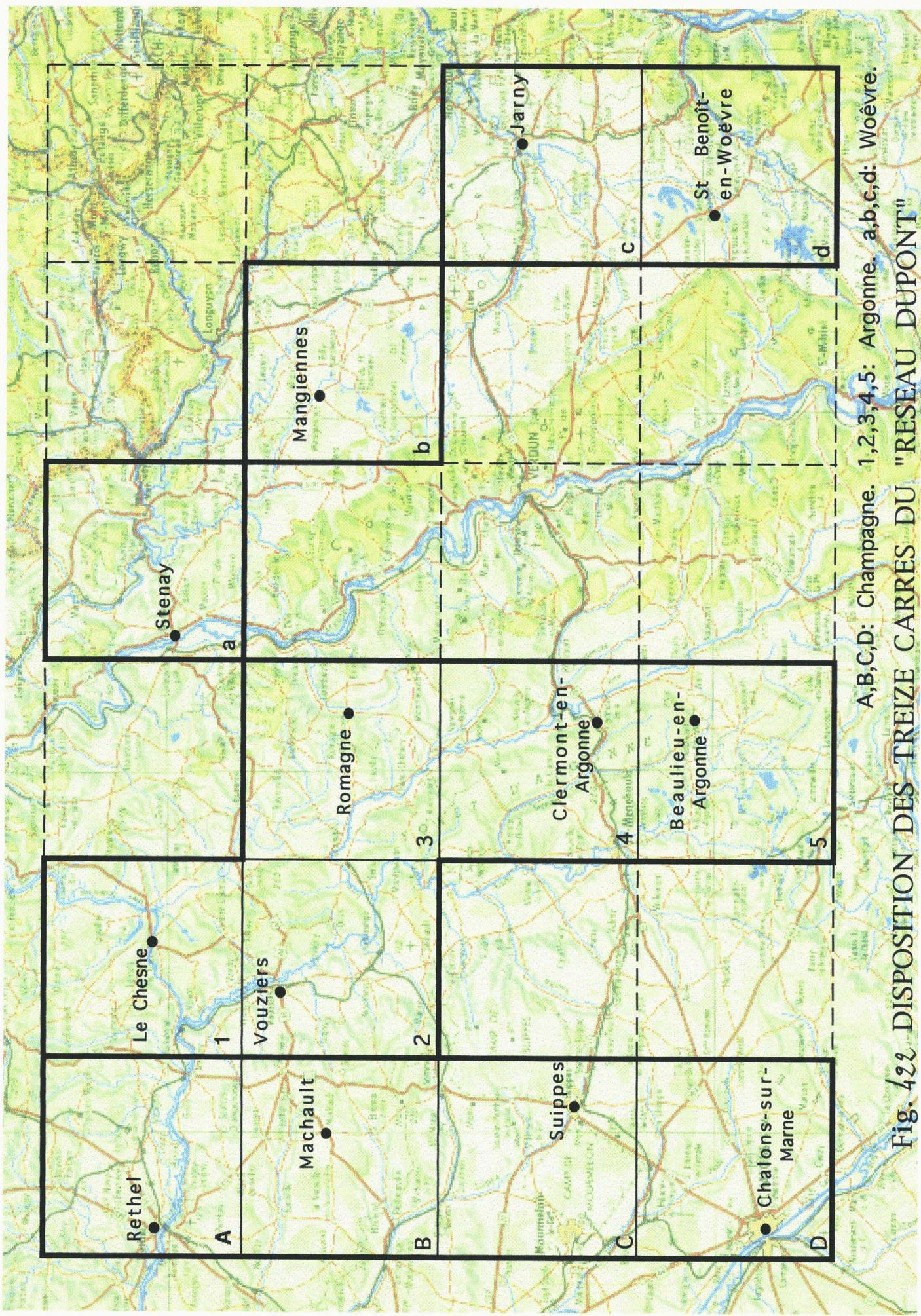
La figure 422, p.343 présente les treize carrés retenus dans la maille générale du réseau Dupont superposée à un fond topographique au 1/500 000. Des huit carrés qui couvrent en tout ou partie le massif argonnais nous avons retenu les cinq qui ont leur plus grande surface sur l'Argonne et qui assurent aussi une continuité méridienne. La même extension latitudinale a été retenue pour la Champagne sèche et la Woëvre. Les treize carrés sont nommés par les principales localités incluses :

- = Pour l'Argonne les carrés sont : **1** Le Chesne, **2** Vouziers, **3** Romagne, **4** Clermont-en-Argonne, **5** Beaulieu en Argonne. Les carrés 2 et 3 tombant sur la virgation de l'axe argonnais ont moins de 50 % de leur surface dans le massif. Le carré 5 concerne l'extrémité méridionale du massif et la totalité des forêts de l'Argonne des Étangs.
- = Les carrés de la Champagne sèche sont appelés : **A** Rethel, **B** Machault, **C** Suippes, **D** Châlons-sur-Marne. Le carré A déborde sur les premiers collines ardennaises du Porcien.
- = Ceux de la Woëvre sont : **a** Stenay, **b** Mangiennes, **c** Jarny, **d** Saint-Benoît-en-Woëvre. Le décalage ouest-est correspond à l'incurvation marquée de la plaine. Le carré d'Étain (à l'est de Verdun) n'a pas été retenu car il couvre une trop grande part du plateau des Hauts de Meuse.

³⁴ Deux taxons voisins sont parfois représentés sur une même carte.

³⁵ Un carré non informé (vide) signe l'absence de l'espèce, un cercle dans le carré, l'observation de l'espèce avant 1960 (date du début du travail de l'auteur), un disque dans le carré, l'observation depuis 1960 (ce qui ne signifie pas que l'espèce n'ait pas été observée avant cette date) ; un triangle dans le carré indique que l'espèce est naturalisée ou subspontanée, observée depuis 1960.

³⁶ G.-H. PARENT, "Etude écologiques et chorologiques sur la flore lorraine. Note 7". op. cit., p. 141-182.



A,B,C,D: Champagne. 1,2,3,4,5: Argonne. a,b,c,d: Woëvre.

Fig. 422 DISPOSITION DES TREIZE CARRÉS DU "RESEAU DUPONT"

Le cas de ce carré *Étain* illustre les problèmes d'homogénéité inhérents à la taille de ces carrés de grande surface relative. Établir la part respective de deux milieux différents dans les relevés d'espèces est quasi impossible compte tenu de la nature de l'unité élémentaire d'information du réseau. Le problème de la superposition d'un maillage à une entité géographique est clairement posé ; taille de la maille Dupont et taille de l'Argonne sont à la limite de la cohérence. Il était nécessaire de tenir compte des débordements inévitables dans l'analyse des résultats.

2.2.2. Les groupes phytogéographiques d'espèces

Deux cent quinze espèces au total sont présentes sur les treize carrés, soit 33 % de la flore inventoriée par l'Atlas. L'Argonne abrite 208 espèces, dont 36 présentes sur le seul massif et 172 communes au massif et à ses marges. Dix espèces apparaissent sur la seule Champagne sèche, sept sur la seule Woëvre. Notons que l'Atlas ne recense pas des espèces très intéressantes de la phytogéographie argonnaise comme *Luzula luzuloides*, *Ulmus laevis* et *Mespilus germanica* cités *supra* ou certaines laîches, *Carex brizoides*, *C. strigosa* et *C. umbrosa*. Le premier tri de la liste générale des espèces présentes définit des catégories phytogéographiques fondées sur le paramètre d'**aire invariante caractéristique**³⁷. Ce critère est proche de celui d'"élément phytogéographique", ensemble d'espèces ayant à peu près une même répartition géographique ; "à peu près" seulement car la définition précise des éléments phytogéographiques exigerait la connaissance des aires totales des espèces, situation impossible dans l'état actuel des inventaires floristiques. Les variables géographiques, édaphiques et bioclimatiques contribuent à la définition de six grandes catégories que l'un d'entre nous, Bruno de FOUCAULT, nomme des "catégories phytogéographiques régionales" ou CPR. Ces CPR sont des groupes d'espèces dont la distribution géographique est à peu près équivalente sur un territoire donné. Ici en l'occurrence à l'échelle de la France entière. Sept groupes divisés en sous-groupes sont retenus.

a - Cinq groupes à contrôle bioclimatiques

CPR à distribution septentrionale, que nous noterons **N, nordiques**. CPR à distribution orientale-continentale **E, orientales**. CPR à distribution méridionale **M, méridionales**. CPR à distribution occidentale **A, atlantiques et méditerranéo-atlantiques**. CPR liées aux grands massifs montagnes et à leurs extensions **Mo, montagnardes**.

b - Un groupe à contrôle édaphique

CPR liées aux substrats carbonatés **C, de la "France calcaire"**.

c - Un groupe à large distribution sur le territoire national

CPR à large distribution **F, France**.

La classification distingue pour chaque CPR des sous-groupes caractérisés par des variables ou des combinaisons de variables. Dans la présentation des résultats la plupart de ces sous-groupes sont agrégés.

= **N, nordiques**, deux sous-groupes. N1, Espèces à distribution septentrionale stricte et N2, N1 + extensions méditerranéennes, hygrophiles, c'est-à-dire espèces septentrionales pénétrant en zone méditerranéenne à la faveur de milieux humides.

= **E, orientales**, nombreux sous groupes présentant des extensions territoriales diverses. E1, Est strict ; E2, Est + extension à la Haute Normandie ; E3, Est + N et NW ; E4, Est + extension méditerranéenne ; E5, Est + ext. subatlantique ; E6, Est à Pyrénées ; E7, Est à Pyrénées + extension à la Haute-Normandie.

= **M, méridionales**, groupe unique à espèces surtout à dispersion au sud-est du pays.

= **A, atlantiques et méditerranéo-atlantiques**, groupe unique.

= **Mo, montagnardes**, quatre sous groupes. Mo1, Pyrénées, Massif central et Vosges ; Mo2, Pyrénées, Massif central, Alpes, Jura, Vosges, plus plateau bourguignon ; Mo3, Pyrénées, Massif central, Alpes, Jura, Vosges et Ardenne ; Mo4, Montagnes et Nord-Ouest de la France.

= **C, France calcaire**, cinq sous groupes France entière sauf Massif armoricain non littoral, de l'extrême Nord et des Landes. C1, Massif central et Midi ; C2, Massif central ; C3, Midi ; C4 : France calcaire non littorale ; C5, France calcaire.

³⁷ Bruno de FOUCAULT, "Introduction à une épistémologie de l'invariance. Application à la botanique et à la phytosociologie", *Bull. Soc. Bot. N. Fr.*, 1984, 37 (3-4), p. 73-84.

= **F, France**, trois sous groupes. F1, France - surtout Midi et nord des Alpes ; F2, France -, surtout Midi ; F3, France.

2.2.3. Interprétation des résultats

Les tableaux bruts de la présence des espèces par groupes et par carrés des trois régions retenues sont présentés en annexe 4-5, p. 42 .

Cent-quarante-huit espèces sont présentes sur les trois régions (69 % du total) et sont donc sans intérêt pour la démonstration. Soixante-sept présentent une ou deux absences régionales. La lecture de ces tableaux fait apparaître quelques caractères. Seules les répartitions des huit espèces du CPR A, atlantiques et méditerranéo-atlantiques, sont frappantes : sept de ces espèces sont présentes en Argonne, une seulement en Champagne et en Woëvre. Sur les vingt espèces du CPR Mo, montagnardes, quinze sont en Argonne, dix en Woëvre, mais seulement sept si l'on ne tient pas compte du carré a (Stenay) qui déborde le cadre de la plaine, et sept en Champagne, réduites à cinq si l'on exclut le carré A (Rehthel) dont le nord appartient à la retombée méridionale de l'Ardenne (biofaciès dépendant du poste de Neuvizy). Le CPR C, France calcaire, compte cinquante-huit taxons dans les trois régions. Cinquante-cinq sont présents dans les carrés Argonne. On voit là l'approximation inévitable du découpage, sensible pour les carrés 2 (Vouziers) dont près de 50 % de la surface est sur la Champagne et 3 (Romagne) pour une part sur les Collines meusiennes. C'est le carré 5 (Beaulieu) le moins représenté, 17 taxons, 30 % du total. Outre l'Argonne de la gaize il couvre l'Argonne humide des Étangs, sur argile. Pour juger de l'existence d'une barrière argonnaise, considérons maintenant les relations présence/absence de taxons entre les trois régions.

a - Espèces absentes en Argonne mais présentes soit en Champagne soit en Woëvre

Deux cas de figure se présentent (tableaux 426 et 427).

