

N° D'ORDRE

32

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

MAURICE HOCQUETTE

1^{re} THESE. — Etude sur la végétation et la flore du littoral de la Mer du Nord de Nieupoort à Sangatte.

2^e THESE. — Propositions données par la Faculté.

Soutenues le

1927 devant la commission d'examens

MM. A. MALAQUIN . . .	Président
H. FOCKEU	} Examineurs
P. PRUVOST	
R. DE LITARDIÈRE . . .	

1927

THÈSES

présentées à la Faculté des Sciences
de l'Université de Lille
pour obtenir
le grade de Docteur ès Sciences Naturelles

N° D'ORDRE

32

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

MAURICE HOCQUETTE

1^{re} THÈSE. — **Etude sur la végétation et la flore du littoral de la Mer du Nord de Nieupoort à Sangatte.**

2^e THÈSE. — **Propositions données par la Faculté.**

Soutenues le

1927 devant la commission d'examens

MM. A. MALAQUIN . . .	Président
H. FOCKEU	} Examineurs
P. PRUVOST	
R. DE LITARDIÈRE .	

1927

UNIVERSITÉ DE LILLE

FACULTÉ DES SCIENCES

MM.			
<i>Doyen.</i>	MAIGE.	Botanique générale et appliquée.	
<i>Assesseur.</i>	MALAUQUIN.	Zoologie générale et appliquée.	
<i>Doyen honoraire.</i> . . .	DAMIEN.		
<i>Professeurs honoraires</i>	{	HALLEZ, DAMIEN,	
		CHATELET, BARROIS BRUHAT.	
<i>Professeurs.</i>	{	SWYNGEDAUV.	Physique et Electricité industrielle.
		GAMBIER	Mathématiques générales.
		PÉLABON	Chimie générale.
		PASCAL	Chimie appliquée.
		CHAZY.	Calcul différentiel et intégral.
		BERTRAND.	Paléobotanique.
		FOSSE.	Chimie organique
		PRUVOST	Géologie et Minéralogie.
		PAILLOT.	Physique expérimentale et Radiotélégraphie.
		PARISELLE.	Chimie physique.
		BÉGHIN	Mécanique rationnelle et appliquée.
		DEHORNE	Histologie comparée et Biologie maritime.
		PAUTHENIER.	Physique générale.
		LERICHE.	Géologie générale et Géographie physique.
<i>Professeurs sans chaire</i>	{	JOUNIAUX	Chimie appliquée.
		CHAPELON.	Mathématiques.
		KAMPÉ DE FÉRIET.	Mathématiques.
		DOLLÉ.	Hydrologie.
<i>Maitres de conférences et Chargés de cours .</i>	{	FLEURY	Physique.
		DUBOIS	Géologie.
		LAGRANGE.	Mathématiques.
<i>Secrétaire.</i>	BOURY.		
<i>Secrétaires honoraires.</i>	GUILLET, LEBRUN.		

ÉTUDE SUR LA VÉGÉTATION ET LA FLORE DU LITTORAL DE LA MER DU NORD DE NIEUPOORT A SANGATTE

Introduction

« L'association est un quasi-organisme qui évolue plus ou moins rapidement. Telles associations comme celles des toundras sibériennes sont figées depuis des siècles ; telles autres, comme celles des dunes maritimes, évoluent sans cesse, se succèdent lentement ou rapidement au même point. »

D^r R. MAIRE, (Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice, p. 5 [1925]).

Le littoral flamand, parcouru depuis longtemps par de nombreux botanistes, est à présent bien connu au point de vue floristique. En dehors d'un certain nombre d'espèces rares ou adventices et de variétés ou formes encore mal étudiées, la statistique de la flore est à peu près contenue dans les derniers ouvrages qui traitent de la flore française, de celle du Nord de la France ou de la Belgique (1).

(1) Pour la France : Abbé COSTE, Flore descriptive et illustrée de la France ; BONNIER et DE LAYENS, Petite flore du Nord de la France et de la Belgique ; MASCLEF, Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais ; ROUY et FOUCAUD, ROUY et CAMUS, ROUY, Flore de France.

Pour la Belgique : CRÉPIN, Manuel de la flore de Belgique ; DE WILDEMAN et DURAND, Prodrôme de la flore de Belgique.

Les premières indications suffisamment précises sur notre flore remontent à 1768 avec l'ouvrage de DE NECKER [106]. Cet auteur signale comme espèces littorales : Tome I, *Salicornia herbacea*, *Scirpus maritimus*, *Phleum arenarium*, *Elymus arenarius*, *Triticum maritimum* ; Tome II, *Anthyllis Vulneraria*, *Artemisia maritima*, *Aster Tripolium*, *Matricaria maritima*, *Salix arenaria*, *Atriplex littoralis* et *A. laciniata*.

En 1781 parut la première édition de la Botanographie belge de F. J. LESTIBOUDOIS [81]. Ce travail, bien que n'étant qu'une compilation abrégée et arrangée, pour le Nord, de la Flore française de LAMARCK, renferme, quoique dépourvu d'indications concernant les localités, plusieurs renseignements sur la répartition de quelques espèces.

Viennent ensuite diverses publications de DESMAZIÈRES [46, 47], Th. LESTIBOUDOIS [82], STEINHEIL [109], ELOY DE VICQ [115], DUMORTIER [59], CRÉPIN [29-34], Abbé BOULAY [8], Ch. FLAHAULT [64], Abbé GODON [69, 70], etc., tous récits d'herborisations ou notes floristiques d'intérêt phytosociologique médiocre.

Toutes ces actives recherches et les éléments qui y furent ajoutés par les botanistes qui ont herborisé dans notre région, ont contribué à faire connaître dans ses lignes principales la flore du pays.

A côté des ouvrages et notes floristiques, ont été publiés un certain nombre de travaux traitant de la géographie botanique.

Les tout premiers essais de géobotanique ne donnent que des listes d'espèces croissant dans des zones déterminées (CRÉPIN, BONNIER, MASCLEF, p. ex.). D'autres botanistes se préoccupèrent de rechercher les diverses adaptations des végétaux aux conditions écologiques et commencèrent à étudier leurs groupements. J. MASSART, en particulier, publia de nombreuses observations écologiques qu'il condensa dans un travail magistral : Essai de Géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique, fruit d'un labeur considérable.

Nous devons mentionner également les très intéressantes recherches du D^r BOULY DE LESDAIN, minutieuses études biologiques (1).

(1) Citons encore ici la thèse de M. G. ASTRE : Biologie des Mollusques dans les dunes maritimes françaises et ses rapports avec la Géographie botanique, dans laquelle l'auteur distingue des « zones de végétation ». Nous discuterons plus loin la valeur de ces groupements.

Discipline déjà ancienne, tant en ce qui concerne notre dition que les autres régions, ce n'est cependant qu'en 1917 que la phytosociologie moderne s'affirma avec le travail de HARPER « The new science of plant sociology ».

Les méthodes se perfectionnèrent peu à peu et c'est principalement au D^r BRAUN-BLANQUET, l'éminent phytosociologue de Zurich, que l'on doit les procédés actuels d'investigation sur le terrain et les notions claires et rigoureuses sur la conception de l'association végétale.

En nous inspirant des travaux de l'école zuricho-montpelliéraine et en adoptant sa méthode, nous nous sommes efforcé de noter les différents aspects du tapis végétal et les différentes phases de son évolution, de suivre la genèse des groupements, d'en rechercher la destinée et enfin de résoudre le problème de l'origine des espèces qui en constituent la flore.

Nous remplissons ici le plus agréable des devoirs en remerciant vivement M. le Professeur MAIGE, Doyen de la Faculté des Sciences de Lille et en l'assurant de toute notre reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il nous accueillit dans son laboratoire et s'intéressa toujours à nos recherches ; il favorisa par ses encouragements de tout genre l'élaboration de notre travail. Qu'il veuille bien accepter l'hommage de notre respectueuse affection et de notre profonde gratitude.

Nous adressons également nos plus vifs et affectueux remerciements à M. R. DE LITARDIÈRE, Docteur ès Sciences, Assistant de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille, notre ami tout dévoué, qui ne cessa de nous diriger dans nos travaux, de nous fournir des renseignements précieux et des conseils tirés de sa grande expérience. Il nous fit part d'observations recueillies dans ses nombreux voyages et, dans nos entretiens avec lui, il nous prodigua un grand nombre de suggestions des plus judicieuses.

M. le D^r BOULY DE LESDAIN, Docteur ès Sciences, qui nous a toujours reçu avec sa cordialité habituelle, se fit un plaisir de se mettre à notre disposition. Il voulut bien nous conduire dans plusieurs localités de plantes découvertes par lui et nous avons profité de sa grande connaissance de la flore des environs de Dunkerque. Il nous permit d'utiliser pour ce mémoire les nombreuses notes qu'il avait accumulées sur la végétation littorale et nous fournit diverses indi-

cations bibliographiques. Qu'il veuille bien croire à notre vive reconnaissance.

M. G. DUBOIS, Docteur ès Sciences, Chargé de conférences à la Faculté des Sciences de Lille, spécialiste des études sur le quaternaire, eut l'obligeance de nous fournir d'intéressants documents et de revoir notre aperçu géologique. Nous le prions d'accepter nos plus sincères remerciements.

M. MAGNEL, Inspecteur des Douanes, à Gand, a été assez aimable pour venir nous guider sur le littoral belge qu'il avait plusieurs fois exploré seul ou en compagnie de J. MASSART. MM. CHEVALIER, Directeur du Laboratoire d'Agronomie coloniale à l'Ecole des Hautes Etudes, Chef de la Mission permanente d'Agriculture au Ministère des Colonies, DAVEAU, Conservateur au Jardin botanique de Montpellier, FOUILLADE, KUHNHOLTZ-LORDAT, Professeur à l'Institut agronomique de Montpellier, G. MALCUIT, Professeur au Collège de Boulogne-sur-Mer et VAN AERDSCHOT, Bibliothécaire au Jardin botanique de Bruxelles, nous ont aimablement procuré divers renseignements ou ont bien voulu examiner quelques échantillons critiques. Nous leur adressons nos plus vifs remerciements.

APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

§ 1. — Physiographie

Entre le cap Blanc-Nez et l'estuaire de l'Yser le littoral de la mer du Nord a un aspect uniforme. Le rivage plat est presque rectiligne, il ne présente guère qu'une pointe, d'ailleurs très arrondie, celle de Gravelines, dernier vestige des dunes qui autrefois bordaient le golfe de l'Aa.

L'estran n'a pas le long de la côte une largeur constante. Presque nulle à l'W. de Calais, la plage s'élargit considérablement à l'E. et sa largeur varie jusqu'à Dunkerque de 1.000 à 1.500 mètres dont une tranche de 350 à 500 m. couverte toute l'année par les hautes mers de morte eau. Après Dunkerque, l'étendue de sable qui se trouve au-dessus de la limite des marées normales et qui n'est submergée qu'aux grandes marées, se rétrécit d'abord à 500 puis à 350 m. ; les hautes mers de vive eau ordinaires la couvrent entièrement ne laissant découverte qu'une très étroite bande de sable au pied des dunes.

Celles-ci forment en arrière de la côte un bourrelet de hauteur et de largeur variables. Basses et n'atteignant que 6 à 8 mètres et même moins aux environs de Calais et jusqu'à Dunkerque où le sable s'est accumulé sur de petites digues que l'homme a construites pour abriter définitivement les atterrissements, elles s'élèvent vers Zuydcoote et au-delà de la frontière belge jusqu'à 40 m. Elles s'épanouissent sur 2.300 m. environ en Belgique, près de Oostdunkerke. La ligne de dunes s'amincit à l'E. de Dunkerque jusqu'à 1 km. ; à l'W. de cette ville, elle se réduit en un cordon très étroit, ne s'élargissant un peu que dans les anciens tronçons : aux « Dunes de Loon », en face des Petites Hemmes et entre Fort-Vert et Calais.

La largeur du cordon dunal est en relation directe avec les mouvements de la côte et son régime.

La mer recule entre Nieuport et Calais, tandis qu'elle a autrefois avancé à l'W. de cette dernière ville; ses progrès sur ce point ont été arrêtés par une digue déjà construite au XVI^e siècle, ligne de dunes édifiées sur de petites levées de galets protégeant mal la région

des anciens polders du Calaisis antérieur qui reste toujours exposée aux invasions marines.

Le cordon littoral est alimenté par les sédiments (sables coquilliers, en grains blancs, cristallins) apportés par les courants d'W. ; ceux-ci buttent contre la masse d'eau de la mer du Nord qui leur fait obstacle et diminue leur vitesse ; leur force étant affaiblie, une grande partie des sables qu'ils charrient s'accumule dans ces parages. D'où, existence d'une série de bancs répartis en neuf rangées entre les côtes françaises et anglaises. Ces bancs n'existent véritablement qu'à partir de Gravelines et deviennent très nombreux à mesure qu'on avance vers l'E. ; à l'W. de Gravelines on n'en rencontre que deux, de peu d'importance : le banc à la Ligne et les Ridens. Ces fonds sablonneux se découvrant chaque jour au moment du reflux fournissent les éléments qui concourent à l'érection des dunes. Les apports de sable sont surtout importants de Gravelines jusqu'aux environs de Nieuport ; le courant en déviant vers l'E. les rejette vers les côtes françaises et belges.

De plus, les alluvions charriées par les eaux qui, à marée basse, s'écoulent à Nieuport, Dunkerque et Gravelines sont emportées par le jusant à l'W. de ces ports et se déposent sur la plage, ne pouvant être entraînées par les lames qui sont brisées par les bancs.

En résumé, l'importance plus considérable du cordon de dunes au N. de Gravelines (jusqu'à vers Nieuport) que sur les autres points du littoral est une conséquence : 1° du retrait de la mer dans cette région ; 2° de l'existence de bancs qui alimentent la côte en sédiments et la protègent des lames ; 3° de la déviation à l'E. du courant principal du Pas-de-Calais.

La topographie de l'appareil dunal a été étudiée par de nombreux géographes et géologues ; nous ne nous attarderons donc pas sur ce point et nous nous contenterons de donner ici un rapide aperçu de la question en utilisant le travail de M. A. BRIQUET : « Les dunes littorales » [23] qui est une mise au point claire et judicieuse de l'évolution dunale.

Le sable emporté de la plage par le vent s'accumule à l'abri d'obstacles artificiels (épaves) ou naturels (touffes éparses de végétaux, le plus souvent *Agropyrum junceum*) ; il forme alors de petits monticules qui ne résistent aux attaques du vent et ne s'accroissent que si des *Ammophila arenaria* parviennent à s'installer ; retenant

des quantités de sable de plus en plus grandes, ce psammophile crée la « dune embryonnaire ».

L'*Ammophila* ne pouvant vivre qu'à l'abri de l'eau de mer, les dunes embryonnaires s'alignent à la limite supérieure de la plage et se soudent en un cordon continu tout le long de la côte : c'est la « dune bordière ».

Ces formes d'accumulation ne sont durables que si la ligne du rivage se déplace vers le large ; la force du vent s'atténue de plus en plus, à mesure que la dune s'éloigne de la mer et le sol moins

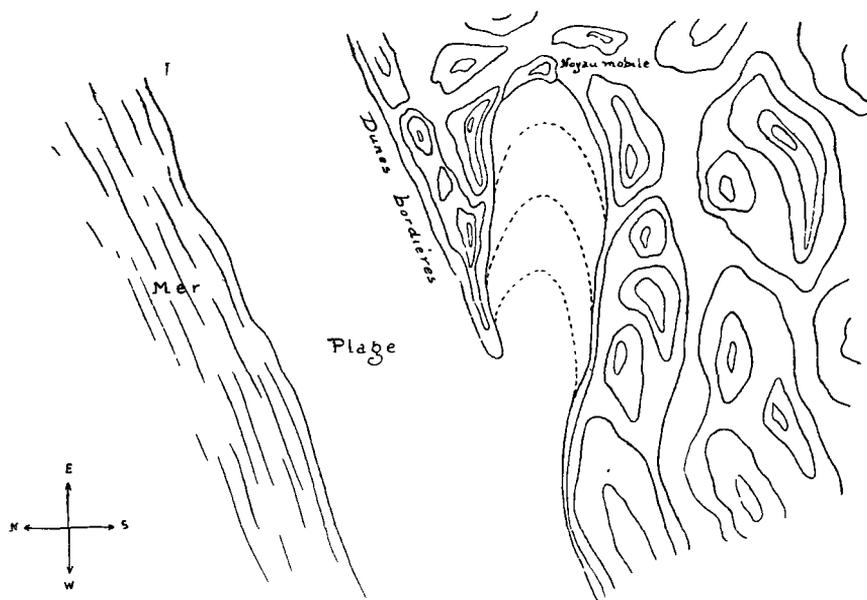


Fig. 1. — Evolution d'une « caoudeyre » (Schéma d'après nos observations à Bray-Dunes, à l'W. de la digue, vers Zuydcoote) ; en pointillé les positions successives des bras de la caoudeyre.

mobile porte de nombreux végétaux. La végétation forme un revêtement continu qui protège la dune : la dune est fixée.

La destruction partielle du tapis végétal par l'homme ou les animaux rend au sable sa mobilité ; le vent multipliant ses attaques, entame la dune et creuse un couloir d'érosion, couloir qui s'élargit de plus en plus formant une sorte de cuvette allongée, large excavation en demi-ellipse dont les pointes sont dirigées du côté d'où vient le vent (fig. 1).

A l'extrémité de la cuvette d'érosion ou « caoudeyre », là où le sable se dépose, se forme un monticule qui s'accroît rapidement. Ce noyau petit à petit gagne vers l'intérieur tout en perdant de sa masse. Les bras de la caoudeyre, moins élevés et plus abrités que le noyau mobile, sont fixés par la végétation et on est ainsi conduit au terme ultime de l'évolution d'une caoudeyre : la « dune parabolique ».

Le fond de la cuvette atteint le niveau de la nappe aquifère, sauf en certains points plus élevés qui marquent le séjour du monticule mobile ; ce fond est donc compartimenté par des bourrelets de sable sec. Les parties humides sont rapidement envahies par la végétation (fig. 2).

De nouvelles dunes se reforment le long de la plage et le cordon bordier est bientôt de nouveau continu. La dépression se trouve isolée au milieu des dunes : c'est la « panne » des botanistes belges.

Dans notre dition, le paysage dunal le plus fréquent, surtout à l'E. de Dunkerque, est chaotique :

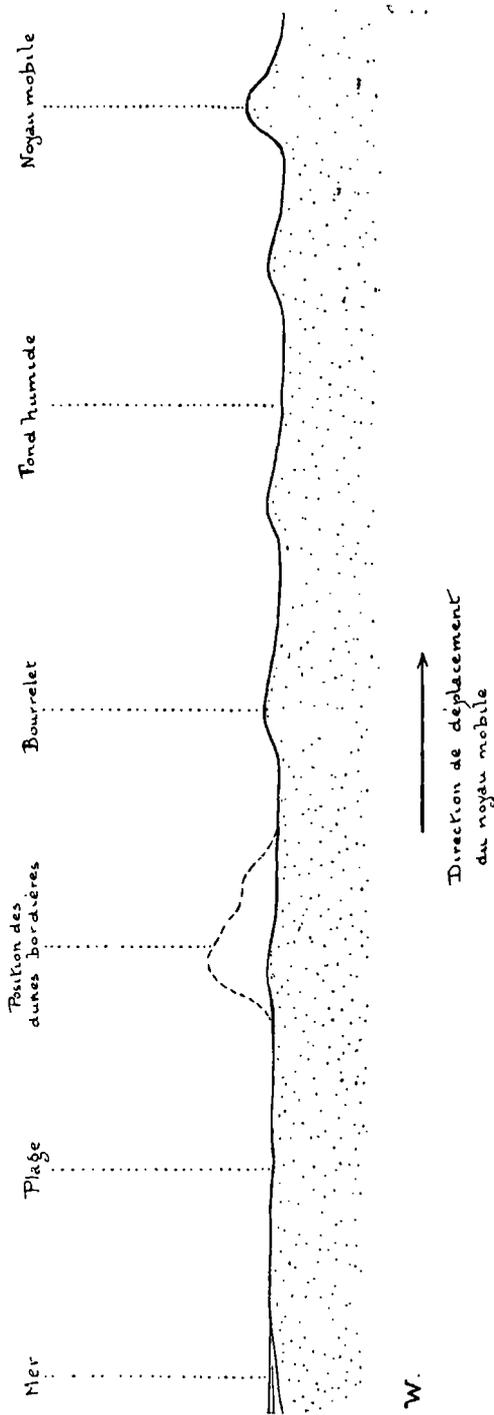


Fig. 2. — Coupe d'une « caoudeyre » (d'après le schéma précédent).

ensemble de cratères et de buttes constituant la « dune confuse ».

On rencontre également sur nos côtes des dunes mouvantes ou « dunes en marche ». Lorsque le remaniement est intense et que le vent réussit à entailler les dunes en de nombreux points, les caoudyres larges et nombreuses se soudent ; les monticules mobiles se soudent également et forment une immense montagne de sable de taille croissante qui se déplace lentement et dont la surface est sans cesse modelée par le vent : des traînées de sable serpentent sur le sol, les crêtes fument et lors des tempêtes d'énormes vagues de sable sont soulevées sans répit. Ces dunes ne portent aucune végétation. On en observe notamment à Coxyde, entre La Panne et Bray-Dunes, entre Zuydcoote et Malo-Terminus.

En arrière des dunes, s'étend la plaine maritime, plus ou moins éloignée de la mer suivant les circonstances. Soustraite à l'influence de celle-ci, sauf au point de vue du climat, dans la plus grande partie de son étendue elle est livrée à la culture. Quelques petits territoires cependant sont encore soumis à l'action du chlorure de sodium, notamment entre Oye et Grand-Fort-Philippe, dans de récents relais de mer.

§ 2. — Géologie

Le littoral, dont la flore fait l'objet de ce travail, a une origine très récente. La formation de la côte est une conséquence de la submersion du Pas-de-Calais, en relation avec les dernières modifications géologiques du bassin de la mer du Nord et de la Manche.

Nous rappellerons brièvement ici l'histoire géologique du pays et nous étudierons l'évolution des cordons littoraux pendant les diverses périodes du quaternaire. Dans cet aperçu nous ne remonterons en effet qu'à la fin du tertiaire, les dépôts quaternaires seuls pouvant avoir un rapport direct avec la flore de notre dition et nous insisterons particulièrement sur la faune et le climat correspondant aux différents étages, sur les mouvements de la mer et leurs rapports avec les terres émergées ; en un mot, nous nous efforcerons de mettre en lumière les données sur lesquelles nous reviendrons plus loin à propos de l'origine de la flore.

Nous adoptons pour présenter ces faits la classification récemment proposée par M. le Prof. DEPÉRET, puis par M. DUBOIS qui a

établi un tableau d'ensemble le plus récent du quaternaire de notre contrée (1) [54, 55].

Les étages Sicilien et Milazzien ne sont guère représentés dans notre pays.

Au Tyrrhénien on attribue — et ceci d'une façon très hypothétique — les formations de sables jaunes de Ghyvelde qui, à l'E. de Dunkerque, de part et d'autre de la frontière franco-belge, constituent le soubassement d'une chaîne de dunes basses (2-8 mètres) bien distincte du cordon littoral actuel. Ces sables furent étudiés successivement par M. l'abbé DELÉPINE, le D^r BOULY DE LESDAIN, DOUXAMI et enfin par M. G. DUBOIS qui détermina un certain nombre de coquilles trouvées par le D^r BOULY DE LESDAIN.

La faune, quant à la répartition géographique des espèces, est formée de types boréaux, lusitaniens et méditerranéens ; ces types sont dans les proportions respectives de :

boréaux	27%
lusitaniens	36,5%
méditerranéens	36,5%.

L'étude de cette faune montre donc une prédominance marquée de formes lusitaniennes ou essentiellement méditerranéennes.

Ces formations sableuses, lagunaires ou côtières, furent ultérieurement émergées et habitées alors par une faune continentale chaude ; puis abrasées et il n'a dû en subsister « qu'une île sur laquelle les espèces *continentales chaudes isolées ont pu survivre longtemps* (2) » [G. DUBOIS, 54, p. 163].

Il semble bien que cette île « a pu faire partie de la ligne de rivage monastirienne ou flandrienne et, au Moyen Age, servir de soubassement » [G. DUBOIS, 54, p. 163] aux dunes internes actuelles formées par les sables à *Cardium* de l'assise de Dunkerque.

(1) Rappelons cette classification ; les différentes assises distinguées dans le Flandrien ont été créées par M. G. DUBOIS après toute une série de recherches et publiées dans sa thèse ainsi que dans un certain nombre de notes que nous citons dans la bibliographie :

Flandrien	{ supérieur : Assise de Dunkerque — Sables blancs à <i>Cardium</i> . moyen : Assise de Calais — Sables gris-bleu (Sables pissards). inférieur : Assise d'Ostende — Sables de Leffinghe, d'Ostende ; couches de Coquelles.
Monastirien	
— Cordons de Sangatte, du Fort-Château, de Coulogne et des Attaques.	
Tyrrhénien	— Sables jaunes de Ghyvelde.
Milazzien.	
Sicilien.	

(2) C'est nous qui soulignons.

Le Monastirien est représenté par les cordons littoraux de Sangatte, du Fort-Château, de Coulogne et des Attaques. C'est à Sangatte qu'il a été possible de recueillir les documents paléontologiques qui manquent partout ailleurs.

La faune de Sangatte a un caractère boréal très accentué. Voici le pourcentage des types :

boréaux	87,5 %
lusitaniens	12,5 %.

Les conditions climatologiques au Monastirien étaient presque semblables aux conditions actuelles. La mer avait une température voisine de celle de la mer du Nord aux environs de Calais, ou un peu plus froide.

A cette époque, la dépression du Pas-de-Calais fut certainement inondée et la configuration des côtes était à peu de choses près analogue à la configuration actuelle.

Le retrait de la mer (régression monastiro-flandrienne) marque la fin de l'étage Monastirien. Presque tout le détroit, une grande partie de la Manche et de la mer du Nord furent exondés. A ce moment les glaciers würmiens ont leur maximum d'extension ; une faune arctique ou sibérienne s'installe sur les terres émergées : Mammouth, Lemmings, Spermophiles etc., et la faune monastirienne est détruite plus ou moins complètement par le froid.

Le début de la transgression flandrienne est caractérisé par le dépôt des sables marins d'Ostende, Leffinghe, Middelkerke et Flessingue (Flandrien inférieur = Assise d'Ostende) à faune boréo-lusitanienne avec quelques rares types méditerranéens.

A la base de ces couches sableuses (couches d'Ostende) la faune est assez froide, avec deux formes arctiques très accentuées, *Odosomia unidentata* var. *ampla* et *Dentalium striolatum* :

types lusitaniens	55 %
boréaux	39,5 %
arctiques	5,5 %.

Dans les couches supérieures (couches de Leffinghe, Middelkerke et Flessingue) la faune plus chaude tend à se rapprocher de celle de nos rivages :

types lusitaniens	61 %
boréaux	33,5 %
arctiques	5,5 %.

A la fin de cette période, le climat est plus chaud ; le Mam-

mouth sibérien et les autres espèces de la faune sibérienne ont complètement disparu.

Le Flandrien moyen est l'époque de la phase principale de la transgression flandrienne. Les dépôts datant de cette période se présentent sous trois faciès : littoral, poldérien et continental.

Le faciès littoral est représenté par le cordon des Pierrettes, cordon de galets et de sables à faune boréo-lusitanienne :

types boréaux	50%
lusitaniens	50%.

Les sables gris bleu de l'Assise de Calais (sables pissards) constituent le faciès poldérien. En général ces sables sont gris, fins et imbibés d'eau. Cependant ils ne sont pas complètement homogènes ; on rencontre à la base de cette couche des éléments grossiers, fragments de grès, éclats de silex, graviers, cailloux de quartz et de silex, ce qui semble marquer une faible profondeur d'eau ; au contraire la partie supérieure est le plus souvent argileuse, indiquant une période de lagunes. Leur faune pauvre est presque identique à la faune actuelle.

Ces sédiments marins sont presque partout surmontés par la tourbe (faciès continental) dont la couche très importante passe généralement sous la ligne de dunes actuelles et affleure quelquefois sur l'estran (1). La tourbe qui s'est formée en arrière d'un cordon de dunes situé plus au N. que celui qui existe actuellement semble s'être élaborée dans des marécages plutôt que dans des eaux courantes. Parmi les constituants de cette tourbe, L. DEBRAY [35] a pu reconnaître à Bois-en-Ardres des *Juncus*, *Typha*, *Equisetum*, des troncs de Chênes et d'autres essences telles que Frêne, Sapin, Sorbier, Bouleau, Saule, Noisetier, etc. Cette flore est l'indice d'un climat assez semblable au nôtre.

A la tourbe succèdent les dépôts marins contemporains de la fin de la domination romaine, mélange de sables et d'argile, à faune identique à celle des plages flamandes : *Cardium edule*, *Scrobicularia plana*, *Hydrobia Ulvae*. L'épaisseur de cette couche est faible ; il semble bien que la mer ne recouvrait la plaine qu'à marée haute et venait y décanter les sédiments qu'elle tenait en suspension. Cette inondation, étant donné le calme avec lequel elle s'est faite, ne fut

(1) Les tourbes constituent également les faciès continentaux de la base du Flandrien (Tourbe de Coquelles, etc.). Donc depuis la période würmienne jusqu'à l'époque de la domination romaine, des marais, des forêts ont existé dans notre pays.

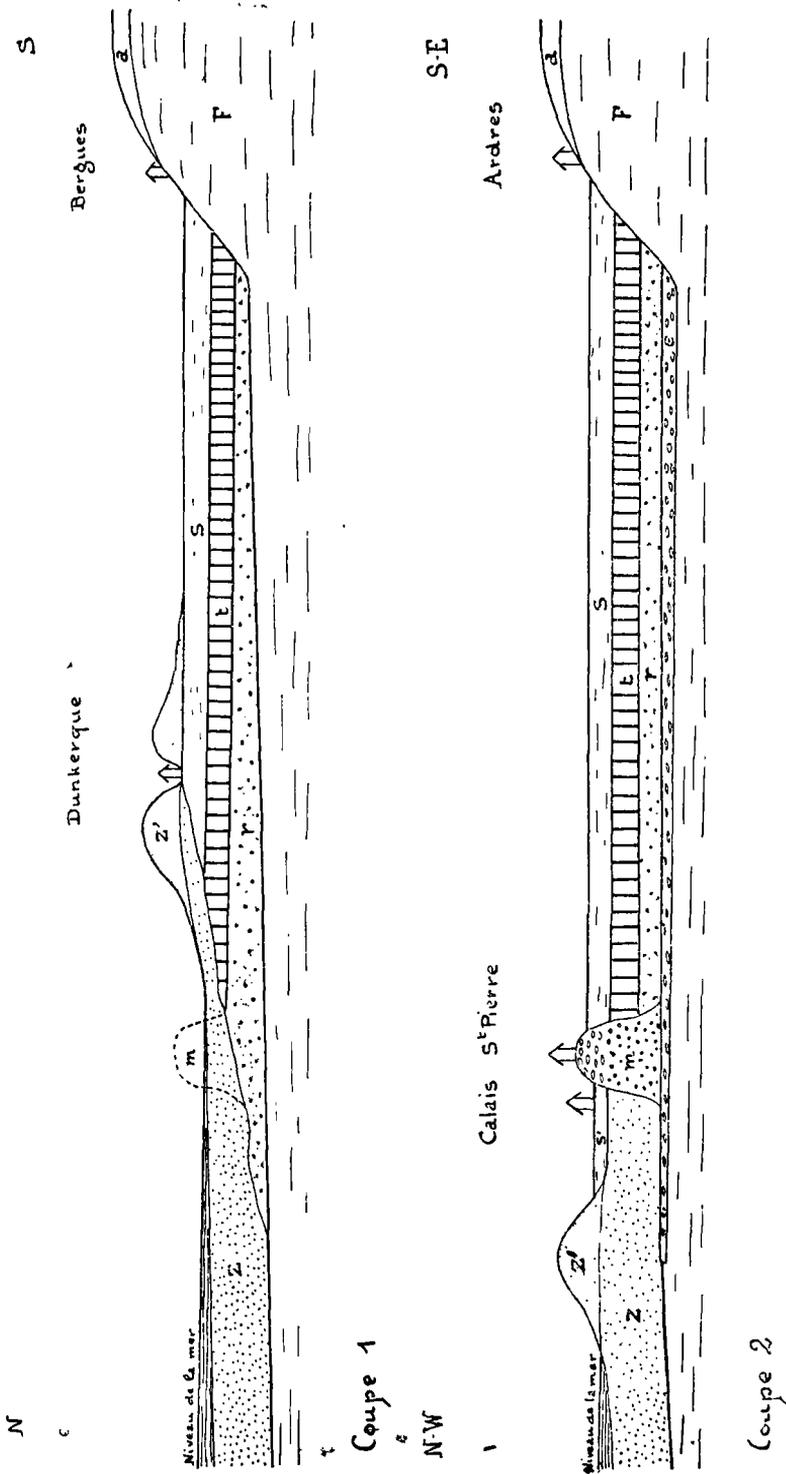


Fig. 3. — Coupes schématiques de la plaine maritime :

Coupe 1. Dans la région de Dunkerque (d'après GOSSELER et G. DUBOIS, in litt.) ; z, sables du littoral ; z', sables des dunes ; m, position présumée du cordon littoral à la fin du Flandrien moyen ; s, sables à *Cardium* ou argile des polders, du III^e s. au VIII^e s., Flandrien supérieur ; t, tourbe néolithique et gallo-romaine ; r, sables marins gris bleu, Flandrien moyen ; a, limon quaternaire ; f, formations préquaternaires.

Coupe 2. Dans la région de Calais (d'après G. DUBOIS, in litt.) ; z, z', s, t, r, a, f, comme pour la coupe 1 ; m, banc de galets des Pierrettes, Flandrien moyen ; s', argile des polders actuels, du VIII^e s. à nos jours, e, galets du Flandrien inférieur, à *Elephas primigenius*.

pas un cataclisme ; d'ailleurs certains territoires restèrent très vraisemblablement émergés : cordon des Pierrettes, massif de Bray-Dunes-La Panne, banc d'Adinkerke et un certain nombre d'îles telles peut-être que celles d'Oye, Loon, Grande-Synthe, Petite-Synthe.

A partir de cette époque, les documents géologiques et archéologiques font défaut ; seuls les renseignements historiques permettent de reconstituer à grands traits l'histoire de la plaine maritime. Peu à peu la mer abandonne les terrains qu'elle avait conquis et on peut suivre son retrait par l'établissement successif des localités le long de la côte. Déjà en 648 apparaissent Loon et Synthe ; les stations de La Panne et de Marck (cette dernière localité existait peut-être antérieurement) étaient également habitées. Voici comment le Prof. BLANCHARD [5] décrit le pays à cette époque : « Face au large des dunes avec leur végétation particulière d'argousiers et d'oyats ; vers la plaine inondée, des schorres asséchés, coupés d'anciennes criques zigzaguant dans tous les sens, tantôt larges, tantôt étroites et profondes ; entre les dunes et les schorres, le village aux maisons jetées comme au hasard, entourées de peupliers et de saules... ».

Les localités deviennent de plus en plus nombreuses et il est vraisemblable qu'à la fin du IX^e siècle la plaine était asséchée.

Vers 1383, le cordon littoral de dunes existait à peu de chose près sur son emplacement actuel : Mardick, Synthe, Dunkerque, Tétéghem, Zuydcoote, Ghyvelde n'étaient déjà plus considérées comme « paroisses maritimes ».

Les estuaires ne tardent pas à se combler ou se rétrécir : disparaissent les golfes de Frethun, des Moères ; ceux de l'Yser et de l'Aa diminuent de plus en plus, le premier est asséché au XIV^e siècle, des vestiges du second ont persisté jusqu'au XVIII^e siècle.

CLIMAT

Le climat de la plaine maritime est régulier : chaleur et froid sont modérés et la pluie ne tombe pas en grande abondance ; il n'y a pas d'extrêmes. Grâce aux vents qui ne cessent de souffler, la température est uniforme et l'action contrariante des vents humides d'W. et des vents secs de l'E. uniformise l'humidité et la sécheresse.

LA TEMPÉRATURE. — Comparée à celle de l'intérieur (1), la température de la plaine maritime est très uniforme. A Dunkerque l'amplitude entre les extrêmes des moyennes mensuelles est d'environ 13°, à Ostende (2) de 14°7, tandis que au Quesnoy elle est de 17°. En automne et en hiver, la température de la plaine maritime est plus élevée qu'à l'intérieur ; c'est le contraire qui se produit au printemps et en été : l'amplitude des moyennes saisonnières est de 12°2 à Dunkerque, tandis qu'elle atteint encore 15°3 au Quesnoy. Sur la côte également les écarts entre les températures diurnes et nocturnes sont moins accusés qu'à l'intérieur. « L'influence modératrice de la mer adoucit la chaleur de l'été et le froid de l'hiver ; les températures très élevées et très basses sont rares. Les courbes thermométriques sont plus capricieuses à l'intérieur » [BLANCHARD, 5, p. 19].