Tableau 426

Espèces de la *Flore de France* absentes en Argonne, présentes en Champagne et (ou) en Woëvre

Groupe	Espèces	Champagne	Argonne	Woëvre
Moa	<i>Fourrea alpina</i>	0	0	d
Mob	<i>Sanguisorba officinalis</i>	0	0	c
Moa	<i>Hepatica nobilis</i>	0	0	d
Eb	<i>Cardaminopsis arenosa</i>	B C D	0	a
Ea	<i>Carex alba</i>	0	0	a
F3	<i>Scorzonera laciniata</i>	A	0	d
A	<i>Corynephorus canescens</i>	0	0	a

Tableau 427

Espèces de la *Flore de France* absentes en Argonne et en Woëvre mais présentes en Champagne

	Espèces	Champagne	Argonne	Woëvre
Moa	<i>Gentiana lutea</i>	B	0	0
Mob	<i>Pinguicula vulgaris</i>	C	0	0
Ea	<i>Bupthalmum salicifolium</i>	B	0	0
Ea	<i>Cytisus decumbens</i>	D	0	0
Eb	<i>Lathyrus palustris</i>	C	0	0
M	<i>Reseda phyteuma</i>	B C D	0	0
C3	<i>Chamaecytisus supinus</i>	A C	0	0
C3	<i>Euphorbia seguieriana</i>	B C D	0	0
C3	<i>Silene otites</i>	D	0	0
F1	<i>Gentiana pneumonanthe</i>	A C	0	0

Au total douze espèces sont à la fois présentes en Champagne et absentes en Argonne, soit 5,6 % du total ; sept espèces sont présentes en Woëvre, absentes en Argonne, soit 3,2 % du total ; deux espèces, *Cardaminopsis arenosa* Arabette des sables, et *Scorzonera laciniata*, Scorsenère laciniée, toutes deux plantes de friches, sont à la fois en Champagne et en Woëvre et absentes en Argonne, soit 0,1 % du total des 215 espèces.

b - Espèces présentes uniquement en Argonne

Vingt-trois espèces (10,7 % du total) ne sont présentes qu'en Argonne : deux du groupe N1 (*Vaccinium oxycoccos*, *Hydrocharismorsus ranae*), trois du groupe E (*Genista germanica*, *Thlaspi montanum*, *Geum rivale*), six du groupe A (*Ulex europæus*, *Ericatetralix* et *E. cinerea*, *Galium saxatile*, *Juncus squarrosus*, *Luzula forsteri*), sept du groupe Mo (*Calamagrostis arundinacea*, *Cotoneaster integerrimus*, *Ranunculus platinifolius*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Equisetum sylvaticum*, *Eriophorum vaginatum*) et quatre du groupe F (*Scutellaria minor*, *Stellaria alsine*, *Blechnum spicant*, *Osmunda regalis*). **La flore argonnaise abrite seule quatorze espèces atlantiques et méditerranéo-atlantiques et montagnardes, 6,5 % du total des espèces recensées, dont 75 % des atlantiques et 35 % des montagnardes.** *Ulex europæus*, l'ajonc d'Europe « subatlantique largement répandu dans les plaines et l'étage collinéen de toute la moitié ouest [de la France], puis se raréfiant progressivement »³⁸ et deux Bruyères, *Ericatetralix*, la Bruyère quaternée « subatlantique à tendance nordique des landes hygrophiles et des tourbières, atteignant les Pyrénées centrales jusqu'à la base de l'étage subalpin, tout l'ouest et le nord du Massif Central jusqu'à la bordure occidentale de l'Auvergne et au Morvan, l'Aube, les Ardennes »³⁹ et *E. cinerea*, la Bruyère cendrée « très répandue dans les landes sèches atlantiques jusqu'à la base de l'étage montagnard [...] atteignant vers l'est le sud-est des Ardennes » sont caractéristiques du bastion d'atlantinité ; *Calamagrostis arundinacea*, le Calamagrostis faux roseau, est une bonne caractéristique de l'ambiance submontagnarde : « Bois clairs et pelouses de l'étage montagnard sur sol un peu acide dans les Vosges (d'où il descend en Alsace), le Massif Central et les Pyrénées ; quelques localités dans l'Ain, les Terres Froides de l'Isère, les Hautes-Alpes ; en divers autres points de basse altitude »⁴⁰.

c - Types de répartition par régions

Le tableau 428 montre la répartition des espèces par groupes phytogéographiques selon le type de groupements régionaux pour les soixante-sept espèces qui présentent une ou deux absences régionales.

Tableau 428
Nombre d'espèces de la Flore de France par groupes phytogéographiques et combinaisons de régions

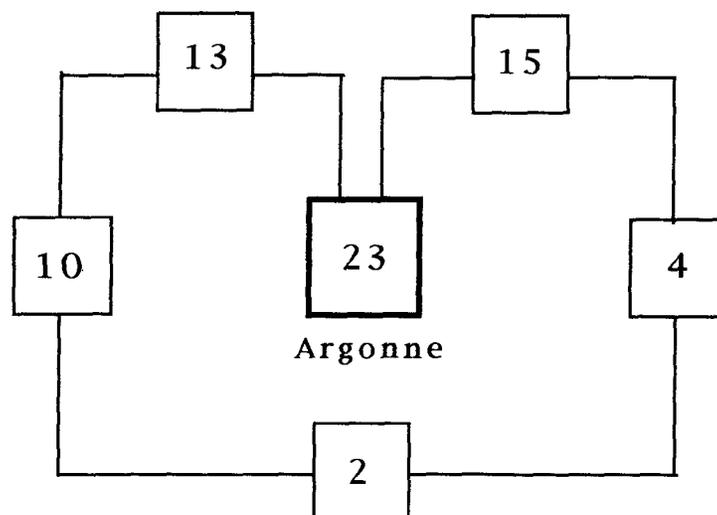
Groupes d'espèces	Champagne seule	Argonne seule	Woëvre seule	Champagne Argonne	Argonne Woëvre	Champagne Woëvre	Total
N	0	2	0	1	3	0	6
E	3	3	1	1	1	1	10
M	1	0	0	0	0	0	1
A	0	6	1	1	1	0	9
Mo	2	8	2	0	0	0	12
C	3	0	0	6	6	0	15
F	1	4	0	4	4	1	14
Total	10	23	4	13	15	2	67

Trente-sept espèces (17 % du total) n'appartiennent qu'à une région, dont quinze à l'Argonne (analyse ci-dessus). Trente appartiennent à deux régions sur trois. Le caractère atlantique (groupe A) est gommé sur la Champagne sèche pour six espèces qui réapparaissent en Argonne (biofaciès de Mourmelon ou de Suippes, déficit hydrique marqué de l'été). Ce tableau peut être formalisé par le schéma suivant :

³⁸ P. DUPONT, *Atlas partiel...*, op. cit., p. 39.

³⁹ ID., *ibid.*, p. 58, deux citations pour les Bruyères.

⁴⁰ ID., *ibid.*, p. 91 et article de M. Bournérias cité à la note 1.



L'individualité de l'Argonne, région centrale, comme son rôle de contact apparaissent bien par le nombre d'espèces qui lui sont propres comme par les liens qu'elle entretient avec la Champagne (treize espèces) et la Woëvre (quinze espèces). Seules deux espèces sont communes à la Woëvre et la Champagne sans être présentes en Argonne.

Quatre graphes sur trois diagrammes régionaux (figure 423, p.) montrent la répartition par carrés Dupont des espèces des groupes phytogéographiques les moins représentés, nordiques, méridionales, atlantiques, montagnardes. Les différences entre Champagne et Woëvre sont peu sensibles ; l'Argonne se distingue par l'importance des nordiques, secondairement des montagnardes.

– En Champagne sèche on note l'absence des atlantiques, sauf la Jacinthe des bois dans le carré D ; la faiblesse des montagnardes, sept espèces avec une à quatre mentions selon les carrés, et des méridionales.

– En Argonne apparaît un beau gradient des nordiques qui passent de douze dans le carré septentrional du Chesne à deux dans celui de Beaulieu au sud. Les carrés 1 et 2 ont des profils voisins.

– En Woëvre est aussi bien nette l'absence des atlantiques sauf *Corynephorus canescens* dans le carré a. Présence sensible de cinq méridionales dans le carré D.

Les différences sont beaucoup moins nettes pour les autres groupes et difficiles à cerner. Notons simplement (tableau général en annexe) la faible représentation des orientales Ec en Champagne : quatorze espèces, contre vingt-huit en Argonne et vingt-cinq en Woëvre. **C'est peut-être ici une manifestation de l'effet de barrière argonnaise.**

Une approche spatiale des mêmes cartes France entière de l'Atlas Dupont complètent ces résultats. L'Argonne constitue une limite d'aire pour dix-neuf au moins des deux cent quinze espèces citées. Selon les directions on trouve :

- **limite ouest** de *Stellaria nemorum*, *Ranunculus platanifolius*, *Cardamine heptaphylla*, *Nocca montana* (aux stations haut-normandes près), *Ribes alpinum*, *Trifolium montanum* subsp. m., *T. rubens*, *Viola mirabilis*, *Leucojum vernum*.
- **limite nord-ouest** de *Genista germanica*, *Geranium sylvaticum*, *Euphorbia flavicomma*, *Laserpitium latifolium*, *Lamium maculatum*, *Calamagrostis epigeios*.
- **limite est** de *Erica tetralix*, *E. cinerea*, *Hyacinthoides non-scripta*.
- **limite nord-est** de *Luzula forsteri*.

Cette approche ne permet pas de préciser clairement un rôle de limite nord. Cinq des six espèces méridionales citées (annexe 4-5, p42) sont recensées dans le carré 4 Clermont-en-Argonne, carré hétérogène qui regroupe le massif argonnais, la vallée de l'Aire et un fragment du plateau du Barrois. Or *Amelanchier ovalis*, *Chamaecytisus supinus*, *Euphorbia seguieriana*, *Peucedanum cervaria* par exemple sont absents du territoire argonnais.

Au bilan cette étude, bien qu'elle ait été conduite à partir d'une banque de données spatialement assez grossière, apporte des arguments phytogéographiques qui confirment certains traits de la trame régionale des biofaciès. La montée des espèces nordiques, secondairement des montagnardes, en Argonne trouve une illustration dans le fort gradient de la bordure occidentale du massif (figure 413). Ainsi dans le carré 1 (Le Chesne) le passage très

rapide du biofaciès champenois [subhumide à déficit de juillet > 30] au biofaciès de l'Argonne ardennaise [hyperhumide à déficit de juillet < 10]. Cet arc hyperhumide – mais la carte ne le montre pas – permet le relais avec le massif ardennais proprement dit au nord de la dépression de Charleville qui assure la descente des nordiques.

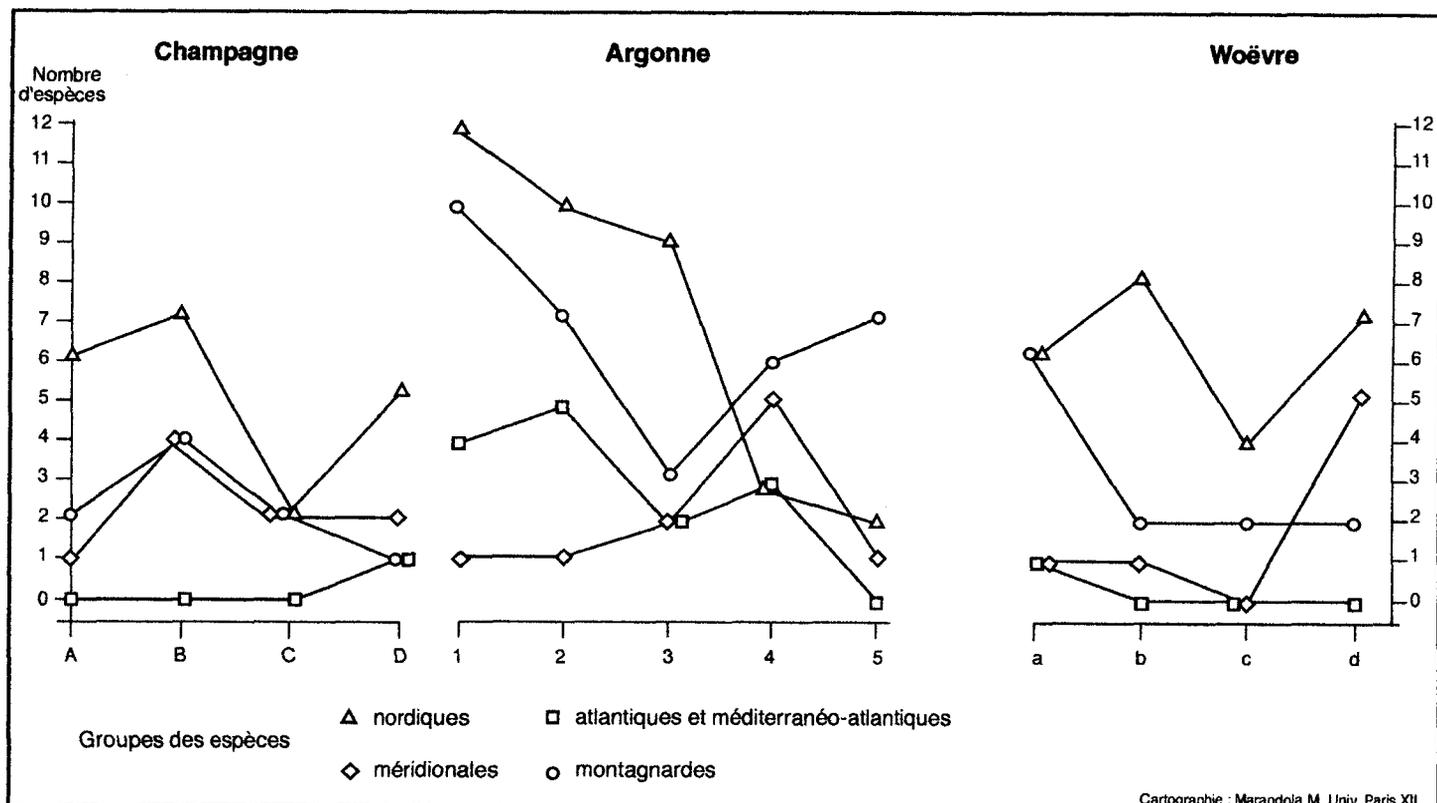


Fig. 423 Carrés Dupont et groupes d'espèces sur la Champagne, l'Argonne et la Woëvre

3. L'OFFRE TROPHIQUE ET LE CANEVAS DES BIOFACIÈS

L'offre trophique – ou nutritionnelle – est le second volet du biofaciès. C'est l'ensemble des nutriments que le milieu met à la disposition de la végétation du sylvofaciès dans une ambiance physico-chimique donnée. L'humus, complexe résultant d'interactions et d'organisations entre matière minérale et organique, est considéré comme un bon révélateur de cette offre¹. L'identification des humus permet la définition, la classification et la comparaison des édaphotopes² stationnels. Notre principe de cartographie des sylvofaciès³ fait de l'humus (variable trophique) la seconde entrée de la matrice d'identification du biofaciès, croisée avec le bilan d'eau (variable bioclimatique) (légende des cartes HT).

Dans les forêts de la guerre coexistent deux catégories d'édaphotopes, définis par des profils et des compositions des sols différents.

– Les "édaphotopes civils" résultent d'une co-évolution de longue durée entre la couverture végétale et son environnement abiotique. Ils appartiennent à deux groupes. Le premier, majoritaire, est à dominante climacique, l'intervention sociétale est faible et les peuplements forestiers ne sont pas très éloignés des formations potentielles ; le second est marqué de tendances évolutives bifurquées, guidées par des phénomènes de gestion sylvicole. Ce sont par exemple les édaphotopes sur gaize subaffleurante de l'Argonne, en versant sud, portant des podzosols secondaires liés au glissement de certains sylvofaciès vers la lande.

– Les "édaphotopes de la guerre" ont succédé aux polémotopes nés de la destruction des édaphotopes civils. Leur histoire est courte. L'instant zéro de leur naissance est connu à l'année, presque au mois près. La complexité des profils rend mal compte de la structuration pédogénétique. Marqués par une nette rupture morphologique et fonctionnelle du profil à des profondeurs variables ces sols trouvaient difficilement place dans la classification française⁴. Pour reprendre une expression de Jean-Max PALIERNE forgée dans d'autres contextes on pourrait qualifier ces profils de *profils rompus* et ces sols, de schizosols⁵. Suivant le raisonnement des auteurs du *Référentiel pédologique* on pourrait les rattacher au type des *anthroposols transformés*⁶. C'est du troisième processus anthropo-pédogénétique sur les onze qui caractérisent ce type de sols, « destruction d'une horization antérieure par mélange d'horizons et nivellement » que leur genèse se rapproche le plus. Mais le mélange d'horizons et surtout le nivellement n'y furent pas systématiques... et de loin ! **Les forêts de la guerre présentent donc une mosaïque de sols dont la logique distributive est sous double influence.** Les édaphotopes des milieux bouleversés sont marqués par l'antinomie entre des horizons humifères jeunes, des dynamiques pédogénétiques souvent juvéniles et des matériaux parentaux issus des remaniements d'horizons d'anciens sols parfois très évolués⁷. Il y a dans ce cas contradiction entre les potentialités bioclimatiques et édaphiques des milieux régionaux et le fonctionnement des profils actuels.

La guerre pose un problème général : le bouleversement a-t-il rajeuni certains sols, en a-t-il détruit d'autres ? Dans ce dernier cas est-ce le seul profil pédologique qui a été détruit, ou un sol dans sa fonctionnalité réciproque avec un couvert végétal ?

¹ Sources générales dans Philippe DUCHAUFOUR, *Pédologie*, Paris, Masson, coll. Abrégés, 2^e éd., 1988 ; Ph. DUCHAUFOUR et Bernard SOUCHIER (dir. de), *Pédologie. 2. Constitutants et propriétés du sol*, par M. BONNEAU et B. SOUCHIER, Paris, Masson, 1979 ; Ph. DUCHAUFOUR, "Stations, types d'humus et groupements écologiques", *RFF*, 1960, n° 7, p. 484-494 ; ID., "Ecologie et pédologie", in *L'étude du milieu naturel*, BTI des ingén. serv. agri., 1962, n° sp. 172.

² Terme construit sur le modèle de biotope. L'édaphotope est la composante du biotope dans laquelle s'enracinent et se nourrissent les végétaux ; le pain racinaire en est l'expression imagée équivalente. Le biofaciès combine un édaphotope et un climatope.

³ Voir guide de lecture de la légende des cartes HT au chapitre cinq, § 3.

⁴ Classification des sols de la Commission de pédologie et de cartographie des sols, (CPCS), multicopie.

⁵ J.-M. PALIERNE, *thèse*, op. cit.

⁶ Voir texte et note 27, premier chapitre, § 1.5.

⁷ Le mot évolué est pris ici au sens que lui donne la deuxième classification pédogénétique française.

3.1. L'offre trophique

La réflexion sur les sols s'inscrit dans le cadre conceptuel du sylvosystème et dans le cadre géodynamique de la chaîne topographique de sols, ou **caténa**⁸. A l'intégration verticale des composants s'ajoute une composante oblique, liée à l'effet combiné de l'énergie de relief et de la circulation de l'eau dans les toposéquences. Les combinaisons multiples naissent de la diversité des affleurements, des dynamiques de versants, de la relative jeunesse des formes, des héritages périglaciaires ou tertiaires. Combinaison donc de matériaux et de formes héritées et de processus dynamiques holocènes, de la reconquête végétale du post-glaciaire et des influences déterminantes des sociétés humaines pour les milieux les plus fragiles. Aux échelles spatiales se surimposent de multiples échelles temporelles.

La logique d'organisation des caténa s'est trouvée balayée par la guerre. L'impact de la guerre de position introduit deux questions centrales, celle de la présence d'une logique distributive de la couverture pédologique par essence différente, celle des moyens et des méthodes de sa reconnaissance. La difficulté touche d'abord la simple description des solums. Viennent ensuite l'analyse et l'interprétation fonctionnelle et dynamique de l'horizonation. Nous nous sommes appuyés, outre nos relevés personnels, sur des travaux réalisés à titre divers dans les forêts domaniales de la dition, révisions d'aménagement, suivis de parcelles expérimentales, catalogues de stations forestières. Ainsi Micheline MONTAGNE⁹, auteur des premiers relevés systématiques dans les forêts de Verdun et du Mort-Homme, ne place pas les bouleversements de la guerre au coeur des différenciations de profils et de la classification pédologique : « Les unités représentées sur la carte des sols sont celles définies par la classification française des sols ». Les principes de substitution de sols, de rajeunissement des profils induits par les bouleversements ne sont pas clairement explicités (chapitre cinq).

3.1.1. Les grands groupes de sols sur la dition

Un tableau à double entrée "roche-substrat" et "*matériau parental*" présente les types de sols qui caractérisent les pédoséquences modales des principaux sylvosystèmes (tableau 429¹⁰). Pour une même entrée le matériau parental ne se différencie de la roche support que par de faibles transformations placées sous l'influence de processus physiques dominants. Ainsi la gaize matériau parental n'existe que sur la gaize-substrat dont elle dérive par fragmentation et désagrégation libérant des sables fins (tableau 429).

Tableau 429
Types de sols selon substrats et *matériaux parentaux*

	Gaize	Argile	Calcaire massif	Calcaire marneux	Sable
<i>Gaize</i>	Rankosol				
<i>Argile</i>		Réductisols			
<i>Calcaire massif</i>			Rendosols Rendisols		
<i>Calcaire marneux</i>				Calcosols Calcisols	
<i>Limons épais. < 50 cm</i>	Brunisols	Réductisols Brunisols	Brunisols	Brunisols	Brunisols Podzosols
<i>Limons épais. > 50 cm</i>	Néoluvisols Luvisols		Néoluvisols Luvisols	Néoluvisols à Luvisols dégradés	
<i>Sable</i>		Podzosols			Podzosols

⁸ Une caténa, ou chaîne de sols (nous avons évité le terme de *séquence* de sols pour ne pas créer d'ambiguïté avec celui de *sylvoséquence*), est une succession continue de sols le long d'une pente, entre lesquels existe un *lien génétique*, Ph. DUCHAUFOR, *Pédologie*, op. cit., p. 116-117. Cet auteur propose d'autres termes en équivalence, dont celui de *lithotoposéquence*, dans le cas où la diversité des affleurements géologiques introduit une variété de matériau parental le long de la pente ; en particulier pour les deux volets de l'apport hydrique et de la richesse minérale.

⁹ M. MONTAGNE, *Étude pédologique de la forêt de Lachalade* et *Études pédologiques sur les forêts de Verdun et du Mort-Homme*, ONF de Lorraine, documents internes, 1972 et 1974 ; une citation.

¹⁰ Dans la plupart des cas la typologie est celle du Référentiel pédologique 1995 (INRA éd.). Les équivalences dans la classification CPC (Commission de pédologie et de cartographie des sols, 1967) seront rappelées.

Les luvisols (sols lessivé) n'existent que sur des couvertures épaisses de limon qui occultent le substrat, gaizeux sur les lanières des plateaux d'Argonne, calcaire sur les plateaux du Barrois ou des Hauts de Meuse. Les calcosols (sols bruns calcaires) et les calcisols (sols bruns calciques) qui marquent fortement les matériaux parentaux carbonatés, semblent par contre en équilibre dynamique avec le milieu. « Les sols bruns font preuve d'une certaine capacité à rester jeunes et stables »¹¹. Hors gaize, ou évolution secondaire, l'évolution des sols ne conduit pas vers les podzols.

3.1.2. Deux caténas du pôle siliceux

Les principaux travaux sur les sols du massif de l'Argonne ont été réalisés dans le cadre de la recherche forestière, le premier dans l'étude pionnière sur la forêt de la Contrôlerie au sud des Islettes¹², le second comme étude préparatoire à l'aménagement de la forêt domaniale de Lachalade¹³, le troisième dans le cadre des catalogues de stations forestières¹⁴. La figure 424 (p.352) reprise de ce catalogue montre les principaux caractères des profils sur deux caténas modales (appelées toposéquences par l'auteur) situées dans la forêt domaniale de Châtrices. Cette forêt, comme Beaulieu sa voisine (premier chapitre), n'a pas été touchée par la guerre. Les caténas sont orientées nord et sud à partir de la croupe d'une étroite lanière d'interfluve entre deux gorgeons.

a - Le matériau parental, la gaize

Pauvre en fer (moins de 0,5 ‰), pauvre en argile (11 à 12 % d'éléments inférieurs à 2 µm), la gaize (chapitre trois, § 2.2.) contient peu de minéraux altérables, donc de cations libérables. La capacité d'échange est faible, même si les "impuretés" présentes font que la gaize n'est pas totalement improductive. Sur le plan de la réserve hydrique, l'humidité édaphique de ce matériau parental décroît avec l'altitude relative. C'est, note MANGENOT, l'application d'un principe énoncé par GARDET : « la gaize, ses sols cultivables ou forestiers restent frais puisque poreux, mais ils ne sont pas humides au sens que l'on donne au grès purs »¹⁵. Deux profils édaphiques situés aux deux extrémités de la chaîne de sols¹⁶ découlent de la position topographique. Sur les lanières de plateau et les hauts de versants secs exposés au sud, les podzols à mor se développent sur gaize sub-affleurante ou recouverte d'un voile d'altérites sableuses issues de sa désagrégation. Dans les fonds de vallons humides, des sols d'apport à humus doux (mull méso et hydromull) marquent les colluvions argilo-siliceuses, matériau parental qui recouvre le substrat d'Argile du Gault.

b - Les caractères des profils dans la gaize

La gaize est un matériau peu sensible à l'altération de par sa composition chimique mais son comportement varie avec l'agressivité des humus. Sous mull oligotrophe et couverture limoneuse protectrice (sur lanières de plateau à sommets plats ou croupes d'interfluves très larges) seule se manifeste la simple redistribution du peu de fer et d'argiles présents dans le matériau parental ; la gaize jaunit. Une brunification de sols bruns acides, peu visible, différencie dans les profils un horizon S (B) cambique. L'agressivité des humus mor ou moder est par contre très sensible dès que la couverture limoneuse fait défaut. Un net podzolisme¹⁷

¹¹ Jean-Max PALIERNE, *Les forêts et leur environnement dans les pays ligéro-atlantiques nord*, thèse pour le doctorat d'État, univ. de Rennes, 1975, p. 305.