Moyennes mensuelles et annuelles de température :

Stations	Altitude (en m.)	Moyennes mensuelles												Moyennes annuelles
		Janv	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	O.t.	Nov.	Déc.	
Ostende.	5	2°4	3°3	5°3	8°5	11°5	15°1	17°	17°1	15°3	10°7	6°7	3°9	9°7
Dunkerque (Port)	7	3°3	3°6	5°4	6°7	11°	14°5	16°4	16°5	15°	10°5	6°8	3°8	9°4
Le Quesnoy	131	1°1	2°9	5°4	9°5	12°4	16°5	18°1	17°9	15°2	10°	6°	2°6	9°8

(1) Nous prendrons comme comparaison les moyennes données par la station météorologique du Quesnoy.

(2) Ostende est la station belge la plus voisine de notre dition.

Degres centigrades

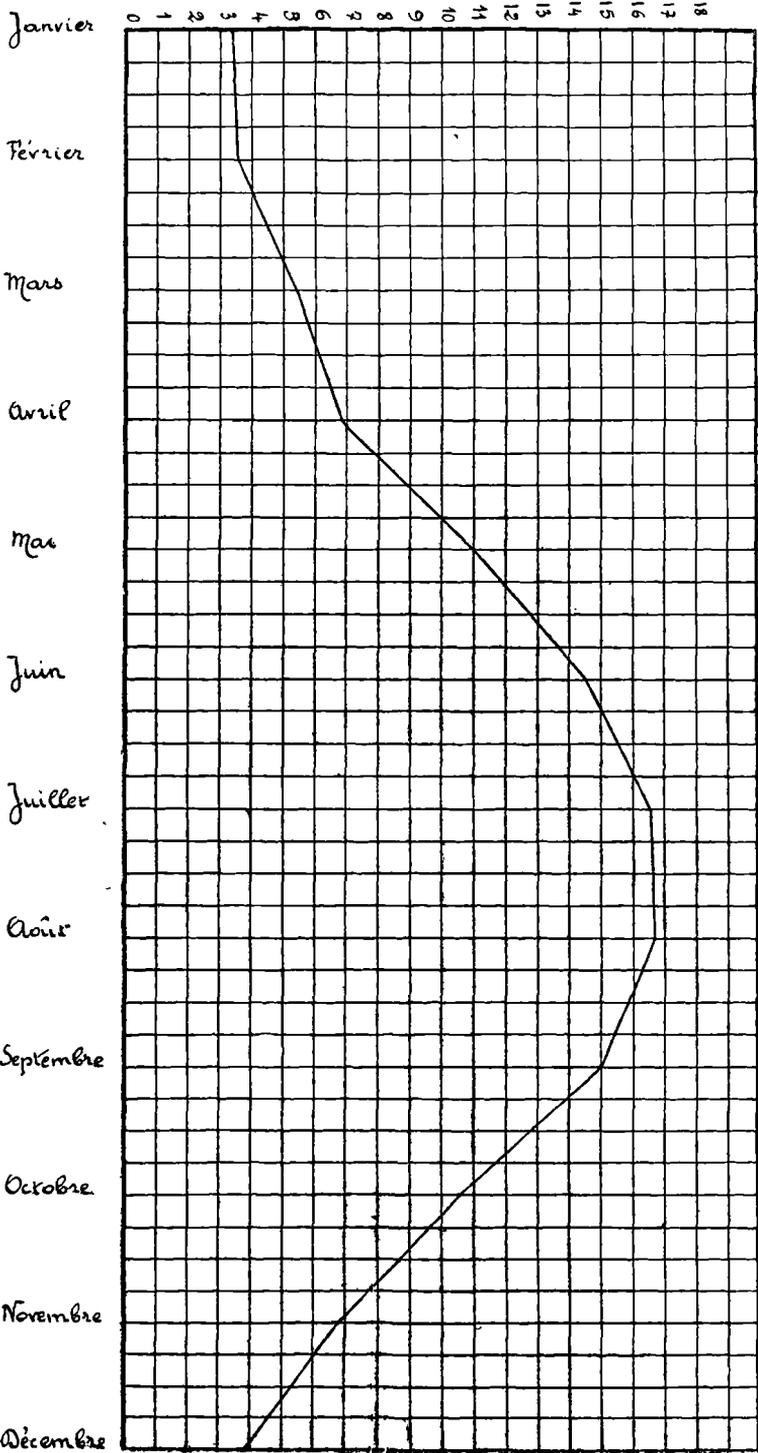


FIG. 4. — Températures moyennes à Dunkerque.

Moyennes saisonnières de température :

Stations	Hiver	Printemps	Été	Automne
Ostende	3°2	8°4	16°4	10°9
Dunkerque	3°6	7°7	15°8	10°7
Le Quesnoy	2°2	9°1	17°5	10°4

Cependant, la plaine sableuse prise en particulier a un climat qui se rapproche légèrement du type excessif; la terre sablonneuse s'échauffant et se refroidissant très rapidement, les écarts thermiques sont plus accusés : le sable absorbe le jour la chaleur solaire et subit la nuit des pertes thermiques très sensibles ; dans cette région même en août, on a constaté des gelées blanches.

LA PLUIE. — La région côtière comparée aux autres points de la plaine flamande est caractérisée par un minimum de pluviosité. C'est en effet sur le littoral, particulièrement à Dunkerque et à l'W. de cette ville, que l'on rencontre les chiffres les plus bas : 566 mm. à Dunkerque, 522 mm. à Ostende, 545 mm. au Coq, etc. A égalité d'altitude, la côte reçoit moins de pluie que les localités situées à quelques lieues de la mer : ainsi la quantité d'eau tombée est plus élevée à Bergues (673 mm.) qu'à Dunkerque (566 mm.). Il semble que le voisinage de la mer a pour effet de rendre les pluies moins abondantes ; on a également attribué la faiblesse de chute de pluie à la rareté des orages.

Il faut remarquer cependant que le nombre de jours pluvieux est plus considérable sur la côte qu'à l'intérieur ; les pluies tombent fréquemment et en fines ondées. A Dunkerque, où la moyenne annuelle est de 566 mm., le nombre de jours pluvieux atteint 157, alors qu'à Bergues avec une moyenne supérieure (673 mm.) le nombre de jours de pluie est nettement inférieur (134).

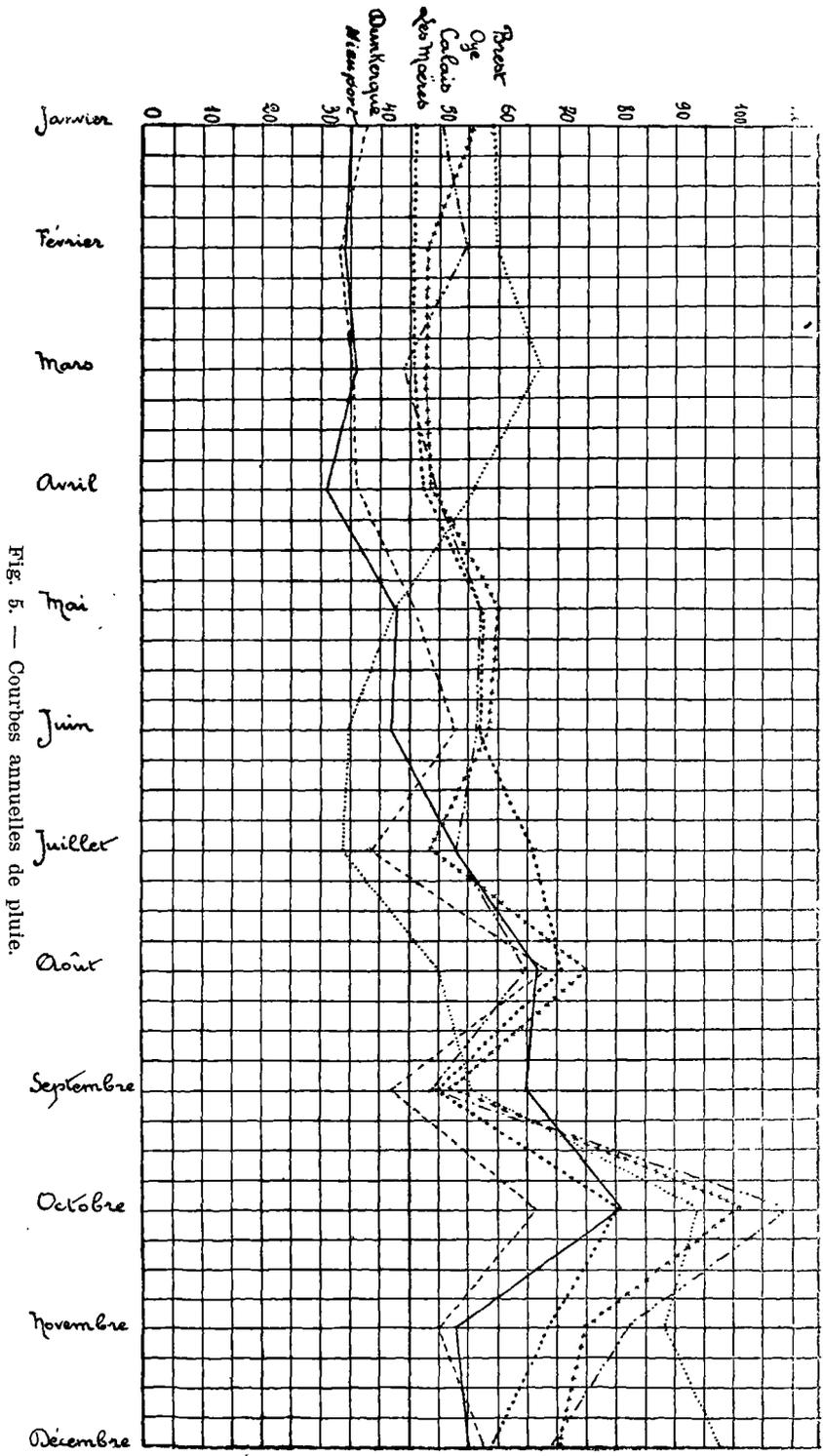


Fig. 5. — Courbes annuelles de pluie.

Moyennes mensuelles et annuelles de pluie :

Stations	Altitude en m.	Moyennes mensuelles												Moyennes annuelles
		Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	
Nieuport	6	35	34	36	31	43	42	54	67	65	81	53	55	596
Dunkerque(port)	7	37,6	33,7	35,6	36,4	46	53	38,6	68,4	42,3	66,8	50,1	57,4	565,9
Oye . .	5	55,5	48,1	47,9	48,9	60,2	58,4	48,9	74,9	52,2	101,6	75	70,5	742
Calais. .	7	50,44	54,62	44,12	49	57,1	56,9	53,25	65,4	49	109,62	82,4	69,66	761,5
Brest. .	66	59,1	59,8	67,3	56,1	42,8	34,1	34,1	50	55,4	94,2	88,4	97,4	759,5

Au point de vue du régime, la comparaison des moyennes et l'allure des graphiques amènent à cette conclusion que si vers l'W. (Calais) le régime tend à se rapprocher du type océanique avec minimum en été et maximum en octobre — régime presque semblable, avec des pluies d'automne plus abondantes, à celui de Brest —, à mesure que l'on avance vers l'E., il devient moins caractéristique. La prédominance du maximum d'automne est de moins en moins manifeste, les différences s'atténuent de plus en plus entre Calais, Oye et Dunkerque. Dans ces deux dernières stations, on note l'existence de maximum en juin, août et octobre et minimum au printemps. Les pluies sont sur notre littoral réparties plus uniformément que sur les côtes de l'Océan.

L'eau tombée constitue un facteur climatique de première importance, cependant ce qui importe surtout ce n'est pas la quantité d'eau dont dispose la végétation mais le rapport entre cette quantité et la perte due à l'évaporation.

A cet égard, comparé à celui des autres points de la France, le climat de notre région est très humide ; le quotient hygrométrique (1) élevé (il atteint 15,45) n'est dépassé qu'au Pic du Midi et au Puy-de-Dôme (sommet). Nous donnons, d'après M. SZYMKIEWICZ [111], dans le tableau ci-dessous les maxima mensuels moyens de

(1) Le quotient hygrométrique est obtenu en divisant la quantité d'eau tombée par l'évaporation.

l'indice d'évaporation (1), leur somme I, la hauteur des précipitations R (en mm.) et le quotient hygrométrique Q pour la station météorologique de Dunkerque.

Coordonnées géographiques	H	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	I	R	Q
	51°2' N. 2°22' E.	7m.	1,2	1,5	2,3	3	3,6	3,9	4,7	5,7	4,9	3,1	1,9	1,1	36,9	570

LES VENTS. — Les vents d'W. et de S.-W. qui amènent la pluie l'emportent de beaucoup, pour l'année entière, sur les autres vents. Les vents d'E. et du N. dominent surtout au printemps, cependant ils soufflent encore d'une façon appréciable en été et en hiver, amenant la sécheresse en été (sécheresse extrême pendant certaines périodes) et le froid en hiver. Au contraire, en octobre les vents humides S., S.-W. et W. prennent l'avantage et peuvent alors souffler durant des mois entiers (fig. 6).

Les vents faibles n'ont que très peu d'action sur la végétation, seule l'étude des tempêtes — et nous entendons par ce terme les vents dont la vitesse est supérieure à 50 km. à l'heure — a un intérêt au point de vue géobotanique.

Les schémas ci-après (fig. 7) donnent la direction des vents violents qui soufflent à Dunkerque; ils ont été établis en se basant sur les moyennes calculées pour une période de dix ans. La longueur de chacun des rayons de la rose des vents est proportionnelle au nombre de tempêtes de cette direction.

Nous pouvons constater que les tempêtes les plus fréquentes sont celles qui soufflent de la mer : c'est à dire de la direction W.

(1) Rappelons que l'indice d'évaporation est défini par la formule :

$$i = d \frac{(273 + t)^2 760}{273^2 P - p}$$

où d est le déficit hygrométrique, t la température de l'air, P la pression barométrique et p la tension de vapeur d'eau de l'atmosphère ; le déficit hygrométrique est calculé en déterminant la tension de la vapeur saturée et en soustrayant la tension de la vapeur de l'atmosphère.

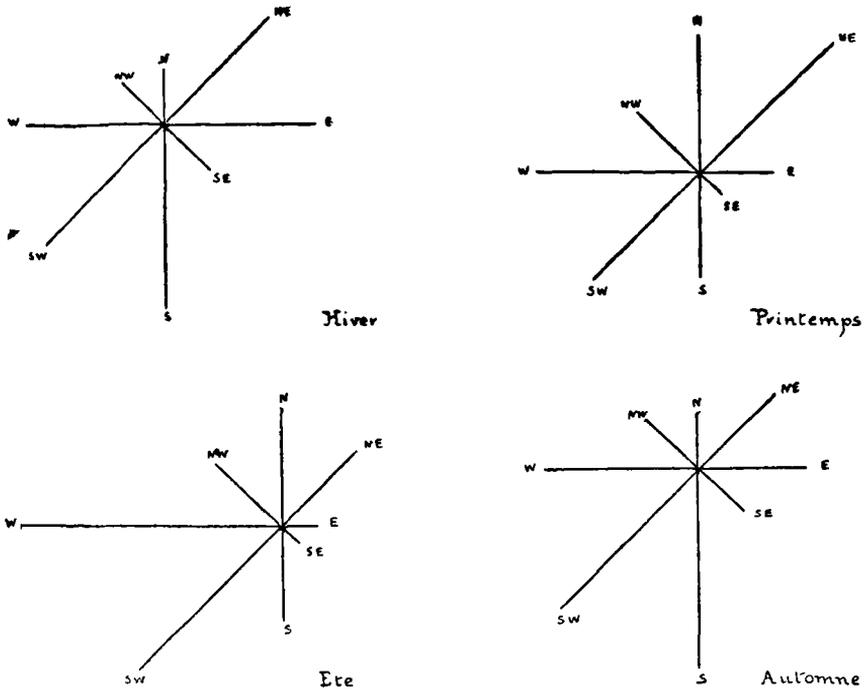


Fig. 6. — Diagrammes de la direction du vent suivant les saisons (la longueur des rayons de la rose des vents est proportionnelle au nombre de jours pendant lesquels le vent a soufflé dans la direction indiquée).

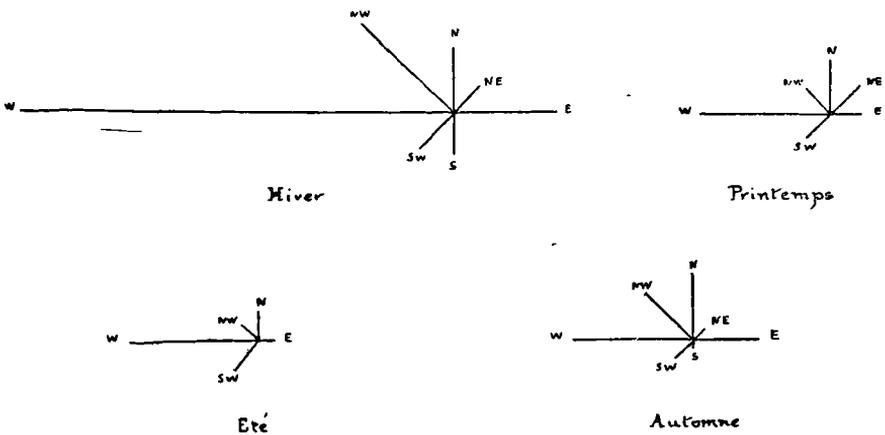


Fig. 7. — Diagrammes de la direction des tempêtes suivant les saisons.

Le caractère fondamental du climat sur notre littoral est sa constance.

La température est régulière ; l'été est moins chaud, l'hiver est moins froid que dans l'intérieur du pays ; les jours de gelée sont peu nombreux.

La douceur de l'hiver explique une particularité curieuse de la flore littorale : le grand nombre de plantes qui conservent leurs feuilles pendant cette saison. « Il y a même, surtout dans les dunes, des végétaux qui n'ont d'organes d'assimilation que pendant l'hiver et le printemps. » [J. MASSART, 100]. Citons d'abord les plantes annuelles qui germent en automne, poussent l'hiver en utilisant l'eau qui est alors abondante dans les couches superficielles du sol et fleurissent au printemps » ; ce sont : *Phleum arenarium*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium* sp. div., *Draba verna*, *Saxifraga tridactylites*, *Erodium cicutarium*, etc., toutes plantes basses qui ne souffrent pas des tempêtes de l'hiver. Nous noterons encore, parmi les nombreuses espèces dont les feuilles persistent pendant les saisons froides : *Corynephorus canescens*, *Luzula campestris*, *Atriplex portulacoides*, *Sedum acre*, *Anthyllis Vulneraria*, *Polygala vulgaris*, *Euphorbia Paralias*, *Glaux maritima*, *Thymus Serpyllum*, *Bellis perennis*, *Aster Tripolium*, *Hypochoeris radicata*, etc.

Les pluies tombant à peu près régulièrement et en quantité suffisante pendant l'automne, l'hiver et le printemps deviennent assez rares en été au moment où l'indice d'évaporation est très élevé. La sécheresse estivale est défavorable aux végétaux : défavorable aux plantes des dunes, également aux halophytes.

La rareté des pluies pendant la saison chaude a pour conséquence une adaptation xérophile. En dehors des caractères xérophytiques déjà bien connus : épaississement de la cuticule, pilosité, rigidité, carnosité, etc. et sur lesquels nous n'insisterons pas, il en existe deux assez frappants, le nanisme et la microphyllie.

Dans les dunes, un certain nombre de Phanérogames se présentent souvent sous un aspect tout particulier : leur taille est extrêmement réduite. Nous avons pu voir dans l'herbier du D^r BOULY DE LESDAIN et nous-même avons souvent trouvé dans nos excursions des espèces chez lesquelles le nanisme était très accusé ; ce sont, en général, des plantes banales qui souffrent du genre de vie tout spécial qu'est celui des végétaux dans la zone littorale, en particulier dans les stations sableuses et sèches. Nous citerons : *Festuca*

ovina var. *tenuifolia* (1), divers *Carex*, *Luzula campestris*, *Trifolium repens*, *Geranium molle* (2), *Centaurium pulchellum*, *Myosotis collina*, *Veronica arvensis*, *Achillea Millefolium*, etc.

La réduction de la surface foliaire est également un phénomène assez fréquent. On peut rencontrer, dans les parties les plus sèches des dunes, dans les endroits exposés aux vents, sur les pistes, des formes à feuilles plus petites que celles des types continentaux correspondants. Le Dr BOULY DE LESDAIN a récolté un certain nombre d'échantillons présentant cette diminution de la surface foliaire ; les spécimens les plus caractéristiques se rapportent aux : *Salix repens* subsp. *dunensis* (3), *Medicago lupulina*, *M. falcata* (4), *Trifolium repens* (5), *T. scab. a.* (6), *Lotus corniculatus* var. *crassifolius*, *Jasione montana* (7). Remarquons également que, comme précédemment ces espèces sont très communes, et, à l'exception du *Salix* et du *Lotus*, représentent des types banaux pour le N. de la France et la Belgique.

De nombreux physiologistes ont étudié l'action du vent sur la végétation : HANSEN [72, 73], FOCKE [66], BORGGREVE [7], PALETZKY [107], BOCK [in GERHARDT, 68], L. KLEIN [77], WIESNER [116], EBERDT [61], etc. Il est tout à fait inutile de rappeler ici leurs travaux, nous nous contenterons seulement de faire remarquer que le vent agit en accélérant la transpiration. Ainsi, après une tempête nous avons pu constater à Malo (septembre 1925) que le bord des feuilles de *Salix repens* subsp. *dunensis* et de *Populus monilifera*, en particulier, était noir et recroquevillé. L'exagération de la transpiration est donc cause de la mortification des tissus ; d'ailleurs il est digne de remarquer que chaque année « c'est du côté du vent que l'on voit apparaître les premières feuilles sèches » [DE BRUYNE, 36, p. 263]. Dans son travail « Experimentelle Untersuchungen über die Beschädigung der Blätter durch Wind », A. HANSEN [73] émet l'opinion que la destruction marginale des tissus des feuilles est due à ce que la sève s'évapore avant d'atteindre l'extrémité des nervures. Plus tard, J. MASSART reprit également cette idée [100].

Dans les dunes, le vent intervient encore en déchaussant et en

(1) R. DE LITARDIÈRE, [84].

(2) 5 à 7 cm. de haut, souvent uniflore.

(3) Feuilles ovales ou ovales-lancéolées, 6-12 × 2-4 mm.

(4) Feuilles 6-8 × 1,5-2,5 mm. (herb. Dr BOULY DE LESDAIN).

(5) Folioles 3-5 × 2-3 mm.

(6) Folioles les plus grandes : 4 × 3 mm. (herb. Dr BOULY DE LESDAIN).

(7) Feuilles 2-2,5 × 10-15 mm. (herb. Dr BOULY DE LESDAIN).

ensevelissant les végétaux ; il creuse la dune sur la face qui se présente de front, tandis qu'il emporte le sable et le dépose sur la pente opposée. L'action destructive est double : d'une part le vent déchausse, arrache, brise les plantes, d'autre part les grains de sable enlevés et transportés avec force hachent les organes aériens et en se déposant les enfouissent.

PREMIERE PARTIE

LES ASSOCIATIONS VÉGÉTALES

Au point de vue géobotanique, le territoire qui nous intéresse est compris dans la région eurosibérienne-boréo-américaine ; il fait partie du domaine européo-atlantique et du secteur boréo-atlantique [cf. travaux du D^r BRAUN-BLANQUET (1)]. Rappelons que le secteur boréo-atlantique s'étend de la Normandie (Pointe de Barfleur) aux Iles Britanniques, aux Faër-Oer et, le long de la côte atlantique jusqu'au Trondhjem-Fjord en Norvège.

Nos recherches ont porté sur les zones littorales halophile et paralienne.

La zone halophile comprend toute la portion du littoral caractérisée par la salure du sol et sa flore presque exclusivement composée d'halophytes : espèces de l'**Agropyretum**, du **Salicornietum**, etc.

La zone paralienne, « zone d'épaisseur variable, intermédiaire, à divers égards, entre la précédente et la zone intérieure » [CHERMEZON, 25, p. 166] possède une végétation assez caractéristique, comprenant non seulement la flore xérophile des dunes mais également les formations mésophiles et hygrophiles des pannes. Cette zone bien délimitée vers la mer (elle commence généralement sur le versant continental des dunes bordières) l'est très mal vers le continent, le passage à la zone intérieure se faisant insensiblement par intrication des espèces continentales et disparition des espèces paraliennes.

Ces deux zones ont été rarement distinguées et souvent confondues, surtout au point de vue écologique.

(1) Cf. en particulier : L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France [21].

CRÉPIN, dans son guide du botaniste en Belgique [34] ne distingue pas les deux types de végétation et désigne sous le nom d'halophiles, maritimes ou marines, termes qu'il donne comme synonymes, les espèces qui entrent dans ces catégories ; dans les listes citées par l'auteur nous voyons indiqués côte à côte *Ammophila arenaria* et *Aster Tripolium*.

Sous le nom de « zone halophile littorale » le Prof. FLAHAULT [64] comprend les plages sableuses et vaso-sableuses, les dunes mobiles et fixées, les prés salés, les fossés et bords des rivières marines et signale, par exemple les *Salicornia* et *Suaeda* à côté des *Ononis repens* et *Hippophae rhamnoides*. Il va même plus loin et englobe dans sa zone halophile toute la plaine maritime, annexant donc la zone poldérienne.

Avec CRÉPIN [34], nous pensons que la zone poldérienne, unie aux zones littorales par plusieurs caractères floraux (persistance de types halophiles, reliques de la végétation des halipèdes : *Atropis maritima*, *A. distans*, *Sa-*

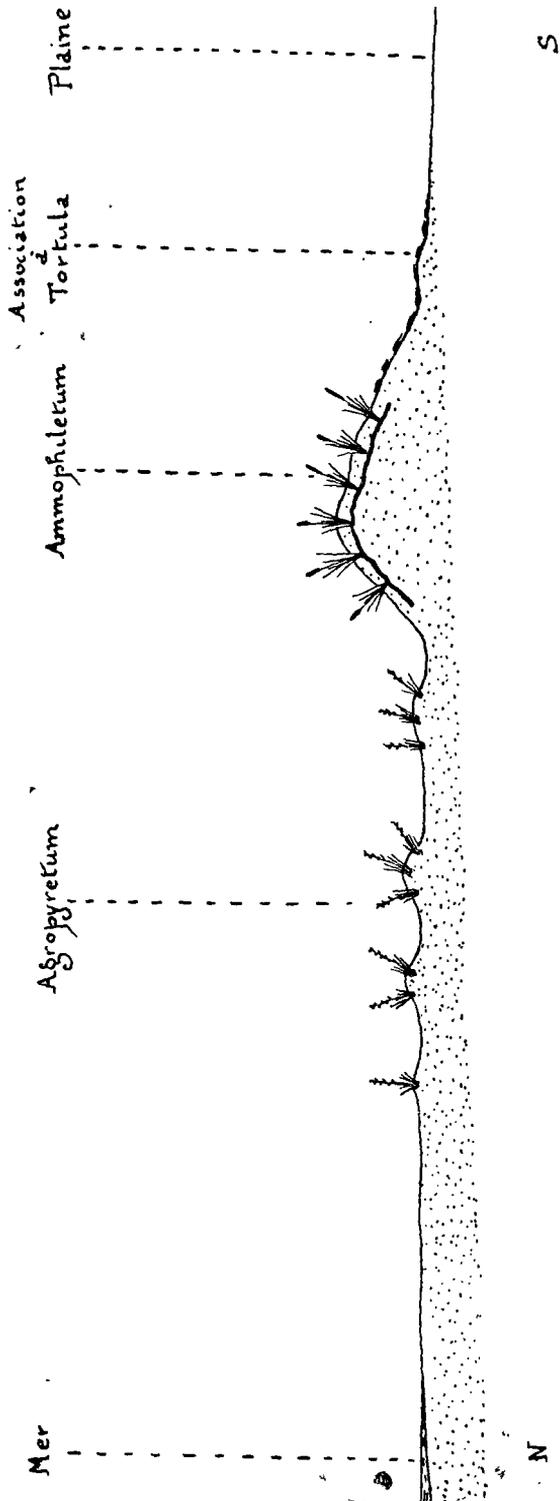


FIG. 1. — Coupe schématique des dunes à Loon-Plage (E. du Casino).

licornia europaea, Suaeda maritima, Spergularia salina, Ranunculus Baudotii, Apium graveolens, Glaux maritima, Aster Tripolium) et par son origine, s'en distingue cependant suffisamment par sa végétation pour l'exclure de notre travail.

Nous avons pu distinguer plusieurs séries d'associations :

Série psammophile

Série hygrophile

Série aquatique.

Nous décrirons en détail les diverses associations qu'elles renferment.

CHAPITRE I

SÉRIE PSAMMOPHILE

§ 1. — *Agropyretum juncei*

L'*Agropyretum* est le premier stade d'une série d'associations édaphiques tendant vers la constitution d'un groupement continental : l'Arrhénathéraie.

L'*Agropyrum junceum* est strictement cantonné à la partie supérieure de la plage, au pied de la dune. Moyennement halophile (1), il ne s'installe qu'à une assez grande distance de la mer, il supporte les embruns mais ne peut vivre dans un sol retenant une forte proportion de chlorure de sodium ; l'*Agropyrum* ne se rencontre que dans le sable meuble, sec, facilement perméable aux eaux et ne se développe jamais dans les vases constamment imbibées d'eau saumâtre.

Les six relevés de l'*Agropyretum* (Voir Tableau I), pris dans notre dition, proviennent des localités suivantes :

1. — Nieuport-Bains, plage vers l'estacade.
2. — Zuydcoote, entre le Sanatorium et le sémaphore, en face de la route de la station.
- 3, 4, 5. — Malo-les-Bains, entre Malo-Centre et Malo-Terminus.
6. — Loon-Plage, à l'E. du Casino.

Cette association est particulièrement bien représentée à Loon-Plage (relevé 6). Sur l'estran si vaste que l'eau s'aperçoit à peine à marée basse, l'*Agropyrum*, pionnier par excellence de la conquête des plages larges par la végétation, a colonisé un territoire qui s'étend sur 200 m. environ en avant des dunes bordières (fig. 8).

Entre Loon et Dunkerque, les colonies à peu près pures d'*Agropyrum junceum* forment une bande continue à la base du versant maritime des dunes ; cette graminée est rare sur la plage elle-même,

(1) On trouve par kgr. de sable sec environ 0 gr. 60 de sels précipitant par le nitrate d'argent (échantillon prélevé à Malo-Centre).

TABLEAU I (1)		1	2	3	4	5	6	Prés.	Observations (2)		
Caractéristiques exclusives :											
G	<i>Agropyrum junceum</i>	2	2	+ 1	+ 1	4	3	3	2	5	
T	<i>Salsola Kali</i> var. <i>polysarca</i> .	+ 1	+ 1	+ 1						3	
T	<i>Atriplex laciniata</i>	+ 1	+ 1					+ 1		3	
Caractéristiques électives :											
G	<i>Honckenya peploides</i>							+ 1		3	
T	<i>Cakile maritima</i>	+ 1	+ 1	+ 1						3	
Compagnes :											
Ch	<i>Euphorbia Paralias</i>	+ 1								1	C. Amm.
G	<i>Elymus arenarius</i>						+ 1			1	C. Amm.
G	<i>Ammophila arenaria</i>		+ 1					+ 1		3	C. Amm.
T	<i>Salsola Kali</i> var. <i>tenuifolia</i> .							+ 1		1	
T	<i>Atriplex hastata</i> var. <i>salina</i> .							+ 1		1	

en quelques points seulement elle commence à l'envahir, en particulier entre Fort-Mardick et Saint-Pol (Planche I, fig. 2).

Partout ailleurs l'*Agropyretum* est fragmentaire. On n'observe l'*Agropyrum*, accompagné de quelques-uns de ses satellites, qu'au fond de petites criques (Planche I, fig. 1), à l'abri des digues et en avant des brèches ouvertes par le vent (Planche II, fig. 3) où, grâce à son pouvoir édificateur il provoque la formation de petites dunes qui ferment le couloir d'érosion éolienne. Nous l'avons également rencontré aux Baraques, près Calais, à l'E. du sémaphore, sur des dunes qu'une offensive de la mer avait rompues et dont la couverture végétale plus évoluée avait été arrachée ; une grande partie du territoire qui fut envahi par la mer est peuplé par l'*Agropyrum*, et près de la plage, il a déjà édifié de petites dunes qui prolongent le cordon bordier. Ce peuplement, vers l'intérieur, passe sans transition à la flore des dunes moyennement fixées (*Ammophiletum* plus ou moins pur), la ligne de démarcation excessivement nette entre les deux groupements marquant la limite atteinte par les flots.

(1) Dans chacun de nos relevés le premier chiffre indique la *quantité* et le second la *sociabilité*.

Les abréviations précédant les noms des espèces sont relatives aux formes biologiques : *P* = Phanérophytes (arbres et arbustes) ; *NP* = Nano-phanérophytes (arbrisseaux de 0 m. 25 à 1 m. 50) ; *Ch* = Chaméphytes ; *H* = Hémicryptophytes ; *G* = Géophytes ; *T* = Thérophytes ; *M* = Muscoïdes ; *L* = Lichénoides.

(2) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum*.

Parmi les espèces notées, seul l'*Agropyrum* domine. Créateur du peuplement originel de la plage large, par sa croissance rapide, l'étalement de ses chaumes et de son chevelu radicaire, il stabilise et accumule suffisamment les sables mobiles pour permettre à d'autres Phanérogames de s'installer. Les *Atriplex*, *Salsola*, *Honckenya*, *Cakile*, sont des consolidateurs périodiques généralement détruits lors des marées d'équinoxe. C'est ce que nous avons pu observer à Zuydcoote. En juillet 1925, nous avons pris le relevé 2 de notre tableau et au cours d'une excursion effectuée en septembre, nous avons constaté la disparition de la végétation à l'exception de quelques pieds d'*Agropyrum* qui seuls avaient résisté.

Il faut d'ailleurs remarquer que la majorité de ces espèces est formée de Thérophytes plus ou moins accidentels. Nous avons, en effet, la répartition suivante des formes biologiques :

Ch	10%
G	40%
T	50%.

L'*Ammophila arenaria*, représenté par quelques touffes, contribue, là où il s'est installé, à la destruction de l'association et tend, par sa sociabilité et son adaptation poussées à l'extrême à rompre l'équilibre de celle-ci.

Cette association, d'après les documents que nous avons pu nous procurer est assez répandue sur les côtes européennes.

L'*Agropyrum junceum* se rencontre en bordure externe de la plage aussi bien sur le littoral méditerranéen que sur le littoral atlantique. Voici, d'après le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT [78], et à titre comparatif, la diagnose synthétique de l'*Agropyretum juncei* des dunes du Golfe du Lion :

FORMES BIOLOGIQUES	ESPÈCES	QUANTITÉ	SOCIABILITÉ
g rh. er.	<i>Agropyrum junceum</i>	4	3-4
g. rh. er.	<i>Sporobolus pungens</i>	1-3	3-4
ch. piv. er.	<i>Euphorbia Paralias</i>	1-2	1-2
ch. piv. sph.	<i>Echinophora spinosa</i>	+	+
ch. piv. er.	<i>Eryngium maritimum</i>	+	1
g. rh. er.	<i>Cyperus schoenoides</i>	1-2	2-4
th. fasc. er.	<i>Scleropoa maritima</i>	+	1
th. piv. dif.	<i>Cakile maritima</i>	+	1
th. piv. dif.	<i>Salsola Kali</i>	+	1
g. rh. er.	<i>Ammophila arenaria</i>	+	2-3

Nous voyons qu'un certain nombre de types sont communs à l'Agropyretum méditerranéen et au nôtre ; ce sont :

Agropyrum junceum

Ammophila arenaria (ici sous le var. *arundinacea*)

Salsola Kali

Cakile maritima.

Eryngium maritimum, présent dans notre dition, n'a jamais été rencontré par nous dans cette association.

Les espèces suivantes existant sur le littoral du Golfe du Lion ne se rencontrent pas sur notre côte :

Sporobolus arenarius (*S. pungens*)

Scleropoa maritima

Cyperus schoenoides (*C. macronatus*)

Echinophora spinosa.

Par contre, on y trouve :

Elymus arenarius

Atriplex laciniata

Atriplex hastata var. *salina*

Honckenya peploides.