¹² Ph. Duchaufour et alii, "Types de forêt et aménagement : la forêt de la Contrôlerie en Argonne", *Ann. de l'École nationale des Eaux et Forêts*, 1961, t. XVIII, fasc. 1.

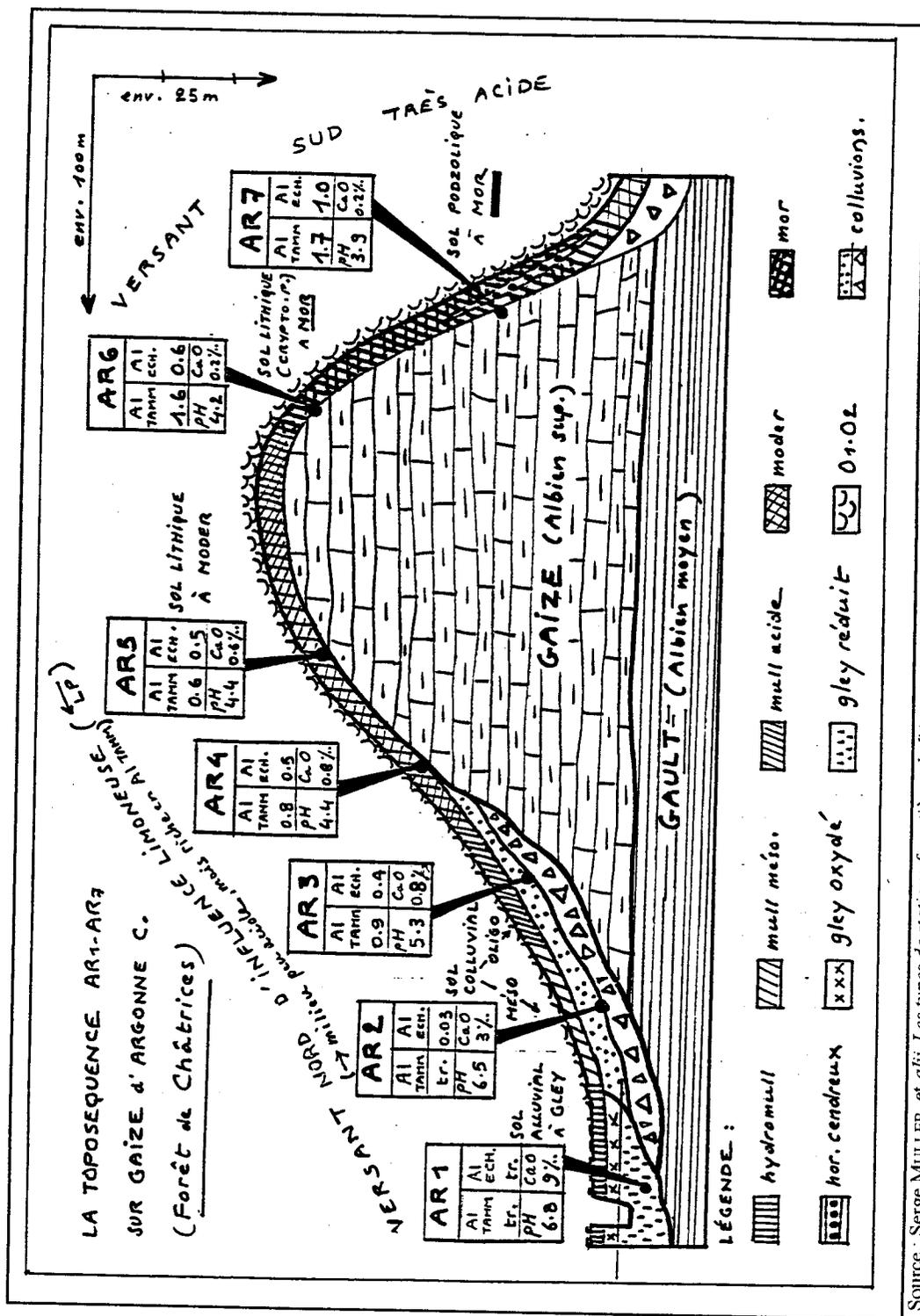
¹³ M. MONTAGNE, *Étude pédologique de la forêt de Lachalade*, 1972, op. cit.

¹⁴ Serge MULLER et alii, *Les types de stations forestières de l'Argonne*, 1993, op. cit.

¹⁵ MANGENOT, "L'Argonne", *Bull. SBF*, 1955, t. 102, p. 16-19; Gardet, *Compte-rendu sommaire à la Société géologique de France*, 1946 et GARDET et MEUNIER, "La Flore muscinale de l'Argonne", in *Bulletin SBF*, tome 82.

¹⁶ GAUME, *Bull. SBF.*, tome 90, p. 58, cité par Jean LAURENT, *l'Argonne et ses bordures*, op. cit., p. 173.

¹⁷ Il est intéressant de distinguer l'état d'un sol marqué par le "podzolisme" du processus de podzolisation précise J.-M. PALIERNE, *thèse*, op. cit., p. 319 : « [...] je tiens plus la podzolisation pour un état que pour un moment évolutif [...] Podzolisme, de ce point de vue, est plus neutre et ne préjuge pas le caractère fonctionnel ou non des processus qui conduisent à l'élaboration des podzols ».



Source : Serge MULLER et alii, Les types de stations forestières de l'Argonne, 1993, op. cit, p. 53.

Fig. 424 Deux caténaes modales du massif argonnais en forêt domaniale de Châtrices

marque des profils à horizon individualisés BPh (Bh) et BPs (Bs)¹⁸. Une question importante concerne l'existence d'une podzolisation secondaire engendrée par les enrénements sur les versants sud dégradés au XIX^e siècle (chapitre six) et ceux de la Reconstruction (carte HT Argonne 1990). Dans l'exemple des caténas présentées (figure 424) le sommet d'interfluve est convexe et la gaize subaffleurante. Le contraste entre les deux versants est prononcé (tableau 430)¹⁹.

Tableau 430
Contrastes de versants et sols sur deux caténas argonnaises

Variables	Versant sud	Versant nord
profil du versant	convexe tendu-rectiligne-concave tendu pentes souvent supérieures à 35°	convexo-concave, adouci
substrat	gaize	gaize, fond de vallon dans argile
matériau parental	altérite mince de gaize, gaize	gaize sur convexité puis colluvions
colluvionnement	nul sur 3/ de la pente, colluvions grossières, concavité basale	sur la concavité, grossières de gaize, fines de sables d'altération
acidité du milieu	forte, pH jusqu'à 3,9	ménagée
humus	mor développé Al libre et échangeable important	moder, hémimoder, oligo et mésomull Al libre et échangeable faibles dans mull
groupes écologiques caractéristiques	8 acidiclinales, 9 acidiphiles absents, 6 neutroacidicl., 5 neutrophiles	6 et 5 remplacent progressivement 8 et 9 du haut en bas du versant

d'après Serge MULLER et alii, *Les types de stations forestières de l'Argonne*, 1993, modifié

Nous illustrons cette caténa par l'analyse d'un type de sol qui lui est très caractéristique, le rankosol sur gaize à mor de haut de versant sud (figure 424).

Tableau 431
Résultats d'analyses, rankosol sur gaize, Argonne (2 tableaux)

Horizons	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	Fe deb %
A	13,78	23,36	19,29	26,6	7,9	1,01
E	13,28	24,40	24,32	28,4	6,4	1,13
BPh	17,23	24,89	19,09	21,0	13,9	2,02

Horizons	profond. (cm)	pH	MO%	C/N	Calc total	Ca	K	Mg	S	CEC
H	+ 0-10	3,6	32,6	23,6	0,0	1,65	0,44	0,33		53,0
A	- 0-10	3,6	9	23,4	0,0	0,44	0,27	0,15		19,5
E	- 10-30	3,9	3,2	20,7	0,0	0,31	0,24	0,15		11,9
BPh	- 30-50	4,5	3,9	20,6	0,0	0,5	0,39	0,38		18,1

La géomorphologie des interfluves de ce massif très disséqué introduit la diversité. Lorsque ceux-ci s'évasent en de véritables lanières de plateau (plateau des Quatre Faux, plateau de Guillemine en forêt de Beaulieu (premier chapitre), Mont de Villers ou le Princier en forêt de Lachalade) qui peuvent atteindre trois cents mètres de large, la fréquente présence d'une couverture limoneuse diversifie les sols tandis que l'acidité diminue. Des luvisols à solum diagnostique A/E/BT (A₁/A₂/Bt) ou des luvisols dégradés A/E/BTg apparaissent dans les parties centrales de ces plateaux, des brunisols oligo-saturés (sols bruns acides) à solum A/S/C (A₁/(B)/C) assurent l'amorce des versants sur les limons amincis et progressivement enrichis de sable gaizeux.

Le tableau 432 propose un bilan des caractères chimiques des principaux humus et les types de sols associés sur le massif argonnais.

¹⁸ Entre parenthèses dénomination des horizons de référence dans le système CPCS. L'horizon BPs apparaît vite, application du principe suivant lequel, dans un sol podzolisé, le fer est d'autant plus mobilisable et visible que la roche est pauvre en cet élément.

¹⁹ Comme l'ont montré aussi les sites de sylvofaciès de la forêt domaniale de Beaulieu (premier chapitre § 2) et les bilans d'eau sur le bassin versant de la Biesme (chapitre trois, § 4.3.)

Tableau 432
Principaux types d'humus en Argonne (3 tableaux)

PLATEAUX

Humus et sol	pH eau	CEC még/100 g	Bases échang. ‰ terre fine	C/N
	A (A ₁)	A	A	A
mésomull néoluvissols sur limons	5,0	11,7	1,57	13,6
oligomull luisols sur limons	5,3	17,59	1,52	14,2
moder podzsol ocrique sur gaize	4,7	13,10	2,12	15,6

VERSANTS

Humus et sols	pH eau		CEC még/100 g		Bases échangeables ‰ terre fine sèche		C/N	
	O (A ₀)	A	O	A	O	A	O	A
Mor de versant sud podzsol sur gaize	3,8	4,1	54,5	26,8	2,92	1,48	25,7	19,9
Moder de versant nord podzsol ocrique sur gaize		4,4		11,1		1,31		27,1
mésomull, bas de versant brunisol sur colluvions		4,9		11,7		1,71		12,9

FONDS de vallons

Humus et sols	pH eau	CEC még/100 g	Bases échang. ‰ terre fine	C/N
	A	A	A11	A11
Hydromull fluviosols sur alluvions	5,7	38,8	7,71	15,2
eumull pélosol sur argile	6,2	30,0	8,75	13,6

La spatialisation des humus est réalisée par le biais du biofaciès sur les cartes HT Argonne et sur les cartes couleurs de biofaciès commentées *infra*.

3.1.3. Les types de sols du pôle carbonaté

Le pôle carbonaté est présent des marges orientales de l'Argonne *sensu lato* (forêt communales de Clermont, de Véry, de Montfaucon) au Barrois (Mort-Homme) et au plateau des Hauts de Meuse (forêt de Verdun). Les multiples combinaisons entre substrats et formations superficielles donnent des matériaux parentaux très variés. Sur le secteur de Verdun les couvertures pédologiques actuelles sont en majorité issues de la guerre.

a - Caractères généraux

Les couvertures pédologiques sur calcaires sont en général peu profondes. Leur profondeur est commandée par le stade d'évolution du solum (à matériaux parentaux identiques) et par le matériau parental (à degré d'évolution identique) : l'horizon Sca [(B)], présentant toujours une effervescence à HCl à froid, est d'autant plus épais que le matériau est friable et (ou) fortement diaclasé. C'est le domaine des solums carbonatés et saturés dominés par la présence des ions Ca⁺⁺. La présence de carbonates dans le profil et l'abondance de leur source freinent les processus de brunification. La structure du matériau parental calcaire (valeur du pendage, hiatus de stratification, réseau de diaclases), la pente, la position topographique et l'orientation ont des conséquences importantes sur les possibilités d'enracinement des plantes et le développement de la pédogenèse. Ces caractères contrôlent la localisation des taxons :

régosols sur les roches dures affleurantes, rendosols (rendzines), calcosols (sols bruns calcaires) et calcisols (sols bruns calciques). Les sols sont secs et superficiels d'autant plus que le matériau est grossier et le sol peu évolué. Les stations à réserve utile de 50 et de 25 mm sont nombreuses sur les versants exposés au sud des Hauts de Meuse.

Sur les roches marno-calcaires (les faciès du Séquanien en particulier) régosols et rendosols disparaissent avec l'approfondissement des solums et la moindre tyrannie du substrat. Les calcisols dominent. Plus avant, si l'influence du stock de calcium de la roche mère calcaire s'atténue voire disparaît (sur colluvions épais en particulier) on passe à des brunisols dont les profils sont caractérisés par les horizons structuraux S [(B)]. Localement, dans les niveaux marneux surtout, des rétentions d'eau peuvent provoquer des phénomènes d'hydromorphie temporaire. Ainsi, sur le plateau sec sommital de la forêt domaniale de Verdun (plateau des forts de Douaumont, Souville et Vaux) les multiples affleurements des marnes du Séquanien alimentent une ligne de suintements repérable par des groupements végétaux particuliers (chapitre cinq).

Les plateaux à couverture limoneuse et secondairement les alluvions anciennes des grandes vallées portent des brunisols et des luvisols dont les bilans hydriques sont plus favorables (biofaciès humide ou hyperhumide) et les ressources trophiques plus abondantes (absence de calcaire actif et épaisseur plus grande du pain racinaire).

b - Discussion sur les atteintes de la guerre

Au long des toposéquences des plateaux incisés et des collines des Hauts de Meuse et du Barrois hors secteur bouleversé la caténa classique est la suivante : (régosol), rendosol, calcosol et calcisol. Mais sur plus de 80 % de la surface du champ de bataille de Verdun et du Mort-Homme (agressions indifférenciées profondes et modérées, légende des cartes HT), aucun solum ne fut protégé. Quelle signification a la couverture pédologique actuelle ? Comment décrire et interpréter ces polémosols ? Nous verrons (chapitre douze) les premières lectures que les forestiers firent, à la fin des années 1930, de ces milieux. La première interprétation fut apportée par Micheline MONTAGNE pour la forêt du Mort-Homme²⁰. Elle notait que certains sols qui "ressemblent" à des rendzines typiques, par les humus qu'ils portent (mulls carbonatés) et leurs horizons A₁ de type rendzinique (à la fois riches en calcaire actif et en matière organique), n'en sont pas car « dans tous les cas un horizon {B} a été observé [...] pouvant être soit un matériau colluvionné qui aurait subi une pédogenèse avant colluvionnement, **soit un matériau issu du bouleversement par la guerre, et qui résulterait de la réhomogénéisation d'un sol préexistant** ». En faire des rendzines « traduirait mal les propriétés du sol qui sont, au moins en profondeur, celles d'un sol brun calcaire évolué ». Une dualité de profil, donc, entre des horizons de surface (portant des humus de pseudo-rendzines) parautochtones dont la recarbonatation est due à la projection de polémo-fracts, et des horizons profonds *in situ* du sol antérieur à la guerre et tronqué. Une conséquence de cette organisation pédologique dans les secteurs à topographie chaotique est le risque induit par la correction des séquelles des bombardements : le nivellement de la polémo-topographie comblerait les trous d'obus mais décapiterait de ce fait les micro-buttes ; outre qu'il modifierait le bilan hydrique, qu'il réduirait l'horizon A₁ là où il se reconstitue, il tendrait à homogénéiser les profils en faisant réapparaître en surface l'horizon C. Ce risque a été comparé, par certains forestiers, à celui d'un deuxième passage de guerre.

Comme les principes de l'analyse de sylvofaciès font de l'humus le seul réactif trophique du milieu et le second paramètre de la croix chromatique qui définit le biofaciès stationnel, nous n'entrerons pas ici dans la problématique d'une classification de ces polémosols.

c - Les principaux types de sols

= Sur calcaires on observe, du sol le plus superficiel au plus profond, la série suivante : **rendosols ==> calcosols ==> calcisols**. Le passage est continu entre les trois types.

Les rendosols exigent des pentes assez fortes pour un apport constant de matériaux. Il sont presque absents en forêt du Mort-Homme et ont une faible extension dans la forêt de Verdun où ils ne bénéficient d'une alimentation constante en calcaire que sur le Rauracien à l'affleurement. Ces sols très superficiels sont secs avec des réserves hydriques faibles, toujours inférieures à 75 mm, à très faibles (25 mm) ; sur les plateaux calcaires de Lorraine la valeur

²⁰ M. Montagne, *Étude pédologique de la forêt du Mort-Homme*, op. cit., p. 10-11 ; deux citations ; souligné par nous.

moyenne a été évaluée à 38 mm (figure 320)²¹. Ils portent des humus mull calcaire. Sur des pentes moins fortes et des matériaux parentaux un peu plus riches en argile (apports marneux des bancs du Séquanien par exemple) les rendosols connaissent un début de brunification (rendzines brunifiées) avec l'apparition d'un horizon Sca (B) d'altération du matériau parental ; on les trouve sur les flancs des vallons ou des ravins où les apports latéraux doivent rester suffisants pour assurer l'alimentation en calcaire. Les humus brun foncé épais d'une dizaine de centimètres sont des mull calcaires et des mulls calciques. Ces sols moins secs voient des réserves hydriques de développer dans l'horizon Sca ; la fourchette de valeur a été évaluée à 50-110 mm pour une moyenne de 85 (figure 320). Cette fourchette est resserrée vers le bas pour la forêt de Verdun. Les calcosols apparaissent dans deux situations morphologiques, sur colluvions de pente et sur roche mère marneuse ou marno-calcaires où ils présentent les profils les mieux développés. Les humus sont des mulls (eumulls) moins épais et plus clairs, sans réaction à HCL lorsqu'ils sont évolués ; les pH se tiennent entre 7,7 et 8 et les C/N des horizons A1 entre 12 et 15. Ce caractère les différencie nettement des sols de la guerre qui, dans les mêmes conditions morphotopographiques, sont recarbonatés par remontée de polymofracts. L'horizon Sca, nettement différencié et marqué par une texture polyédrique, peut dépasser 0,80 à 1 m d'épaisseur. Le réservoir d'eau augmente de volume et la réserve peut atteindre 100 mm, surtout dans les profils développés sur colluvions fines²². **Ces calcosols sont de loin les sols les plus fréquents sur le revers de Hauts de Meuse ; mais en forêt de la guerre ces profils sont souvent marqués par des humus eumulls carbonatés de rendzine** (voir *supra*). La teneur en calcaire actif est variable, jamais nulle à cause de la recarbonatation des profils. Ces sols dominent aussi dans la forêt domaniale du Mort-Homme.

Les calcisols présentent une décarbonatation des horizons A₁ et Sca mais le complexe absorbant reste saturé par l'ion Ca⁺⁺ dominant. Les humus sont des eumulls à mésomulls. Ces sols assez profonds ont des réserves de 90-110 mm en moyenne. Les plus fréquents sont développés sur Séquanien, souvent dans les périmètres des anciens bois (Caures, Wavrille) ou sur les produits d'altération du calcaire kimméridgien (bois de Cumières en forêt du Mort-Homme) ou sur colluvions épaisses. Un résultat de la guerre est que les calcisols constituent souvent une association en mosaïque avec les calcosols, selon le principe présenté *supra* où l'horizon Sca calcique devient l'horizon C post-guerre. **Au bilan on pourrait dire qu'à une juxtaposition de ces types de sols la guerre a substitué une superposition de certains de leurs constituants respectifs.**

Les réserves en eau sont peu différentes mais par remaniement peuvent changer de classes. Calcisols comme calcosols ont une variante hydromorphe ; on la trouve sur les secteurs associant deux caractères, la présence du Séquanien marneux comme matériau parental et l'appartenance aux anciennes forêts d'avant la guerre (Wavrille, Caures, bois de Haumont par exemple). La longue présence forestière (bois très anciens) avait certainement favorisé la brunification. Un second site est important à la base des Côtes, sur le Callovien argileux, dans les bois de Grémilly et d'Ornes, où un horizon Bg est proche de la surface, avec un A₁ d'autant mieux aéré et plus épais qu'on se trouve sur d'anciennes terres agricoles bénéficiant d'une semelle de labour L (Ap).

= Sur les limons de couverture les sols sont brunifiés ; ils s'organisent selon la série suivante : **brunisol saturés ==> brunisol oligo-saturés ==> néoluvisol ==> luvisol**. Cette série domine la couverture pédologique du plateau du Barrois et marque une grande partie de la forêt domaniale du Mort-Homme. Les sols sont profonds, jamais secs, et jouissent, avec des réserves utiles comprises entre 100 et 200 mm, d'une bonne économie de l'eau.

Les brunisols portent des eumulls ou des mésomulls ; sous forêt les horizons Sca sont épais et stables dans la mesure où existent des facteurs qui empêchent le lessivage et la naissance d'un horizon éluvial E (A₂), des pentes constantes assurant une composante oblique du drainage et des textures assez fines bloquant la migration des argiles. Ces sols peuvent être marmorisés dans les mêmes conditions que les calcosols. Les néoluvisols (sols bruns lessivés) sont fréquents en forêt du Mort-Homme. L'exemple donné vient de la parcelle 22 de la série de la Besace (1^{ère} série) sur le périmètre de l'ancien bois Henri d'avant la guerre (carte HT Mort-

²¹ M. BECKER, Fr. LE TACON et J. TIMBAL, *Les plateaux calcaires de Lorraine. Types de stations et potentialités forestières*, Nancy, Engref, 1980.

²² ID., *ibid.*

Homme 1914). La topographie est un petit plateau légèrement incliné vers le SE. Pas de microtopographie de bouleversement. Le peuplement est une futaie mûre d'épicéas plantés en 1930 (tableaux 433).

La description du solum est la suivante :

- = A – 0 à 7 cm. Horizon brun foncé, limoneux peu argileux, avec petits grumeaux réguliers et friables. Racines très nombreuses et de toutes tailles. Pas de fragments calcaire, pas d'effervescence à HCl.
- = E – 7 à 30 cm. Limite nette avec l'horizon précédent. Brun beige, limoneux peu argileux. Structure friable à tendance polyédrique. Racines fines et moyennes. Pas d'effervescence.
- = E/BT – 30 à 50 cm. Horizon de transition argilo-limoneux à structure polyédrique plus nette. Pas d'effervescence.
- = BT – 50 à 80 cm. horizon argilo-limoneux rouille. Structure polyédrique régulière, polyèdres anguleux à facettes lisses et brillantes. Racines peu abondantes, fines à moyennes. Pas d'effervescence.
- = II C – 80 à 90 cm. Limite nette. Horizon caillouteux d'un calcaire blanchâtre à ocre clair. Vive effervescence. Substrat du calcaire portlandien.

Tableau 433
Résultats d'analyses, néoluvisol, parcelle 22, forêt du Mort-Homme

Horizons	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	CaCO ₃ tot	FeI %
A	20,4	45,6	31,2	2,0	0,8		1,98
E	29,7	36,5	31,4	1,9	0,5	traces	2,06
E/BT	31,0	38,3	28,4	1,8	0,5	traces	2,34
BT	47,1	33,3	16,9	2,1	0,6	traces	4,10

Horizons	profond.	pH	MO.	C%	N%	C/N	Ca	K	Mg	T	S/T
A	0-5 cm	5,6	10,9	6,38	0,36	17,6	20,5	0,40	0,91	23,2	94
E	25-30	7,9	2,0	1,19	0,12	9,9		0,41	0,47	14,9	sat
E/BT	40-45	7,7	1,3	0,77	0,1	7,7		0,35	0,59	16,0	sat
BT	60	7,7	1	0,56	0,08	6,6		0,51	1,25	24,7	sat

Le matériau parental est un limon d'origine éolienne à faible teneur en sable reposant sur le calcaire Portlandien. L'humus est un mésomull, légèrement désaturé et acide au C/N élevé. Les horizons E d'appauvrissement et BT d'enrichissement en argile sont nettement individualisés ; la teneur en argile double en profondeur. Le pH augmente dans les horizons profonds ; des traces de calcaire sous forme de fines granules apparaissent vers 50 cm. Ce fort pH et les taux de saturation démentent l'hypothèse d'un horizon lessivé. Sur le plan morphologique ce profil est celui d'un néoluvisol (sol brun lessivé) dont il a les propriétés physiques. Chimiquement il se rapproche d'un brunisol. Le profil ne présente pas de trace de bouleversement par la guerre.