Cette association existe également sur les côtes de Corse ; elle a été étudiée sur la plage de Campo di Loro, près Ajaccio, par M. G. MALCUIT [91]. Sa composition ressort du relevé ci-dessous que nous empruntons à son travail :

FORMES BIOLOGIQUES	ESPÈCES	QUANTITÉ	SOCIABILITÉ
NP (Ch)	<i>Scrophularia ramosissima</i>	1-2	1-2
Ch	<i>Silene succulenta</i> var. <i>minor</i> (= <i>S. corsica</i>)	1-2	2
Ch	<i>Euphorbia Paralias</i>	1-2	1
Ch	<i>Crithmum maritimum</i>	+	1
Ch	<i>Diotis maritima</i>	2	2
H	<i>Glaucium flavum</i>	1-2	1
H	<i>Matthiola sinuata</i>	+	1
H	<i>Eryngium maritimum</i>	2	1
H	<i>Jasione montana</i>	1	1-2
G	<i>Sporobolus arenarius</i> (<i>S. pungens</i>) . .	2	2
G	<i>Agropyrum junceum</i>	2	1-2
G	<i>Convolvulus Soldanella</i>	+	1
T	<i>Silene sericea</i> var. <i>angustifolia</i> . . .	+	1
T	<i>Euphorbia Peplus</i>	+	1

Dans les dunes de la baie d'Alger, le Prof. DUCELLIER [58] cite comme existant dans la « bande littorale » d'Hussein-Dey : *Cakile*

maritima, *Salsola Kali*, *Ammophila arenaria* et *Agropyrum junceum*. « L'espèce vivace se rapprochant le plus du rivage est l'*Ammophila arenaria* », et ce ne serait qu'avec une fixation plus parfaite du sable qu'on remarquerait l'apparition, comme espèces parsemées, des *Pancratium maritimum* et *Agropyrum junceum*. D'après ce que nous avons montré ci-dessus et les observations du Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT, cette assertion du Prof. DUCELLIER serait, en ce qui concerne l'*Agropyrum*, inexacte au point de vue biologique.

Sur le littoral atlantique, l'*Agropyretum juncei* est caractérisé, en dehors de l'*Agropyrum*, par un type euryatlantique, l'*Honckenya peploides*. Son absence sur notre côte a été signalée à tort par M. G. ASTRE (1) : « Citons seulement quelques-unes des plantes les plus typiques des sables maritimes vendéens et nous mentionnerons des noms que nous n'avions pas prononcés jusqu'à présent (2) : *Rosa hispidissima* Ry., *Ephedra distachya* L., *Honckenya peploides* Ehrh., etc. Ces végétaux sont même si caractéristiques de cette flore... » [4, p. 127].

Cette plante avait d'ailleurs été signalée par tous les botanistes qui ont herborisé dans notre région et même STEINHEIL en parle en ces termes : « L'*Arenaria peploides* doit être considérée aussi comme une plante traçante, car ses tiges et ses nombreux rameaux sont toujours enfoncés dans le sable ; comme elle se trouve à la base des élévations du côté de la mer, on peut la considérer comme formant les avant-postes des plantes qui travaillent à consolider le sol ; cette position la met dans le cas d'être beaucoup plus souvent couverte que dénudée, circonstance à laquelle s'accommode très bien sa forme rameuse et dichotomique. » [109, p. 8 et 9].

Bien qu'il soit très prématuré dans l'état actuel de la science phytosociologique de songer à établir pour la plupart des cas une classification de groupements végétaux, il serait peut-être possible de distinguer dans l'*Agropyretum juncei* deux types régionaux, l'un à *Honckenya peploides*, atlantique, l'autre à *Sporobolus arenarius*, méditerranéen.

Vraisemblablement le type atlantique ne présenterait sur le littoral de l'Océan (côtes européennes jusqu'au Tage), de la Manche

(1) Voici comment l'auteur décrit la végétation de la plage : « Les parties voisines de la côte ne donnent guère l'hospitalité qu'à de rares Crucifères isolées... des *Cakile*..., il s'y rencontre quelques chétifs pieds de Graminées et surtout les touffes des Oyats les plus avancées ». (p. 45).

(2) A propos des dunes du N.-E. de Dunkerque.

et de la mer du Nord (sauf dans le domaine circumboréal) que des modifications locales pouvant conduire à la distinction de races régionales.

En Hollande, SWELLENGREBEL [110] signale comme constituant la flore des dunes de plage :

Agropyrum junceum

Ammophila arenaria

Euphorbia Paralias

Asparagus officinalis var. *maritimus* (= *A. prostratus*)

Calystegia (Convolvulus) Soldanella

Cakile maritima

Honckenia peploides

et de la plage elle-même :

Salsola Kali

Crambe maritima

Cochlearia danica

(dans les dunes de l'W. de la Frise et des îles, à noter en plus × *Ammophila baltica*, hybride d'*Ammophila arenaria* et de *Calamagrostis epigeios*).

Ce même botaniste donne comme relevé de plage des côtes danoises :

× *Ammophila baltica*

Agropyrum junceum

Salsola Kali

Honckenia peploides

Crambe maritima

Cakile maritima

Cochlearia danica

Eryngium maritimum ;

Glaucium flavum est spécial, sur la côte danoise, à la région du Nissum Fjord. Notons qu'il se rencontre près de notre dition, dans les dunes boulonnaises (Wimereux).

En Angleterre, dans le Norfolk, le Prof. OLIVER [apud TANSLEY, 112, p. 363] cite comme espèces croissant sur la plage, près de Blakeney-Harbour :

Cakile maritima r (1) *Salsola Kali* r

Arenaria peploides a *Agropyron junceum* a.

Parmi ces psammophiles, l'*Agropyrum* en particulier « forms the

(1) r = rare, a = abondant.

first phase in permanent colonisation » [113, p. 280] ; sur les autres points de la côte de ce comté, l'*Agropyrum junceum* est fréquemment accompagné d'*Ammophila arenaria*, accidentellement d'*Elymus arenarius* et d'*Atriplex portulacoides*. Sur les dunes du Somerset, M. Moss [105, p. 10-11] signale l'existence de l'*Agropyretum* ; il a établi le relevé suivant des espèces se rencontrant dans cette association :

Dominant : *Agropyron junceum*

Sub-dominant : *Carex arenaria*

Glaucium flavum

Atriplex hastata

Cakile maritima

A. deltoidea

Arenaria peploides

A. Babingtoni

Eryngium maritimum

Rumex crispus

Caucalis arvensis

Euphorbia Paralias.

Dans le Lancashire « very few genuine strand-plants occur, this association being represented by *Salsola Kali* » [113, p. 280].

Dans son travail sur la végétation du littoral asturien [25], M. CHERMEZON donne la liste suivante des espèces de plage :

Salsola Kali

Cakile maritima

Honckenya peploides

Agropyrum junceum

Eryngium maritimum

Calystegia Soldanella

Polygonum maritimum

P. littorale

Euphorbia Paralias

E. Peplis

Ammophila arenaria (quelques touffes).

Nous manquons de renseignements sur la répartition et la composition de cette association sur les autres points du rivage atlantique.

Le type méditerranéen comprendrait un certain nombre de races régionales ; l'une d'elles paraît bien individualisée, il s'agit de la race corse qui a été mentionnée par M. G. MALCUIT [91].

Passage de l'Agropyretum à l'Ammophiletum

Ce n'est que progressivement que s'individualise la flore de l'association qui succède à l'Agropyretum. L'*Ammophila arenaria* qui s'était installé dans ce dernier groupement se montre de plus en plus abondant et en stabilisant le sable mieux que ne le faisait l'*Agropyrum* rend possible l'extension d'autres espèces. La végétation devient plus dense et, alors que disparaissent presque totalement les halophiles que nous avons trouvées dans les relevés précédents (*Salsola Kali*, *Atriplex laciniata* et *A. hastata* var. *salina*), d'autres psammophiles qui craignaient le voisinage de la mer apparaissent. Les plantes sont en effet ici à l'abri des embruns et le sol est

TABLEAU II	1	2	3	4	Observations (1)
<i>Ammophila arenaria</i>	2	2 +1	2 +1	2 2-3	C. Amm.
<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i> et subsp. <i>dumetorum</i> (2).	1 1-2			+1 2	
<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	C. Agr.
<i>Carex arenaria</i>		1 2-3	+ 1-2		
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	+ 1				
<i>Cerastium caespitosum</i>		+ 1			
<i>C. semidecandrum</i>	+ 1				
<i>Cakile maritima</i>		+ 1			C. Agr.
<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.)				+ 1	
<i>Euphorbia Paralias</i>	+ 1				C. Amm.
<i>Hippophae rhamnoides</i>		+ 1			
<i>Eryngium maritimum</i>		1-2 2		+ 1	C. Amm.
<i>Calystegia Soldanella</i>				+ 1-2	C. Amm.
<i>Convolvulus arvensis</i>				+ 1	
<i>Cynoglossum officinale</i>	+ 1				
<i>Solanum Dulcamara</i>	+ 1-2	+ 1-2		+ 1-2	
<i>Sambucus nigra</i>		+ 1			
<i>Cirsium arvense</i>			+ 1		
<i>C. lanceolatum</i>		+ 1			
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>		+ 1		+ 1	
<i>Senecio Jacobaea</i>			+ 1	+ 1	
<i>Taraxacum officinale</i> (s. lat.)		+ 1		+ 1	
<i>Sonchus asper</i>				+ 1	

(1) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum*.

C. Agr. = caractéristique de l'*Agropyretum*.

(2) Il ne nous a pas été possible de distinguer sur le terrain les *Festuca rubra* des groupes *arenaria* et *dumetorum* et ceci d'autant plus qu'ils sont reliés entre eux par une série presque continue d'intermédiaires [cf. R. DE LITARDIÈRE, 84].

affranchi à peu près complètement de la présence du sel (1). *Cakile maritima* est l'espèce halophile qui résiste le plus longtemps à la concurrence des nouveaux occupants.

Les relevés du tableau II proviennent des localités suivantes :

1. — Entre Zuydcoote et Bray-Dunes, dunes bordières.
2. — Entre Loon-Plage et Mardick, dunes bordières.
3. — Loon-Plage, en arrière du relevé 6 de l'**Agropyretum**.
4. — Entre Calais et Sangatte, dunes bordières.

Sur les rivages où l'étroitesse de la plage a mis obstacle à l'installation de l'**Agropyretum**, cette phase de transition existe seule (Fig. 9). Sa composition floristique est la même à l'W. de Calais et à Loon-Plage, par exemple, alors que l'**Agropyretum** n'existe réellement que dans cette dernière localité.

Cette phase est le groupement floristique primordial des plages étroites, ce que sur les côtes du golfe du Lion le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT a désigné sous le nom de « **Ammophiletum** jeune », caractérisé par la plus grande abondance de l'*Ammophila* alors que s'éteint l'*Agropyrum*.

Nous avons donc :

sur les plages larges

sur les plages étroites

Agropyretum



Passage de l'**Agropyretum**
à l'**Ammophiletum**

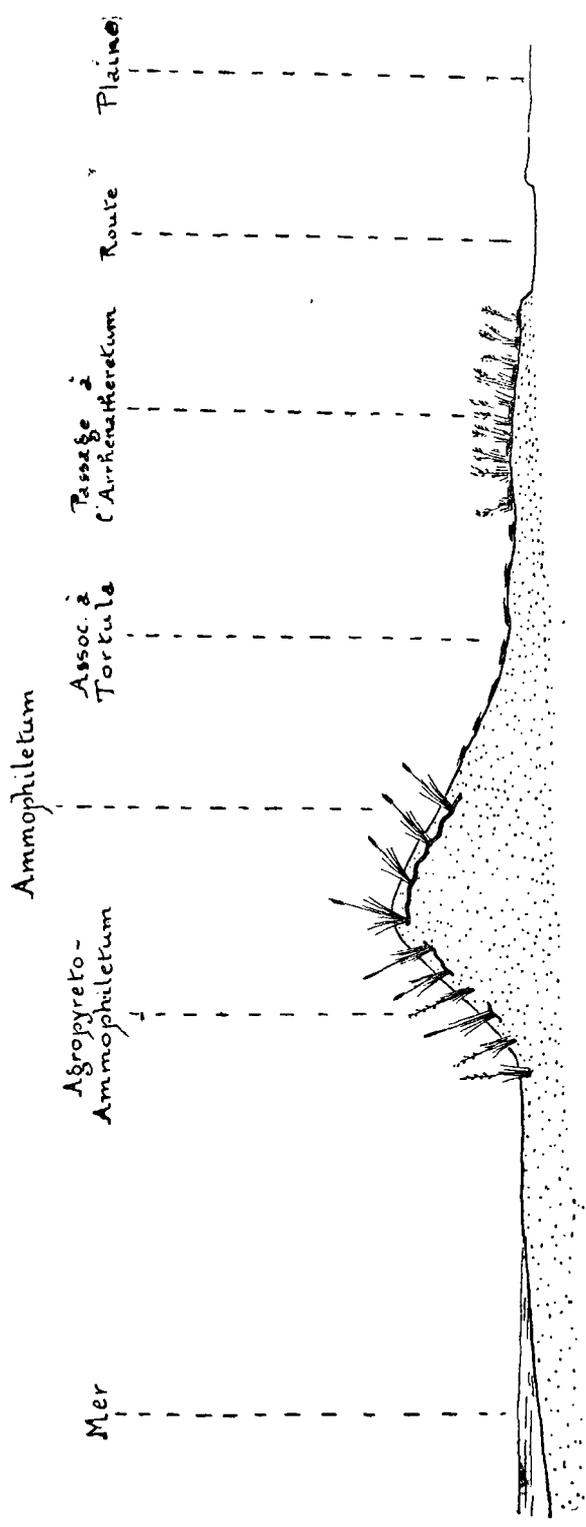
Passage de l'**Agropyretum**
à l'**Ammophiletum**



Ammophiletum

Nous remarquerons que l'*Eryngium maritimum* qui n'existe pas dans l'**Agropyretum** acquiert dans ce stade de passage son maximum de développement ; il forme des peuplements assez étendus à Mar-

(1) Nous avons trouvé en moyenne 0 gr. 4 de sel précipitant par le nitrate d'argent par kgr. de sable sec (échantillon provenant de Loon).



N-NW

S-SE

Fig. 9. — Coupe schématique des dunes entre Calais et Sangatte.

dick et aux environs de Loon-Plage (Planche III, fig. 6) ; rare près de Calais, il disparaît au N. de Dunkerque, tout au moins dans notre dition. Cette espèce était, paraît-il, assez abondante dans les dunes il y a une cinquantaine d'années, tout le long du littoral. La disparition de ce magnifique Panicaut, aux brillantes teintes bleues et gris clair, n'a eu d'autre cause que sa destruction par les excursionnistes qui le cueillaient en grande abondance ; en peu de temps, de riches peuplements furent saccagés de cette façon.

§ 2. — *Ammophiletum arenariae*

Les conditions écologiques spéciales existant dans les dunes mobiles ont pour conséquence le développement considérable du système souterrain des plantes. La propagation végétative y est un phénomène presque général. L'*Ammophila arenaria*, une des espèces caractéristiques de ce groupement, possède un rhizome plus ou moins horizontal ayant la faculté de résister à l'enfouissement et produisant à la surface du sol des touffes compactes de feuilles qui entravent le mouvement du sable. *Carex arenaria*, *Elymus arenarius* réagissent également vis-à-vis du sable qui tend à les recouvrir sensiblement de la même façon. Nous n'entrerons pas ici dans les détails concernant la réaction de la plante et du milieu. J. MASSART a, dans ses travaux, suffisamment insisté sur ce sujet pour nous permettre de ne pas nous y étendre.

Dans ce milieu où le sable est, par place, déjà suffisamment fixé, les plantes à racines pivotantes (*Senecio Jacobaea*, *Erodium cicutarium*, *Hypochoeris radicata*, etc.) peuvent se développer.

Nous avons étudié 12 individus de l'*Ammophiletum* sur différents points de la côte ; nos relevés (Tableau III) proviennent des localités suivantes :

1. — Dunes mobiles entre Bray-Dunes et La Panne.
2. — Dunes bordières près du Casino de Bray-Dunes.
- 3-4. — Dunes mobiles entre Bray-Dunes et Zuydcoote.
5. — Dunes mobiles à Zuydcoote, près de l'hôtel Beauséjour.
6. — Dunes mobiles à Zuydcoote, près de la station.
7. — Dunes mobiles entre Zuydcoote et Malo-Terminus.
8. — Dunes mobiles à Malo-Centre.
9. — Dunes bordières entre Mardick et Loon-Plage (teneur du sable en calcaire : 6 gr. 75 %, exprimée en carbonate de calcium).

10. — Dunes bordières entre Grand-Fort-Philippe et Oye-Plage; sable très coquillier (teneur du sable en calcaire 38 gr. 9 %, exprimée en carbonate de calcium).

11. — Calais, dunes établies sur la digue du Casino.

Ce qui frappe dans ce tableau, c'est l'uniformité de la composition floristique de l'association, l'espèce dominante créant, lorsque l'évolution n'est pas troublée, des conditions stationnelles identiques tout le long du littoral. Cependant, parmi les caractéristiques deux sont toujours localisées : c'est l'*Elymus arenarius* et le *Calystegia Soldanella*. Le premier se rencontre rarement dans la partie N. de notre dition où il forme quelques groupes isolés, par exemple à Malo-Terminus (Planche IV, fig. 7) ; il devient plus abondant aux Baraques, près Calais, où il existe en plusieurs colonies. Le second est surtout localisé à l'W. de Calais⁴; plus au N. nous n'en avons rencontré que quelques pieds aux environs de Gravelines et un seul à Malo-Terminus. Cette espèce semble vivre de préférence dans les stations où les apports de sable sont peu considérables. Nous pensons que c'est pour cette raison qu'elle devient rare près de Dunkerque, où les dunes sont très mouvantes et où la plage large permet au vent de charrier des masses assez importantes de sable.

Le spectre biologique de l'*Ammophiletum* se compose de :

NP	13 %
H	41 %
Ch	13 %
G	23,5 %
T	9,5 %.

Dans le spectre de l'ensemble, les Hémicryptophytes dominent de beaucoup, mais dans celui des caractéristiques seules les Géophytes et Hémicryptophytes sont présents dans le même rapport, soit :

H	33,5 %
Ch	16,5 %
G	33,5 %
T	16,5 %.

Cette association peut ne pas exister sous l'aspect typique : peuplements d'*Ammophila*, dont les feuilles glaucescentes, raides et piquantes forment des touffes compactes, isolées, dépassées en été par les inflorescences pâles et qui de loin ressemblent à d'immenses moissons s'agitant et ondoyant au moindre souffle du vent (Planches II et III, fig. 4 et 5). Des colonies pures de *Salix repens* et

G	<i>Carex arenaria</i>	+ 1-2	1	2	+ 1-2	2	+ 1-2	1	4
G	<i>Convolvulus arvensis</i>							1	1
G	<i>Cirsium arvense</i>							1	1
T	<i>Cerastium semidecandrum</i>		+					1	2
T	<i>Senecio vulgaris</i> subvar. <i>crassifolius</i>							1	1
Accidentelle :									
NP	<i>Lycium halimifolium</i> (Planté)							+	1

(1) C. Calam. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis epigetos* ; C. Tort. = caractéristique de l'association à *Galium verum* var. *maritimum* et *Tortula ruraliformis* ; C. Agr. = caractéristique de l'*Agropyretum*.

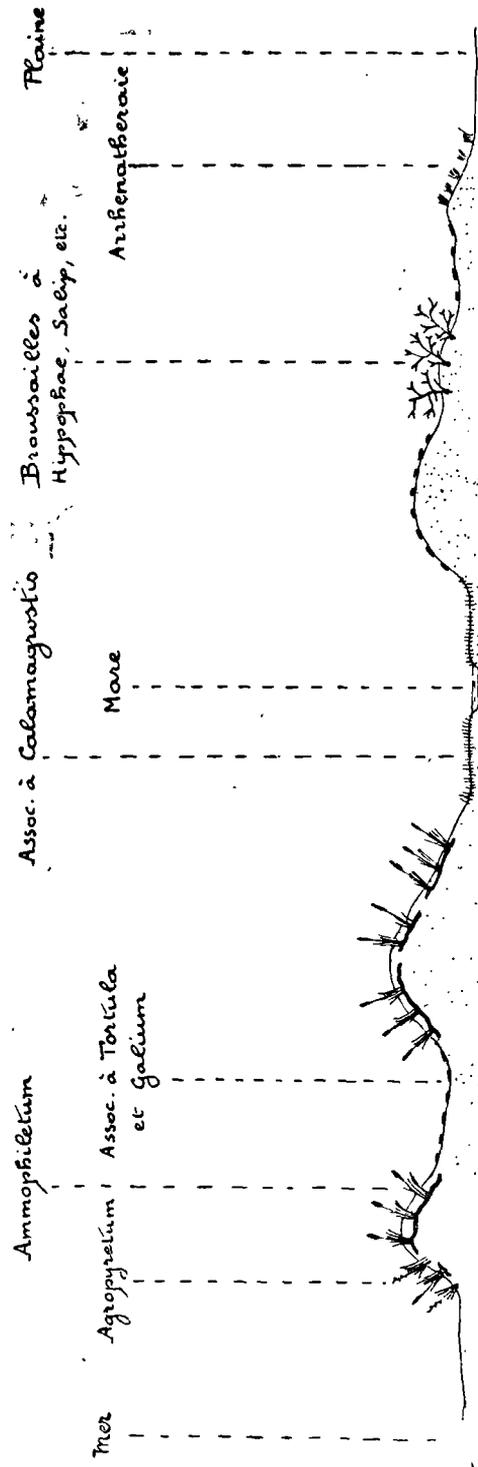


Fig. 10. — Coupe schématique des dunes à Zuydcoote.

d'*Hippophae* représentent l'*Ammophiletum* sous des faciès tout-à-fait particuliers.

Le *Salix repens* occupe souvent le flanc et le sommet des dunes. C'est un des rares végétaux qui vive isolément au milieu de vastes étendues de sable nu ; il constitue, en été, des dômes de verdure qui couronnent les dunes et sa frondaison vert clair vient agréablement fixer le regard dans le paysage uniformément blanc (Planche V, fig. 10). En hiver, le saule est vraiment triste avec ses branches nues, brunes ou cendrées, avec ses rameaux grêles, enchevêtrés et tordus. Quel contraste, avec la parure verdoyante de l'été ou les teintes grises, verdâtres et dorées du printemps, quand s'épanouissent les fleurs mâles aux anthères d'un jaune d'or, lorsque s'entr'ouvrent les jeunes bourgeons ou que les houppes soyeuses des graines se balancent au gré du vent.

L'*Hippophae* se rencontre au contraire le plus souvent au voisinage des pannes, sur la ceinture des dunes qui les entoure. Il y forme des buissons très denses, impénétrables, d'aspect et d'étendue fort variables (Planche IV, fig. 8). Qui n'a maudit, en se promenant dans les dunes, les broussailles d'argousiers, aux branches épineuses ! Partout on le rencontre, cet arbuste terne, grisâtre, aux feuilles satinées ; mais à l'automne, lorsque le paysage s'assombrit et va prendre son aspect hivernal, c'est l'*Hippophae* qui jette la dernière note gaie : ses baies orangées, brillantes, luisent sous les pâles rayons du soleil. L'abbé BOULAY [8] a prétendu que les *Hippophae* ne fructifiaient pas dans notre pays ; cette inexactitude a déjà été relevée par GÉNEAU DE LAMARLIÈRE [67] et nous ne pouvons que confirmer les observations de ce distingué botaniste.

L'*Ammophiletum*, association à Hémicryptophytes et à Géophytes, est très largement représenté sur notre côte ; il occupe de vastes espaces. C'est l'association la plus nette, la plus différenciée, celle qui s'impose d'elle-même au moins averti des botanistes (1).

L'*Ammophiletum arenariae* est également bien développé sur les autres côtes françaises atlantiques, en Hollande, au Danemark et en Angleterre.

(1) Signalons que M. G. ASTRE [4] a créé une sous-zone correspondant aux alentours des « centres de végétation », sous-zone qui succède à ce qui dans son travail représente l'*Agropyretum* et serait par conséquent comparable à notre *Ammophiletum*. Voici d'après cet auteur les espèces caractéristiques de ce groupement : *Viola tricolor*, *Sedum acre*, *Eryngium maritimum*, *Senecio Jacobaea*, *Solanum Dulcamara*, *Carex arenaria*.

Cette association est très bien représentée sur les côtes anglaises. *Ammophila arenaria*, parfois aidé dans la conquête des sables par *Elymus arenarius*, forme des colonies très importantes dans les dunes mobiles. Les espèces les plus fréquentes et caractéristiques du groupement sont d'après le Prof. TANSLEY [112, p. 344] :

<i>Arenaria peploides</i>	<i>Carex arenaria</i>
<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Phleum arenarium</i>
<i>Senecio Jacobaea</i>	<i>Festuca rubra</i> var. <i>arenaria</i>
<i>Taraxacum erythrospermum</i>	<i>F. uniglumis</i> (1)
<i>Hieracium umbellatum</i>	<i>Corynephorus canescens</i>
<i>Hypochoeris radicata</i>	<i>Agropyron junceum</i>
<i>Calystegia Soldanella</i>	<i>Peltigera canina</i> .
<i>Euphorbia Paralias</i>	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	

Dans le Lancashire, en particulier, « behind the *Agropyron* dunes come the higher mobile dunes with their typical association of *Ammophila arenaria* » [TANSLEY, 112, p. 349] et on rencontre fréquemment dans cette association :

<i>Eryngium maritimum</i>	<i>Taraxacum erythrospermum</i>
<i>Galium verum</i>	<i>Phleum arenarium</i>
<i>Senecio Jacobaea</i>	<i>Aira caryophyllea</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>A. praecox</i>
<i>Hieracium umbellatum</i>	<i>Festuca membranacea</i> (1)
<i>Hypochoeris glabra</i>	<i>F. rubra</i>
<i>Leontodon nudicaule (hirtum)</i>	<i>F. rubra</i> var. <i>arenaria</i> .

Sur la côte du Norfolk, près Blackeney-Harbour, le Prof. OLIVER [apud TANSLEY, 112 p. 363] ne signale que les espèces suivantes (sans doute les plus caractéristiques) :

<i>Eryngium maritimum</i> r (2)	<i>Ammophila arenaria</i> d
<i>Carex arenaria</i> f	<i>Festuca rubra</i> var. <i>arenaria</i> f

(1) = *F. fasciculata* Forsk.

(2) Symboles de fréquence : *d*, dominant ; *sd*, subdominant ; *a*, abondant ; *f*, fréquent ; *o*, accidentel ; *r*, rare ; la lettre *v* précédant un symbole signifie très et *l*, localement.

Dans cette même région, M. MARSH [93] a effectué près Holmesthe-Sea le relevé ci-dessous ; c'est celui d'un **Ammophiletum** avec tendance à un passage à l'association à *Tortula* :

<i>Ammophila arenaria</i>	d	<i>Leontodon hispidus</i>	f
<i>Festuca rubra</i>	va	<i>Plantago lanceolata</i>	o
<i>Elymus arenarius</i>	l	<i>Crataegus Oxyacantha</i>	r
<i>Arenaria peploides</i>	va	<i>Cerastium tetrandrum</i>	f
<i>Hieracium Pilosella</i>	la	<i>C. semidecandrum</i>	f
<i>Calystegia Soldanella</i>	la	<i>Draba verna</i>	f
<i>Sedum acre</i>	a	<i>Cochlearia danica</i>	o
<i>Rhinanthus Crista-Galli</i>	f	<i>Myosotis collina</i>	f
<i>Carex arenaria</i>	f	<i>Hypnum cupressiforme</i>	sd
<i>Eryngium maritimum</i>	o-f	<i>Camptothecium lutescens</i>	va
<i>Taraxacum officinale</i>	f	<i>Tortula ruraliformis</i>	a
<i>T. erythrospermum</i>	f	<i>Bryum capillare</i>	a
<i>Hypochoeris radicata</i>	f	<i>B. caespiticium</i>	f

Dans les Asturies, aux environs d'Aviles, M. CHERMEZON [25] a signalé une zone de passage de la plage à la dune ; la flore variée comprend les espèces suivantes :

<i>Cakile maritima</i>	<i>Orobanche minor</i>
<i>Honckenya peploides</i>	<i>Salsola Kali</i>
<i>Oenothera biennis</i>	<i>Euphorbia Paralias</i>
<i>Eryngium maritimum</i>	<i>E. portlandica</i>
<i>Crucianella maritima</i>	<i>Pancremium maritimum</i>
<i>Thrinicia hirta</i> var. <i>arenaria</i>	<i>Carex arenaria</i>
<i>Convolvulus Soldanella</i>	<i>Ammophila arenaria</i>
	<i>Agropyrum junceum</i> ,

puis une transition entre la végétation de cette zone et la flore des dunes fixées qui peut correspondre à celle de notre **Ammophiletum** ; elle est constituée « par une espèce nettement dominante, le plus souvent *Ammophila arenaria*, en peuplements parfois presque purs, les espèces de la liste précédente ne se trouvent plus qu'accidentellement ».

Sur les côtes méditerranéennes françaises, le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT [78] a également distingué un **Ammophiletum arenariae** que nous appellerons **Ammophiletum arenariae arundinaceae**, race médi-

terranéenne pour le distinguer de la race atlantique : **Ammophiletum arenariae typicae**.

Signalons une certaine analogie entre la flore de l'**Ammophiletum** des côtes du golfe du Lion et du nôtre ; les espèces suivantes sont communes aux deux races :

<i>Ammophila arenaria</i>	<i>Eryngium maritimum</i>
<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Calystegia Soldanella</i>
<i>Euphorbia Paralias</i>	<i>Hypochoeris radicata</i> .

Les types spéciaux sur notre côte sont :

<i>Elymus arenarius</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>
<i>Phleum arenarium</i>	<i>Cynoglossum officinale</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Solanum Dulcamara</i>
<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i>	<i>Sambucus nigra</i>
<i>F. rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>	<i>Senecio Jacobaea</i>
<i>Carex arenaria</i>	<i>Cirsium lanceolatum</i>
<i>C. trinervis</i>	<i>C. arvense</i>
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>
<i>Sedum acre</i>	<i>L. hispidum</i> .
<i>Rubus caesius</i>	
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>	

Nous ne citerons pas ici, parce que trop nombreuses, les espèces qui sont signalées sur le littoral du Golfe du Lion mais qui n'existent pas chez nous.

Remarquons que le spectre biologique de l'**Ammophiletum arenariae arundinaceae** du littoral du Golfe du Lion diffère sensiblement de celui que, pour notre flore, nous avons déduit de nos relevés. Cependant le spectre donné par M. ARÈNES pour les côtes de Provence (presqu'île de Giens) [2] concorderait assez bien avec le nôtre :

P	7,5 %
H	47,5 %
Ch	15 %
G	20 %
T	10 %

mais la lecture des formes biologiques assignées aux espèces par cet auteur nous a montré qu'il était nécessaire de les modifier avant de

TABLEAU IV		1	2	3	4	5	6	7	Observations (1)
<i>Ammophila arenaria</i> .		+ 1-2		1 2	+ 1-2 2	2-3	+1 2	1-2 2	C. Amm.
<i>Phleum arenarium</i> .				+	1				C. Amm.
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i> .	1	1-2		+ 1-2 2	+ 1 2		2 2-3	2 2-3	
<i>Carex arenaria</i> .			1 2	1-2 2 1	2 +1 2	2 2-3	+	2	
<i>Salix repens</i> subsp. <i>durensis</i> .		+ 1	1		+	1	1		C. Atr.
<i>Cerastium semidecandrum</i> .									
<i>Sagina maritima</i> .									
<i>Rubus caesius</i> .				2					
<i>Potentilla reptans</i> .			+						
<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>maritima</i> .	1	2 +	1		1		+ 1-2	+1 2	C. Tort. et Gal.
<i>Medicago lupulina</i> .				+	1				
<i>Trifolium pratense</i> .				+	1				
<i>T. repens</i> .				+	1				
<i>T. fragiferum</i> .				+	1				
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>crassifolius</i> .									
<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.).				1					
<i>Euphorbia Paralias</i> .		+	1 +						
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i> .				+					
<i>Hippophae rhamnoides</i> .		2	2	+	1				C. Amm.
<i>Eryngium maritimum</i> .				+					
<i>Centaureum umbellatum</i> (2).		+		+	1				
<i>Calystegia Soldanella</i> .				+	1				
<i>Cynoglossum officinale</i> .				+	1				
<i>Lycopsis arvensis</i> .		+	+	+	+	1			C. Amm.
<i>Solanum Dulcamara</i> .				+	1-2	1			
<i>Gaium verum</i> var. <i>maritimum</i> .				+					
<i>Sambucus nigra</i> .				+					
<i>Erigeron canadense</i> .				+					
<i>Senecio Jacobaea</i> .		+	+	+					
<i>Hypochoeris radicata</i> var. <i>rostrata</i> .			1	+	+	1			
<i>Cirsium lanceolatum</i> .	1			+	1				
<i>C. arvensis</i> .	1			+	+	1			

pouvoir faire une comparaison (1). Le nouveau spectre s'établit ainsi (2) :

P 7,5 %
 Ch 17,5 %
 H 23,5 %
 G 37 %
 T 17,5 %.

Et nous aurions :

	Mer du Nord (entre Nieuport et Sangatte)	Golfe du Lion	Provence (presqu'île de Giens)
NP	13 %		7,5 % (4)
Ch	13 %	36 %	17,5 %
H	41 %	19 % (3)	23,5 %
G	23,5 %	9 %	37 %
T	9,5 %	36 %	17,5 %

L'*Ammophiletum* atlantique semble donc se distinguer nettement de l'*Ammophiletum* méditerranéen par la prédominance des Hémicryptophytes ; les différences notables qui ressortaient de l'étude des spectres donnés par les auteurs (le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT et M. ARÈNES) s'atténuent après rectification ; pourtant les spectres de l'association, en ces deux points de la côte méditerranéenne, diffèrent encore d'une façon assez notable par les quantités relatives de Chaméphytes, Géophytes et Thérophytes.

(1) Nous avons modifié comme suit les formes biologiques (la forme entre parenthèses est celle donnée par M. ARÈNES) : *Convolvulus Soldanella* H (Ch), *Reseda alba* T (H), *Agropyrum acutum* G (H), *A. junceum* G (H), *A. littorale* G (H), *Anthemis maritima* Ch (H), *Medicago littoralis* T (Ch), *Cakile maritima* T (Ch), *Crithmum maritimum* Ch (H), *Matthiola sinuata* Ch (H), *Euphorbia Paralias* Ch (H), *Cyperus schoenoides* G (H), *Scirpus Holoschoenus* G (H), *Juncus acutus* G (H), *Glaucium luteum* H (T).

(2) Une légère modification serait apportée à ce spectre si nous considérons *Echinophora spinosa* comme Ch (KUHNHOLTZ-LORDAT). Nous conservons la forme attribuée par M. ARÈNES, soit H.

(3) Le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT considère *Eryngium maritimum* comme Chaméphyte ; nous croyons pouvoir faire de cette espèce un Hémicryptophyte. Nous avons établi le spectre en tenant compte de cette différence.

(4) M. ARÈNES n'a pas fait de distinction entre Phanérophytes et les Nano-Phanérophytes — il n'existe d'ailleurs pas de Phanérophytes dans ses relevés.