3.2. Le canevas des biofaciès actuels

Le canevas des biofaciès actuels dans les trois secteurs Verdun, Mort-Homme et Argonne est présenté par les commentaires des cartes couleurs 38, 39 et 40. Ces infocartes sont construites par extraction de deux séries d'informations thématiques du fichier central numérisé. Pour Verdun par exemple la première série compte cinq couches : – limites des forêts domaniales et, sur leurs périphéries, celles des forêts communales, des petits bois, des camps militaires et des DMB (domaines militaires boisés sur Verdun) associés, – forts et ouvrages²³, – réseau hydrographique, – hypsométrie, courbes de niveau et points cotés ; elle constitue les fonds de cartes. La seconde série comprend la couche des limites de biofaciès et celle de leurs valeurs chromatiques. La référence pour celles-ci est la grille chromatique *Biofaciès* de la légende de la carte HT. La lecture des cartes Verdun et Mort-Homme se fait avec un calque de repérage parcellaire²⁴.

²³ Une erreur de manipulation a fait disparaître le fort de Souville.

²⁴ Nous avons retenu le calque du premier parcellaire de 1932 pour Verdun (carte 11) et le calque du parcellaire de 1995 pour le Mort-Homme (carte 6).

3.2.1. Le biofaciès, croisement des variables *bilan d'eau* et *humus*

Le biofaciès est ici considéré comme une unité écologique, une portion de territoire ou unité territoriale élémentaire (UTE) sur laquelle les conditions de milieu sont considérées homogènes. L'UTE de biofaciès n'est pas déterminée par l'UTE de peuplement forestier. Autrement dit les deux couches statistiques peuplements et biofaciès sont indépendantes dans le champ des variables retenues par la légende²⁵. La surface minimum de l'unité territoriale élémentaire a été fixée à un hectare, soit environ 25 placettes de 400 m², unité de collecte de l'information. Le "pixel cartographique" est donc pour les cartes de Verdun et du Mort-Homme de 3 x 3 mm, 9 mm² et pour la carte d'Argonne de 4,4 x 4,4 mm, 19,36 mm².

a - Champ de variation des variables du biofaciès

= La variable du bilan d'eau est représentée par le déficit hydrique relatif dont les bornes de la plage de variation sont $\Delta H\% = 0$ (biofaciès hyperhumide) et $\Delta H\%$ compris entre 20 et 25 (biofaciès subsec). Les biofaciès secs, corniches rocheuses, plages de substrat affleurant, superstructures bétonnées de forts, fonds de carrière couvrent des surfaces infimes sur le secteur de Verdun et ne sont pas cartographiables à cette échelle. Le bilan d'eau *contrainte hydrique par mauvais drainage* est aussi représenté dans les fonds alluviaux des larges vallées (secteur du Mort-Homme).

= La variable trophique est représentée par le type d'humus²⁶.

Les caractères des cinq classes – plutôt que types – d'humus retenues pour la légende de la carte HT des sylvofaciès sont précisés par le tableau 434.

Tableau 434
Classes d'humus retenues pour la légende des cartes HT

Sources		Variables		
CPCS	Référentiel 1995	pH	S/T %*	C/N
mulls carbonatés et calciques	eumulls carbonatés	> 7	100	< 15 9 à 13
mulls eutrophe et mésotrophe	eumull mésomull	> 6 5 - 6	> 75 30 - 70	10 à 15
mull oligotrophe	oligomull	< 5	< 30	15 à 20
moder	moder	< 4,5	< 20	15 à 25
mor	mor	< 4,5	< 10	> 20

* au pH du sol.

La majorité des humus de la forêt de Verdun (et des Hauts de Meuse en général) sont des eumulls (mulls calciques) de pH supérieurs à 7. En témoignent les résultats d'analyses suivants sur les horizons A₁ de deux calcosols sur colluvions calcaires de fonds de vallons sous pessières mûres des années 1930 : vallon de la Mort, MO % = 8,6, pH = 7,7, C/N = 11,1 ; ravin du Fays, MO = 13,7, pH = 7,7, C/N = 13,7. L'incorporation de la matière organique est bonne sur tout le profil ; les pH élevés sont liés à la présence de calcaire actif. Un rapport C/N de l'horizon A₁ voisin de 11 pour le premier, un peu plus élevé pour le second, traduisent un milieu biologiquement actif. Ces valeurs légèrement plus élevées que dans un mull calcique modal (environ 10) pourraient s'expliquer par la présence des résineux, en particulier sous les pessières qui associent l'épicéa à un sous-bois particulièrement pauvre (chapitre cinq). La forêt domaniale du Mort-Homme, elle, présente deux groupes d'humus, eumulls aux valeurs de pH de l'horizon A₁ supérieurs à 7 identiques à ceux de la forêt de Verdun, et eumulls et mésomulls de luvisols sur limons à pH compris entre 5 et 6,5 présents surtout sur les plateaux occidentaux de la forêt. Le spectre des principaux humus du massif d'Argonne est donné par le tableau 432.

b - Formalisation du biofaciès

La représentation du *sylvofaciès* sur la carte HT de synthèse en couleur repose sur le principe de l'affectation d'un ton chromatique au signe du peuplement. Le ton est affecté au *biofaciès*. Il est défini par l'intersection (en ligne et colonne) des paramètres de couleur et de

²⁵ Un biofaciès donné peut porter plusieurs types de peuplements ; un même peuplement peut appartenir à plusieurs biofaciès, dans le strict domaine des variables retenues.

²⁶ La décision d'utiliser aussi pour les descriptions et analyses des profils de sols la nomenclature du Référentiel pédologique 1995 a été postérieure à la réalisation technique de la légende établie avec la nomenclature CPCS.

valeur. La couleur est affectée au bilan hydrique, la valeur au type d'humus. La comparaison entre les cartes du Mort-Homme et Verdun et celle de l'Argonne montre le glissement du spectre colorimétrique des valeurs saturées vers les valeurs non saturées, lequel manifeste une décroissance de l'activité biologique et une acidité croissante des humus. Par ailleurs certains pavés de la grille ne sont pas informés car sont absents de la dition (ou trop faiblement représentés) certains biofaciès : biofaciès subsecs à moder ou mor (bioclimat de l'Argonne plus humide que ceux du Barrois, des Hauts de Meuse et de la petite partie de la Woèvre présente sur la carte de Verdun) ; biofaciès hyperhumides à moder ou mor car dans les fonds de vallées humides des gorgeons d'Argonne la présence de colluvions maintient la présence d'oligomulls.

3.2.2. Commentaire des cartes de biofaciès actuels (cartes ht 38, 39 et 40)

a - Cartes du secteur de Verdun nord et sud (p. 364-365)

= Verdun nord (repérage sur les cartes HT). Les biofaciès sont limités à cinq classes de bilan d'eau (de l'hyperhumide à nappe renouvelée au subsec) et deux classes d'humus (mulls carbonatés et calciques et mulls eutrophes et mésotrophes). Le biofaciès majoritaire sur les Hauts de Meuse est du type "bilan d'eau subhumide et mulls carbonaté et calcique" qu'on peut représenter par la formule B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls c.c.]. La plaine de Woèvre au nord-est porte par contre des B [$\Delta H\% < 10$ - mull c.c.] et des B [$\Delta H\% < 10$ - mulls e.m.], sauf les avant-buttes des Jumelles d'Ornes. Celles-ci montrent une belle opposition de versant, versant nord (12P11,12)²⁷ à B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls c.c.] et [$\Delta H\% < 10$ - mulls c.c.] et versant exposé au sud (12P10,14,18pie) à bilan d'eau déficient B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - mulls c.c.]. Sur le plateau les biofaciès hyperhumides sont cantonnés : – aux surfaces sommitales couvertes de dépôts limoneux d'épaisseur variable (au-dessus de la courbe 350 m d'altitude), par exemple B [$\Delta H\% < 10$ - mulls e.m.] sur les parcelles 2P24,27,30,37 de l'ancien bois des Caures et sur les 6P8,14,15 ; – aux surfaces intermédiaires à calcosols et calcisols sur les calcaires et marno-calcaires de l'Oxfordien, 5P30 et parties hautes des 5P21,28,32 par exemple. Les biofaciès déficients B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - mulls c.c.] s'allongent sur les versants méridionaux marqués des ravins les plus incisés, bas de versants 3P4à8 par exemple et sur les convexités des éperons du front de cuesta (11P5,9,14,15).

= Verdun sud. L'étrécissement du plateau des Hauts de Meuse par rapprochement des deux niveaux de base de la Meuse et de la plaine de Woèvre a accentué l'incision du relief tant par les ruisseaux cataclinaux de revers que par les ruisseaux anaclinaux qui disséquent la Côte de Meuse (ruisseaux de Vaux, de Bourvaux et d'Eix). Vers le sud les pentes raidissent, les lanières de plateau sont étroites et les formations superficielles s'amincissent. Le biofaciès dominant reste B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls c.c.]. Mais les bandes à bioclimats B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - mulls c.c.] s'allongent, s'épaississent et gagnent les hauts de versant. Localement existent des biofaciès subsecs [$20 \leq \Delta H\% \leq 25$ - mulls c.c.] sur les versants les plus raides à calcaire subaffleurants, 4P35,37,39 sur le tiers inférieur des versants, 6P20,24 dans le secteur des carrières d'Haudromont, et sur les superstructures des forts. Les biofaciès [$\Delta H\% < 10$ - mulls c.c.] se cantonnent aux surfaces sommitales, autour des forts de Douaumont et de Tavannes et sur l'échine Douaumont-Thiaumont en direction du fort de Souville (non figuré sur la carte).

b - Carte du secteur du Mort-Homme (p. 366)

Les biofaciès du secteur du Mort-Homme élargissent le spectre de ceux de Verdun aux classes de bilan d'eau hyperhumide à contrainte hydrique par mauvais drainage et d'humus hydromull. Les biofaciès les plus fréquents restent les B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls c.c.]. Mais ils ne dominent plus aussi nettement. Dans l'ouest du secteur les forêts du Mort-Homme, de Malancourt et de Montfaucon portent surtout des B [$\Delta H\% < 10$ - mulls e.m.] sur les vastes surfaces limoneuses du plateau du Barrois limité à l'est par l'éperon de cuesta de la Cote 304. Les parcelles qui découpent l'éperon en secteurs montrent bien la caténa des biofaciès sur les versants. Prenons la P228 tournée vers le sud : pastille de B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls e.m.] sur le plateau, B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - mulls c.c.] sur le début de la convexité et le haut du versant (de part et d'autre du figuré de *talus prononcé*), B [$20 \leq \Delta H\% \leq 25$ - mulls c.c.] sur la partie médiane du versant puis B [$10 \leq \Delta H\% \leq 15$ - mulls c.c.] dans la concavité de bas de ce même versant. En exposition nord le biofaciès subsec n'existe pas. La couple biofaciès déficients -

²⁷ Le nombre 12 ajouté avant le P de parcelle est le numéro de la division, ici le Breuil (nombre manuscrit sur le calque).

biofaciès subsecs à mulls carbonatés et calciques dessine une longue bande sur le haut de versant raide du lobe concave du grand méandre de la Meuse au nord de Cumières. Les fonds de vallées de la Meuse et du ruisseau de Forges abritent des B [$\Delta H\% = 0$ - mulls c.c.], B [$\Delta H\% = 0$ - mulls e.m.] et, dans les secteurs marécageux à peupleraies (cartes HT 1914 et 1995), des B [$\Delta H\% = 0$ à contrainte - mulls e.m.]. Comme pour Verdun, la topographie, l'orientation et le système hydrographique impriment leurs fortes marques aux biofaciès.

c - Carte du secteur de l'Argonne (p. 367)

La carte concerne les deux forêts domaniales de la Haute Chevauchée et de Lachalade. Le glissement de la palette vers des tons désaturés est très caractéristique des milieux acides de l'Argonne. Les biofaciès se répartissent dans cinq classes de bilan d'eau (de l'hyperhumide à nappe renouvelée au subsec) et quatre classes d'humus (mulls eutrophes et mésotrophes, mull oligotrophe, moder et mor). Le biofaciès le plus fréquent est B [$\Delta H\% < 10$ - moder]. On le trouve sur les plats sommitaux, sur les hauts de versant nord et parfois dans les bas de versants les plus évasés, toujours en exposition nord (ravin des Meurissons, branche nord). Peu étendus, les biofaciès B [$\Delta H\% < 10$ - mulls e.m.] occupent les parties les plus larges du massif dans la forêt de Haute Chevauchée, échine méridienne du Haut Jardin et lanière de revers entre le ravin du ruisseau des Meurissons et celui des Courtes Chaussées. Se lit très bien la double incision, celle des ruisseaux cataclinaux de revers affluents de la Biesme et celle des courts ravins anaclinaux, ruisseaux d'Osson, de Cheppe et d'Abancourt qui dissèquent le front de côte. Les contrastes liés à l'exposition se manifestent dans tous les ravins : B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - moder] et B [$15 \leq \Delta H\% \leq 20$ - mor] dominant en exposition sud, B [$\Delta H\% < 10$ - moder] en exposition nord. Les fonds alluviaux évasés des vallons anaclinaux qui drainent les argiles du Gault au pied de la côte ont des B [$\Delta H\% = 0$ - mulls e.m.]. Ceux, étroits, des ravins cataclinaux incisés dans la gaize voient leurs sections aval dans des B [$\Delta H\% = 0$ - mulls e.m.] et leurs secteurs amont dans des B [$\Delta H\% = 0$ - mull o.] pour les tronçons drainés et B [$\Delta H\% < 10$ - moder] pour les tronçons secs. Le ravitaillement colluvial fournit des matériaux à dominante acide en amont (altérites et débris de gaize) et plus tamponnés vers l'aval (apport divers dont colluvions de limons des plateaux).

3.2.3. Continuités et bifurcations dans le siècle

Au coeur de la problématique biogéographique des territoires des forêts de la guerre sont les questions des relations entre sols, humus et formations végétales. En effet les milieux bouleversés avaient, en 1918, perdu leur *système pédologique* au sens où « plusieurs horizons sont associés et ordonnés dans l'espace, dans les trois dimensions verticale et latérales. La dimension habituelle de cette organisation est hectométrique ou kilométrique, ou plus. »²⁸. Une décennie à peine après la fin du conflit la grande vague de boisement ou de reboisement dont sont issues les néo-forêts actuelles a accompagné la constitution des solums qui tissent la couverture pédologique actuelle.

a - A propos d'un profil de polémosol

Le rôle de la guerre dans la couverture pédologique régionale peut être illustré par un exemple pris en forêt domaniale du Mort-Homme. La parcelle 244 se situe au lieu dit le Nalimont, anciens riches terroirs céréaliers de la commune d'Esnes classées en zone rouge et que se partagent aujourd'hui les parcelles 242, 244, 245 et 246²⁹. Le plateau massif de revers de la côte du Barrois se développe vers 285 mètres d'altitude. La topographie chaotique du site de relevé est marquée par la présence d'anciennes tranchées et de nombreux trous d'obus. La fosse est ouverte sur une partie relativement plane. Le peuplement est une pinède de pins noirs plantés dans les années 1930 (chapitre onze).

La description et les résultats d'analyse du solum (tableau 435) sont les suivants :

= OL – + 0 à 0,5 cm. Litière discontinue, incorporation rapide de la MO, même les aiguilles de pins.

= A – 0 à 5 cm. Horizon humifère gris-brun, limoneux. Structure grumeleuse médiocre. Porosité forte. Racines nombreuses. Pas de cailloux. Pas d'effervescence à HCl.

²⁸ *Référentiel pédologique 1995*, op. cit., p. 10.

²⁹ Le sylvofaciès est présenté au chapitre cinq, § 3.1, les destructions sur la commune d'Esnes sont étudiées au chapitre onze, § 2.4.

- = C.pol.– 5 à 30 cm. Horizon brun taché d'ocre. Texture limono-argileuse. **Nombreux petits fragments d'éclats d'obus auréolés de taches ferriques.** Horizon hétérogène constitué par un mélange d'éléments d'autres horizons. Dominante de E et fragments de BT. Transition irrégulière. Pas d'effervescence.
- = E – 30 à 60 cm. Horizon gris brun clair. Limon fin. Structure fondue mais à cassure assez nette. Porosité forte, bonne cohésion. Densité forte de racines. Pas d'effervescence.
- = E/BT – 60 à 100 cm. Horizon brun clair. Limon fin argileux. Structure à tendance polyédrique. Porosité forte. Cohésion moyenne. Forte densité de petites racines. Pas d'enrobements visibles. Limite progressive. Pas d'effervescence.
- = BTg – 100 à 160 cm. Horizon marbré, plages gris brun clair et plages rouilles. Texture argilo-limoneuse avec marmorisation augmentant avec la profondeur. Structure polyédrique bien développée. Faible densité de petites racines. Pas d'effervescence.

Tableau 435
Résultats d'analyse, polémosol, parcelle 248, forêt du Mort-Homme

Horizons	A %	LF %	LG %	SF %	SG %	Fe1 %
A						1,15
C pol.	28,2	37,2	27,3	4,1	2,1	1,22
II E	14,7	36,1	39,7	6,2	2,8	0,70
II E/BT	36,5	36,7	22,4	2,7	1,4	1,48
II BTg	34,2	37,9	23,3	2,9	1,4	1,62

Horizons	profond.	pH	MO %	C %	C/N	Ca	K	Mg	T	S	S/T%
A	0 - 2 cm	4,9	17	8,49	24,74	10,0	0,46	0,88	34	11,34	33,4
C pol.	15 - 25	5,4	1,1	0,06	17,06	10,1	0,30	0,94	12,4	11,34	91,4
II E	40 - 50	5,8	0,5	0,32	8,94	5,3	0,18	0,41	8,8	5,89	66,9
II E/BT	70 - 80	5,7	0,32	0,18	4,38	8,9	0,20	0,71	16,9	9,81	58,1
II BTg	100-110	6,4	0,32	0,18	6,64	17,1	0,25	1,00	18	18,25	100

Le C/N et le pH de l'horizon A sont ceux d'un moder bien que l'humus soit morphologiquement un mull, mais le taux de saturation y est plus élevé que dans un moder typique. Les indices d'entraînement de l'argile et du fer sont caractéristiques d'un sol brun lessivé. **Le diagnostic du bouleversement de la guerre est donné par la présence d'un horizon contenant de nombreux éclats d'obus avec traces ocres et rouges de diffusion du fer.** Cet horizon perturbé, retourné par les bombardements, peut être considéré comme l'horizon C de la dynamique pédologique post-guerre. Il est noté **C pol.** (polémologique). De plus le taux de saturation très élevé de cet horizon Cpol. est remarquable. Il pourrait témoigner de l'ancienne activité agricole de ce site. Il n'y a pas d'effervescence sur tout le profil, pas de calcaire actif. Les bombardements, les creusements de tranchées n'ont affecté que l'horizon E, voire le BT de l'ancien sol cultivé, au profil de luvisol. Le calcaire du Barrois est trop profond, recouvert par plus d'un mètre de limons. Dès le boisement en 1930 les racines des pins, présentes aujourd'hui jusque vers 100 cm, ont vite franchi ces horizons de surface pour s'installer dans les horizons plus profonds de l'ancien sol lessivé, porteur d'excellentes réserves en eau qui dépassent 150 mm. L'horizon B existe et joue son rôle pour l'enracinement des ligneux, dense et diversifié.

Il existe donc des distorsions entre les éléments d'analyse de sol évolué et ceux qui attestent d'un sol jeune ; elles prennent la forme de discontinuités dans le solum dont la structure actuelle porte les stigmates de l'énorme puissance mécanique qui brassa les horizons, redistribua verticalement et horizontalement la matière autour des points d'impact des explosions. Il faut considérer ce profil comme la superposition des horizons de deux sols, au sens dynamique. Les horizons de surface portent la marque de la reconquête biotique ordonnée vers une sylvigénèse de plantations résineuses. Le sol jeune actuel se développe sur un matériau parental qui est un mélange des horizons L (Ap), E et secondairement BT de l'ancien luvisol cultivé.

Certaines propriétés des solums actuels vis à vis de la végétation sont à mettre à l'actif des pédogénèses anciennes ; entre autres l'importance des réservoirs hydriques et des volumes favorables à l'enracinement des ligneux. Ce profil type conduit à la proposition d'ajouter à la définition des polémo-anthroposols du Référentiel pédologique (p. 95) un douzième "processus anthropo-pédogénétique" dont la définition serait « **destruction d'une horization antérieure par explosion ou creusement, entraînant décapage ou brassage des horizons** ».

La succession des solums dans le temps pourrait se formaliser par la symbolique suivante :

Luvisol agricole		Polémosol		Néosol post guerre
L/E/BT/C/R	⇒	(C)/R	⇒	A/ III E/BT/R
Avant-guerre		Guerre		Après-guerre
Quelques siècles		1914-1918		1918 ----->

Une telle séquence pédologique est une composante d'une séquence plus large intégrant les bioclimats, les peuplements et les actions des sociétés que nous avons appelé la sylvoséquence (chapitre treize).

b - Les biofaciès en 1914

Nous ne faisons pas ici le commentaire des cartes de biofaciès de 1914. Certes nous sommes arrivés à deux résultats. D'une part nous avons déduit de l'analyse des bioclimats régionaux (§ 1.3.4.) que l'état du bilan d'eau pouvait être considéré comme invariant sur toute la chronoséquence [1914-1995] ; d'autre part les enquêtes de terrain dans les forêts indemnes et les analyses des sources forestières de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècles permettent de construire avec une assez grande précision la carte des humus pour 1914. Mais l'entrée trophique a été profondément perturbée par la guerre et la nature, l'intensité et la géographie de ces perturbations sont complexes et feront l'objet des développements de chapitres ultérieurs. Il nous a donc paru mieux correspondre à la logique des raisonnements de la biogéographie historique de reporter l'étude des biofaciès en 1914 au chapitre treize consacré à l'analyse des sylvoséquences et à celle des substitutions de biofaciès entre l'avant-guerre et aujourd'hui.

La carte synthétique de la trame bioclimatique régionale établie avec les deux variables du BES que sont le déficit hydrique saisonnier de la PAVP et le déficit hydrique de juillet apporte une image nette du poids de la barrière argonnaise dans la distribution des bioclimats régionaux. Cette diagonalisation territoriale se retrouve bien sûr dans la répartition des valeurs de l'indice de potentialité bioclimatique ; un fort gradient suit la rive droite de l'Aisne, entre les faibles valeurs de la Champagne (autour de 400) et les fortes valeurs de la crête (supérieures à 500). Sur le plan chorologique les combinaisons des variables de continentalité, d'altitude, de rugosité morphologique, de contrastes trophiques font aussi du massif de l'Argonne un bel exemple de diversité d'apports floristiques. Ce petit môle participe du domaine atlantique et du domaine médio-européen. Il est un butoir pour les remontées thermophiles, méridionales ou pas, et un étroit bastion pour quelques orophytes. L'analyse des carrés Dupont montre que l'Argonne se distingue de la Champagne et de la Woëvre par l'importance des espèces nordiques, secondairement des montagnardes.