TABLEAU V		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Présence	OBSERVATIONS (1)
Caractéristiques exclusives :																			
NP	<i>Rosa spinosissima</i> (s. lat.)	+ 1-2	1-2	2															2
H	<i>Polygala vulgaris</i> var. <i>dunensis</i>																		2
M	<i>Tortula ruraliformis</i>	+ 1-2	+ 1	2	+ 1	3	3	3-4	4	+ 1-2	1	2	1	2	4	4	3	3	4
Caractéristiques électives :																			
H	<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>maritima</i>	+ 1-2	+ 1						+ 1-2	+ 1-2	+ 2	+ 1		2	2	+ 1			3
H	<i>Asperula cynanchica</i> var. <i>densiflora</i>																		2
H	<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i>	+ 1		+ 1					+ 1-2	+ 1-2	+ 1-2		1	1	+ 1		+ 1	+ 1-2	4
Caractéristiques préférantes :																			
H	<i>Corynephorus canescens</i>		+ 1		+ 1					+ 1	+ 1-2								2
H	<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>	+ 1	+ 1						+ 1	+ 1	+ 1			+ 1				+ 1	3
T	<i>Scleropoa rigida</i>										+ 1								2
Compagnes :																			
NP	<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	1-2	2	+ 1	1-2	2	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	5
NP	<i>Hippophae rhamnoides</i>		+ 1																4
NP	<i>Sambucus nigra</i>																		2
Ch	<i>Sedum acre</i>																		3
Ch	<i>Rubus caesius</i>	+ 1	2		+ 1-2														3
Ch	<i>Euphorbia Paralias</i>																		3
Ch	<i>Helianthemum Chamaecistus</i>																		1
Ch	<i>Thymus Serpyllum</i> var. <i>ovatus</i>																		2
Ch	<i>Solanum Dulcamara</i>																		2
Ch	<i>Hieracium Pilosella</i> (2)																		2
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>																		2
H	<i>Arrhenatherum elatius</i>																		2
H	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i>																		2
H	<i>F. ovina</i> var. <i>tenuifolia</i>																		2
H	<i>Lolium perenne</i>																		1
H	<i>Luzula campestris</i>																		1
H	<i>Cerastium caespitosum</i>																		2
H	<i>Ranunculus bulbosus</i>																		2
H	<i>Thalictrum minus</i> subsp. <i>dunense</i>																		2
H	<i>Potentilla reptans</i>																		2
H	<i>P. erecta</i>																		2
H	<i>Trifolium repens</i>																		1
H	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>crassifolius</i>																		2
H	<i>Geranium molle</i>																		1
H	<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.)																		5
H	<i>Viola canina</i>																		2
H	<i>V. hirta</i>																		1
H	<i>Eryngium maritimum</i>																		1
H	<i>Pyrola rotundifolia</i> var. <i>arenaria</i>																		1
H	<i>Cynoglossum officinale</i>																		3
H (T)	<i>Myosotis arvensis</i>																		2
H	<i>Brunella vulgaris</i>																		2
H	<i>Verbascum Thapsus</i>																		1
H	<i>Veronica Chamaedrys</i>																		1
H	<i>Plantago lanceolata</i>																		2
H	<i>Galium Mollugo</i>																		2
H	<i>Jasione montana</i>																		2
H	<i>Bellis perennis</i>																		2
H	<i>Taraxacum officinale</i> (s. lat.)																		2
H	<i>Cirsium lanceolatum</i>																		2
H	<i>Arctium majus</i>																		1
H	<i>Carduus nutans</i>																		1
H	<i>Hypochoeris radicata</i> var. <i>rostrata</i>																		2
H	<i>Leontodon hispidum</i>																		2
H	<i>L. nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>																		3
H	<i>Senecio Jacobaea</i>																		4
H (T)	<i>Crepis capillaris</i>																		2
G	<i>Ammophila arenaria</i>																		5
G	<i>Poa pratensis</i>																		2
G	<i>Elymus arenarius</i>																		1
G	<i>Carex arenaria</i>	+ 1	2	+ 1	2														5
G	<i>C. trinervis</i>																		1
G	<i>Listera ovata</i>																		1
G	<i>Asparagus officinalis</i> var. <i>campestris</i>																		1
G	<i>Convolvulus arvensis</i>																		1
G	<i>Cirsium arvense</i>																		2
G	<i>Bryonia dioica</i>																		1
T	<i>Pheum arenarium</i>																		2
T	<i>Cerastium semidecandrum</i>																		2
T	<i>Arenaria serpyllifolia</i>																		2
T	<i>Trifolium campestre</i>																		1
T	<i>Blackstonia perfoliata</i>																		1
T	<i>Euphrasia stricta</i>																		2
T	<i>Sonchus asper</i>																		1
M	<i>Bryum pendulum</i>																		2
M	<i>B. capillare</i>																		2
M	<i>Camptothecium lutescens</i>																		2
Accidentelle :																			
T	<i>Sisymbrium Irio</i>																		1
Plantées :																			
P	<i>Alnus glutinosa</i>																		
P	<i>Populus molinifera</i>																		

(1) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Arrh. = caractéristique de l'*Arrhenatheretum*.
(2) Les plantes observées à Malo (relevé 10) appartiennent au subsp. *tricholepium* N. P.

**Passage de l'Ammophiletum à l'Association
à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum***

De même que nous avons signalé un stade de transition entre l'Agropyretum et l'Ammophiletum, nous trouvons une phase de passage entre cet Ammophiletum et l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*. Cette phase est marquée par l'installation de l'*Ononis spinosa* subsp. *maritima*, du *Galium*, puis des Bryophytes et par l'extinction complète des *Eryngium maritimum*, *Euphorbia Paralias* et *Calystegia Soldanella*.

Cette composition floristique mixte ressort des 7 relevés de notre tableau IV, provenant de :

1. — Bray-Dunes, au N. du Casino, versant continental des dunes bordières.
2. — Zuydcoote, dunes mobiles.
3. — Mardick, dunes bordières.
4. — Les Salines, versant continental des dunes bordières.
5. — Pointe de Gravelines, vers Loon-Plage.
6. — Petit-Fort-Philippe, vers la Pointe de Gravelines.
7. — Oye-Plage, dunes près du Casino.

**§ 3. — Association à *Tortula ruraliformis*
et *Galium verum* var. *maritimum* (1)**

Les mousses, en particulier *Tortula ruraliformis*, qui existaient tout d'abord en quelques petites plaques isolées, tendent à former un tapis continu et couvrent bientôt complètement le sol ; elles occupent des étendues parfois considérables presque dépourvues de toute autre végétation. Les dunes sont alors fixées, le sable est bien immobilisé.

Les dunes ainsi envahies par les Bryophytes, les « dunes noires » comme on les appelle dans le pays (Swarte Duin), donnent un aspect particulier et tout-à-fait caractéristique à la zone des sables fixés ; elles jettent une note sévère et triste dans l'harmonie des blancs et des verts et ces taches sombres tranchent sur le paysage quand, en été, le sable éblouissant de blancheur miroite au soleil (Planche VI, fig. 11).

(1) Nous désignerons souvent, pour simplifier, cette association par le terme *Tortuletum*.

Nos relevés (Tableau V) ont été pris dans les localités suivantes :

- 1-2. — Entre La Panne et Coxyde-Bains.
3. — Panne sèche entre Bray-Dunes et La Panne.
4. — Bray-Dunes, dune fixée au S. du Casino.
5. — Bray-Dunes, dune fixée à l'E. du Casino.
6. — Entre Zuydcoote et Bray-Dunes.
7. — Zuydcoote, derrière le sanatorium.
8. — Zuydcoote, dune fixée près de la halte (teneur du sable en calcaire : 3 gr. 5 %, exprimée en carbonate de calcium).
9. — Zuydcoote, près de la station du sanatorium.
10. — Malo-les-Bains, panne sèche.
11. — Malo-les-Bains, versant continental des bras d'une caoudeyre, au N. de la ligne de pannes.
12. — Mardick, dune fixée.
13. — Loon-Plage, S.-W. du Casino.
14. — Entre Loon-Plage et Petit-Fort-Philippe.
15. — Petit-Fort-Philippe, vers Loon-Plage.
16. — Entre Calais et Sangatte, dune fixée.

Une excursion vernale nous a permis d'observer dans ce groupement plusieurs espèces qui ne sont plus reconnaissables en été ; ce sont :

Luzula campestris
Arenaria serpyllifolia
Draba verna
Saxifraga tridactylites
Myosotis collina
Veronica arvensis.

Le nombre des Phanérogames dans l'association est élevé, il est de 82.

La proportion d'espèces franchement littorales diminue et les continentales s'établissent de plus en plus nombreuses à l'abri des embruns et dans un sol stabilisé.

Nous comptons en effet :

espèces littorales 30%
 espèces continentales 70%

alors que dans l'**Ammophiletum** nous avons :

espèces littorales 50%
 espèces continentales 50%

et dans l'**Agropyretum** exclusivement des espèces littorales.

Sur le littoral du golfe du Lion, le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT [78] a également signalé dans son **Crucianelletum**, association à Chaméphytes correspondant au **Tortuletum** quant à l'évolution de la série psammophile, une prédominance très accusée d'espèces continentales.

Le spectre biologique du **Tortuletum** se compose de la manière suivante :

P	2,5%
NP	5%
Ch	9%
H	59,5%
G	12,5%
T	14,5%.

L'appareil souterrain des Phanérogames qui croissent dans ces stations est beaucoup moins largement développé que dans la dune mobile : on rencontre pourtant quelques Géophytes : *Ammophila arenaria*, *Carex arenaria*, *Listera ovata*, *Asparagus officinalis* var. *campestris* et enfin *Bryonia dioica*.

L'*Ammophila* reste chétif ; il reprend cependant une certaine vigueur lorsque la couverture de mousses est détruite. C'est ce qui se passe quand se produit l'effondrement d'une galerie de lapins ; le sable mis à nu est rendu de nouveau mobile et l'**Ammophiletum** s'installe d'une façon plus ou moins complète. Même sur la petite quantité de sable meuble que les lapins, en creusant, amènent à l'orifice du terrier, les *Ammophila* recommencent à se développer.

Stade de dégénérescence de l'Association à **Tortula** : broussailles à **Hippophae**, **Salix repens**, **Sambucus** et **Ligustrum**

Généralement les mousses jouissent très peu de temps de leur victoire. La faible humidité qu'elles entretiennent et la stabilité du terrain permettent aux graines de *Salix repens*, d'*Hippophae*, de *Sambucus*, de *Ligustrum* de germer. Lentement, ces plantes se développent et les *Tortula* mis à l'ombre ne tardent pas à disparaître. Le tableau suivant résume nos observations ; les relevés proviennent des localités suivantes :

1. — Zuydcoote, près de la halte.
2. — Mardick, à l'W. du projecteur.
3. — Petit-Fort-Philippe, dunes fixées.

TABLEAU VI	1	2	3	Observations (1)
<i>Holcus lanatus</i>		+ 1		
<i>Corynephorus canescens</i>	+ 1			C. Tort. et Gal.
<i>Ammophila arenaria</i>	+ 1		1-2 2	C. Amm.
<i>Poa pratensis</i>	+ 1			
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et sub- var. <i>arenaria</i>	+ 1	+ 1	+ 1	
<i>Carex arenaria</i>	+ 1-2	2 2-3	2 2-3	
<i>Helleborine latifolia</i>	+ 1			
<i>Asparagus officinalis</i> var. <i>campestris</i>			+ 1	
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	+ 1			
<i>Populus monilifera</i> (Planté).	1	1		
<i>Rumex crispus</i>		+ 1		
<i>Arenaria serpyllifolia</i>		+ 1		
<i>Berberis vulgaris</i> (Planté).		+ 1		
<i>Sedum acre</i>		+ 2	+ 1-2	
<i>Crataegus Oxyacantha</i>			+ 1	
<i>Rubus caesius</i>		+ 1		
<i>Trifolium repens</i>		+ 1		
<i>T. pratense</i>		+ 1-2		
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>crassifolius</i>		+ 1		
<i>Geranium molle</i>			+ 1	
<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.).	+ 1	+ 1	+ 1	
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>		+ 1	+ 1	C. Tort. et Gal.
<i>Hippophae rhamnoides</i>	+ 1	1 1-2	+ 1	
<i>Ligustrum vulgare</i>	+ 1		+ 1	
<i>Blackstonia (Chlora) perfoliata</i>		+ 1		
<i>Cynoglossum officinale</i>		+ 1	+ 1	
<i>Solanum Dulcamara</i>		+ 1-2	+ 1	
<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i>			+ 1	C. Tort. et Gal.
<i>Sambucus nigra</i>		+ 1	+ 1	
<i>Senecio Jacobaea</i>			+ 1	
<i>Cirsium arvense</i>	+ 1	+ 1	+ 1	
<i>C. lanceolatum</i>		+ 1	+ 1	
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>	+ 1		+ 1	
<i>Taraxacum officinale</i> (s. lat.).			+ 1	
<i>Crepis capillaris</i>		+ 1	+ 1	
<i>Tortula ruraliformis</i>	+ 1-2		+ 1-2	C. Tort. et Gal.
<i>Camptothecium lutescens</i>		+ 1	+ 1	

L'établissement des Nano-Phanérophytes marque le stade de dégénérescence des dunes fixées. Le sable qui n'est plus recouvert du tapis serré de Mousses redevient le jouet du vent qui attaque la dune et ne tarde pas à déchausser ou à ensevelir les jeunes arbustes. La dune est alors plus ou moins rapidement remaniée ; elle est de nouveau mobile et nous voyons l'*Ammophila* s'établir sur ces dunes neuves. Cette transformation se montre le plus souvent très lente ;

(1) C. Tort. et Gal. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*; C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum*.

les broussailles offrent une assez grande résistance au déchaussement et la plupart des arbustes qui les constituent peuvent ne pas succomber lors de l'enfouissement grâce à leur adaptation à suivre les dénivellations du sol.

L'installation des Nano-Phanérophytes provoque donc, mais plus lentement, le même bouleversement que celui produit par l'éboulement des terriers dont nous avons parlé précédemment.

L'association à *Tortula* passe ainsi, soit directement, soit par l'intermédiaire du stade à broussailles, à l'**Ammophiletum** :

Agropyretum juncei

↓

Ammophiletum arenariae

↓

Association à *Tortula* et *Galium*

← Broussailles

A côté de cette succession normale, on peut rencontrer une intricication complète des trois associations. Cette évolution raccourcie se rencontre fréquemment sur les dunes étroites des environs de Gravelines et de Calais.

Le tableau suivant rend compte de la pénétration réciproque des **Agropyretum**, **Ammophiletum** et association à *Tortula* et *Galium*. Nos relevés ont été faits dans les localités suivantes :

1. — Mardick, dunes bordières en face « Les Salines ».
2. — Fort-Vert, dunes près du projecteur.
3. — Les Baraques, près de la digue du Casino.
4. — Entre les Baraques et Sangatte, dunes à l'W. du Fort Lapin.

TABLEAU VII	1	2	3	4	Observations (1)
<i>Holcus lanatus</i>		+ 1			
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i>			+ 1-2	2 2	
<i>Ammophila arenaria</i>	1 2	1 2	1 2	+ 1-2	C. Amm.
<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	C. Agr.
<i>Elymus arenarius</i>			+ 1		C. Amm.
<i>Carex arenaria</i>	+ 1-2	1 2		+ 1	
<i>Rubus caesius</i>		+ 1			
<i>Potentilla reptans</i>		+ 1			
<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>maritima</i>		+ 1			C. Tort. et Gal.
<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.)		+ 1		+ 1	
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>		+ 1			C. Tort. et Gal.
<i>Hippophae rhamnoides</i>		+ 1	+ 1	+ 1	
<i>Eryngium maritimum</i>	+ 1		+ 1		C. Amm.
<i>Calystegia Soldanella</i>			+ 1	+ 1	C. Amm.
<i>Cynoglossum officinale</i>		+ 1			
<i>Solanum Dulcamara</i>		+ 1	+ 1		
<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	C. Tort. et Gal.
<i>Senecio Jacobaea</i>	+ 1				
<i>Cirsium arvense</i>	+ 1				
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>tara-</i> <i>zacoides</i>	+ 1	+ 1			
<i>Crepis capillaris</i>	+ 1				
<i>Hieracium umbellatum</i>			+ 1	+ 1	
<i>Tortula ruraliformis</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	C. Tort. et Gal.
<i>Camptothecium lutescens</i>		+ 1			

Le développement des Bryophytes caractérise également les dunes fixées d'Angleterre ; d'après le Prof. OLIVER [apud TANSLEY, 112, p. 363] les espèces suivantes se rencontrent sur les sables stabilisés près Blakeney-Harbour (Norfolk) :

Cerastium semidecandrum
Erodium cicutarium
Galium verum
Senecio Jacobaea
Cnicus lanceolatus (2)
C. arvensis (3)
Hieracium Pilosella
Anagallis arvensis

Calystegia Soldanella
Phleum arenarium
Corynephorus canescens
Polypodium vulgare
Tortula ruraloides
Peltigera canina
Cladonia sp.

(1) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Agr. = caractéristique de l'*Agropyretum* ; C. Tort. et Gal. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et à *Galium verum* var. *maritimum*.

(2) = *Cirsium lanceolatum*.

(3) = *Cirsium arvense*.

Nous avons déjà assimilé (p. 44) un relevé donné par M. MARSH à celui d'un passage entre l'**Ammophiletum** et le **Tortuletum**. Nous déduisons des observations du Prof. OLIVER et de M. MARSH l'existence d'une association à *Tortula* bien que ces botanistes ne l'aient pas individualisée.

Passage de l'association à *Tortula* à l'**Arrhénathéraie**

Nous avons vu précédemment que de l'association à *Tortula*, on pouvait, par évolution régressive, passer à l'**Ammophiletum** soit directement (éboulement) soit avec un stade intermédiaire à Nano-Phanérophytes.

Nous pouvons également assister au passage de cette même association à un groupement continental : l'**Arrhénathéraie**. Ce passage de la dernière association littorale à l'association continentale n'est pas brusque ; ici, comme entre toutes les autres associations, nous trouvons une zone de transition plus ou moins large suivant les points du littoral, zone de transition dans laquelle nous rencontrons les derniers vestiges de la flore littorale.

Les Graminées deviennent abondantes et envahissent la dune. Les Mousses périssent les premières ; les autres espèces littorales deviennent rares et seules parmi elles les Cypéracées (*Carex arenaria*) ou les Graminées (*Ammophila arenaria*, *Festuca rubra* subsp. *dumetorum*, *Phleum arenarium*) résistent le plus longtemps à la concurrence des nouveaux occupants.

Le tableau synthétique ci-après (Tableau VIII) se compose des relevés pris dans les localités suivantes :

- 1-2-3. — « Le coin des dunes », entre Bray-Dunes et La Panne, versant continental des dunes (dernière rangée).
4. — Entre Zuydcoote et Leffrinckouke, au N. de la ligne du chemin de fer, près de la station de Zuydcoote-Sanatorium.
5. — Entre Zuydcoote et Leffrinckouke, au N. de la ligne du chemin de fer, en face des établissements de Firminy.
6. — Fort-Mardick, versant continental des dunes, près du fort.
7. — Sangatte, au N. de la route Calais-Sangatte.

Nous avons rencontré, condensée sur un petit territoire, dans les dunes de Fort-Mardick la succession complète de la série psammophile : **Agropyretum juncei**, **Ammophiletum arenariae**, Association à *Tortula ruraliformis*, **Arrhenatheretum**.

TABLEAU VIII (suite)		1	2	3	4	5	6	7	Observations (1)
<i>Veronica Tournefortii</i> .								1	
<i>Euphrasia stricta</i> .								+	
<i>Plantago lanceolata</i> .								+	
<i>Asperula cynanchica</i> var. <i>densiflora</i> .							1	1	
<i>Galium Aparine</i> .							+	1	
<i>G. Mollugo</i> .		+							C. Tort.
<i>Bryonia dioica</i> .			1-2	+					
<i>Eupatorium cannabinum</i> .			+	1					
<i>Achillea Millefolium</i> .		+	+	1				+	
<i>Tussilago Farfara</i> .			+	1				+	
<i>Senecio Jacobaea</i> .					1			+	
<i>Cirsium arvense</i> .					+			+	
<i>Hypochoeris radicata</i> .					+			+	
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i> .					1			+	
<i>L. hispidum</i> .					+			+	
<i>Tragopogon pratensis</i> .					1				
<i>Taraxacum officinale</i> .								+	
<i>Sonchus asper</i> .									
<i>Crepis capillaris</i> .		+	1	+	1			+	
<i>Hieracium umbellatum</i> .						+		1	

(1) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Cal. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis epigetos* ; C. Arrh. = caractéristique de l'*Arrhenatheretum* ; C. Tort. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*.

Partons du bord de la mer vers l'intérieur.

Tout d'abord sur la plage et sur la pente occidentale des dunes, l'*Agropyretum* est bien développé :

<i>Agropyrum junceum</i>	4	3-4
<i>Cakile maritima</i>	+	1

Puis nous voyons s'installer l'*Ammophila* ; d'abord en quelques touffes isolées, il ne tarde pas à devenir plus abondant et nous arrivons dans un *Ammophiletum* typique :

<i>Phleum arenarium</i>	+	1
<i>Ammophila arenaria</i>	3	3
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>	2	2
<i>Bromus hordeaceus</i>	+	1
<i>Carex arenaria</i>	+	1
<i>Cerastium pumilum</i> subsp. <i>tetrandrum</i>	1	1
<i>C. semidecandrum</i>	+	1
<i>Eryngium maritimum</i>	+	1
<i>Hypochoeris radicata</i>	+	1
<i>Leontodon hispidum</i>	1	1
<i>Tragopogon pratensis</i>	+	1

L'*Ammophiletum* passe rapidement à la pelouse à Bryophytes (association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*), dans laquelle nous avons effectué le relevé suivant :

<i>Phleum arenarium</i>	+	1
<i>Ammophila arenaria</i>	2	2
<i>Poa pratensis</i>	+	1
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>	+	2
<i>Carex arenaria</i>	+	1-2
<i>Silene conica</i>	+	1
<i>Cerastium pumilum</i> subsp. <i>tetrandrum</i>	+	1
<i>C. semidecandrum</i>	+	1
<i>Arenaria serpyllifolia</i> var. <i>macrocarpa</i>	+	1
<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+	1
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>	+	1
<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i>	+	1-2
<i>Hypochoeris radicata</i>	+	1

<i>Hypochoeris radicata</i>	+	1
<i>Sonchus asper</i>	+	1

et enfin on passe à l'*Arrhenatheretum* typique (voir relevé 1 du tableau suivant).

§ 4. — *Arrhenatheretum elatioris* (Arrhénathéraie)

Bien que ne faisant pas partie de notre série psammophile nous dirons cependant quelques mots de l'Arrhénathéraie, association continentale.

C'est une association peu répandue en arrière de nos dunes, les cultures qui couvrent partout la plaine maritime ne permettant pas à ce groupement de se développer. Nous n'avons trouvé, au voisinage des dunes, que deux individus d'association (Tableau IX) suffisamment caractérisés pour que nous puissions y prendre un relevé :

1. — Fort-Mardick, versant continental des dunes près du fort.
2. — Fort-Mardick, pelouse sur l' « ancienne digue ».

Le spectre biologique résultant de nos relevés est le suivant :

H	60,5 %
G	6 %
T	33,5 %.

Les stations où se développe l'Arrhénathéraie sont, dans notre dition, des terrains vagues, de petites parcelles que l'homme considère comme impropres à la culture et où il ne mène paître, et encore assez rarement, que quelques moutons ou chèvres. Ces prairies fragmentaires ne sont jamais fauchées.

Le Dr BRAUN-BLANQUET [20] et M. G. MALCUIT [92] ont déjà montré que le fait de ne pas faucher le pré à *Arrhenatherum* est favorable au développement des espèces annuelles ; celles-ci, dans notre région, existent en proportion assez notable et à ce point de vue le spectre donné ci-dessus est tout-à-fait convaincant ; le fauchage, au contraire, favoriserait les Hémicryptophytes.

A titre de comparaison, nous reproduisons un spectre biologique pris dans le mémoire de M. MALCUIT et établi d'après 13 relevés effectués dans des prairies fauchées du vallon du Denacre (près Boulogne-sur-Mer) :

TABLEAU IX		1	2
Caractéristiques :			
H	<i>Phleum pratense</i>		+
H	<i>Holcus lanatus</i>	+1	2
H	<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>pratense</i>		+
H	<i>Arrhenatherum elatius</i>	3	2
H	<i>Dactylis glomerata</i>	+	1
H	<i>Cynosurus cristatus</i>		+
H	<i>Bromus hordeaceus</i>	+	1
H	<i>Lolium perenne</i>	+1	2
H	<i>L. multiflorum</i>	+	1-2
Compagnes :			
H	<i>Poa trivialis</i>	+	1
H	<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>vulgaris</i>	+1	2
H	<i>Rumex crispus</i>	+	1
H	<i>Melandrium album</i>	+	1
H	<i>Cerastium caespitosum</i>	+1	2
H	<i>Ranunculus bulbosus</i>		1
H	<i>R. repens</i>	+	2
H	<i>Lepidium Draba</i>	1	2
H	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+	1
H	<i>Potentilla reptans</i>	+	1-2
H	<i>Trifolium repens</i>		3
H	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>arvensis</i>		+
H	<i>Malva silvestris</i>		+
H	<i>Plantago lanceolata</i>	+	1
H	<i>P. major</i>	+	1
H	<i>Galium Mollugo</i>	+	+
H	<i>Bellis perennis</i>		2
H	<i>Achillea Millefolium</i>	+	1-2
H	<i>Senecio Jacobaea</i>		+
H	<i>Cirsium eriophorum</i>		+
H	<i>Centaurea nigra</i>		+
H	<i>Crepis capillaris</i>		+
G	<i>Poa pratensis</i>	1-2	2
G	<i>Agropyrum repens</i>	+1	2
G	<i>Cirsium arvense</i>	+	1
T	<i>Poa annua</i>		+
T	<i>Bromus sterilis</i>	1	1-2
T	<i>Hordeum murinum</i>		+
T	<i>Papaver Rhoeas</i>		+
T	<i>Sinapis arvensis</i>	+	1
T(H)	<i>Raphanus Raphanistrum</i>	+	1
T	<i>Medicago arabica</i>		+
T	<i>Trifolium campestre</i>		+
T	<i>T. arvense</i>	+	1
T	<i>T. dubium</i>		3
T	<i>Vicia hirsuta</i>	+	1-2
T	<i>V. sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>		+
T	<i>Geranium molle</i>	+	1
T	<i>Euphorbia helioscopia</i>		+
T	<i>Torilis nodosa</i>		+
T	<i>Veronica Tournefortii</i>	+	1
T	<i>Filago germanica</i>		+

H 73,21 %
 G 8,92 %
 T 17,85 %.

Dans son étude sur les associations végétales du Vexin français, M. ALLORGE [1] donne comme spectre de l'Arrhénathéraie (p. 734) :

Ch 3 %
 H 70 %
 G 9 %
 T 18 %.

Voulant mettre en relief les effets du fauchage, nous avons fait deux groupes parmi les relevés effectués par cet auteur : prairies fauchées (relevés 1, 4, 7, 9, 12, 14, 17 et 18) et prairies non fauchées (relevés 15 et 16) ; pour chacun des groupes, nous avons établi un spectre, en modifiant toutefois deux formes biologiques, celles de *Bromus mollis* et de *Medicago lupulina* que nous considérons comme Thérophytes alors que M. ALLORGE les envisage comme Hémicryptophytes.

Ces spectres sont les suivants :

Prairies fauchées :

Ch 3 %
 H 75 %
 G 5 %
 T 17 %

Prairies non fauchées :

Ch 4 %
 H 77 %
 G 4 %
 T 15 %.

Contrairement à notre attente, dans l'un et l'autre, nous constatons une proportion presque identique de Thérophytes ; fait plus étonnant encore ceux-ci sont en plus grand nombre dans les prairies fauchées.

Le fauchage doit certainement avoir une certaine influence sur la répartition des formes biologiques ; il est évident que la multiplication des espèces annuelles est entravée pour une large part, les plantes étant coupées avant que leurs graines ne soient arrivées à maturité. Mais il semble que ce rôle ne serait pas aussi considérable que l'on pourrait le croire.

A notre avis, les conditions édaphiques ont une réelle importance quant à la constitution de l'association. L'Arrhénathéraie se développe particulièrement bien dans les stations moyennement humides ; les Graminées, très sociales, forment une prairie haute et serrée où les espèces annuelles ne peuvent disposer que de très peu d'espace et de lumière. Au contraire, dans les stations sèches, où le

Associations	<i>Caractéristique de l'Agropyretum</i> <i>Agropyrum junceum</i> <i>Salvola kali</i> <i>var. polyserica</i> <i>Acroplex laciniata</i> <i>Cañile maritima</i> <i>Honckenya peploides</i>	<i>Caractéristique de l'Amnophiletum</i> <i>Euphorbia Paralias</i> <i>Erygium maritimum</i> <i>Calystegia Soldanella</i> <i>Amnophila arenaria</i> <i>Elymus arenarius</i> <i>Phleum arenarium</i>	<i>Caractéristique de l'association à Tournefortia</i> <i>Rosa spinosissima</i> <i>Polygala vulgaris</i> <i>var. dunensis</i> <i>Tournefortia aurea</i> <i>var. prostrata</i> <i>trahifolia</i> <i>Ononis spinosa</i> <i>var. maritima</i> <i>Asperula Gynanchica</i> <i>var. dentiflora</i> <i>Galium verum</i> <i>var. maritimum</i> <i>Corynephorus canescens</i> <i>Viola thuiolor</i> <i>var. maritima</i> <i>Scleropoa rigida</i>
Passage de l'Agropyretum à l'Amnophiletum			
Amnophiletum			
Passage de l'Amnophiletum à l'association à Tournefortia			
Association à Tournefortia			
Passage de l'association à Tournefortia à l'Amnophiletum			

Les caractéristiques psammophiles — leurs rapports avec la succession des associations

substratum est sablonneux, les herbes sont peu sociales ; les Thérophytes qui d'ailleurs ne souffrent guère du manque d'humidité, étant donnée leur très courte période végétative, deviennent plus nombreuses.

En résumé, nous pensons pouvoir attribuer aux facteurs édaphiques, qui influent considérablement sur la densité de la population végétale, et particulièrement l'état de sécheresse ou d'humidité du sol, une action prépondérante sur la répartition des formes biologiques dans l'Arrhénathéraie.

Le D^r BRAUN-BLANQUET, dans son très remarquable mémoire sur la végétation du massif de l'Aigoual [20], a fait d'ailleurs ressortir que les conditions écologiques jouent un rôle important dans la répartition des formes biologiques pour une même association. Ainsi, il a montré, en ce qui concerne l'Arrhenatheretum, que si les Hémicryptophytes dominent, cependant « plus on approche des pays méditerranéens, plus d'autres formes biologiques, surtout les Thérophytes, prennent le dessus » (p. 170) ; il indique les spectres suivants de l'association :

Versant méditerranéen :

Ch 4 %
H 72 %
G 6 %
T 18 %

Versant atlantique :

Ch 4,5 %
H 79,5 %
G 7 %
T 9 %.

CHAPITRE II

SÉRIE HYGROPHILE

La série hygrophile telle que nous la comprenons renfermera les groupements halophiles, liés à une certaine teneur du substratum en chlorure de sodium, et les groupements non halophiles, particulièrement bien représentés dans les pannes.

1. - GROUPEMENTS HALOPHILES

En deux points de la côte, à l'W. de l'embouchure de l'Aa et à l'estuaire de l'Yser, on rencontre sur des sédiments vaseux apportés par les rivières, des formations d'halipèdes (1) bien caractérisées. On peut y distinguer trois associations : le *Salicornietum europaeae*, l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*, enfin l'*Artemisietum*.

§ 1. — *Salicornietum europaeae* (2)

Sur la plage horizontale et argilo-sableuse de Oye-Plage et de Grand-Fort-Philippe, envahie deux fois par jour par les marées de morte eau, où les sables sont constamment humides, fortement salés et beaucoup moins mobiles que sur les autres points du rivage, il ne se développe qu'une végétation pauvre et peu variée. Les Phanéro-

(1) Nous rappellerons que l'on comprend sous le nom d'halipèdes des steppes salées, qu'elles soient continentales ou littorales. Ce terme a été employé notamment par M. DE HALACSY [71], le Prof. R. MAIRE [90], MM. R. DE LITARDIÈRE et G. MALCUIT [85]. Les halipèdes littoraux sont ordinairement distingués par les auteurs anglais sous le nom de « Salt-Marshes ».

(2) Le terme *Salicornietum europaeae* dont se sont servis en particulier le Prof. TANSLEY [112] et MM. R. DE LITARDIÈRE et G. MALCUIT [85] désigne une association à *Salicornia* annuels ; nous envisagerons, en effet, sous la dénomination de *Salicornia europaea* (s. lat.) toutes les espèces annuelles croissant dans nos halipèdes. Etant données la difficulté de détermination et la localisation en certains points de types spéciaux mal connus, correspondant sans doute à des conditions écologiques particulières, il ne nous a pas été possible de fixer avec certitude la valeur des différentes formes. Nous avons l'intention de nous occuper prochainement de cette question.

games ne s'installent qu'à la partie supérieure de la zone inondable, zone que les naturalistes belges désignent sous le nom de « slikke ». Les plantes sont isolées ou en touffes éparses. Une espèce domine de beaucoup toutes les autres, c'est le *Suaeda maritima* (Pl. VII, fig. 13).

Cette même association est beaucoup mieux développée à Nieuport, sur la rive droite de l'Yser. Tout auprès de l'eau, sur la pente douce qui constitue la berge de la rivière, les *Suaeda* et *Salicornia* forment des colonies denses, bien isolées les unes des autres et qui de loin figurent des taches vertes, irrégulières, sur le sol jaunâtre. Les peuplements sont généralement purs ; les *Salicornia*, très nombreux, s'installent de préférence dans les petites cuvettes où l'eau séjourne plus longtemps et dans les régions dénudées de la pelouse à *Atropis* ; les *Suaeda* colonisent un sol légèrement plus sec.

Outre ces deux caractéristiques, *Suaeda maritima* et *Salicornia europaea*, on trouve plus ou moins abondamment d'autres espèces que nous avons notées dans les relevés d'individus du *Salicornietum* qui proviennent de :

1. — Estuaire de l'Yser, rive droite.
2. — Grand-Fort-Philippe, plage vaseuse à l'W. du chenal, partie très humide.
3. — Oye-Plage, E. du Casino, caoudeyre inondable (teneur de la vase en calcaire : 8 gr. 62 %, exprimée en carbonate de calcium).

TABLEAU X		1	2	3	Observations (1)
Caractéristiques :					
T	<i>Suaeda maritima</i>	4	5 1	1 2	2
T	<i>Salicornia europaea</i> (s. lat.)	1	2 +	1 +	1
Compagnes :					
H	<i>Atropis maritima</i>			+	1 C. Atr.
G	<i>Agropyrum junceum</i>	+	1 +	1 +	1 C. Agr.
T	<i>Atriplex littoralis</i>	+	1		C. Atr.
T	<i>A. hastata</i> var. <i>salina</i>	+	1		

(1) C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ; C. Agr. = caractéristique de l'*Agropyretum*.

Le spectre biologique est le suivant :

H	16,5 %
G	16,5 %
T	67 %.

En été, l'inondation des halipèdes de Oye-Plage et de la rive droite de l'Yser est tranquille ; le flot, s'étalant lentement, est presque sans action mécanique sur la végétation, mais l'association, qui a son maximum de développement en automne, est en partie détruite par les tempêtes et les marées d'équinoxe ; les plantes annuelles qui germent après les marées de printemps disparaissent presque totalement après celles d'hiver. La plupart des *Suaeda* périssent avant les grandes marées d'automne. A ce moment les *Salicornia* sont encore bien verts ; peu à peu certains prennent une teinte pourprée et donnent à la slikke un aspect tout particulier ; en fin novembre, presque tous sont desséchés, leurs graines sont arrivées à maturité.

Passage du *Salicornietum europaeae* à l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*

L'action des vagues diminue de plus en plus à mesure qu'on s'éloigne du trait de la côte et, quoique encore fortement imprégné de chlorure de sodium, le sol n'est plus soumis à l'envahissement quotidien par la mer. Une flore halophile, mais cependant moins spécialisée que celle du *Salicornietum*, s'installe. A côté des *Suaeda* et *Salicornia*, un certain nombre d'autres Phanérogames (*Atropis maritima*, *Lepturus incurvus* subsp. *filiformis*, *Triglochin maritimum*, *Atriplex portulacoides*, etc.), tous destructeurs de l'association à *Salicornia*, prennent pied et nous passons progressivement à la flore de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*.

Les relevés de ce tableau proviennent des localités suivantes :

1. — Fort-Mardick, station vaseuse sur la plage.
2. — Oye-Plage, relais de mer dans la propriété Foissey.
- 3-4. — Calais, extrémité W. du bassin des chasses.
5. — Calais, fossé des fortifications, S. de la digue du Casino.

TABLEAU XI	1	2	3	4	5	Observations (1)
<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>		+ 1				
<i>Atropis maritima</i>	+ 1	3 3	+ 1	1 1	2-3 2	C. Atr. et Ast.
<i>Lepturus incurvus</i> subsp. <i>filiformis</i>		1-2 1			+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1					C. Agr. j.
<i>Scirpus maritimus</i>			+ 1-2			
<i>Triglochin maritimum</i>			+ 1			C. Atr. et Ast.
<i>Suaeda maritima</i>	1-2 1	+ 1	1 1	+ 1		C. Sal.
<i>Atriplex portulacoides</i>				+ 1		C. Atr. et Ast.
<i>A. pedunculata</i>		+1 1				C. Atr. et Ast.
<i>A. hastata</i> var. <i>salina</i>			+ 1			
<i>Salicornia europaea</i> (s. lat.)	+ 1	1 1			+ 1	C. Sal.
<i>Spergularia marginata</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1		C. Atr. et Ast.

§ 2. — Association à *Atropis* et *Aster Tripolium*

Alors que sur la « slikke » la densité de la population végétale est relativement faible, le « schorre », comprenant l'« espace qui n'est atteint par les vagues qu'aux fortes marées », et les atterrissements récemment soustraits à l'envahissement des eaux, est couvert d'un tapis continu, riche en individus et en espèces caractéristiques. Le milieu y est très spécial par suite, d'une part de la compacité du sol, d'autre part de son humidité et de sa salure.

Nous donnons ci-dessous 5 relevés de l'association pris à :

1. — Nieuport, estuaire de l'Yser, rive droite.
2. — Dunkerque, relais de mer à l'W. du phare (fig. 14).
3. — Grand-Fort-Philippe, plage à l'W. du chenal (teneur de la vase en calcaire : 12 gr. 7 %, exprimée en carbonate de calcium.
- 4-5. — Calais, extrémité W. du bassin des chasses (fig. 17).

Les Chaméphytes et les Géophytes sont excessivement rares ; pour les uns le vent, pour les autres l'eau empêchent leur développement. Les Hémicryptophytes sont les plus abondants et un certain nombre de Thérophytes entrent également dans la composition floristique :

(1) C. Atr. et Ast. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ; C. Agr. j. = caractéristique de l'*Agropyretum* ; C. Sal. = caractéristique du *Salicornietum*.

TABLEAU XII		1	2	3	4	5	Présence	Observations (1)
Caractéristiques exclusives :								
H	<i>Atriplex maritima</i> .	5	4 3	3 3	3 3-4	3 +1 2	5	
II	<i>Plantago maritima</i> .	+	4	+	4		3	
T	<i>Hordeum secalinum</i> subsp. <i>marinum</i> .		+	1			1	
T	<i>Atriplex pedunculata</i> .			+	1		1	
Caractéristiques électives :								
Ch	<i>Atriplex portulacoides</i> .		1	+	+	1	1	
Ch	<i>Spergularia marginata</i> .		+	+	+	1	4	
Ch	<i>Spergularia salina</i> .			1			1	
H	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>maritima</i> (2).	2	2	+	1	+	4	
H	<i>Glauze maritima</i> .	+	1 2	+	1 2	2	5	
H	<i>Aster Tripolium</i> (3).		+	+	+		2	
G	<i>Juncus Gerardi</i> .		1	+	+	1	1	
G	<i>Lepturus incurvus</i> subsp. <i>filiformis</i> .					1	1	
T	<i>Atriplex littoralis</i> .				+	+	3	
H	<i>Sagina maritima</i> .		+			1	1	
Caractéristiques préférantes :								
• Compagnes :								
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i> .		+	1			2	
H	<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i> .					1	2	
H	<i>Juncus articulatus</i> .		+	1		1	2	
H	<i>Rumex crispus</i> .		+	1		1	1	
H	<i>Statice Limonium</i> .			1			1	
H	<i>Centaurium pulchellum</i> .		+	1			1	
H	<i>Plantago Coronopus</i> .		+	1			1	
G	<i>Phragmites communis</i> .		+	1			1	
G	<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i> .		+	1			3	
T	<i>Juncus biflorus</i> var. <i>laxus</i> .	1	1	+	1		1	

Ch	11	%
H	48	%
G	11	%
T	30	%.

Nous ferons remarquer la présence de *Salicornia europaea* et de *Suaeda maritima* dans ce groupement ; comme nous l'avons dit précédemment (p. 67), ces Chénopodiacées croissent dans les dépressions humides ou les zones dénudées de la prairie à *Atropis*. MM. R. DE LITARDIÈRE et G. MALCUIT ont noté, dans leur travail sur les associations de l'estuaire de la Slack [85], que les *Salicornia* et *Suaeda* remontent sur le schorre lorsqu'il n'existe pas d'abrupt entre cette zone et la slikke ; le schorre est alors facilement inondé au moment du flux et l'eau séjournant un certain temps dans les bas-fonds crée, en ces points, les mêmes conditions écologiques que sur la slikke. Signalons à ce propos qu'il existait autrefois, dans l'estuaire de l'Yser, un seuil de démarcation très net entre les deux zones [J. MASSART, 100] ; on ne retrouve plus actuellement cette séparation (fig. 12). De profondes modifications ont, pendant la guerre de 1914-1918, été apportées à la topographie de l'embouchure de l'Yser et il est tout-à-fait impossible de se rapporter, en ce qui concerne la végétation de cette localité, aux travaux antérieurs à 1914. Les différences assez considérables dans la composition floristique et les relations des groupements que l'on pourrait constater entre nos observations et celles des anciens auteurs n'ont d'autres raisons que ces transformations dans la physionomie de l'estuaire.

Aucun trait saillant ne caractérise les aspects saisonniers en automne et en hiver ; la prairie à *Atropis*, avec ses herbes rases est uniformément plate et le nom de « turf » sous lequel la désignent les botanistes anglais convient parfaitement ; seuls quelques buissons, argentés ou gris-pâle, d'*Atriplex portulacoides* en rompent la monotonie. Mais, dès le mois de mai, les innombrables petites fleurs roses ou mauves de *Spergularia* constellent la pelouse ; puis, se dressent les hampes florales de *Plantago maritima* et les abondantes touffes fleuries d'*Aster Tripolium*. En septembre, les peuplements de *Salicornia* et de *Lepturus* forment de nombreuses taches rouges sur l'immense tapis vert.

Destinée de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*

a. — Passage à la série psammophile

Les grains de sable emportés par le vent, de la plage ou des dunes voisines, peuvent être arrêtés par les nombreuses plantes qui constituent les prés maritimes. Quelques éminences se forment ; dès lors le substratum meuble est à peu près conquis sur la mer. L'*Agropyrum junceum* s'installe sur ces sables neufs qu'il accumule de plus en plus et un *Ammophiletum* pourra succéder à l'*Agropyretum*.

Les relevés qui figurent au tableau correspondent au stade de passage de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* à l'*Agropyretum* et proviennent de :

1-2. — Fort Mardick, station vaseuse sur la plage.

3. — Grand-Fort-Philippe, à l'W. du chenal, plage vaseuse, partie assez sèche.

TABLEAU XIII		1	2	3	Observations (1)
<i>Agrôtis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>				+ 1	
<i>Ammophila arenaria</i>				+ 1-2	C. Amm.
<i>Atropis maritima</i>	1	1			C. Atr. et Ast.
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>			+ 1		
<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1	2	2		C. Agr. j.
<i>A. repens</i> var. <i>littorale</i>				2-3 3	
<i>Carex arenaria</i>			+ 1-2		
<i>Rumex crispus</i>	+ 1				
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>maritima</i>				+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Suaeda maritima</i>			+ 1		C. Sal.
<i>Atriplex hastata</i> var. <i>salina</i>			+ 1	+ 4	
<i>A. littoralis</i>				+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Sagina maritima</i>	+ 1	+ 1			C. Atr. et Ast.
<i>Honckeya peploides</i>				+ 1	C. Agr. j.
<i>Eryngium maritimum</i>		+ 1			C. Amm.
<i>Glaux maritima</i>				+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Plantago Coronopus</i>	+ 1	+ 1			
<i>P. maritima</i>				+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Aster Tripolium</i>	+ 1	1-2	+ 1	+ 1	C. Atr. et Ast.
<i>Tripleurospermum maritimum</i>			+ 1		
<i>Artemisia maritima</i>				+ 1	C. Art.
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>	+ 1	+ 1			

Non seulement l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* est réunie à la série psammophile par une zone d'intrication, mais en-

(1) C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Atr. et Ast. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ; C. Agr. j. = caractéristique de l'*Agropyretum juncei* ; C. Sal. = caractéristique du *Salicornietum* ; C. Art. = caractéristique de l'*Artemisietum*.

core, et plus rarement, le **Salicornietum** l'est également. Il est alors très difficile et presque impossible de distinguer les passages du **Salicornietum** ou de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* aux associations psammophiles, de différencier les diverses transitions : **Salicornietum** ou association à *Atropis* vers l'**Agropyretum**, **Salicornietum** ou association à *Atropis* vers l'**Ammophiletum**. La végétation est très complexe et on trouve souvent sur un très petit espace, en mélange, des caractéristiques de ces différents groupements.

Ainsi, à Mardick, nous avons la composition suivante :

Plage inondable		Creux humides dans les dunes	
<i>Atropis</i> sp.	+ 1	<i>Agrostis alba</i>	+ 1
<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1	<i>Agropyrum junceum</i>	+ 1
<i>Salicornia europaea</i>	+ 1	<i>Rumex sanguineus</i>	+ 1
<i>Suaeda maritima</i>	1 1	<i>Sagina apetala</i>	+ 1
<i>Atriplex portulacoides</i>	+ 1	<i>Plantago Coronopus</i>	+ 1
<i>Sagina apetala</i>	+ 1	<i>Aster Tripolium</i>	+ 1
<i>Spergularia marginata</i>	+ 1	<i>Funaria hygrometrica</i>	3 3
<i>Aster Tripolium</i>	+ 1	<i>Pottia Heimii</i>	+ 1

A Nieuport :

Rive gauche de l'Yser		Rive droite de l'Yser	
<i>Festuca rubra</i> subsp.		<i>Agropyrum</i> sp.	2 2
<i>dumetorum</i>	1 2	<i>Salsola Kali</i>	+ 1
<i>Agropyrum</i> sp.	+ 1	<i>Suaeda maritima</i>	+ 1
<i>Salsola Kali</i>	+ 1	<i>Atriplex littoralis</i>	+ 1
<i>Atriplex hastata</i> var.		<i>A. portulacoides</i>	+ 1
<i>salina</i>	+ 1	<i>Sedum acre</i>	+ 1
<i>A. portulacoides</i>	+ 1	<i>Euphorbia Paralias</i>	+ 1
<i>Honckenya peploides</i>	2 3	<i>Glaux maritima</i>	+ 1-2
<i>Cakile maritima</i>	+ 1		
<i>Euphorbia Paralias</i>	+ 1		
<i>Eryngium maritimum</i>	1-2 2		
<i>Anagallis arvensis</i>	+ 1		
<i>Calystegia Soldanella</i>	+ 1		
<i>Triplurospermum ma-</i>			
<i>ritimum</i> var. <i>agreste</i>			
(fa. <i>salinum</i>)	+ 1		
<i>Senecio vulgaris</i> sub-			
var. <i>crassifolius</i>	+ 1		
<i>Cirsium arvense</i>	+ 1		
<i>Sonchus arvensis</i>	+ 1		
<i>S. oleraceus</i>	+ 1		

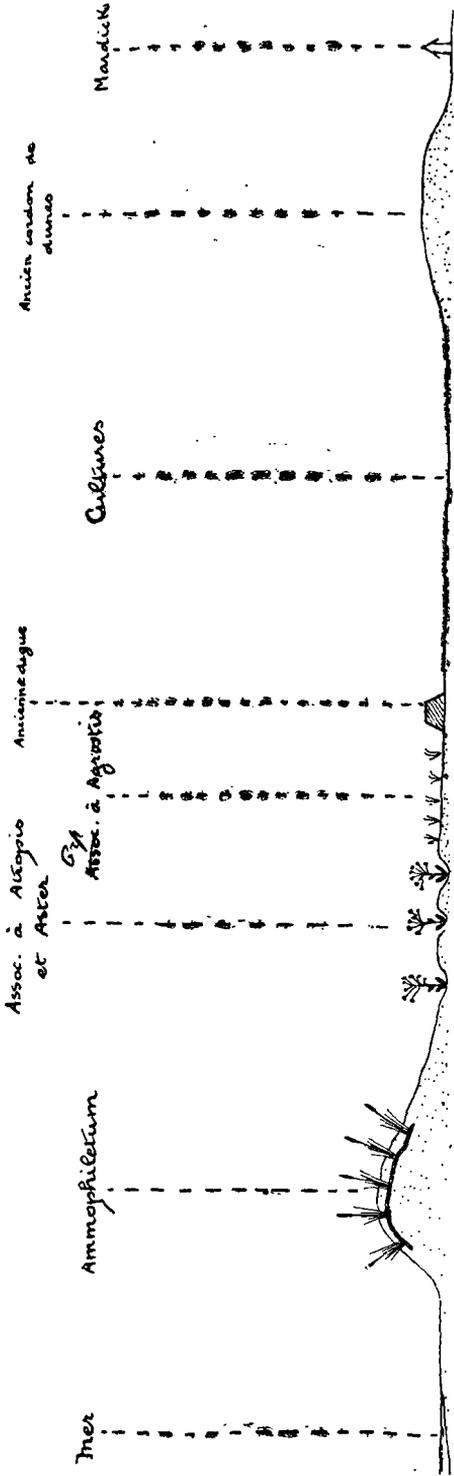


Fig. 11. — Coupe schématique des dunes près Les Salines, en face Mer Nord.

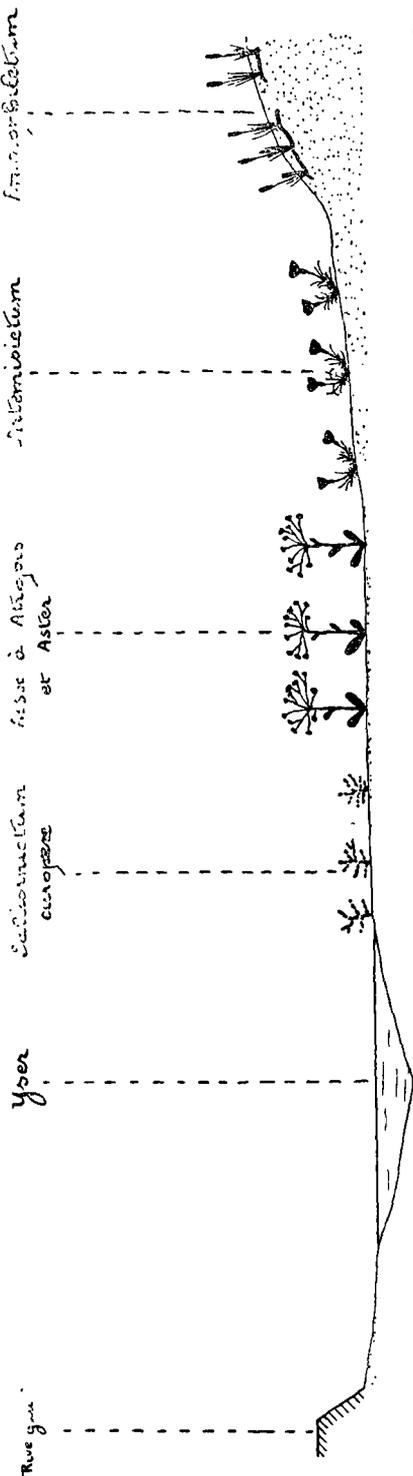


Fig. 12. — Coupe schématique de l'estuaire de l'Yser.

E.

W.

En arrière d'une digue, entre Grand-Fort-Philippe et Oye-Plage, dans une grande dépression sèche qui paraissait bien être une ancienne crique en relation avec la mer, nous avons relevé :

<i>Festuca rubra</i> subsp.			<i>Calystegia Soldanella</i>	+	1-2
<i>dumetorum</i> et sub-			<i>Solanum Dulcamara</i>	+	1-2
var. <i>arenaria</i>	3	3	<i>Plantago lanceolata</i>	+	1
<i>Carex arenaria</i>	+1	2-3	<i>P. Coronopus</i>	+	1
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>ma-</i>			<i>Galium verum</i> var.		
<i>ritima</i>	+	1	<i>maritimum</i>	+	1
<i>Atriplex littoralis</i>	+	1	<i>Achillea Millefolium</i>	+	1
<i>A. patula</i>	+	1	<i>Tripleurospermum ma-</i>		
<i>Cerastium semidecan-</i>			<i>ritimum</i>	+	1
<i>drum</i>	+	1	<i>Senecio Jacobaea</i>	+	1
<i>Medicago lupulina</i>	+	1	<i>Leontodon nudicaule</i>		
<i>Viola tricolor</i> var.			subsp. <i>taraxacoides</i>	+	1
<i>maritima</i>	+	1	<i>Crepis capillaris</i>	+	1
<i>Hippophae rhamnoides</i>	+	1	<i>Tortula ruraliformis</i>	+1	2
<i>Eryngium maritimum</i>	+	1	<i>Camptothecium lutes-</i>		
<i>Crithmum maritimum</i>	+	1	<i>cens</i>	+	1

Les espèces hygro-halophiles (*Beta vulgaris* var. *maritima* et *Atriplex littoralis*) sont vraisemblablement les derniers survivants de la végétation d'un « Salt-Marsh » arrivé au stade ultime de son dessèchement après envahissement par les sables.

Souignons la présence de *Crithmum maritimum*. Déjà signalée à Dunkerque, par le D^r BOULY DE LESDAIN [14], entre les pierres placées sur la plage près de l'estacade W., cette Ombellifère fut également observée par nous à Petit-Fort-Philippe (jetée E.). L'existence du *Crithmum* dans ces deux stations artificielles s'explique aisément par un apport de graines par les courants marins (la plante existe dans les rochers du massif du Cap Gris-Nez et sur les falaises au S. de Boulogne) ; mais à Oye-Plage, un cordon dunal séparant l'estran du bas-fond où il croît, il est impossible d'admettre sa récente introduction de cette façon. Peut-être y a-t-il eu transport de graines par les oiseaux ; cependant il est fort probable qu'elles aient été amenées par les courants avant la construction de la digue, et aient germé au milieu des halipèdes. La plante a survécu malgré l'ensablement et le dessèchement de la station primitive.

Les rochers maritimes constituent l'habitat normal du *Crithmum*, mais il peut également vivre au milieu des sables. BURNAT

[24] l'a observé dans les sables du littoral des Alpes maritimes. MM. DURAND et CHARRIER [60] ont signalé sa présence dans la zone halophile des dunes d'Olonne ; il existe aussi à Campo di Loro (Corse), dans les sables colonisés par *Agropyrum junceum* et *Silene succulenta* var. *minor* [M. G. MALCUIT, 91].

b. — Passage aux groupements hygrophiles non halophiles

Alors que l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* passe à la série psammophile sur la plage et dans les caoudeyres inondables, dans les relais de mer, elle passe à un groupement à *Agrostis alba* que nous rattachons à l'*Arrhenatheretum*.

La teneur de l'eau en sel diminue de plus en plus en arrière des digues ou des cordons de dunes ; les mésohygrophiles continentales (en particulier *Agrostis alba* subsp. *eu-alba*) envahissent peu à peu les atterrissements et les halophiles, ne pouvant résister à la compétition des autres plantes, ne tardent pas à succomber dans la lutte pour l'existence.

Dans cette zone de transition nous avons fait 4 relevés :

1. — Nieuport, estuaire de l'Yser, rive droite.

2-3-4. — Entre Grand-Fort-Philippe et Oye-Plage.

TABLEAU XIV	1	2	3	4	Observations (1)		
<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	5	4 1	1-2 2	2 3	3-4		
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i>				+	1		
<i>Lepturus incurvus</i> subsp. <i>filiformis</i>			+	1		C. Atr.	
<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i>	+	1					
<i>Carex arenaria</i>	+	2					
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>maritima</i>			+	1		C. Atr.	
<i>Atriplex pedunculata</i>			+	1		C. Atr.	
<i>Suaeda maritima</i>			+	1		C. Sal.	
<i>Spergularia marginata</i>		+	1	+	1	C. Atr.	
<i>Medicago lupulina</i>				+	1		
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>crassifolius</i>				+	1		
<i>Glaux maritima</i>	+	1				C. Atr.	
<i>Plantago Coronopus</i>		+	1	+	1		
<i>Armeria maritima</i>	+	1				C. Art.	
<i>Centaurium umbellatum</i>	+	1	+	1			
<i>Aster Tripolium</i>	+	1	2	2	+	1	C. Atr.
<i>Artemisia maritima</i>				+	1	C. Art.	
<i>Leontodon hippocidum</i>		+	1		+	1	

(1) C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ; C. Sal. = caractéristique du *Salicornietum* ; C. Art. = caractéristique de l'*Artemisietum*.

Aux environs de Mardick, aux Salines, on peut suivre sur le terrain, dans un ancien atterrissement à peu près totalement asséché, le passage de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* aux séries psammophile et hygrophile (fig. 11).

En arrière de la digue du front de mer (nouvelle digue) complètement recouverte de sable et en se dirigeant vers le village de Mardick, c'est-à-dire dans la direction S., on rencontre successivement :

- 1° sur la digue, l'*Ammophiletum*,
- 2° la zone de passage de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* à la série psammophile,
- 3° l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*, fragmentaire, n'existant que dans les trous et ornières un peu profonds, représentée par :

Lepturus incurvus subsp. *filiformis*
Agropyrum acutum
Juncus bufonius
J. compressus
Sagina maritima

Spergularia marginata
Glaux maritima
Centaurium pulchellum
Plantago maritima
Aster Tripolium

4° la zone de passage de cette association aux groupements non-halophiles,

5° et enfin, au pied de « l'ancienne digue », par place, s'étendent des peuplements presque purs d'*Agrostis alba* subsp. *eu-alba*.

Le D^r BOULY DE LESDAIN nous a signalé à Dunkerque une intéressante localité d'halophytes constituant un groupement très fragmentaire d'association hygro-halophile. Nous avons étudié ce groupement ; à la base de la berge du canal des fortifications, dont les eaux toujours basses laissent à découvert une bande de sable vaseux, s'est constitué un schorre en miniature. On y voit : *Atropis distans*, *Atriplex littoralis*, *Triglochin maritimum*, *Aster Tripolium*. La plante la plus intéressante est le *Cochlearia officinalis* subsp. *eu-officinalis* (= var. *maritima*) qui, un peu au-dessus du niveau de l'eau, forme une bande, interrompue par places, large d'environ cinquante centimètres. Déjà observée à Dunkerque en 1808 par JAUME SAINT-HILAIRE [76], elle a été revue depuis longtemps par le D^r BOULY DE LESDAIN.

§ 3. — *Artemisietum maritimae*

Nous avons vu que l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* peut passer aux associations psammophiles directement, soit après l'apport brutal d'une certaine quantité de sable, soit par suite de l'étroitesse des bandes de végétation (talus et bords de rivière, creux dans les dunes, etc.).

Il est d'autres cas cependant, en particulier lorsque le « Salt-Marsch » a une certaine étendue, où la transition entre les deux séries hygro-halophile et psammophile, se fait insensiblement par l'intermédiaire de l'association que nous allons étudier.

En divers points, le substratum ne reste pas constamment imbibé d'eau ; les parties les plus élevées du sol s'assèchent tout en conservant une certaine salure et la végétation se présente alors sous un autre aspect. La flore est pauvre, les plantes sont isolées ou en touffes et laissent à nu de larges surfaces de sable.

Les espèces que nous pouvons considérer comme caractéristiques de ce groupement sont : *Artemisia maritima* (exclusive), *Armeria maritima* et *Statice Limonium* (électives).

Nos observations concernant cette association (Tableau XV) se rapportent aux relevés suivants :

- 1-2. — Nieupoort, estuaire de l'Yser, rive droite.
3. — Grand-Fort-Philippe, plage vaseuse.
4. — Calais, extrémité W. du bassin des chasses (fig. 17).

Le spectre biologique de cette association est le suivant :

Ch	23 %
H	70 %
T	7 %.

Nous noterons que l'*Artemisia maritima* est assez localisé et qu'il forme de grosses touffes isolées. *Statice Limonium* se plaît dans les creux un peu humides.

L'*Armeria maritima*, assez abondant dans ce groupement, en particulier à Nieupoort, existe également près de notre dition sur les falaises du Boulonnais, où nous l'avons souvent observé, surtout aux environs du Portel. L'*Armeria* semble, dans ces stations, vivre de préférence sur le bord même de la falaise. Il est tout-à-fait remarquable de constater que l'aspect de la végétation y est identique à celle des zones sèches des halipèdes : pauvreté, isolement des pieds ou des touffes et que le sol lui-même se présente sous le même faciès : sable grossier, jaune, riche en coquilles ou cailloutis d'un blanc souvent pur qui tranchent sur le fond jaunâtre.

TABLEAU XV		1	2	3	4	Présence	Observations (1)
Caractéristique exclusive :							
H	<i>Artemisia maritima</i> subsp. <i>eu-maritima</i>	+	1 1	2	+1 1-2	1 2	5
Caractéristiques électives :							
Ch	<i>Armeria maritima</i> (2).	3	2 1-2	2		+1 2	4
H	<i>Statice Limonium</i>	+	1 2	2		+ 1	4
Compagnes :							
Ch	<i>Atriplex portulacoides</i>					+	1 2 C. Atr.
Ch	<i>Spergularia marginata</i>			+	1	+	1 3 C. Atr.
Ch	<i>Sedum acre</i>	+	1	+	1		3
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	1	2	+	1		3
H	<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i>	+	2 1-2	3		2-3	2 2
H	<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i>			+	1		2
H	<i>Glaux maritima</i>	2	2	+	1	+	1 4 C. Atr.
H	<i>Plantago maritima</i>	+	1			+	1 3 C. Atr.
H	<i>Aster Tripolium</i>	+	1		+	1	1 4 C. Atr.
Accidentelle :							
T	<i>Polygonum aviculare</i>					+	1 1

Dans les régions les plus sèches, tout auprès de la dune, *Festuca rubra* subsp. *dumetorum* et subvar. *arenaria*, *Honckenya peploides*, *Euphorbia Paralias*, etc., s'installent.

Voici un relevé pris à Nieuport sur la rive droite de l'Yser :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	1	2
<i>Ammophila arenaria</i>	+	1
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>	2	3
<i>Sedum acre</i>	+	1-2
<i>Euphorbia Paralias</i>	+	1
<i>Glaux maritima</i>	1	2
<i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>phoenicea</i>	+	1
<i>Armeria maritima</i>	1	2
<i>Tortula ruraliformis</i>	2	3

puis on passe très rapidement à la flore des dunes mobiles.

(1) C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*.

(2) Cette espèce a été signalée autrefois par VANDAMME [114] dans les lieux herbeux à Dunkerque, puis par l'abbé DELÉPINE [37, 42] sur les vases asséchées de la plage de Saint-Pol, au milieu des peuplements de *Salicornia* ; elle a été également observée par le D^r BOULY DE LESDAIN sur la digue de Mardick. Nous n'avons pas retrouvé l'*Armeria* dans les localités citées ci-dessus ; cette Plombaginacée semble très rare entre l'Yser et l'Aa, peut-être même a-t-elle complètement disparu.

A Calais, près des Baraques, existe une localité classique, bien connue des botanistes et qui n'est autre que l'extrémité envasée du bassin des chasses. Là, sur un petit territoire, on peut étudier la série halophile et ses diverses associations. Nous croyons donc intéressant d'en faire ici la monographie (fig. 13).

Le bassin des chasses, à son extrémité fermée, est limité par trois remblais : au N. celui de la route des Baraques, au S. le talus de la voie du chemin de fer et à l'W. un secteur des fortifications de Calais. Le bassin n'est pas totalement envasé, un grand fossé d'eau

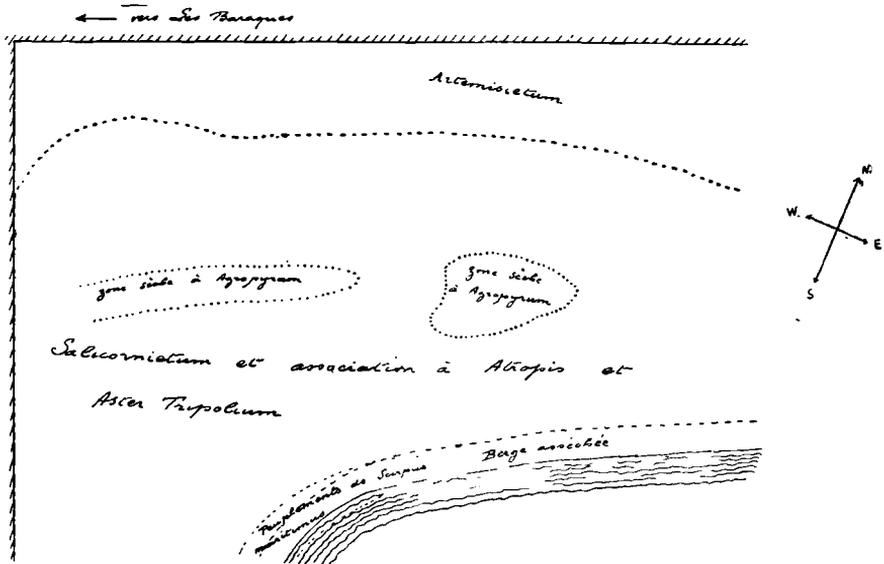


Fig. 13. — Calais, extrémité du bassin des chasses W., près Les Baraques.

saumâtre court parallèlement à la voie ferrée et, environ cent mètres avant d'arriver au rempart, il tourne brusquement et passe sous la ligne.

Nous commencerons notre description à la berge N. du fossé et nous étudierons successivement les zones de végétation en nous dirigeant vers la route des Baraques.

Tout au bord de l'eau (teneur en sels précipitant par le nitrate d'argent : 5 gr. 82) sur la vase couverte d'Algues (*Enteromorpha*) plus ou moins desséchées et de *Lemna minor* échouées, l'*Aster Tripolium* s'installe le premier ; de place en place on trouve encore quelques groupes de *Spergularia marginata* et d'*Atropis maritima*. Signalons également quelques colonies de *Scirpus maritimus*. Cette zone est très étroite.

Derrière commence une bande très large, où sur un fond d'Algues sèches croissent les espèces que nous groupons dans les deux relevés suivants :

TABLEAU XVI	1		2		Observations (1)
<i>Atropis maritima</i>	2-3	3	3-4	3	C. Atr.
<i>Lepturus incurvus</i> subsp. <i>filiformis</i>			+1	2	C. Atr.
<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i>			+	1	(2)
<i>Triglochin maritimum</i>	+	1			C. Atr.
<i>Salicornia europaea</i> (s. lat.).			2	2	C. Sal.
<i>Suaeda maritima</i>	2	2	1-2	2	C. Sal.
<i>Atriplex littoralis</i>			+	1	C. Atr.
<i>A. hastata</i> var. <i>salina</i>	+	1	+	1	
<i>A. portulacoides</i>			+	1	C. Atr.
<i>Spergularia marginata</i>	+	1	+	1	C. Atr.
<i>Plantago maritima</i>	1	1-2			C. Atr.
<i>Aster Tripolium</i>	+1	1 2	2	2	C. Atr.

Vient ensuite presque au pied de la route une zone sèche (la teneur du sable en calcaire est de 12 gr. 7 %, exprimée en carbonate de calcium) avec :

<i>Atropis maritima</i>	+	1
<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i>	2-3	2-3
<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i>	+	1
<i>Polygonum aviculare</i>	+	1
<i>Beta vulgaris</i> var. <i>maritima</i>	+	1
<i>Atriplex portulacoides</i>	+	1
<i>Spergularia marginata</i>	+	1
<i>Armeria maritima</i>	1	1-2
<i>Statice Limonium</i>	+	1-2
<i>Plantago maritima</i>	+	1
<i>Aster Tripolium</i>	+	1
<i>Artemisia maritima</i>	+1	2

Cette zone n'est pas régulière et dans de nombreux trous humides se retrouvent un certain nombre d'espèces citées dans les relevés de la deuxième zone :

(1) C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ;
C. Sal. = caractéristique du *Salicornietum*.

(2) Forme des peuplements assez denses en quelques points plus secs.

<i>Atropis maritima</i>	1	1
<i>Suaeda maritima</i>	+	1
<i>Atriplex portulacoides</i>	+	1
<i>Spergularia marginata</i>	+	1
<i>Aster Tripolium</i>	+	1

Nous voyons donc d'après cet aperçu que le **Salicornietum** n'existe pas à l'état pur, la berge du petit canal étant trop à pic pour permettre l'installation des espèces qui constituent cette association et qui demandent pour vivre de vastes espaces plats et régulièrement inondés.

La majeure partie de la flore de ces halipèdes est constituée par les Phanérogames qui forment l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*. L'**Artemisietum** s'est développé dans les parties les plus sèches.

Les « Salt-Marshes » existent, plus ou moins étendus, sur les côtes atlantiques. Les botanistes qui ont étudié leur flore, en exceptant MM. R. DE LITARDIÈRE et G. MALCUIT [85] qui, dans leur très intéressante monographie phytosociologique de l'estuaire de la Slack (Pas-de-Calais), ont individualisé les **Salicornietum**, **Atropidetum**, etc., ne distinguèrent pas les associations que nous avons reconnues dans notre dition. Cependant il paraît presque certain, d'après leurs travaux, que l'on pourrait y retrouver ces associations ou des associations affines et tout au moins une grande analogie dans les stades de succession.

En Angleterre le **Salicornietum**, en particulier d'après les travaux du Prof. TANSLEY [112] et du Prof. OLIVER [in TANSLEY, 112], présente sensiblement les mêmes caractères que dans notre dition : association ouverte comprenant des *Salicornia* du groupe *europaea* et la plupart du temps, sur la marge extérieure *Atriplex portulacoides*, *Suaeda maritima*, auxquels s'ajoute *Atropis maritima*. En certains points, par exemple dans le Hampshire, le **Salicornietum** est remplacé par une association à *Spartina* (*S. stricta*, *S. alterniflora* et *S. glabra* var. *pilosa*), remarquablement pure ; *Salicornia europaea*, *Spergularia marginata* et *Aster Tripolium* s'y rencontrent rarement. Sur notre littoral, nous n'avons pas constaté la présence de ce groupement à *Spartina* mais il existe à l'estuaire de la Slack avec le **Salicornietum europaea** [85] et à l'embouchure de la Canche (R. DE LITARDIÈRE, comm. verb.).

L'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* existe, assez bien caractérisée semble-t-il, sur le littoral anglais [TANSLEY, 112, p. 333-334] et nous reproduisons ci-dessous, d'après M. RANKIN [apud TANSLEY, loc. cit., p. 339, sub « *Glycerietum maritimae* »] une liste d'espèces relevée sur la côte du Hampshire :

<i>Cochlearia officinalis</i>		<i>Plantago maritima</i>
<i>C. anglica</i>		<i>Salicornia europaea</i>
<i>Spergularia marginata</i>		<i>Atriplex portulacoides</i>
<i>Statice maritima</i> (1)		<i>Triglochin maritimum</i>
<i>Limonium vulgare</i> (2) (and		<i>Spartina Townsendi</i> (3).
other species)		

M. A. S. MARSH, dans son intéressant travail sur la végétation des environs de Holme-next-the-Sea [93], a signalé également différents groupements dans les halipèdes ; la comparaison avec nos associations est rendue très difficile, l'auteur ayant créé de nombreuses « societies » : « *Salicornia-Glyceria*, *Glyceria-Aster-Statice*, *Statice*, *Armeria*, *Glyceria-Obione*, *Armeria-Obione*, etc. society ». Cependant, les listes données par ce botaniste permettent de soupçonner une similitude entre les halipèdes anglais et ceux de notre littoral. Les espèces sont les mêmes ou très voisines. Sous le nom de « *Glyceria-Obione on Sand* » M. MARSH cite (p. 85) :

<i>Glyceria maritima</i>	d (4)	<i>Spergularia marina</i>	f
<i>Obione portulacoides</i>	d	<i>Aster Tripolium</i>	f
<i>Salicornia perennis</i>		<i>Suaeda fruticosa</i>	1
var. <i>radicans</i>	a	<i>Agropyron junceum</i>	0

C'est là un groupement qui, à notre avis, correspond à un passage de la série hygrophile à la série psammophile et se montre affine à celui que nous avons décrit (p. 73).

Nos halipèdes ont une certaine analogie avec ceux des côtes méditerranéennes (nommées « Sansouires » sur le littoral languedocien et provençal) mais ces derniers sont le plus souvent caractérisés par la présence de Chénopodiacées ligneuses qui forment une végéta-

(1) = *Armeria maritima*.

(2) = *Statice Limonium*.

(3) = *S. glabra* var. *pilosa*.

(4) Pour l'explication des signes voir p. 43.

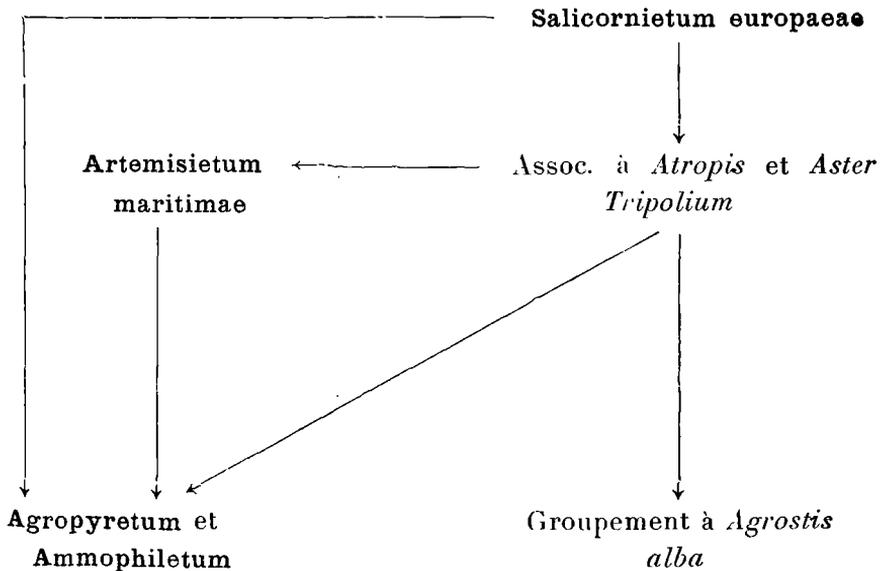
tion serrée et broussailleuse constituant l' « Engane » des Provençaux.