Face à une marqueterie méso-climatique définie grâce à un maillage assez serré de postes météorologiques, la mosaïque pédologique est la résultante de données naturelles (types de pédogenèse et distribution des caténas) et d'actions sociétales (ténues dans les modifications de sols liées à la gestion des peuplements forestiers, brutales dans l'impact de la guerre). La géographie des humus, initiateurs et révélateurs de la ressource trophique, s'inscrit dans le même registre. Les trois grands systèmes humifères sont présents, mulls, moder et mor, ainsi que leurs variantes hydromorphes. Dans les secteurs bouleversés les distributions mésologiques (plateaux, versants, fonds de vallées, couverture limoneuse, roche affleurante...) sont recoupées par de puissants contrastes à grande échelle : répartition très inégale de la matière organique, des litières et des horizons humifères, solums incomplets ou tronqués, brassage ou incorporation des matériaux des anciens sols. La présence de fragments métalliques dans les profils est une preuve absolue des remaniements polémologiques. **La rugosité polymorphologique d'un champ de bataille semi-enterré a imposé ses logiques distributives.**

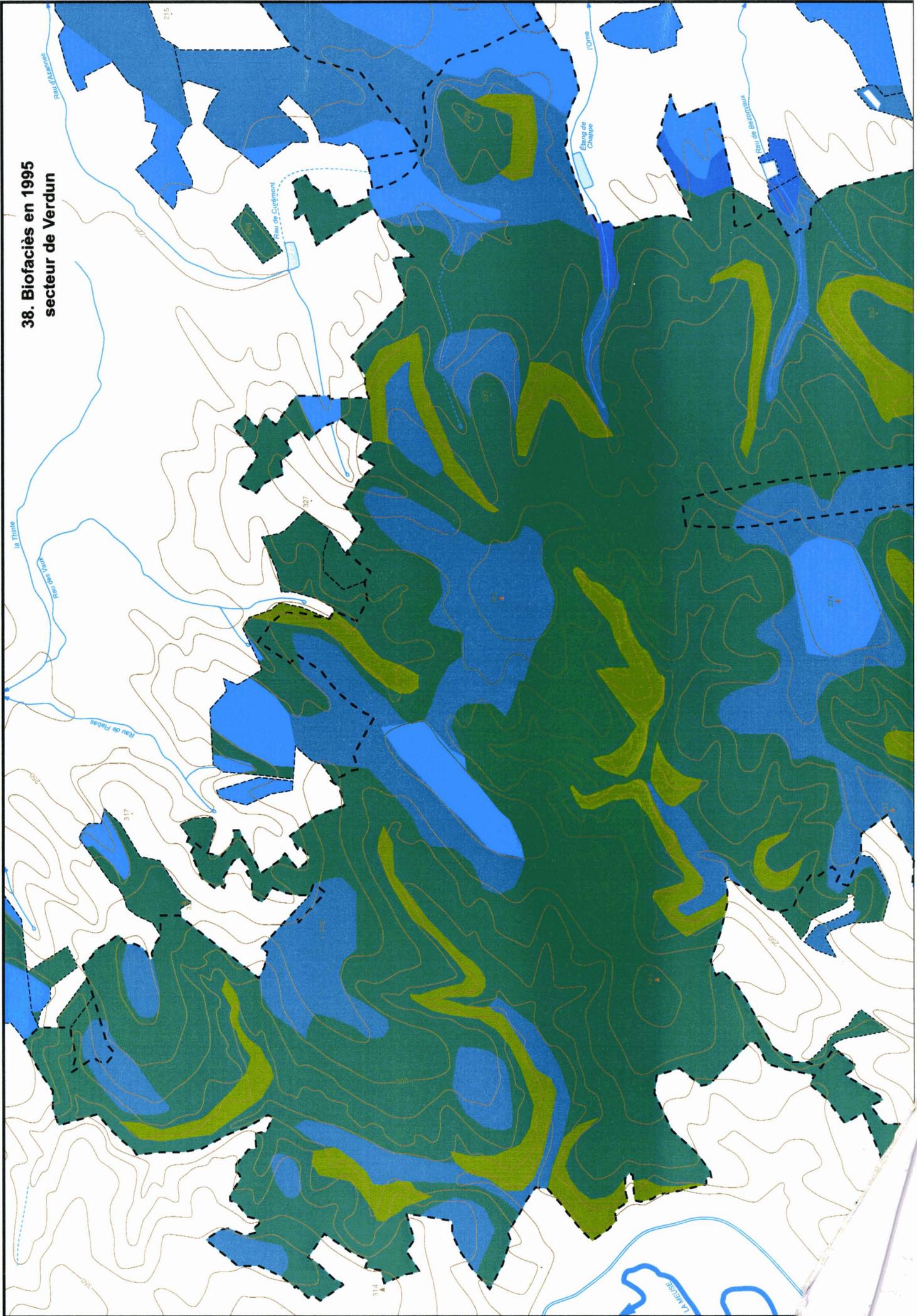
Les tonalités des cartes de biofaciès 1995 montrent un glissement horizontal des tons saturés vers des valeurs plus claires du spectre colorimétrique entre les secteurs de Verdun et du Mort-Homme et celui de l'Argonne. Les humus du pôle acide se substituent à ceux du pôle carbonaté. Par contre aucun glissement vertical d'ensemble n'est observable ; les bilans d'eau ne sont guère différents entre les trois secteurs. La cartographie des biofaciès 1995 était un préalable à la construction des cartes de sylvofaciès. Même si la fiabilité et la représentativité des

résultats sont variables et relatives, nous avons en main les éléments pour tenter des reconstitutions géohistoriques des biofaciès et des sylvofaciès à la veille de la Grande Guerre.

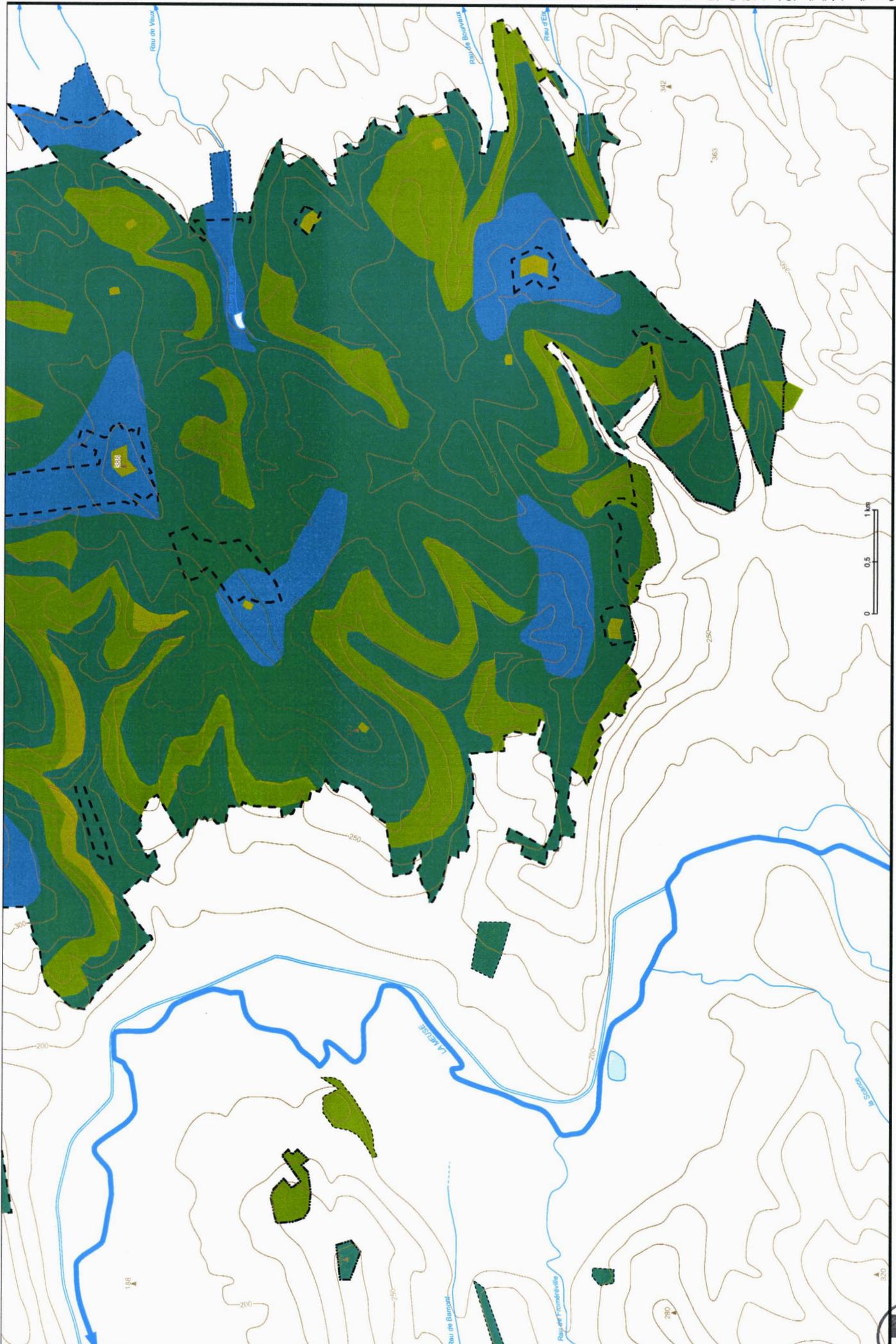
Les conditions de la dynamique des sylvofaciès actuels et de leurs ancêtres de 1914 dans les secteurs forestiers indemnes de la guerre sont sans commune mesure avec celles, marquées de variations rapides et surtout de ruptures, que la guerre a introduites. **On peut donc considérer ces sylvofaciès comme homologues et écarter la variable temps.** Le caractère de stabilité séculaire des organisations toposéquentielles était la condition nécessaire à une bonne connaissance des sylvosystèmes à la veille du conflit. Quelles informations nous livrent les actuels sylvofaciès des forêts de la guerre ? Résineux ou feuillus portent-ils des groupements floristiques indicateurs spécifiques ? Existe-t-il des groupes et des organisations caractéristiques de sylvofaciès ?



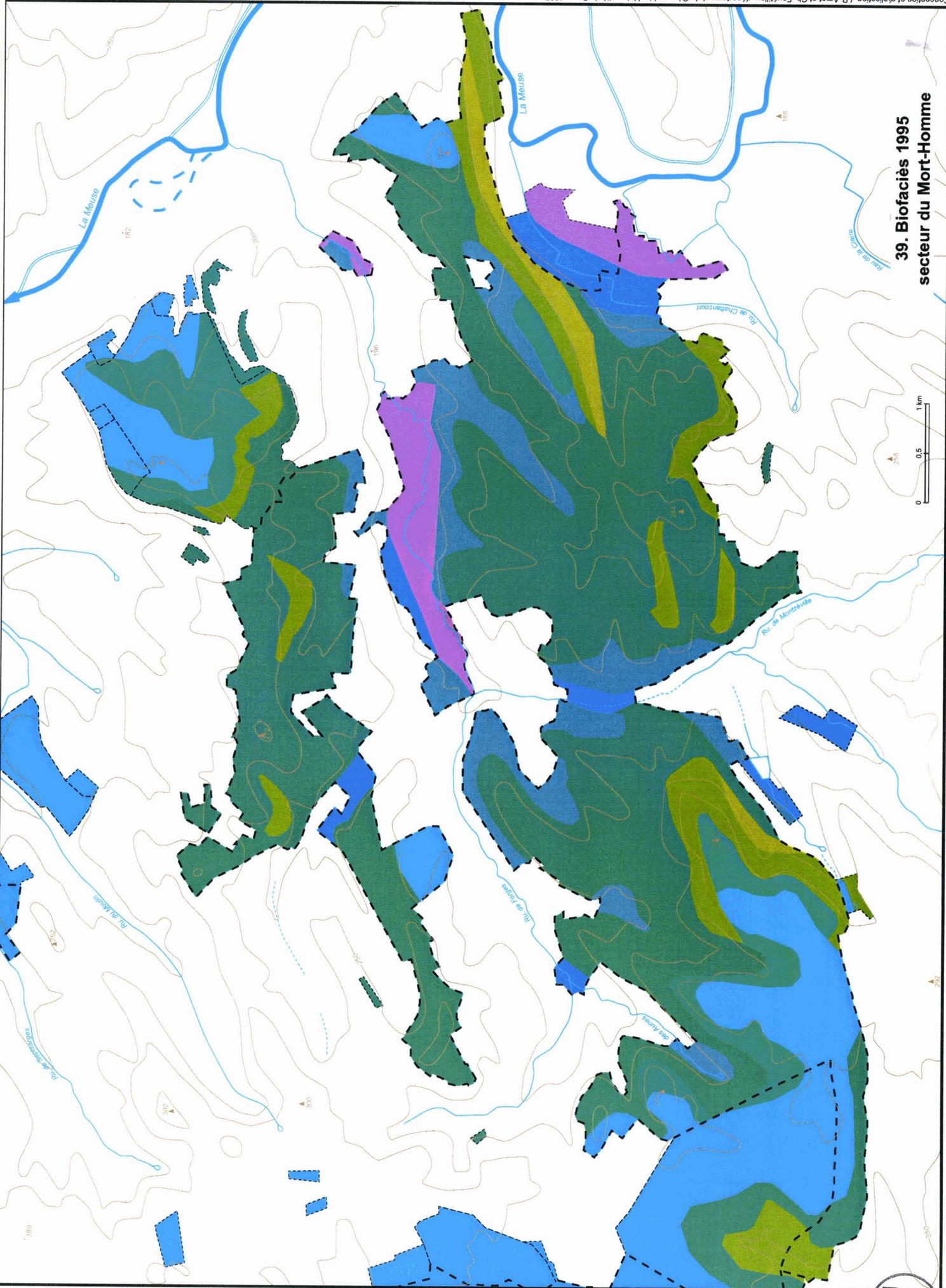
**38. Biofaciès en 1995
secteur de Verdun**



VERDUN nord



39. Biofaciès 1995
secteur du Mort-Homme



**40. Biofaciès en 1990
secteur de l'Argonne**