Nous donnerons ici, à titre de comparaison, une liste prise dans le travail du Prof. FLAHAULT et de M. COMBRES sur la Camargue [65]; l'espèce dominante serait le *Salicornia sarmentosa* (1), à côté duquel on peut rencontrer :

Atriplex portulacoides
Statice Limonium
Artemisia gallica
Juncus maritimus
Statice bellidifolia
Dactylis littoralis

Scirpus Holoschoenus
Plantago Cornuti
P. crassifolia
Statice Girardiana
S. virgata.

Le schéma suivant résume la succession des associations que nous avons observées dans les halipèdes :



§ 4. — Groupement à *Agrostis alba*

Le pré à *Agrostis alba* qui existe comme nous l'avons vu (p. 78) à l'état fragmentaire, aux Salines, près Mardick, est surtout bien développé à Dunkerque, dans un relais de mer endigué à l'W. du

(1) = *S. perennis*.

phare (fig. 14). Par la présence à un certain nombre de caractéristiques de l'*Arrhenatheretum* et celle de quelques espèces caractéristiques de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*, nous croyons devoir assimiler ce groupement à un passage entre ces deux associations. Cependant l'abondance d'*Agrostis alba* en fait une transition un peu particulière. Cette Graminée existe dans l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* (notamment à Dunkerque, p. 69),

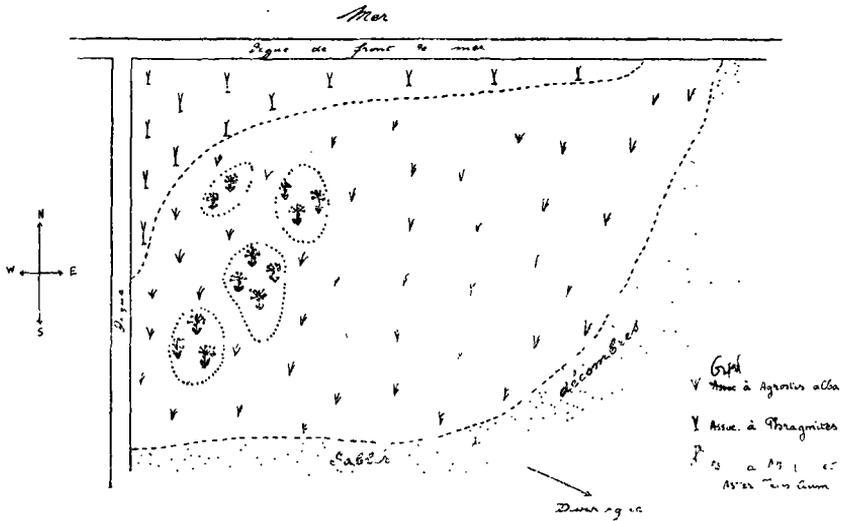


Fig. 14. — Relais de mer à l'W. du phare de Dunkerque, en face Saint-Pol.

mais nous ne l'avons pas observée dans les individus d'*Arrhenatheretum* bien qu'elle se rencontre dans des Arrhénathérais plus ou moins typiques du secteur armorico-aquitain, par exemple aux environs de Mazières-en-Gâtine, Deux-Sèvres (R. DE LITARDIÈRE, comm. verb.).

Une étude approfondie en d'autres points du littoral, en dehors de notre dition, montrerait peut-être qu'il s'agit d'une association indépendante, les documents que nous possédons n'étant pas assez nombreux pour que nous puissions trancher la question.

Les deux relevés, que comprend le tableau ci-contre, ont été effectués à Dunkerque, à l'W. du phare, dans le relais de mer.

L'évolution de la série hygro-halophile est marquée par l'apparition progressive et le développement des Hémicryptophytes, qui, dans le groupement à *Agrostis alba*, existent dans une très forte

TABLEAU XVII		1	2	Observations (1)
Caractéristiques de l'association à <i>Atropis</i> et <i>Aster Tripolium</i> :				
H	<i>Atropis distans</i>	+	1	
H	<i>Lepturus incurvus</i> subsp. <i>filiformis</i>		+ 1	
Caractéristiques de l'<i>Arrhenatheretum</i> :				
H	<i>Holcus lanatus</i>	+	1	
H	<i>Trisetum flavescens</i> subsp. <i>pratense</i>	+	1	
H	<i>Arrhenatherum elatius</i>		1	
H	<i>Dactylis glomerata</i>	+	1	
H	<i>Cynosurus cristatus</i>	+	1	
H	<i>Bromus hordeaceus</i>	+	1	
H	<i>Lolium perenne</i>	3	3 + 1	
H	<i>Trifolium repens</i>	1	2	
H	<i>T. pratense</i>		+ 1	
Compagnes :				
Espèces littorales :				
H	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et var. <i>arenaria</i>	1	1-2	
H	<i>Anthyllis Vulneraria</i> subsp. <i>maritima</i>	+	1	
G	<i>Agropyrum acutum</i> (vel <i>A. repens</i> var. <i>littorale</i> ?)	+	1	
G	<i>Juncus Gerardi</i>		+ 1	
Espèces continentales :				
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	4	3 3	
H	<i>Rumex crispus</i>		+ 1	
H	<i>Ranunculus repens</i>		+ 1	
H	<i>Cerastium caespitosum</i>	+	1	
H	<i>Medicago lupulina</i>	+	1	
H	<i>Lotus corniculatus</i> (s. lat.)	+	1	
H	<i>Daucus Carota</i>		+ 1	
H	<i>Plantago Coronopus</i>	2	2 + 1	
H	<i>P. major</i>		+ 1	
H	<i>P. lanceolata</i>		+ 1	
H	<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	1	
H	<i>Cirsium eriophorum</i>	+	1	
H	<i>C. palustre</i>		+ 1	
H	<i>Leontodon hispidum</i>	+	1	
H	<i>Crepis vesicaria</i> subsp. <i>taraxacifolia</i>	+	1	
G	<i>Poa pratensis</i>	2	2 + 1-2	
G	<i>Scirpus maritimus</i>		+ 1	
G	<i>Cirsium arvense</i>	+	1 + 1	
T	<i>Scleropoa rigida</i>	+	1	
T	<i>Trifolium campestre</i>	+	1	
T	<i>Sonchus asper</i>		+ 1	
Accidentelle :				
H	<i>Polypogon monspeliense</i>		+ 1	

(1) C. Tort. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*.

proportion ; le spectre biologique de ce groupement, terme ultime de la série est en effet le suivant :

H 70,5 %
G 16 %
T 13,5 %,

alors que nous avons respectivement :

Pour le *Salicornietum* 16,5 % d'Hémicryptophytes et pour l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* 48 %.

La faible proportion de Thérophytes dans la prairie de Dunquerque, prairie qui n'est jamais fauchée, vient confirmer ce que nous avons dit dans notre étude de l'Arrhénathéraie (p. 63) : les facteurs édaphiques jouent un grand rôle quant à la densité de la population végétale, qui elle-même entraîne des modifications importantes dans la composition du spectre biologique. L'humidité constante qui règne dans l'ancien relais de mer permet aux Graminées de devenir très vigoureuses ; par leur développement luxuriant, elles constituent une prairie très serrée et gênent les plantes annuelles.

2. — GROUPEMENTS NON HALOPHILES (1)

Une végétation dense occupe la surface plate qui s'étend entre les deux bras de la « dune parabolique » d'où le sable a été enlevé jusqu'au niveau d'eau. On peut y relever plusieurs groupements.

§ 1. — Fonds de mare à *Juncus articulatus*

Alors que dans les mares profondes existe, comme nous l'indiquons plus loin (p. 107), un ensemble floristique assez constant, sur les fonds insuffisamment rapprochés de la nappe aquifère (envahis par l'eau en hiver et exceptionnellement toute l'année quand celle-ci est humide) ne peuvent se développer que des végétaux très souples aux changements hydrostatiques ; il faut en effet que les espèces soient capables de s'accommoder à d'aussi fâcheuses conditions : submersion l'hiver et quelquefois toute l'année, assèchement l'été.

On n'y trouve guère que *Agrostis alba* subsp. *eu-alba*, *Juncus articulatus*, *J. bufonius*, *Alisma Plantago-aquatica*, *Carex arenaria*

(1) Nous avons étudié le groupement à *Agrostis alba* précédemment à la suite de la série halophile.

TABLEAU XVIII

	1	2	3	4	5	6	7	Présence	Observations (1)
NP									
H		+	1 2	2	1			2	
H				+		+	1	1	
H		+	1	1	2	+	+	1	C. Agr.
H		1-2	+	1	1-2	+	+	5	
H					+	+	1	1	
H		+	1	1	1	+	+	1	
H		+	+	+	+	+	+	4	
H				+				1	
G						+	1	1	
G								1	
G					+	1-2		1	C. Amm.
G					+			1	C. Agr. j.
G						1		1	
T		1 1	2 3	+	1	+	1	4	
T		+						2	
T							+	1	
T							+	1	

(1) C. Agr. = caractéristique du groupement à *Agrostis alba* ; C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Agr. j. = caractéristique de l'*Agropyretum*.

et quelques autres Phanérogames que nous signalons dans les relevés du tableau XVIII qui proviennent de :

1. — La Panne, dans les dunes, vers Coxyde.
2. — Entre Bray-Dunes et La Panne.
- 3-4. — Entre Zuydcoote et Bray-Dunes.
- 5-6. — Entre Zuydcoote et Malo-Terminus (teneur en sels précipitant par le nitrate d'argent : 0 gr. 0873 par litre).
7. — Mardick.

§ 2. — Association à *Calamagrostis epigeios*

Lorsque le fond d'une « panne », au stade ultime de l'évolution de la caoudeyre, a atteint un niveau suffisamment rapproché de l'eau souterraine de telle sorte que le sol reste humide même au cœur de l'été, il s'installe dans ces « pannes humides » un complexe floristique que nous avons désigné sous le nom d'association à *Calamagrostis epigeios*. La flore de ce groupement fermé est essentiellement hygrophile.

A. SOUS-ASSOCIATION A PARNASSIA

Les parties les plus basses des « pannes humides » (voir fig. 10) sont souvent inondées en hiver. Le séjour de l'eau, quoique irrégulier, influe sur la composition du tapis végétal. Bien que nous trouvions toujours, dans cette sous-association, les constantes de l'association à *Calamagrostis*, nous noterons cependant la présence de deux caractéristiques électives : *Parnassia palustris* et *Anagallis tenella*, souvent accompagnées d'espèces nettement hygrophiles comme : *Equisetum palustre*, *Phragmites communis*, *Samolus Valerandi*, *Myosotis scorpioides*, *Mentha aquatica*.

Nous donnons ci-dessous un relevé pris à Coxyde-Bains :

Caractéristiques électives :

H	<i>Parnassia palustris</i>	+	1
H	<i>Anagallis tenella</i>	+	1

Compagnes :

NP	<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	+	1
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	+	1-2
H	<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	1

H	<i>Carex fusca</i>	+	1
H	<i>C. leporina</i>	+	1
H	<i>C. disticha</i>	+	1
H	<i>Juncus subnodulosus</i>	+	1
H	<i>J. articulatus</i>	+	1
H	<i>Polygonum amphibium</i>	+	1
H	<i>Ranunculus Flammula</i>	+	1
H	<i>Potentilla Anserina</i>	+	1
H	<i>P. reptans</i>	+	1-2
H	<i>Trifolium repens</i>	+	1-2
H	<i>Lotus corniculatus</i>	+	1
H	<i>Lythrum Salicaria</i>	+	1
H	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	2	2
H	<i>Primula officinalis</i>	+	1
H	<i>Samolus Valerandi</i>	+	1
H	<i>Lysimachia vulgaris</i>	+	1
H	<i>Centaureium umbellatum</i>	+	1
H	<i>Myosotis scorpioides</i>	+	1
H	<i>Brunella vulgaris</i>	+	1
H	<i>Mentha aquatica</i>	+	1
G	<i>Equisetum palustre</i>	+	1
G	<i>Phragmites communis</i>	+	1
G	<i>Eleocharis palustris</i>	+	1
M	<i>Acrocladium cuspidatum</i>	4	4

Nous avons été frappé de rencontrer dans ce groupement *Primula officinalis*, espèce ordinairement mésohygrophile ou même xérophile (pelouses sèches à *Polygala calcarea* du Blanc-Nez).

Le spectre biologique est composé de la manière suivante :

NP	3,5 %
H (1)	86 %
G	10,5 %

ce qui montre nettement la prédominance des Hémicryptophytes.

Le Prof. TANSLEY [112, p. 351], dans son étude sur la végétation des dunes du Lancashire, cite, comme constituant la flore des creux très humides, les espèces suivantes :

(1) Nous n'avons pas fait de distinction entre Hémicryptophytes et Hélophytes, étant donnée la difficulté de déterminer la forme biologique de plusieurs espèces, les conditions écologiques des stations étant très peu constantes.

<i>Parnassia palustris</i>	<i>Carex</i> sp.
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	<i>Hypnum elodes</i>
<i>Anagallis tenella</i>	<i>H. polygamum</i>
<i>Juncus maritimus</i>	

parmi lesquelles nous retrouvons les deux caractéristiques de notre sous-association : *Parnassia palustris* et *Anagallis tenella*.

Passage de la sous-association à *Parnassia*
à la sous-association type

Sur les bords de ces stations très humides, la flore passe insensiblement à celle du groupement typique à *Calamagrostis*. Le sol est

TABLEAU XIX	1	2	3	Observations (1)
<i>Equisetum palustre</i>	+ 1			
<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	+ 1			C. Agr.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+ 1 2	2 3	3	C. Cal.
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i>		+ 1		
<i>Schoenus nigricans</i>	+ 1			C. Cal.
<i>Carex arenaria</i>	+ 1-2	1	+ 1-2	
<i>Juncus articulatus</i>	+ 1-2	+ 1-2		
<i>Helleborine palustris</i>			+ 1	C. Cal.
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	1-2	2 +	1 + 1	
<i>Sagina nodosa</i>	+ 1	+ 1		
<i>Parnassia palustris</i>	+ 1	+ 1	+ 1	C. Parn.
<i>Rubus caesius</i>			+ 2	
<i>Medicago lupulina</i>			+ 1	
<i>Hippophae rhamnoides</i>		+ 1	1	
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i>			+ 1	C. Tort.
<i>Lythrum Salicaria</i>		+ 1		
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		+ 1	+ 1	
<i>Pyrola rotundifolia</i> var. <i>arenaria</i>			+ 1	
<i>Blackstonia perfoliata</i>		+ 1		
<i>Centaureum umbellatum</i>	+ 1	+ 1	+ 1	
<i>Brunella vulgaris</i>	+ 1			
<i>Mentha aquatica</i>		+ 1-2	+ 1-2	
<i>Eupatorium cannabinum</i>			+ 1	
<i>Senecio Jacobaea</i>			+ 1	
<i>Cirsium palustre</i>			+ 1	
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>	+ 1			
<i>Crepis capillaris</i>	+ 1	+ 1	+ 1	

(1) C. Agr. = caractéristique du groupement à *Agrostis alba* ; C. Cal. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis*, sous-association type ; C. Parn. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis*, sous-association à *Parnassia* ; C. Tort. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*.

moins humide et nous assistons à l'installation de quelques Chaméphytes (*Rubus caesius*), Géophytes (*Carex arenaria*, *Helleborine palustris*) et Thérophytes (*Blackstonia perfoliata*, *Crepis capillaris*).

Nos relevés (Tableau XIX) ont été pris :

1-2. — Entre Bray-Dunes et Zuydcoote.

3. — A Zuydcoote, derrière le Sanatorium.

B. — SOUS-ASSOCIATION TYPE

Cette sous-association est beaucoup plus largement représentée que celle à *Parnassia* ; c'est un mélange d'ubiquistes hygrophiles, dans lequel il est difficile de distinguer des caractéristiques ; les cinq espèces qui cependant peuvent être regardées comme telles sont : *Calamagrostis epigeios*, *Schoenus nigricans*, *Carex trinervis*, *Helleborine palustris* et *Lotus corniculatus* subsp. *uliginosus*.

Le tableau synthétique XX se compose de 12 relevés effectués dans les localités suivantes :

1-2. — Entre La Panne et Coxyde-Bains.

3. — Coxyde-Bains, autour de la mare des Kelders.

4. — Entre Bray-Dunes et La Panne.

5-6-7. — Entre Zuydcoote et Bray-Dunes.

8. — Malo-Centre, panne humide.

9. — Loon, propriété Masson, près du Casino.

10. — Entre Loon et Petit-Fort-Philippe.

11. — Calais, extrémité E. du bassin des Chasses.

12. — Entre Calais et Sangatte.

Le spectre biologique est le suivant :

P	1 %
NP	4,5 %
Ch	2 %
H	69 %
G	10 %
T	13,5 %.

Comme la précédente, cette sous-association renferme un nombre élevé d'Hémicryptophytes, les autres formes biologiques n'étant représentées que par un petit nombre d'espèces.

Nous avons pu distinguer deux faciès dans ce groupement suivant la prédominance plus ou moins marquée de l'*Hippophae* et du *Salix repens*. Ces groupements correspondent à des conditions écologiques particulières, où l'humidité joue ici le plus grand rôle.

TABLEAU XX		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Presence	Observations (1)
Caractéristiques électives :															
H	<i>Schoenus nigricans.</i>														
H	<i>Carex trinervis.</i>				1									2	
H	<i>C. helodes</i>					1								2	
G	<i>Helleborine palustris.</i>					1								2	
Caractéristiques préférentes :															
H	<i>Calamagrostis epigetos.</i>	1	1	2	2	3	3	3	3	1	1-2	2	3	1	3
H	<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>uliginosus.</i>														2
Compagnes :															
P	<i>Salix cinerea.</i>														1
NP	<i>Salix repens</i> subsp. <i>dimensis.</i>														4
NP	<i>Hippophae rhamnoides.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
NP	<i>Ligustrum vulgare.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NP	<i>Sambucus nigra.</i>				1										2
Ch	<i>Rubus caesius.</i>				1-2	1-2									3
Ch	<i>Solanum Dulcamara.</i>														1
H	<i>Phleum pratense.</i>														1
H	<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	<i>Holcus lanatus.</i>														4
H	<i>Festuca rubra</i> (s. lat.).														1
H	<i>Carex glauca.</i>														1
H	<i>Juncus inflexus.</i>		1												2
H	<i>J. subnodulosus.</i>		1												2
H	<i>J. articulatus.</i>			1-2	1-2	2	1-2	2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	3
H	<i>J. eifusus.</i>														1
H	<i>Urtica dioica.</i>	1													1
H	<i>Rumex crispus.</i>														2

C. Agr.

TABLEAU XX (suite)											Observations (1)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pres. No.
<i>Plantago major</i>												1
<i>Galium palustre</i>	+	1				+		+	+			2
<i>G. uliginosum</i>			+	1			+	1				2
<i>Valeriana officinalis</i>												1
<i>Eupatorium cannabinum</i>												2
<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	1						+	+	+	+	1
<i>Leucanthemum vulgare</i>								+	+			2
<i>Tussilago Farfara</i>								+	+	1		1
<i>Senecio Jacobaea</i>				+	1							2
<i>Arctium majus</i>				+	1				+			1
<i>Cirsium lanceolatum</i>				+	1			+	+	+	+	1
<i>C. palustre</i>		1	+	1	1	+		+	+	+	+	1
<i>Hypochoeris radicata</i> var. <i>rostrata</i>									+			1
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>												1
<i>Phragmites communis</i>	+	1				+		+	+	1-2		3
<i>Poa pratensis</i>				1	1			+	+	+		2
<i>Carex arenaria</i>				1-2	1-2			2	1-2	+	+	2
<i>Listera ovata</i>			+				+					1
<i>Iris Pseudacorus</i>								+				1
<i>Convolvulus arvensis</i>										+	+	1
<i>Bryonia dioica</i>								+	+	+	+	1
<i>Cirsium arvense</i>								+	+	+	+	2
<i>Poa annua</i>				+	1							1
<i>Juncus bufonius</i> var. <i>lazarus</i> .												1
<i>Chenopodium rubrum</i>				+	1							1
<i>Trifolium campestre</i>						+						1
<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angusti-</i> <i>folia</i>								+				1
<i>Linum catharticum</i>			+	1	1			+	+	+	+	2
<i>Anthriscus vulgaris</i>				+	1			+				1

C. Phr.

Faciès à *Hippophae*

Les *Hippophae* donnent dans les stations assez humides une physionomie particulière à l'association ; parfois isolés, le plus souvent ils constituent des fourrés denses (Pl. VI, fig. 12). Nous donnons ci-dessous le relevé le plus caractéristique de ce faciès, pris à Bray-Dunes, au S. du Casino :

NP	<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	+	1
NP	<i>Hippophae rhamnoides</i>	3	3
H	<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	1-2
H	<i>Cerastium caespitosum</i>	+	1
H	<i>Centaureum umbellatum</i>	+	1
H	<i>Brunella vulgaris</i>	+	1
H	<i>Mentha aquatica</i>	+	1
H	<i>Senecio Jacobaea</i>	+	1
H	<i>Cirsium lanceolatum</i>	+	1
G	<i>Poa pratensis</i>	+	1
G	<i>Cirsium arvense</i>	+	1
M	<i>Barbula</i> sp.	+	2

Le spectre biologique établi d'après ce relevé comprend :

NP	18 %
H	64 %
G	18 %.

Faciès à *Salix repens* subsp. *dunensis*

Dans les endroits plus secs, tout le sol est quelquefois accaparé par les *Salix repens* qui le couvrent entièrement et forment un tapis serré, haut d'environ 50 cm.

Nos relevés (Tableau XXI) proviennent des localités ci-après :

1-2. — Entre Bray-Dunes et La Panne.

3. — Bray-Dunes.

4. — Entre Loon-Plage et Petit-Fort-Philippe.

TABLEAU XXI		1	2	3	4	Présence	Observations (1)				
NP	<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i> .	4	4	3-4	4	2	2	3	4	5	
NP	<i>Hippophae rhamnoides</i> .			+	1	+	1	+	1	4	
NP	<i>Sambucus nigra</i> .	+	1	+	1			+	1	4	
Ch	<i>Rubus caesius</i> .	+	1-2							1	
Ch	<i>Solanum Dulcamara</i> .	+	1							1	
H	<i>Calamagrostis epigeios</i> .	+	1	1	+	1	1	1	1	5	C. Cal.
H	<i>Holcus lanatus</i> .			+	1					1	
H	<i>Rumex crispus</i> .							+	1	1	
H	<i>Sagina nodosa</i> .	+	1-2							1	
H	<i>Potentilla erecta</i> .			+	1					1	
H	<i>Trifolium repens</i> .	+	1-2							1	
H	<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.).	+	1					+	1	3	
H	<i>Viola canina</i> .			+	1					1	
H	<i>V. tricolor</i> var. <i>maritima</i> .	+	1	+	1					3	C. Tort.
H	<i>Centaurium umbellatum</i> .	+	1	+	1					3	
H	<i>Cynoglossum officinale</i> .			+	1			+	1	3	
H	<i>Brunella vulgaris</i> .	+	1	+	1					3	
H	<i>Mentha aquatica</i> .					+	1			1	
H	<i>Pulicaria dysenterica</i> .	+	1							1	
H	<i>Senecio Jacobaea</i> .	+	1			+	1	+	1	4	
H	<i>Cirsium lanceolatum</i> .	+	1					+	1	4	
H	<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i> .	+	1	+	1					3	C. Amm.
G	<i>Ammophila arenaria</i> .			+	1					1	
G	<i>Poa pratensis</i> .	+	1	+	1	+	1			4	
G	<i>Carex arenaria</i> .	+	2							2	
G	<i>Cirsium arvense</i> .	+	1							1	
M	<i>Camptothecium lutescens</i> .	+	1							2	

Nous avons comme spectre biologique :

NP 11 %
Ch 7,5 %
H 66,5 %
G 15 %.

L'association à *Calamagrostis epigeios* est en résumé une association à Hémicryptophytes. Nous avons en effet :

	P	NP	Ch	H	G	T
Sous-association à <i>Parnassia</i> .		3,5 ‰		86 ‰	10,5 ‰	
Sous-association type	1 ‰	4,5 ‰	2 ‰	59 ‰	10 ‰	13,5 ‰
Faciès à <i>Hippophae</i> .		18 ‰		64 ‰	18 ‰	
Faciès à <i>Salix repens</i> .		11 ‰	7,5 ‰	66,5 ‰	15 ‰	

(1) C. Cal. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis*, sous-association type ; C. Tort. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum* ; C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum*.

et comme spectre moyen :

P	0,25 %
NP	9,25 %
Ch	2,5 %
H	71,5 %
G	13 %
T	3,5 %.

§ 3. Association à *Phragmites communis*

Les *Phragmites* que l'on rencontre assez rarement dans l'association à *Calamagrostis epigeios* se montrent beaucoup plus abondants en deux points du littoral : à Dunkerque, en face Saint-Pol et à Calais. Dans le relais de mer de Dunkerque — dont nous nous sommes occupés précédemment (p. 86) — une association à *Phragmites* est assez bien caractérisée. D'abord cantonnés à la périphérie de la prairie, dans les fossés creusés au pied de la digue, les *Phragmites* tendent à envahir le terrain occupé par les *Agrostis*, dans les endroits les plus humides.

Nous avons, dans cette localité, noté les espèces suivantes :

H <i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	3	3
H <i>Carex vulpina</i>	+	1
H <i>Rumex crispus</i>	+	1
H <i>Ranunculus Flammula</i>	+	1
H <i>R. Baudotii</i>	+	1
H <i>Daucus Carota</i>	+	1
H <i>Apium graveolens</i>	+	1
H <i>Pulicaria dysenterica</i>	+	1
G <i>Phragmites communis</i>	3-4	4
G <i>Scirpus maritimus</i>	+	1-2

Nous étudions plus loin (p. 110) les peuplements de *Phragmites* des environs de Calais.

Passage des groupements hygrophiles non halophiles à la série psammophile

Comme les « pannes » se trouvent toujours au milieu des dunes, mobiles ou fixées, il existe à leur périphérie une zone de transition

entre l'association à *Calamagrostis* et à l'*Ammophiletum* d'une part et l'association à *Tortula ruraliformis* d'autre part. Une telle zone existe également sur les bourrelets secs, au milieu des pannes.

Le tableau XXII résume nos observations concernant ces transitions ; les relevés proviennent des localités suivantes :

1. — Entre Coxyde-Bains et La Panne, près de la mare des Kelders.
2. — Coxyde-Bains, panne.
3. — Bray-Dunes, panne au S.-E. du Casino.
- 4-5. — Entre Bray-Dunes et Zuydcoote.
- 6-7. — Zuydcoote, pannes au S. du Sanatorium.
- 8-9. — Entre Zuydcoote et Malo-Terminus, pannes près des usines de Firminy.
10. — Malo-Centre, panne moyennement humide.
11. — Loon-Plage, panne à l'W. du Casino.
- 12-13. — Entre Fort-Vert et Calais, panne moyennement humide.

M. G. ASTRE [4] a indiqué une zone de passage entre sa « zone de bas-fonds ou pannes humides » et celle des « centres de végétation ». Il la caractérise par l'abondance des Urticacées et donne la liste suivante des espèces qu'on y rencontre : *Lappa communis*, *Lycopsis arvensis*, *Urtica urens*, *Carex panicea*.

L'auteur qui, pour son travail, s'est borné exclusivement à l'exploration des dunes aux environs du Sanatorium de Zuydcoote, s'est laissé tromper par l'existence d'espèces introduites à la faveur des cultures ou des voies de communications (voie ferrée reliant le Sanatorium à la ligne Dunkerque-Furnes). Nous avons rencontré les espèces citées dans les champs abandonnés, les décombres et sur l'emplacement d'anciens baraquements. De plus *Urtica urens* est excessivement rare, c'est *Urtica dioica* que l'on trouve le plus fréquemment, et le *Carex panicea*, espèce des Polders, n'existe presque jamais dans les dunes; sa présence dans les décombres nous paraît très douteuse.

TABLEAU XXII		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Observations (1)
<i>Agrostis alba</i> var. <i>coarctata</i> .	1							1	1						
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	1				+	1	+	+	1	+	1	2	1	C. Agr. C. Cal.
<i>Holcus lanatus</i>	+	1				+	1	+	+	1	+	1	1	1	
<i>Ammophila arenaria</i>		+	1			+	1	+							C. Amm. C. Tort. C. Phr.
<i>Gorynephorus canescens</i>		+		1		+	1			1			+	1	
<i>Phragmites communis</i>						+	1						+		
<i>Arrhenatherum elatius</i>						+	1						+		
<i>Briza media</i>						+	1		+				+		
<i>Cynosurus cristatus</i>						+	1						+		
<i>Poa annua</i>						+	1						+		
<i>P. pratensis</i>						+	1						+		
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i> et subvar. <i>arenaria</i> .	+	1				+	1						+		
<i>Schoenus nigricans</i>						+	1						+		C. Cal. C. Cal.
<i>Carex trinervis</i>						+	1						+		
<i>C. arenaria</i>	2	2			+	1	1-2	2	+			+	1	+	1-2
<i>Juncus articulatus</i>						+	1					+			
<i>J. subnodulosus</i>						+	1					+			
<i>Luzula campestris</i>						+	1					+			
<i>Asparagus officinalis</i> var. <i>campestris</i>						+	1					+			
<i>Herminium Monorchis</i>						+	1					+			
<i>Helleborine palustris</i>						+	1					+			
<i>Listera ovata</i>						+	1					+			
<i>Saxif repens</i> subsp. <i>dumetensis</i>		+	1			+	1	1-2	2	+		+			
<i>S. Caprea</i>						+	1	1-2	1-2	1	2	2			
<i>Populus monilifera</i>					2						+				
<i>Alnus glutinosa</i>		+	1								+				
<i>Rumex crispus</i>		+											+		
<i>Silene nutans</i>		+													
<i>Saponaria officinalis</i>		+													
<i>Cerastium caespitosum</i>		+			+	1	1	+						+	

TABLEAU XXII (suite)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Observations (1)
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i> .	+	1													
<i>Epilobium hirsutum</i>			1			1		1		+	+		1	+	1
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>													1	+	1
<i>Anthriscus vulgaris</i>	+	1							+			+			
<i>Apium graveolens</i>									1						
<i>Pastinaca sativa</i> .									1						
<i>Pyrola rotundifolia</i> var. <i>arenaria</i> .								+							
<i>Lysimachia vulgaris</i>									1						
<i>Centaurium umbellatum</i> .	+	1	1			1		1	1	+		+			
<i>Blackstonia perfoliata</i> .			1					1			1				
<i>Ligustrum vulgare</i> .			1					1			1				
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	1													
<i>Cynoglossum officinale</i> .	+	1													
<i>Anchusa azurea</i> .									1						
<i>Brunella vulgaris</i>									1						
<i>Thymus Serpyllum</i> var. <i>ovatus</i> .	+	1								+					
<i>Mentha aquatica</i> .															
<i>Solanum Dulcamara</i> .															
<i>Veronica Chamaedrys</i> .															
<i>Odonites serotina</i> .															
<i>Euphrasia stricta</i>															
<i>Rhinanthus major</i> .															
<i>Plantago lanceolata</i> .	+	1							1						
<i>Asperula cynanchica</i> var. <i>densiflora</i> .															
<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i> .	+	1							1						
<i>G. uliginosum</i> .															
<i>G. ochroleucum</i> .															
<i>Sambucus nigra</i> .															

C. Tort.

C. Tort.

CHAPITRE III

SÉRIE AQUATIQUE

1. — ASSOCIATIONS HALOPHILES

§ 1. — Association à *Ruppia maritima*

Le *Ruppia maritima* est la seule Phanérogame qui colonise les eaux saumâtres, à salure assez constante, considérable, et très voisine de celle de la mer. Les autres végétaux formant cette association sont des Algues, en particulier les *Enteromorpha*.

Nous avons observé cette association à Calais dans le fossé situé entre la digue du Casino et les fortifications (fig. 17).

§ 2. — Association à *Ranunculus Baudotii*

Les mares dont l'eau est à salure plus faible que celle des fossés communiquant avec la mer (fossés des fortifications, bassins des chasses), et en particulier les petites flaques des relais de mer, ont leur flore presque uniquement constituée par *Ranunculus Baudotii*. Cette espèce se rencontre également, mais plus rarement dans les petites mares des dunes ; c'est une des Phanérogames qui continue, en certains points, à végéter dans les Polders.

Le relevé suivant a été pris dans le relais de mer, à l'W. du Phare de Dunkerque, en face Saint-Pol (teneur en sels précipitant par le nitrate d'argent : 0 gr. 465 par litre) :

<i>Ranunculus Baudotii</i>	1	2
<i>Chara</i> sp.	3	3
<i>Enteromorpha</i> sp.	1	2

Lorsque ces mares se dessèchent, une flore un peu différente s'installe, avec *Agrostis alba*, *Juncus bufonius*, etc... Nous avons, par

exemple, à Dunkerque, dans la même localité que précédemment, effectué le relevé suivant :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	+	1-2
<i>Juncus bufonius</i>	4	3
<i>Aster Tripolium</i>	+	1

2. — ASSOCIATIONS NON HALOPHILES

Les petites mares (Pl. VII, fig. 14) que l'on rencontre dans les dunes sont presque toutes artificielles : les unes furent creusées pour attirer les oiseaux aquatiques, les autres servent d'abreuvoirs, enfin les eaux douces ont également envahi quelques tranchées creusées pendant la guerre.

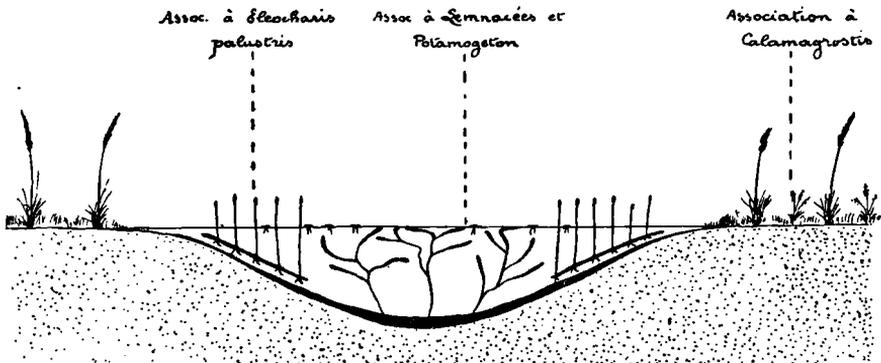


Fig. 15. — Les zones de végétation dans une mare.

Du centre des mares, vers la périphérie, on rencontre une série de ceintures de végétation plus ou moins régulières :

- 1° au centre l'association à *Lemnacées* et *Potamogeton*,
- 2° en bordure, une ceinture d'*Eleocharis*,
- 3° le complexe sociologique des prairies à *Calamagrostis epigeios*.

§ 1. — Association à Lemnacées et à Potamogeton

Les espèces dominantes sont des *Potamogeton*, toujours cantonnés au centre de la mare, où souvent croissent avec eux *Myriophyllum alterniflorum* et *Zannichellia palustris*. Les Lemnacées, généralement

assez abondantes, ne couvrent pas toutefois complètement la surface de l'eau (fig. 15).

Les deux relevés du tableau suivant proviennent de :

1. — Coxyde-Bains, mare des Kelders (teneur de l'eau en sels précipitant par le nitrate d'argent : 0 gr. 0755 par litre).
2. — Mardick, ancien cordon de dunes.

TABLEAU XXIII	1	2	Observations (1)
<i>Potamogeton densus</i>		+ 1	
<i>P. pectinatus</i>		+ 1	
<i>Zannichellia palustris</i>	1-2	2	
<i>Eleocharis palustris</i>	+ 1-2	+ 1	C. El.
<i>Spirodela polyrrhiza</i>	+ 1	1 2	
<i>Lemna minor</i>	1	1-2 3	3
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>		1	1

§ 2. — Association à *Eleocharis palustris*

Cette association est assez constante dans les mares profondes (mare des Kelders, mare de Zuydcoote). Sa composition floristique, peu variable, comprend principalement des espèces amphibies auxquelles leur plasticité écologique permet l'adaptation facile aux variations de niveau d'amplitude très variable (fig. 15). Les *Eleocharis* dominent et ne sont accompagnés que par quelques autres Hélophytes : *Typha angustifolia*, *Phragmites communis*, toujours très rares.

En arrière de la ceinture à *Eleocharis* s'étend la prairie à *Calamagrostis*, la mare ayant presque toujours été creusée au milieu d'une « panne humide » (voir fig. 10). Nous avons étudié précédemment cette association (p. 90).

(1) C. El. = caractéristique de l'association à *Eleocharis*.

CHAPITRE IV

PASSAGE DES ASSOCIATIONS HALOPHILES AUX ASSOCIATIONS HYGROPHILES NON HALOPHILES ET PSAMMOPHILES

I

A l'W. de Calais, près de la plage des Baraques, (fig. 16 et fig. 17) dans le fossé situé entre la digue du Casino et les fortifications, on peut constater une intrication curieuse des associations halophiles, hygrophiles (non halophiles) et psammophiles.

Dans l'eau très fortement salée (33 gr. 021 de sels par litre précipitant par le nitrate d'argent) surtout en été par suite de l'évaporation, ne se développent que des Algues (en particulier des *Enteromorpha*) et des *Ruppia*.

Sur la rive S., en allant du bord de l'eau vers les fortifications, on peut distinguer trois zones :

1° une zone de sable très humide récemment abandonnée par l'eau où les *Enteromorpha* forment une couche verte qui se dessèche peu à peu (ces sables ont une teneur en calcaire de 6 gr. 188 %, exprimée en carbonate de calcium) ;

2° sur le substratum, fixé en partie par les algues desséchées, les *Salicornia europaea* (s. lat.), *Juncus bufonius*, *Glaux maritima*, *Plantago maritima*, *Aster Tripolium*, *Atropis maritima* et *Lepturus incurvus* subsp. *filiformis* (1) ne tardent pas à prendre pied. A cette liste, on peut encore ajouter : *Carex extensa*, *Phragmites communis* (en pieds isolés), *Scirpus maritimus*, *Agrostis alba* subsp. *eu-alba* var. *coarctata* et *Agropyrum repens* var. *littorale* subvar. *pycnanthum* ;

(1) Ces espèces sont rangées par ordre de fréquence.

3° on passe ensuite à un ensemble floristique assez bizarre, les psammophytes, hygrophytes et espèces ubiquistes qui descendent du talus des fortifications se trouvent en mélange; *Festuca rubra* subsp. *dumetorum* domine dans les parties sèches. Citons :

<i>Agrostis alba</i> var. <i>coarctata</i>	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>
<i>Phragmites communis</i>	<i>Hippophae rhamnoides</i>
<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i> subvar. <i>pycnanthum</i> .	<i>Eryngium maritimum</i>
<i>Carex extensa</i>	<i>Centaurium umbellatum</i>
<i>C. vulpina</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Allium vineale</i>	<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i>
<i>Medicago lupulina</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taxacoides</i>
<i>Trifolium campestre</i>	<i>Crepis capillaris</i>
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>crassifolius</i>	<i>Hieracium umbellatum</i> .

Sur la rive N., tout contre les dunes qui couvrent la digue du Casino, le passage à la série psammophile se fait très rapidement.

Au bord de l'eau, les *Phragmites* forment un peuplement presque pur. Voici un relevé pris dans cette localité :

<i>Triglochin palustre</i>	+ 1	<i>J. articulatus</i>	+ 1
<i>T. maritimum</i>	+ 1	<i>J. compressus</i>	+ 1
<i>Phragmites communis</i>	3-4 3	<i>Rumex crispus</i>	+ 1
<i>Atropis maritima</i>	+ 1	<i>R. Hydrolapathum</i>	+ 1
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>dumetorum</i>	+ 1	<i>R. Acetosa</i>	+ 1
<i>Lolium perenne</i>	+ 1	<i>Trifolium repens</i>	+ 1
<i>Agropyrum repens</i> var. <i>littorale</i> subvar. <i>pycnanthum</i>	+ 1	<i>Hippophae rhamnoides</i>	+ 1
<i>Carex extensa</i>	+ 1	<i>Epilobium hirsutum</i>	+ 1
<i>Scirpus maritimus</i>	+ 1	<i>Lycopus europaeus</i>	+ 1
<i>Juncus bufonius</i>	+ 1	<i>Tussilago Farfara</i>	+ 1
		<i>Pulicaria dysenterica</i>	+ 1
		<i>Aster Tripolium</i>	+ 1
		<i>Cirsium arvense</i>	+ 1

Cette zone gagne de plus en plus vers le centre du fossé, les roseaux luttant contre le dessèchement par la production de rhizo-

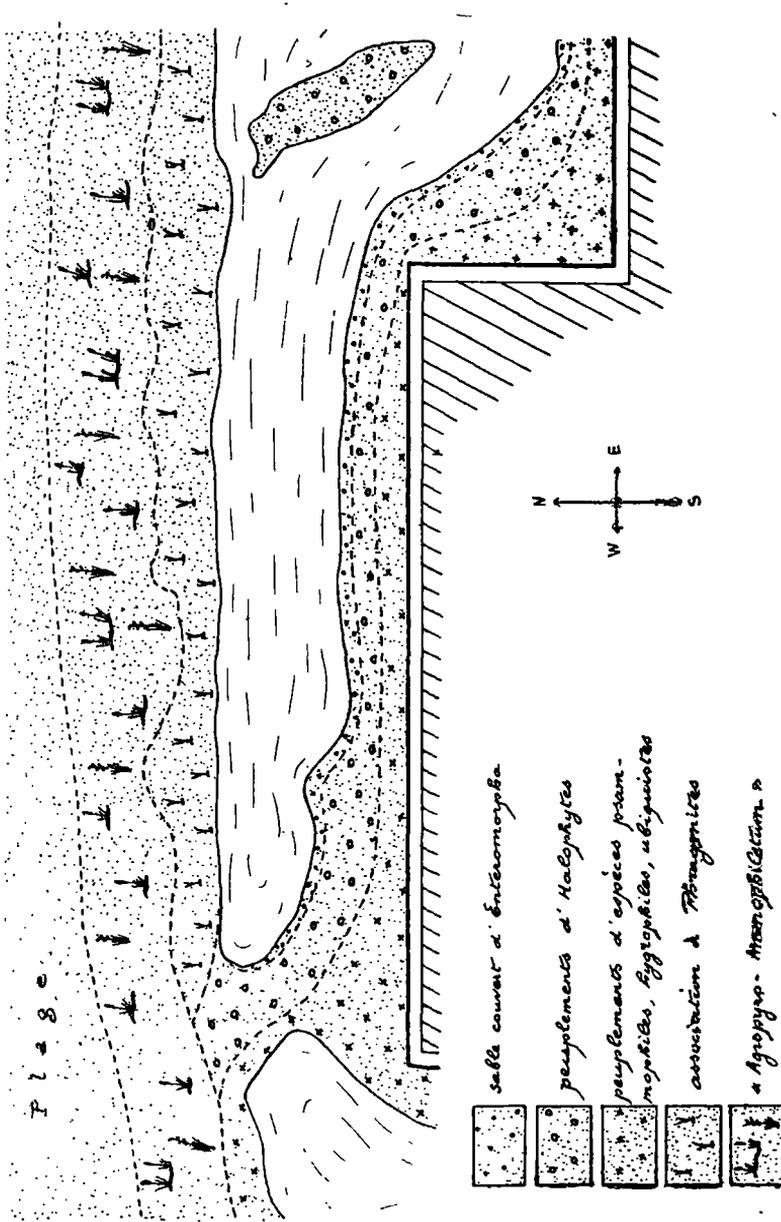


FIG. 16. — Calais, fossé des fortifications au S. de la digue du Casino, près Les Baraques.

mes aériens (Pl. VIII, fig. 15) qui s'allongent vers l'eau et suivent constamment son retrait. Ce phénomène a déjà été signalé par J. MASSART dans son intéressant travail sur « La biologie des inondations de l'Yser et la flore des ruines de Nieuport ».



Fig. 17. — Environs de Calais : 1, extrémité du bassin des chasses E.; 2, fossé des fortifications au S. de la digue du Casino ; 3, extrémité du bassin des chasses W.

Les *Phragmites* se retrouvent assez haut sur la pente méridionale des dunes où ils résistent au milieu d'une végétation psammophile, à laquelle se mêlent quelques espèces banales (Pl. V, fig. 9).

Tout au sommet sur la crête des dunes on trouve la flore de transition entre l'*Agropyretum* et l'*Ammophiletum*. Signalons ici la présence du *Lycium halimifolium*, certainement planté.

II

A l'extrémité du bassin des chasses de Calais, à l'E. du port, (fig. 17) le passage se fait entre la zone halophile et l'associa-

tion à *Calamagrostis*, la teneur de l'eau en chlorure de sodium étant plus faible et le bassin se prolongeant vers l'E. par une panne. L'association halophile est à peine différenciée.

Les bords du bassin, dans les eaux (1) duquel croissent les *Enteromorpha*, les *Ruppia*, des *Lemna*, etc., sont peuplés de :

<i>Atropis maritima</i>	1	1	<i>Samolus Valerandi</i>	+	1
<i>Scirpus maritimus</i>	+	1-2	<i>Glaux maritima</i>	+	1
<i>Juncus bufonius</i>	1	2	<i>Centaurium vulgare</i>	+	1
<i>Spergularia marginata</i>	+	1	<i>Myosotis scorpioides</i>	+	1
<i>Ranunculus sceleratus</i>	+	1	<i>Mentha aquatica</i>	+	1-2
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	1	<i>Tripleurospermum ma-</i>		
<i>Apium graveolens</i>	+	1	<i>ritimum</i>	+	1
<i>Œnanthe Lachenalii</i>	+	1			

En arrière de cette végétation marginale on distingue une ceinture de *Phragmites communis* et de *Juncus maritimus*, chacun d'eux constituant des peuplements presque purs, ceinture formant transition avec les associations hygrophiles de la panne.

Nous donnons à la page suivante un tableau comparatif des peuplements à *Phragmites* et à *Juncus*.

Le groupement à *Juncus maritimus* caractérise la zone la plus élevée de certains « Salt-Marshes » des côtes anglaises ; il a été, par exemple, signalé par le Prof. OLIVER [apud TANSLEY, 112, p. 366] dans le Norfolk. Lorsque le « *Juncetum maritimi* », tel qu'il a été décrit par le Prof. TANSLEY [112, p. 334-335], est rarement envahi par la marée, et que le sol, pour cette raison, est pauvre en chlorure de sodium, on observe les espèces suivantes (les astérisques indiquent une espèce présente, dans notre dition, dans ce même groupement) :

<i>Frankenia laevis</i> (sol sa- blonneux)	<i>Plantago maritima</i>
* <i>Œnanthe Lachenalii</i>	<i>P. Coronopus</i>
* <i>Glaux maritima</i>	<i>Agropyron pungens</i> (2)

auxquelles peuvent être associées quelques plantes supportant une concentration assez élevée en sel, telles que *Agrostis palustris* et *Festuca rubra*.

(1) Ces eaux tiennent en dissolution par litre 5 gr. 82 de sels précipitant par le nitrate d'argent.

(2) = *A. repens* var. *littorale* subvar. *barbatum*.

MM. R. DE LITARDIÈRE et G. MALCUIT [85] ont reconnu également une analogie frappante « bien que la composition floristique soit un peu différente », entre la flore du *Juncetum maritimi* du lit-

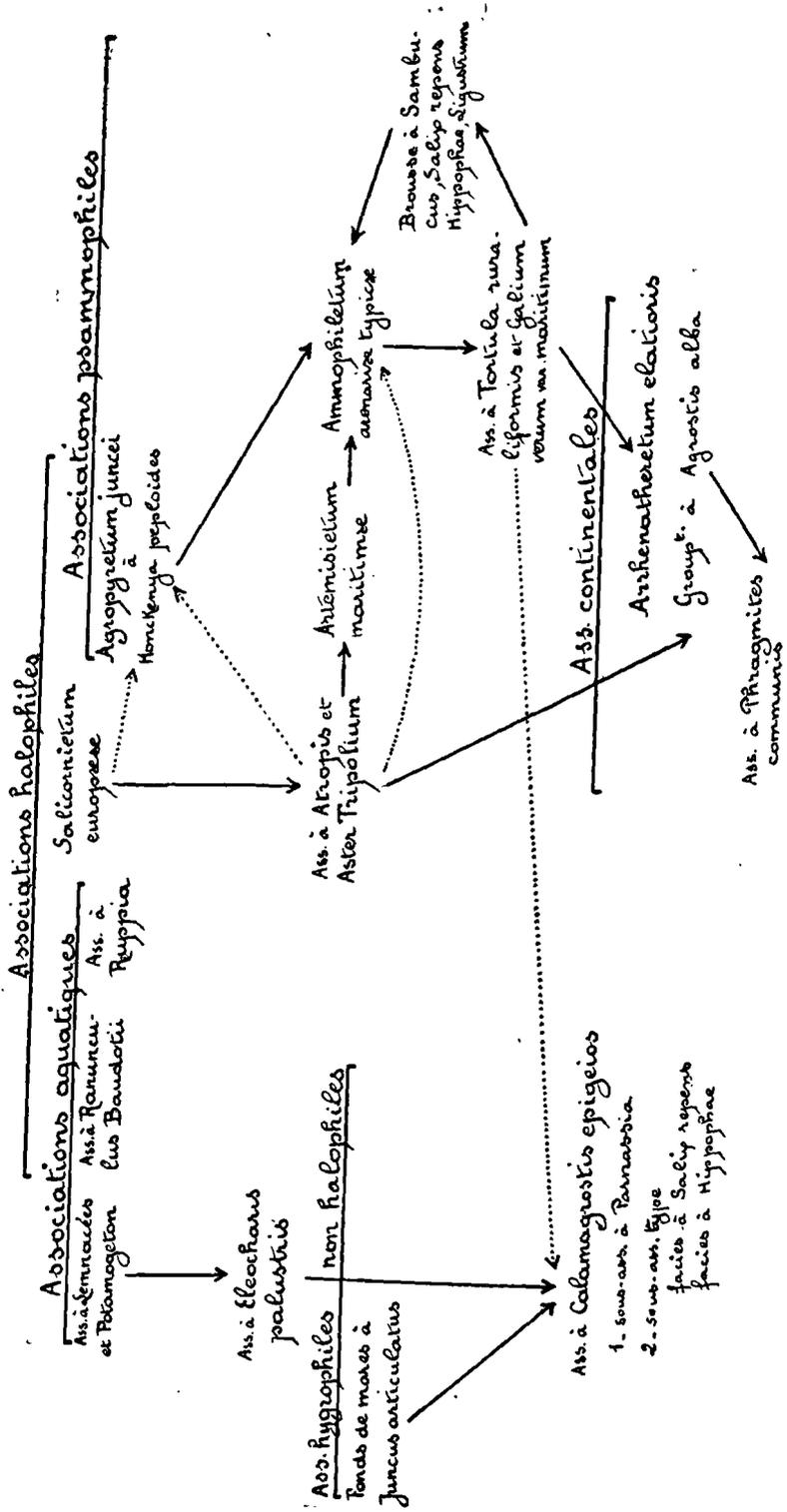
TABLEAU XXIV	Peuplement à Phragmites	Peuplement à Juncus	Observations (1)
<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>		+	1-2 C. Agr.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+	1-2	+ 1-2 C. Cal.
<i>Holcus lanatus</i>		+	1
<i>Scirpus maritimus</i>	1-2	2	+ 2
<i>Eleocharis palustris</i>		+	1 C. El.
<i>Carex vulpina</i>	+	1	+ 1
<i>C. helodes</i>	+	1	+ 1 C. Cal.
<i>Juncus maritimus</i>	+	1-2	2-3 3
<i>J. articulatus</i>	+	1-2	+ 1-2
<i>Helleborine palustris</i>		+	1 C. Cal.
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>		+	1
<i>Rumex crispus</i>	+	1	
<i>Trifolium repens</i>	+	1-2	
<i>T. fragiferum</i>	+	1	
<i>Hippophae rhamnoides</i>	+	1	+ 1
<i>Linum catharticum</i>		+	1
<i>Epilobium hirsutum</i>	+	1	+ 1
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>		+	1-2
<i>Apium graveolens</i>	+	1	+ 1
<i>Oenanthe Lachenalii</i>	+	1	
<i>Samolus Valerandi</i>	+	1	+ 1
<i>Glaux maritima</i>	+	1	+ 1 C. Atr.
<i>Gentaurium umbellatum</i>	+	1	+ 1
<i>Blackstonia perfoliata</i>	+	1	+ 1
<i>Myosotis scorpioides</i>		+	1
<i>Brunella vulgaris</i>		+	1
<i>Lycopus europaeus</i>	+	1	
<i>Mentha aquatica</i>	+	1-2	2 2
<i>Galium palustre</i>	+	1-2	
<i>Plantago major</i>	+	1	
<i>Eupatorium cannabinum</i>	+	1	
<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	1	+ 1
<i>Senecio Jacobaea</i>		+	1
<i>Cirsium lanceolatum</i>	+	1	
<i>C. palustre</i>	+	1	+ 1

toral anglais et celle de leur *Phragmitetum communis* à *Juncus Gerardi* dont nous donnons ci-dessous un relevé, effectué par eux à l'estuaire de la Slack, près du pont de la route d'Ambleteuse :

(1) C. Agr. = caractéristique du groupement à *Agrostis alba* subsp. *eu-alba* ; C. Cal. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis epigeios* ; C. El. = caractéristique de l'association à *Eleocharis palustris* ; C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium*.

Ch	<i>Atriplex portulacoides</i>	+	1
H	<i>Triglochin maritimum</i>	+	1-2
H	<i>Festuca rubra</i> subvar. <i>arenaria</i> fa. <i>glabrispicula</i>	+	1-2
H	<i>Potentilla Anserina</i>	+	1
H	<i>Apium nodiflorum</i>	+	1
H	<i>Glaux maritima</i>	2	1-2
H	<i>Statice Limonium</i>	+	1
H	<i>Aster Tripolium</i>	+	1
G	<i>Phragmites communis</i>	4	4
G	<i>Scirpus maritimus</i>	+	1-2
G	<i>Juncus Gerardi</i>	2-3	3

Tableau récapitulatif des Associations



DEUXIEME PARTIE

ORIGINE DE LA FLORE SES MODIFICATIONS ACTUELLES

CHAPITRE I

ORIGINE DE LA FLORE

Avant d'aborder le problème délicat de l'origine de la flore des dunes, des pannes et des halipèdes, il est absolument nécessaire d'examiner une question importante : celle de l'aire d'extension des espèces cantonnées dans notre dition.

Nous avons relevé (d'après nos recherches personnelles, les indications données par plusieurs auteurs, en particulier MAGNEL, MASSART, DE WILDEMAN et DURAND et des observations inédites que le D^r BOULY DE LESDAIN nous a aimablement communiquées) 465 espèces, sous-espèces, variétés ou sous-variétés de plantes vasculaires spontanées (1) :

- 1° — Endémiques : 0.
- 2° — Types appartenant à la flore euro-sibérienne (et éventuellement boréo-américaine) : 378, soit 81 %.
- 3° — Types aralo-caspiens : 2, soit 0,5 %.

(1) Nous comprenons *variété* dans le sens de race et nous n'envisageons pas comme telles un certain nombre de micromorphes, décrites par DUMORTIER en particulier, qui ne représentent vraisemblablement que de simples formes ou même des états purement stationnels.

Nous n'avons pas fait entrer en ligne de compte les hybrides.

- 4° — Types subméditerranéens : 18, soit 4 %.
 5° — Types communs au domaine atlantique et à la région méditerranéenne : 15, soit 3 %.
 6° — Types cosmopolites : 52, soit 11,5 %.

*
 **

Parmi les types euro-sibériens (et éventuellement boréo-américains) nous devons faire une mention toute spéciale pour ceux qui appartiennent au domaine euro-atlantique.

Les plantes eu-atlantiques ou subatlantiques de notre dition sont au nombre de 43, soit 9,2 %. En voici la liste, avec l'indication de leur répartition géographique :

A. — Types eu-atlantiques

A partir du domaine atlantique s'est produit, ainsi que l'a montré le Dr BRAUN-BLANQUET [21], plusieurs irradiations : scandinave, baltique, hercynienne, méditerranéenne et maurétanienne. Nous pouvons donc retrouver un certain nombre de ces types soit dans le domaine médio-européen, soit dans la région méditerranéenne. D'autre part, quelques espèces, présentant leur maximum de développement dans le domaine atlantique, se rencontrent également dans le domaine circumboréal.

a. — TYPES PROPRES A LA ZONE LITTORALE DU SECTEUR BORÉO-ATLANTIQUE

Atriplex laciniata L. (= *A. farinosa* Dum., *A. arenaria* Woods).
Domaine atlantique. Secteur boréo-atlantique : depuis les Faër-Oer et la Norvège occid. et mérid. jusqu'à la Manche.

Domaine médio-européen : Suède mérid., côtes allemandes de la Baltique.

Thalictrum minus L. subsp. *dunense* (Dumort.) Ry et Fouc. —
Domaine atlantique. Secteur boréo-atlantique : à partir de l'Irlande, l'Angleterre et la Belgique, France (Pas-de-Calais et Somme).

Domaine médio-européen : Suède mérid., Finlande, côtes allemandes de la Baltique.

Centaurium vulgare Rafn (= *Erythraea compressa* Hayne). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis la Norvège mérid. jusqu'à la France (Manche : de Surville à Saint-Germain-sur-Ay).

Domaine médio-européen : jusqu'en Finlande et en Bohême.

Galium verum L. var. *maritimum* DC. (= var. *littorale* Brébiss.). *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : du Danemark à la France (probablement la Manche) (1).

β. — TYPES COMMUNS A LA ZONE LITTORALE DE LA PLUS GRANDE
PARTIE DU DOMAINE EUROPÉO-ATLANTIQUE

Koeleria albescens DC. (s. lat.). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de l'Ecosse (paraît manquer entre la Somme et le Calvados) ; secteur armorico-aquitainien : s'étend jusqu'à Toulouse [sec. ROUY, 108] ; secteur boréo-atlantique : jusqu'à la Galice (incl.).

Festuca rubra L. subsp. *dumetorum* (L.) Hack. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de l'Angleterre (côte E. à partir du district de Yarmouth et côte S. à Exmouth et à Poole) et de la Hollande ; secteur armorico-aquitainien ; secteur ibéro-atlantique : jusqu'en Galice.

Domaine médio-européen : Poméranie (?).

Atropis procumbens (Curt.) Richt. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de l'Irlande, l'Angleterre et la Hol-

(1) M. FOUILLADE nous a obligeamment communiqué les renseignements suivants : « Nous avons, sur le littoral atlantique, dans les lieux sablonneux et même assez loin dans l'intérieur une forme de *Galium verum*, à tige couchée et courte qui, si elle n'est pas tout-à-fait la var. *littorale* Brébiss. en est certainement très voisine. C'est d'elle que Lloyd dit : sables maritimes, où, ainsi que dans les lieux très secs, la tige est quelquefois couchée et la panicule courte, peu fournie.

Il semble bien que Rouy ait compris notre plante dans ce qu'il nomme var. *littorale*. Mais est-ce exactement celle-ci ? La nôtre n'est ordinairement pas d'aussi petite taille que ce que j'ai vu du Calvados ou de la Manche. De plus, on ne la trouve guère que dans les sables depuis longtemps consolidés, à quelque distance du rivage. Je ne l'ai jamais vue dans les sables mouvants, les dunes, où l'on trouve seulement : *G. arenarium*, *G. neglectum* et les *G. arenarium* × *erectum* en compagnie de *Carex arenaria*, *Haliantus peploides*, *Convolvulus Soldanella*, *Phleum arenarium*, *Matthiola sinuata*, *Euphorbia portlandica*, etc. La var. *littorale* (la seule vraie ?) ne se montrerait-elle pas dans ce genre de stations qu'à partir du point où le *G. arenarium* cesse d'exister ? »

lande ; a été signalé autrefois en Belgique, à Adinkerke et Ostende et n'a pas été retrouvé depuis. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'en Galice.

Existe en Syrie et Mésopotamie où il n'est sans doute qu'adventice.

Carex arenaria L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Norvège mérid. (62° lat. N.) et des Iles Britanniques (62° lat. N.). En France s'étend à l'intérieur jusque dans la Seine-et-Oise, l'Oise, la Marne et l'Aisne. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid., Finlande, côtes des pays baltes et côtes allemandes de la Baltique ; s'étend dans les plaines de l'Allemagne du Nord jusqu'à Posen, en Silésie, en Lusace, dans le Brandebourg, la Saxe et la Westphalie jusqu'à Niederheim.

Région méditerranéenne : Espagne centrale.

Adventice dans l'Amérique du Nord (Virginie, près Norfolk).

Carex trinervis Degl. (1). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis le Danemark (seulement dans l'île Fanö) ; en Angleterre dans le Norfolk. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Danemark (Seeland), Finlande (Wasa).

Asparagus officinalis L. var. *maritimus* Van Hall. (= *A. prostratus* Dum.). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Hollande. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique (Santander).

Domaine médio-européen : côtes allemandes de la Baltique.

Salix repens L. subsp. *dunensis* Rouy. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusque sur le littoral du Minho et de la Beira.

Domaine médio-européen : côtes allemandes de la Baltique.

Arenaria serpyllifolia L. var. *macrocarpa* Lloyd. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis l'Angleterre. Secteur armorico-aquitainien.

(1) Signalé dans les forêts de Raismes et Vicoigne (Nord) par l'abbé Godox [70]. Evidemment erreur !

Cochlearia danica L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir des Faër-Oer et de la Norvège mérid. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'aux îles Berlengas.

Domaine médio-européen : Suède mérid., Finlande S.-W., côtes de la Baltique.

Ulex europaeus L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir des Îles Britanniques et du Danemark (en France jusqu'au pied du Jura). Secteur armorico-aquitainien (à l'E. jusque dans le Massif Central). Secteur ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : probablement seulement introduit (Suisse, Bavière, etc.).

Région méditerranéenne : s'étend jusqu'en Corse et en Italie.

Ononis spinosa L. subsp. *maritima* (Dum.) R. Lit. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis les Îles Britanniques. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'au Portugal (excl.).

Anthyllis Vulneraria L. subsp. *maritima* (Schweigg.) Asch. et Graebn. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Norvège. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique jusqu'au Portugal (excl.).

Domaine médio-européen : Scandinavie ; s'étend sur les côtes de la Baltique jusqu'à Dantzig ; isolé dans la Russie centr. [sec. ASCHERSON et GRAEBNER, 3].

Erodium bipinnatum (Cav.) Willd. var. *sabulicolum* (Jord.) Bruhm. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique depuis la Belgique (Nieuport). Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'au Tage.

Polygala vulgaris L. var. *dunensis* (Dum.) Rouy. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis les Îles Britanniques et la Belgique. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'au Portugal.

Domaine médio-européen : Lorraine, Sarrebourg (subvar. *ci-liata*).

Viola tricolor L. var. *maritima* Marss. — *Domaine atlantique*.

Secteur boréo-atlantique : à partir du Danemark et de l'Angleterre (Lancashire W.). Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'en Galice.

Domaine médio-européen : Suède mérid., Lettonie, côtes allemandes de la Baltique.

Armeria maritima (Mill.) Willd. — *Domaine circumboréal* : Islande.

Domaine atlantique. Secteur boréo-atlantique. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'au Minho.

Domaine médio-européen : Suède mérid. (Skane, Bohuslän).

Galium Mollugo L. subsp. *neglectum* (Le Gall) Rouy. — Forme encore mal connue dont la répartition exacte reste à déterminer ; signalée seulement en France, sur les côtes de la Manche et de l'Océan.

Artemisia maritima L. var. *pseudogallica* Rouy. — *Domaine atlantique*. Secteurs boréo-atlantique et armorico-aquitainien : la répartition de cette variété est fort peu connue ; elle existe en Angleterre, en Belgique et sur les côtes françaises, de Dunkerque à Bayonne [sec. ROUY, 108].

γ. — TYPES EURYATLANTIQUES

Ammophila arenaria (L.) Link. var. *genuina* Briq. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Norvège (Bergen) ; en dehors du littoral se retrouve dans les dunes de la Campine, dans le Limbourg hollandais (Venloo), la Province rhénane (Wesel) et le Hanovre (Celle). Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'en Galice.

.. *Domaine médio-européen* : côtes de la Baltique. Isolé dans le Harz, en Haute-Lusace, en Saxe et en Galicie. Sporadique entre Hanau et Gelnhausen et dans la vallée du Rhin près Friedrichsfeld.

Région méditerranéenne (1). *Domaine méditerranéo-lusitanien* : île de Pecegueiro (2).

(1) Contrairement à l'indication de ROUY (*Fl. Fr.*, XIV, p. 80, [108]), l'*A. arenaria* type n'existe pas au Maroc. La plante spontanée des côtes atlantiques marocaines (de Tanger à Mazagan) appartient au var. *arundinacea*. Pour fixer les dunes de Mogador on a introduit des *A. arenaria* de diverses provenances (p. ex. du littoral atlantique français) [R. DE LITARDIÈRE, comm. verb.].

(2) M. DAVEAU a été assez aimable pour nous envoyer les très intéressantes

Domaine atlantique de l'Amérique du Nord.

Festuca rubra L. subsp. *eu-rubra* Hack. var. *genuina* Hack. subvar. *arenaria* (Osb.) Hack. — *Domaine circumboréal* : Iles arctiques, Scandinavie boréale, Groenland.

Domaine atlantique. Secteur boréo-atlantique : s'étend dans l'intérieur, en Belgique jusqu'à Louvain et en France jusqu'aux environs de Lille et de Vimy (Pas-de-Calais). Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique : n'a pas encore été observé à l'état spontané sous des formes typiques mais doit cependant se rencontrer dans ces secteurs, car on trouve de nombreux passages entre cette variété et le subsp. *dumetorum*, notamment sur le littoral de la Charente-Inférieure et jusqu'à Gijon (Asturies).

Domaine médio-européen : île d'Aland et côtes allemandes de la Baltique.

Domaine atlantique de l'Amérique du Nord (Terre-Neuve).

Honckenya peploides (L.) Ehrh. — *Domaine circumboréal* : Spitzberg, Islande, Norvège, Suède, Russie, Sibérie, Kamtchatka, île Satchaline ; Amérique arctique.

Domaine atlantique. Secteurs boréo-atlantique, armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid., côtes allemandes de la Baltique.

Cochlearia officinalis L. subsp. *eu-officinalis* Asch. et Graebn. (= var. *maritima* Gr. et Godr.). — *Domaine circumboréal* : Islande, Spitzberg, Nouvelle-Zemble, Amérique du Nord arctique.

Domaine atlantique. Secteurs boréo-atlantique, armorico-aquitainien, ibéro-atlantique jusqu'au Portugal (excl.).

observations suivantes : « Les botanistes portugais ne semblent pas s'être attachés à solutionner la question de la distinction des var. *genuina* Briq. et *arundinacea* (Host.) Hüb. ; mais il résulte des recherches que je viens d'entreprendre à votre intention que les deux races existent sur la côte portugaise.

1° *Ammophila arenaria* var. *genuina* ne se rencontre (dans nos collections) que dans l'île de Pecegueiro (Pêcher), petite île déserte qui se trouve à quelques milles de Villa Nova de Milfontes, entre l'embouchure du Rio Sado et le cap Saint-Vincent. J'ai exploré cette petite île en 1886 au mois d'avril. La plante est identique aux exemplaires du Nord de l'Europe (Océan, Baltique) — glumelles bien plus courtes que les glumes et trois fois plus longues que les poils.

2° *Ammophila arenaria* var. *arundinacea*. C'est cette forme que l'on trouve sur le littoral continental : Mattosinhos (Douro) et Figuera da Foz (estuaire du Mondego) — ces exemplaires sont identiques à ceux de Gibraltar, Tanger, Palerme, Baléares, côtes du Languedoc, etc. »

Domaine médio-européen : côtes allemandes de la Baltique jusqu'à Dantzig et Pillau ; isolé en quelques points de l'Allemagne occid. Adventice dans l'Europe centr. (Allemagne, Autriche, Suisse, France E., Italie septentr.).

B. — Types subatlantiques

Aira praecox L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir du S.-W. de la Norvège et des Faër-Oer. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suisse (douteux), Italie septentr., Allemagne centr., Hercynie et jusqu'en Bohême ; dans le N. jusqu'à Kœnigsberg ; Russie centr. (Moscou, Kazan, [sec. LEDEBOUR, 80]).

Région méditerranéenne : Espagne centr., Dalmatie, Crimée [sec. LEDEBOUR, 80].

Adventice dans l'Amérique du Nord.

Corynephorus canescens (L.) P. B. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir du Danemark ; en Angleterre seulement sur les côtes du Norfolk, Dorset, Suffolk et îles de la Manche. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : se retrouve jusqu'à la Suède mérid. ; paraît seulement adventice en Europe centr. (p. ex. en Suisse).

Région méditerranéenne : principalement dans la partie W. (Portugal, Maroc, etc.).

Atropis maritima (L.) Griseb. — *Domaine circumboréal* : Islande, Spitzberg, Ile des Ours, Nouvelle-Zemble, côtes arctiques de l'Asie, Saint-Lawrence Island, Groenland.

Domaine atlantique. Secteurs boréo-atlantique, armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : côtes de la Baltique.

Région méditerranéenne : Algarve, Pyrénées-Orientales ; extrêmement douteux en Corse, en Italie, en Sardaigne et en Crimée.

Sachaline ; Amérique du Nord atlantique.

Bromus molliformis Lloyd. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis l'Angleterre ; secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Région méditerranéenne : Espagne, France, Italie, Istrie, Croatie, Dalmatie, Algérie.

Carex helodes Link (= *C. laevigata* Sm.). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis la Grande-Bretagne, à l'E. jusqu'à Spa. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Prusse rhénane.

Région méditerranéenne : France (rare) ; isolé en Corse.

Adventice dans l'Amérique du Nord (Massachusetts).

Thesium humifusum DC. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : Angleterre, Belgique, France ; à l'E. jusqu'à la Lorraine. Secteur armorico-aquitainien.

Domaine médio-européen : Ardennes, forêt de la Serre, Lorraine, environs de Lyon.

Région méditerranéenne : très rare (Catalogne, Gard).

Cerastium pumilum Curt. subsp. *tetrandrum* (Curt.) Corb. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Norvège occid. et des Faër-Oer. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Région méditerranéenne : midi de la France et jusqu'aux îles tyrrhéniennes.

Trifolium fragiferum L. var. *pulchellum* Lange. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à Malo (in herb. BOULY DE LESDAIN). Secteur armorico-aquitainien (Biarritz). Secteur ibéro-atlantique : sur le littoral de l'Espagne.

Région méditerranéenne : Corse (Etang d'Urbino), Italie (Pise),^M

Polygala serpyllifolia Hose. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir de la Norvège ; en France à l'E. jusque dans les Ardennes. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid. ; Allemagne centr. et mérid., à l'E. jusqu'à Greifswald et Dresde ; Bohême (Teplitz) ; France E. et S. E. ; Suisse ; Vorarlberg ; Italie septentrionale.

Région méditerranéenne : Espagne, Abruzzes.

Myriophyllum alterniflorum DC. — *Domaine circumboréal* : Groenland, Islande, Finmark.

Domaine atlantique. Secteurs boréo-atlantique, armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid. ; Finlande ; la plus grande partie de l'Allemagne, mais manque dans la Prusse orient. et la Thuringe ; France E. ; Suisse ; Bohême.

Région méditerranéenne : Espagne, Italie, Sardaigne, Sicile, Algérie.

Domaine atlantique de l'Amérique du Nord : Terre-Neuve, N.-E. des Etats-Unis jusqu'à Boston.

Apium repens (Jacq.) Reichf. f. — *Domaine atlantique.* Secteur boréo-atlantique : depuis le Danemark. Secteur armorico-aquitainien. Secteur ibéro-atlantique : jusqu'à l'Alemtejo.

Domaine médio-européen : E. de la France ; en Allemagne ne dépasse pas vers le N. la ligne de Clève, Hildesheim, Haberstadt, Dessau, Golssen, district de Luckau, Francfort-sur-Oder, Pyritz ; isolé à Posen ; Suisse ; Tyrol ; Salzbourg ; Carinthie, Styrie, Haute- et Basse Autriche.

Région méditerranéenne : Espagne, Italie (Ligurie, sous des formes très affines) ; isolé au Maroc (Grand et Moyen Atlas).

Apium inundatum (L.) Reichb. f. — *Domaine atlantique.* Secteur boréo-atlantique : depuis le Danemark. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid. ; Allemagne N.-W. et N. jusqu'en Poméranie ; isolé dans la Hesse-Nassau, la Lusace, le Haut-Palatinat ; Russie, région de Leningrad et de Moscou. †

Région méditerranéenne : Espagne, Italie, Sicile, Tunisie.

Petroselinum segetum (L.) Koch. — *Domaine atlantique.* Secteur boréo-atlantique : depuis l'Angleterre et la Belgique. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Italie septentrionale.

Région méditerranéenne : Espagne (Aragon mérid.), France, Ligurie, Toscane.

Anagallis tenella (L.) Murray. — *Domaine atlantique.* Secteur boréo-atlantique : à partir des Iles Britanniques, de la Westphalie (Crefeld) et de la Hollande (Maestrich). Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : France E. ; Suisse, Italie septentr., Tyrol.

Région méditerranéenne : Algarve, Espagne, Alpes-Maritimes, Ital. centr., Sardaigne, Grèce (Crète, Corfou), Tunisie, Algérie, Maroc (Tanger, Moyen Atlas).

Scrophularia aquatica L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir des Iles Britanniques et de la Hollande. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : France E. (Alsace), Suisse, Italie septentr., Allemagne jusqu'au Palatinat et Bade.

Région méditerranéenne : Espagne, Corse.

Galium saxatile L. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : à partir du Danemark. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Allemagne centr. et mérid. jusqu'en Lusace et au Riesengebirge ; Pologne S.-W. (?).

Région méditerranéenne : Espagne centrale et orientale.

Carduus tenuiflorus Curt. — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis le Danemark. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suisse mérid., Italie septentr., Croatie.

Région méditerranéenne : France, Espagne, Italie, Sardaigne, Dalmatie.

Peut-être pourrait-on ranger aussi dans cette catégorie :

Ranunculus Baudotii Godr. (1). — *Domaine atlantique*. Secteur boréo-atlantique : depuis le Danemark. Secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : Suède mérid., Finlande, côtes allemandes de la Baltique ; à l'intérieur isolé en de nombreuses localités du centre et de l'E. de la France, en Suisse (Valais).

Région méditerranéenne : Maroc occid., Algérie, Espagne, Baléares, côtes françaises de la Méditerranée, Istrie, Italie, Sardaigne, Sicile, Grèce, Palestine.

(1) Incl. *R. confusus*, ainsi que l'a montré l'excellent monographe des *Batrachium*, M. FÉLIX [62].

**

Reliques glaciaires

Nous étudierons plus loin (p. 139) la répartition des espèces suivantes que nous considérons comme des vestiges d'une flore boréale :

- Equisetum variegatum* Schleich.
- Elymus arenarius* L.
- Scirpus pauciflorus* Lightf.
- Carex disticha* Huds.
- Liparis Loeselii* (L.) Rich.
- Herminium Monorchis* (L.) R. Br.
- Parnassia palustris* L.
- Pyrola rotundifolia* L. var. *arenaria* Scheele
- Gentiana uliginosa* Willd.
- Gentiana amarella* L. subsp. *axillaris* (F. W. Schmidt)
Schinz. et Thell.

Peut-être pourrions-nous aussi considérer comme telles :

- Scirpus compressus* Pers.
- Carex fusca* All.
- Veronica scutellata* L.

**

Types aralo-caspiens

Deux espèces paraissent avoir fait partie d'une immigration vers l'W., immigration dont le centre aurait été la région aralo-caspienne (nous en donnons plus loin l'aire d'extension) :

- Atriplex pedunculata* L.
- Hippophae rhamnoides* L.

*
**

Types subméditerranéens

Phleum arenarium L. (1). — Une grande partie de la région méditerranéenne. Dans le domaine atlantique s'étend jusqu'au Danemark ; à l'intérieur jusque dans l'Oise et la Loire. Dans le domaine médio-européen remonte jusqu'à la Suède mérid. ; se rencontre à l'E., plus ou moins isolé, jusqu'à Dantzig et Vienne.

Festuca elatior L. subsp. **arundinacea** (Schreb.) Hack. subvar. **mediterranea** Hack. — Toute la région méditerranéenne. Dans le domaine atlantique s'étend au N. jusque sur les côtes belges. Dans le domaine médio-européen : Rhône, Ain, Doubs, Italie septentrionale.

Scleropoa rigida (L.) Griseb. — Toute la région méditerranéenne, d'où il s'étend à l'E. jusqu'au N. de la Perse. Dans le domaine atlantique, jusqu'en Grande-Bretagne (58°) et l'embouchure de l'Elbe. Dans le domaine médio-européen, jusqu'à Röbel (Mecklembourg), Berlin, Iéna, Dresde, Augsbourg, Munich et en Suisse. Région macaronésienne : Madère, Canaries.

Catapodium loliaceum (Huds.) Link. — Une grande partie de la région méditerranéenne. Dans le domaine atlantique, jusqu'à la Grande-Bretagne. Région macaronésienne : Canaries.

Lepturus incurvus (L.) Druce subsp. **filiformis** (Trin.) Briq. — La plus grande partie de la région méditerranéenne d'où il s'étend jusqu'à la Mer Caspienne. Dans le domaine atlantique, jusqu'aux Iles Britanniques et la Belgique. Dans le domaine médio-européen remonte jusqu'en Allemagne.

Scirpus Holoschoenus L. — Toute la région méditerranéenne. Dans le domaine atlantique remonte jusqu'à l'embouchure de l'Elbe. Dans le domaine médio-européen s'étend jusqu'à Genève, le Tessin, la Basse-Autriche, le Brandebourg, l'embouchure de l'Oder, la Pologne, la Silésie (Neisse), le S. de la Pologne. Région macaronésienne : Canaries. Mésopotamie. Arabie. Afrique du S. [var. *Thunbergii* (Schrad.) C. B. Clarke].

(1) M. A. CHEVALIER [27] a envisagé cette espèce comme un type atlantique.

Juncus mutabilis Lam. var. **genuinus** Briq. (= *J. pygmaeus* Rich.). — Presque toute la région méditerranéenne, jusqu'en Asie-Mineure (Smyrne). Dans le domaine atlantique, jusqu'aux îles de la Frise, le Jutland et l'île Lasö.

Loroglossum hircinum (L.) Rich. — Toute la région méditerranéenne. Remonte dans l'Europe centr. et occid. jusqu'en Angleterre, Belgique (entre Oostduinkerke et Coxyde (1), district calcaire), Allemagne centr., Bohême et Russie centrale.

Silene conica L. — Presque toute la région méditerranéenne, d'où il s'étend jusque dans l'Inde. Remonte dans le domaine atlantique jusqu'en Grande-Bretagne. Europe centrale.

Stellaria media (L.) Vill. var. **apetala** Gaud. (= subsp. **pallida** (Dum.) Asch. et Graebn.). — Presque toute la région méditerranéenne. Remonte dans le domaine atlantique jusqu'en Angleterre et Danemark. S'étend dans le domaine médio-européen : Suède mérid., Allemagne, France S.-E., Suisse, Tyrol mérid., Basse-Autriche, Bohême, Moravie, Transylvanie, Roumanie.

Arenaria serpyllifolia L. subsp. **leptoclados** (Guss.) Ry et Fouc. — Toute la région méditerranéenne. S'étend dans le domaine atlantique jusqu'en Scandinavie, dans le domaine médio-européen jusqu'à la Russie centrale. Région macaronésienne. Sibérie, Japon, Formose, Inde.

Ranunculus bulbosus L. var. **valdepubens** (Jord.) Briq. — Répartition assez mal connue : cette plante a été signalée dans le midi de la France, en Corse ; elle s'étend dans le domaine atlantique jusque dans le Pas-de-Calais (environs de Boulogne) et le Nord (Dunkerque) ; dans le domaine médio-européen a été constatée en Suisse (Valais, Tessin, Bâle).

Trifolium scabrum L. — Une grande partie de la région méditerranéenne. S'étend au N. jusque dans le secteur boréo-atlantique [Grande-Bretagne (57°) et Hollande]. Domaine médio-européen : France E. (Alsace), Allemagne S.-W. (Bade), Suisse occid. et mérid.,

(1) Découvert en juin 1921 par le Prof. P. MARTENS, cf. Bull. Soc. roy. bot. de Belgique, LIX, fasc. 1 (1926) p. 86.

Lombardie, Tyrol, Hongrie. Région macaronésienne (excepté dans les Açores).

Torilis nodosa (L.) Gaertn. — Presque toute la région méditerranéenne. S'étend le long des côtes de l'Europe occid. dans les secteurs ibéro-atlantique, armorico-aquitain et boréo-atlantique jusqu'au Danemark. Région macaronésienne. Adventice dans l'Europe centr. (Suisse, sec. THELLUNG), l'Amérique du N. et du S., la Nouvelle-Zélande.

Bupleurum tenuissimum L. subsp. *eü-tenuissimum* Wolff var. *genuinum* Godr. — Toute la région méditerranéenne. S'étend au N. jusqu'en Angleterre (Sussex), le S. de la Scandinavie et l'île Oesel. Europe centrale.

Blackstonia perfoliata (L.) Huds. (= *Chlora perfoliata* L.). — Toute la région méditerranéenne, d'où il s'étend à l'E. jusque dans le Caucase et la Perse. Domaine atlantique, jusqu'à la Grande-Bretagne. Domaine médio-européen : Suisse, vallée du Rhin entre Bâle et Mayence, Autriche, Bohême.

Plantago lanceolata L. var. *lanuginosa* Bast. (= *P. eriophora* Hoffmsgg. et Link). — Une grande partie de la région méditerranéenne. Remonte le long des côtes de l'Océan et de la Manche jusqu'aux environs de Dunkerque (Malo, in herb. D^r BOULY DE LESDAIN). Domaine médio-européen : sables de la Loire et du Rhin, Suisse (Valais), Tyrol. Région macaronésienne.

Valerianella rimosa Bast. (= *V. Auricula* DC.). — Presque toute la région méditerranéenne, d'où il s'étend jusqu'en Transcaucasie. Remonte dans le domaine atlantique jusqu'à la Grande-Bretagne. Se rencontre à l'E., en Allemagne et jusqu'au Banat et la Transylvanie.

*
**

Types communs au domaine atlantique et à la région méditerranéenne

Zostera nana Roth (isolé dans l'Afrique du S.)

Echinodurus ranunculoides (L.) Engelm.

Agropyrum repens (L.) P. B. var. *littorale* (Host) Fiori et Paol.

A. junceum L.

- Carex extensa* Good. (adventice dans l'Amérique du Nord)
Beta vulgaris L. var. *maritima* (L.) Koch (s'étend jusqu'à l'Inde)
Sagina maritima G. Don
Cakile maritima Scop. var. *maritima* Coss. (= *C. edentula* Jord., non Hook.)
Lotus corniculatus L. var. *crassifolius* Ser.
Euphorbia Paralias L.
Eryngium maritimum L.
Statice Limonium L. subsp. *eu-Limonium* (1) R. Lit., mss.
Asperula Cynanchica L. var. *densiflora* Gren. et Godr.
Plantago maritima L. (2)
Aster Tripolium L. (2).

L'ORIGINE DE LA FLORE

Dans son très important travail, « Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique », J. MASSART s'est déjà occupé de l'origine de la flore, en ce qui concerne le littoral belge. Nous avons cependant cru bon de reprendre cette question car, à notre avis, l'éminent botaniste belge s'est appuyé à plusieurs reprises sur des données inexactes pour étayer ses hypothèses. Nous reviendrons sur ces points litigieux au cours de la présente étude.

(1) M. ALLORGE a considéré le *Statice Limonium* comme eu-atlantique ; en nous en tenant uniquement au *S. Limonium* subsp. *eu-Limonium* [comprenant les var. *typica* Rouy, *pseudolimonium* (Reich.) Rouy, *Behen* Boiss., *hollandica* (Neum.) Rouy, *longidentata* (Lafont) Rouy] nous voyons que la répartition de ce groupe est loin d'être uniquement atlantique puisqu'il s'étend jusqu'en Sicile et en Istrie :

Domaine atlantique : Secteur boréo-atlantique, à partir de la Grande-Bretagne ; secteurs armorico-aquitainien et ibéro-atlantique.

Domaine médio-européen : côtes allemandes de la Baltique.

Région méditerranéenne : côtes françaises de la Méditerranée (Hérault), Corse, Sardaigne, Sicile (sec. BOISSIER, in herb. Jard. bot. de Montpellier), Italie [sec FIORI, 63].

A ce propos, M. DAVEAU a bien voulu nous fournir les observations ci-après : « Le *Statice Limonium* ne me paraît pas spécial au littoral océanique. Nous l'avons en herbier de Hongrie, d'Italie (Pise), de Sicile ; ce dernier exemplaire vu par Boissier et annoté par lui-même. Il est avec le *serotina* à Roquehaute, plage située près Portivagues non loin de Béziers, mais il est plus rare. En Portugal, les échantillons recueillis à l'estuaire du Mondego près Figuera da Foz ne se différencieraient point de ceux de Bretagne et des stations plus au N. ; dans ce pays les 3 variétés α *genuina*, β *pseudolimonium* et γ *macroclada* (*S. serotina*) se rencontrent dans la même région (mais peut-être pas dans la même station) ».

(2) Se retrouve dans les lieux salés de l'intérieur.

Récemment, M. A. CHEVALIER, à propos du peuplement de la Grande-Bretagne [28] a émis diverses idées ayant trait à l'origine de la flore atlantique. Il dit notamment : « La coupure entre l'Angleterre et la France a dû se faire après la dernière glaciation, alors qu'une partie de la flore des steppes avait déjà pénétré en Grande-Bretagne, mais le peuplement d'espèces venant du S. ou du S.-E. n'était pas encore terminé lorsque la séparation s'est effectuée » et encore «... le détroit ne s'est ouvert que beaucoup plus tard et pendant la dernière glaciation ainsi que durant l'âge du Renne, l'Angleterre à l'E. était encore rattachée au continent par la terre ferme ». Comme nous allons le montrer, il y a dans ces assertions une contradiction manifeste avec les données géologiques récentes (cf. en particulier les travaux de MM. A. BRIQUET et G. DUBOIS).

Rappelons donc ici succinctement ce que nous avons dit au début de notre mémoire.

A la période tyrrhénienne, qui précède immédiatement la séparation de l'Angleterre et du continent, on attribue les formations de sables jaunes de Ghyvelde avec leur faune méditerranéenne, marine, puis continentale. Bien qu'il ne subsiste aucun vestige de la flore, il est vraisemblable qu'elle avait le même caractère climatique.

Le début de Monastirien est marqué par une offensive de la mer qui rompt le pont reliant les Iles Britanniques à la France. La configuration des côtes durant cette période fut sensiblement analogue à celle du littoral actuel et le climat, ainsi qu'en témoignent les fossiles étudiés, fut tempéré.

Puis, la mer se retire (régression monastiro-flandrienne) ; le détroit s'assèche en grande partie, les glaciers würmiens ont leur maximum d'extension (1) et un climat rigoureux règne dans notre pays. Une faune (Mammouth, etc.) et probablement une flore arctiques s'installent.

Nouvelle offensive de la mer au commencement de la période flandrienne (Flandrien inférieur), le climat s'adoucit progressivement, la faune boréale est détruite. Plus tard, la mer envahit toute la Flandre, quelques îles seulement restent émergées (phase principale de la transgression flandrienne).

La mer abandonne peu à peu les terres qu'elle vient de conquérir et s'abaisse au-delà du littoral actuel ; en arrière d'un lido qui se constitue alors s'étend un pays de lagunes où se forment les tourbes (fig. 3).

(1) Les glaciers n'ont pas toutefois dépassé le N. de la Belgique.

La dernière transgression marine date de la fin de la domination romaine ; l'inondation du pays fut lente et plusieurs massifs restèrent intacts. A partir de ce moment la mer recule et différents cordons littoraux s'établissent successivement.

Il ressort de ces considérations géologiques :

1° qu'il existait une faune et vraisemblablement une flore méditerranéennes (Tyrrhénien) ;

2° que ces faune et flore méditerranéennes furent détruites ou refoulées vers le S. ; l'absence dans la flore actuelle de types méditerranéens bien tranchés serait une preuve en faveur de ces faits ;

3° qu'une faune boréale s'est installée ; probablement aussi une flore de même caractère ;

4° que la faune et la flore boréales ont été anéanties ou repoussées vers le N. (après le Flandrien inférieur) ;

5° qu'à partir du début du Flandrien moyen, la faune marque un climat tempéré et nous pouvons supposer que la flore tempérée qui devait peupler la région était sensiblement analogue à la flore actuelle.

Nous pensons donc que dès le début du Flandrien moyen la végétation actuelle a dû s'installer, ou tout au moins une flore qui en était très voisine (1) ; à cette époque la température semble avoir passé par une phase optimale, ainsi qu'en témoignent les flores bien étudiées de la Scandinavie, de l'Allemagne et de l'Angleterre ; nous n'avons aucun document pour le Nord de la France. J. MASSART écrivait que cette flore « était sans aucun doute bien différente de celle que nous connaissons actuellement car le Flandrien correspond à une période de froid intense » [100, p. 498]. Cette affirmation est basée sur les travaux de M. RUTOT qui désigne par le terme « Flandrien » une couche de limon se rapportant à la base de notre Flandrien inférieur. La contradiction n'est qu'apparente et résulte d'une confusion de mots ; la flore dont parle MASSART est celle de la période glaciaire et post-glaciaire.

(1) Une remarque de J. MASSART qui semblait en faveur de cette façon de concevoir l'origine de la flore à une époque postérieure à l'ouverture du Pas-de-Calais est dénuée de fondement. En effet, il se basait sur l'absence du *Carex trinervis* en Angleterre : « La plupart des espèces de notre littoral existent aussi en Angleterre. *Carex trinervis* fait exception. Comme il est peu probable que la plante ait été exterminée en Angleterre, nous sommes conduits à admettre qu'elle n'y a jamais pénétré et qu'elle n'habitait pas les environs du Pas-de-Calais au moment où s'est opérée la rupture de l'Angleterre avec le continent » [100, p. 109]. Ce *Carex* a été trouvé sur la côte du Norfolk [KUKENTHAL, 7 p. 312].

Il est peu probable que tout le littoral fut occupé à cette époque par une flore « de bruyères et de marais » [J. MASSART, 100, p. 500] ; en effet, si le pays était couvert de lagunes, c'était comme nous l'avons dit, en arrière d'un cordon dunal. De plus, au moment de la dernière transgression marine, la mer ne recouvrait la plaine qu'à marée haute et au reflux le vent pouvait très bien soulever les matériaux déposés sur la plage et les accumuler en dunes. La flore *psammophile* devait donc exister sinon partout, du moins sur le lido et les dunes qui avaient pu se former plus en arrière. Au fur et à mesure que le pays s'exondait, de nouvelles dunes naissaient et recevaient certainement les semences de plantes qui vivaient sur les dunes plus anciennes. Il est à peu près évident que la propagation des espèces littorales a suivi le mouvement de la mer et l'établissement des cordons dunaux.

Le problème consiste donc à rechercher l'origine de la flore flamandaise.

L'adoucissement de la température après la période würmienne permit peu à peu la colonisation des sables (en particulier le lido et les vieilles dunes de Ghyvelde) par des espèces vivant à ce moment dans des régions dont les climats correspondaient à celui qu'elles rencontraient chez nous. Cette colonisation n'a pu se faire que par des plantes venues du S. ou du S.-W. et pour les espèces littorales xérophiles ou halophiles en particulier, qui se sont vraisemblablement répandues le long des côtes ou dont les semences auraient été apportées par les courants marins, il a dû exister un courant migrateur local, dirigé en sens inverse des grandes migrations climatiques. Un autre courant E.-W. amena probablement chez nous les espèces non spécialement littorales.

Les dunes de Ghyvelde, très anciennes, puisqu'elles datent d'avant la colonisation végétale post-würmienne, nous apparaissent comme ayant dû être le point de départ de la propagation des espèces psammophiles au fur et à mesure que se formaient de nouvelles dunes. Comme l'a dit si justement le D^r BOULY DE LESDAIN, « au point de vue de la géographie botanique on peut tirer des conclusions importantes de la persistance des dunes pleistocènes jusqu'à notre époque et admettre que quelques-uns des Phanérogames ou des Cryptogames qui y végétaient ont colonisé nos dunes littorales » [15]. Existants depuis le Tyrrhénien, elles ont sans doute fait partie « de la ligne de rivage monastirienne ou flamandaise » [G. DUBOIS, 54, p. 163] et restèrent vraisemblablement émergées jusqu'au Moyen-

TABLEAU XXV		1	2	3
<i>Ammophila arenaria</i> .			+ 2	
<i>Anthoxanthum odoratum</i> .				+ 1
<i>Aira praecoë</i> .				1-2 1
<i>Corynephorus canescens</i> .	+ 1	+ 1-2		+ 1
<i>Poa annua</i> .				+ 1
<i>Festuca ovina</i> var. <i>temuifolia</i> .				+ 1-2
<i>F. dertonensis</i> var. <i>sciuroides</i> .				+ 1
<i>Carex arenaria</i> .	3-4	4 1	2-3	4 2-3
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i> .			+ 4-2	
<i>Rumex Acetosella</i> .			+ 1	+ 1
<i>Cerastium semidecandrum</i> .				+ 1
<i>Sagina apetala</i> subsp. <i>ciliata</i> .				+ 1
<i>Sedum acre</i> .	+ 1	+ 1		
<i>Ornithopus perpusillus</i> .				+ 1
<i>Vicia lathyroides</i> .				+ 1
<i>Hippophaë rhamnoides</i> .			+ 1	
<i>Erodium cicutarium</i> .	+ 1	+ 1	1 1	1
<i>Helianthemum Chamaecistus</i> .			+ 1	
<i>Viola tricolor</i> var. <i>maritima</i> .			+ 1	
<i>Anthriscus vulgaris</i> .	+ 1			
<i>Centaureum umbellatum</i> .			+ 1	+ 1
<i>Blackstonia (Chlora) perfoliata</i> .				+ 1
<i>Convolvulus arvensis</i> .				+ 1
<i>Cynoglossum officinale</i> .	+ 1	+ 1		
<i>Anchusa azurea</i> (1).			+ 1	+ 1
<i>Myosotis collina</i> .				+ 1
<i>Echium vulgare</i> .				+ 1
<i>Brunella vulgaris</i> .			+ 1	
<i>Veronica arvensis</i> .				+ 1
<i>Orobanche caryophyllacea</i> .				+ 1
<i>Galium verum</i> var. <i>maritimum</i> .	+ 2	+ 1 2		+ 1
<i>Bryonia dioica</i> .			+ 1-2	
<i>Arnoseris pusilla</i> .				+ 1
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i> .				+ 1
<i>Hypochoeris radicata</i> .			+ 1	
<i>Senecio Jacobaea</i> .	+ 1	+ 2	2	1
<i>Tortula ruraliformis</i> .	4	4 2	2-3	1 2
<i>Hypnum cupressiforme</i> .	+ 2			4 4
<i>Camptothecium lutescens</i> .	+ 1	+ 1		
<i>Brachythecium albicans</i> .	+ 1			
<i>Polytrichum piliferum</i> .				+ 1
<i>Rhacomitrium canescens</i> .				+1 2
<i>Ceratodon</i> sp.				2 3
<i>Pinus silvestris</i> (planté).			+ 1	
<i>Populus monilifera</i> (planté).	+ 1			

(1) Cette espèce nous semble devoir être considérée comme naturalisée dans les dunes des environs de Dunkerque ; elle est assez commune à Ghyvelde, dans les dunes internes, à Zuydcoote, près du Sanatorium et le long de la voie ferrée, à Malo-Terminus, sur le talus du Fort des dunes et à Saint-Pol, le long d'une voie ferrée (ces deux dernières localités d'après le D^r BOULY DE LESDAIN). Nous avons constaté qu'une forme à fleurs blanches est assez commune dans les dunes de Ghyvelde ; à Malo-Terminus le D^r BOULY DE LESDAIN en a découvert deux échantillons ainsi qu'une forme à fleurs roses.

Age où elles servirent de soubassement aux dunes internes actuelles formées par les sables à *Cardium*.

La flore des dunes internes et les associations psammophiles sont sensiblement les mêmes que sur le cordon actuel et ont tout au moins une très grande analogie avec celles-ci.

L'*Agropyretum* n'existe pas ; ceci n'étonnera certainement pas après ce que nous avons dit sur l'écologie et le dynamisme de ce groupement.

L'*Ammophiletum* s'est développé en certains points, où les dunes ont été remaniées (Pl. VIII, fig. 16). Les tempêtes n'épargnent pas ces dunes situées à une assez grande distance du rivage (2,5 km. environ) et le sable que l'on pouvait croire fixé définitivement redevient souvent le jouet des vents d'hiver. D'ailleurs, « ces dunes deviennent de jour en jour plus sèches et plus mobiles » [D^r BOULY DE LESDAIN, 15] par suite de l'assèchement des Moères.

Nous donnons ci-dessous deux relevés effectués dans la propriété de M. DESWARTE, au N. de la route qui conduit du village de Ghyvelde à Adinkerque.

A				B	
<i>Ammophila arenaria</i>	1-2	2	<i>Ammophila arenaria</i>	4	3-4
<i>Carex arenaria</i>	+	1	<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>du-</i>		
<i>Salix repens</i> subsp. <i>du-</i>			<i>metorum</i>	+	1-2
<i>nensis</i>	+	1	<i>Carex arenaria</i>	1	2
<i>Senecio Jacobaea</i>	+	1	<i>Erodium cicutarium</i> (s.		
			lat.)	+	1
			<i>Anchusa azurea</i>	+	1
			<i>Bryonia dioica</i>	+	1
			<i>Senecio Jacobaea</i>	+	1
			<i>Populus monilifera</i>		
			(planté)	+	1

L'association à *Tortula ruraliformis* est largement représentée dans ces anciennes dunes. De grandes étendues sont couvertes de Mousses ; cependant *Tortula ruraliformis* ne domine pas partout et une autre Muscinée, l'*Hypnum cupressiforme* tend également à envahir le sol ; toutefois, les constituants de l'association restent les mêmes.

Les trois relevés du tableau XXV donneront une idée de la composition floristique de ce groupement :

1-2 — effectués en des points où le *Tortula* domine.

3 — où l'*Hypnum* prend l'avantage.

Pour compléter cet aperçu sur la flore des dunes de Ghyvelde disons que dans les dépressions, moins humides cependant que les pannes des dunes littorales, on retrouve encore mais fragmentaires et peu différenciées les associations hygrophiles où dominant surtout le *Calamagrostis epigeios* (Pl. VIII, fig. 16). Quelques mares persistent même ; nous y avons constaté la présence des ceintures de végétation que nous avons reconnues sur le bord des mares creusées au milieu des pannes littorales.

Les dunes de Ghyvelde renferment un certain nombre d'espèces calcifuges ; nous reviendrons sur ce point à propos des modifications actuelles de la flore (p. 144).

Nous admettons que la végétation hygrophile des pannes en dehors des espèces psammophiles qui supportent une certaine humidité, serait un vestige de la flore des marécages, particulièrement bien développés à l'époque romaine mais qui existèrent dès le début du Flandrien et où s'est formée la tourbe. L. DEBRAY [35, p. 450-451] qui a étudié cette tourbe cite comme constituants, en particulier pour la tourbière de Bois-en-Ardres, des Joncacées, des Typhacées, des Iridacées et les essences suivantes : « chêne, frêne, sapin, noyer, sorbier, bouleau, saule, buis, noisetier, épine ». Trois espèces dont la présence étonne retiendront notre attention. Dans les tourbières d'Ardres on a retrouvé un cylindre de bois de sapin arrondi à ses extrémités, dans celle de Bois-en-Ardres, un piquet en bois de noyer ; ces deux essences, sapin et noyer, qui ne sont pas spontanées dans notre pays et qui vraisemblablement n'ont pas dû l'être durant le quaternaire, ont certainement été cultivées par les Gaulois ou les Romains, autour de leurs habitations. D'ailleurs, l'existence du buis, qui fut souvent planté par les Romains le long des routes, vient confirmer cette façon de voir ; si on admettait, ce qui est bien peu probable, la spontanéité du *Buxus*, il faudrait envisager cette espèce comme une relique des périodes chaudes antérieures, car c'est un thermophile très net. Dans l'Europe moyenne, elle se montre comme calcicole presque exclusive, tandis que dans la région méditerranéenne elle est indifférente à la nature du substratum ; il y a là une exigence plutôt thermique que chimique [R. DE LITARDIÈRE, 83, p. 128].

En dehors des nombreuses espèces, immigrées après la glaciation würmienne, et qui constituent la majeure partie de la flore des panes, il paraît vraisemblable que les plantes suivantes, presque toutes hygrophiles ou mésophiles — et dont nous donnons la répartition géographique — soient des reliques de la flore boréale :

Equisetum variegatum Schleich. — Europe boréale (depuis le Spitzberg, l'île des Ours, la Nouvelle-Zemble, l'Islande, la Scandinavie et la Finlande), occidentale et centrale ; Sibérie jusqu'au Chukchesland ; Amérique boréale depuis le 81° 44' (Grinnell Land).

Elymus arenarius L. — Islande, Scandinavie depuis le Finmark, île Waigats, Terre des Samoyèdes, Finlande, Esthonie, Livonie, Lithuanie, côtes allemandes de la Baltique, Danemark, Faër-Oer, Grande-Bretagne, Hollande, Belgique, France jusqu'à la Manche, Russie centrale, Caucasic ; Sibérie jusqu'au Kamtchatka ; N. de l'Amérique du Nord.

Scirpus pauciflorus Lightf. — Type boréo-alpin largement répandu en Eurasie et dans l'Amérique du Nord ; beaucoup plus rare dans les montagnes méditerranéennes (Moyen-Atlas, Sierra Nevada, Sierra de Guadarrama, Aragon mérid., Apennins, Thessalie, Asie-Mineure).

Carex disticha Huds. — Europe surtout boréale, se rencontre jusque dans les Pyrénées, la France mérid., le N. de l'Italie, la Serbie, la Roumanie, la Russie mérid. ; Sibérie, des steppes de la mer d'Aral jusqu'à la Baïkalie, la Dahurie, la Mandchourie et le Yunnan.

Liparis Loeselii (L.) Rich. — S. de la péninsule scandinave, Danemark, îles britanniques, Belgique (littoral, campine et district argilo-sablonneux), France occid. jusqu'à la Gironde, Alsace, Suisse (Tessin), N. de l'Italie (1), la plus grande partie de l'Allemagne, Hongrie, Transylvanie, Bosnie, Russie centr. et orient. ; Amérique du Nord.

Herminium Monorchis (L.) R. Br. — S. de la péninsule scandinave, Danemark, Belgique, France sept. et orient. ainsi que dans les

(1) Existait autrefois dans les tourbières du lac de Bientina, en Toscane, d'où il a disparu par suite de leur dessèchement.

Pyrénées et les Alpes, Italie sept. et centr., une grande partie de l'Allemagne et de l'Autriche, le N. de la péninsule balkanique, Russie centr. et mérid., Caucase ; Sibérie, région W. de l'Himalaya.

Parnassia palustris L. — Circumpolaire et surtout montagnes de l'hémisphère bor. ; rare dans les montagnes méditerranéennes (Espagne, Italie, Grèce ; Grand et Moyen-Atlas, Algérie aux environs de La Calle où il semble avoir disparu).

Pyrola rotundifolia L. var. *arenaria* Scheele. — Essentiellement circumpolaire, se trouve jusque vers le 82° degré de latitude N. ; Péninsule scandinave, Grande-Bretagne, Allemagne (Norderney), Hollande, Belgique (littoral), France (littoral de la Manche jusqu'au Calvados ; se retrouve aux environs de Béthune), Suisse (Valais, Basse-Engadine) ; Sibérie, Chine, Himalaya (Sikkim) ; Amérique du Nord.

Gentiana uliginosa Willd. — Scandinavie à partir de 60°40', Ecosse, Angleterre N.-W., Mecklembourg, Poméranie, Prusse W., Brandebourg, Posnanie, Silésie, Saxe, Thuringe, Pologne, Danemark, Hollande, Belgique (sur le littoral et dans l'intérieur jusqu'à Gand), France N.-W. jusqu'à la Somme.

Gentiana amarella L. subsp. *axillaris* (F. W. Schmidt) Schinz et Thell. — Scandinavie, Finlande, Danemark, Ecosse, Angleterre, France (Pas-de-Calais), Suisse (Grisons), N. de l'Italie (Valtelline), Brandebourg, Prusse W., Posnanie, Silésie, Thuringe, Bohême, Galicie, N. de la Hongrie, Moravie, Lithuanie, Gouvernement de Leninegrad, Russie orient. ; Asie centr. (Altaï, Songarie, Mongolie).

Nous pourrions peut-être adjoindre :

Scirpus compressus Pers. — Dans une grande partie de l'Europe mais manque dans le domaine arctique et la partie S. de la région méditerranéenne ; Asie jusqu'à la Perse, l'Himalaya et la Songarie.

Carex fusca All. — Dans une grande partie de l'Europe, y compris l'Islande et les Faër-Oer ; Sibérie jusqu'au Chukchesland, Caucase, Himalaya, Japon X ; Amérique du Nord de l'Alaska à Terre-Neuve, Groenland, Etats-Unis (jusqu'en Pensylvanie, Wisconsin et Colorado) ; isolé dans l'Amérique du Sud, au Chili et en Patagonie.

Veronica scutellata L. — Europe bor. (depuis l'Islande et la Russie arctique), centr. et mérid. ; Sibérie. Cette plante a été signalée en Algérie par DESFONTAINES ; elle n'y a pas été retrouvée.

Ces espèces, ainsi que tous les types boréaux qui vécurent à la fin du Monastirien, nous sont venues du Nord suivant une ligne N.-S. ou par l'intermédiaire de l'Angleterre. A propos du peuplement du Massif Central de France, le D^r BRAUN-BLANQUET admet que les espèces boréales ont pu coloniser le massif auvergnat en utilisant la voie indirecte de la Grande-Bretagne. En effet, l'Angleterre au N.-E. a pu, à une certaine époque encore mal déterminée, être unie à la Hollande, à l'Allemagne du Nord, au Danemark et peut-être à la Norvège, par l'intermédiaire du Dogger-Bank. Le golfe étroit mais profond qui semble avoir existé entre le Dogger-Bank et le continent, d'une part, et le Pas-de-Calais en partie asséché, d'autre part, n'ont pas dû être des obstacles à la colonisation végétale, les glaces ayant couvert ces détroits peu larges pendant toute la période glaciaire. Il n'y aurait rien d'étonnant que certaines espèces aient pu coloniser notre pays de cette façon ; d'ailleurs, à l'époque würmienne des types boréaux et en particulier le *Salix polaris* vivaient sur l'emplacement de Londres.

Peut-être faut-il admettre que les deux espèces suivantes aient fait partie d'une migration E.-W., migration dont le point de départ aurait été la région aralo-caspienne :

Atriplex pedunculata L. — Suède mérid., Danemark, côtes allemandes de la Baltique, Hollande, Belgique, Grande-Bretagne, France N.W. jusqu'à l'embouchure de la Somme ; isolé en Allemagne centrale, Province de Saxe (Magdebourg, Nordhausen, Halle), Thuringe ; Russie centr. et austr. (Ukraine, Ekaterinoslaw, région du Don, de la Volga entre Saratow et Zaritzyn), Crimée et Caucasic ; Sibérie ouralienne, Turkestan, Songarie, Altaï.

Hippophae rhamnoides L. — Remonte dans la Scandinavie jusqu'au 67° 56', Finlande, Pays baltes, côtes allemandes de la Baltique, Danemark (rare), Hollande (Iles de la Frise), Belgique (littoral), Angleterre mérid., France (littoral de la Manche, vallées du Rhône et du S.-E., Pyrénées), Italie septentr., Suisse, Bade, la plus grande partie de l'Autriche-Hongrie, Serbie, bords de la Mer Noire (Bulgarie), Russie (manque dans la plaine russe, en Crimée, en Podolie

et dans la région de Leningrad) ; largement répandu dans l'Asie Mineure, le Caucase et la Transcaucasie, le Turkestan, l'Afghanistan, le N. de l'Inde, la Sibérie mérid., le Thibet, la Mongolie, la Mandchourie, la Corée, le Japon et le Kamtchatka.

Actuellement nous assistons à l'envahissement des dunes, qui se décalcifient, par une végétation silicicole dérivant vraisemblablement des peuplements de calcifuges du N. de la France, de la Belgique (Campine) ou de la Hollande. Nous étudierons plus loin (p. 144) cette importante modification floristique.

Les faits précédents peuvent être résumés comme suit :

1° Destruction ou refoulement vers le S. de la flore, au début de la période würmienne.

2° Etablissement d'une flore boréale pendant cette période ; les types ont une origine septentrionale ou orientale. Quelques reliques ont subsisté jusqu'à nos jours.

3° Avec l'adoucissement du climat, élimination des types boréaux par une flore nouvelle dont les espèces ont une origine méridionale, d'où un courant d'immigration S. ou S.-W. Pour les espèces littorales, en particulier, xérophiles ou halophiles, elles se seraient répandues peu à peu le long des côtes ou bien les semences auraient été apportées par les courants marins. Les espèces hygrophiles des pannes seraient d'origine poldérienne.

4° Actuellement immigration d'espèces calcifuges.

Toute cette question de l'origine de la flore n'a pour base aucun fait précis et nos conclusions, si elles sont plausibles, n'ont cependant que la valeur d'hypothèses. Elle ne pourra prendre un caractère plus certain qu'à la suite de travaux paléobotaniques toujours difficiles, mais bien plus délicats encore quand il s'agit des espèces psammophiles car « il y aurait lieu de faire de grandes réserves sur l'authenticité de leur station originelle, en raison des déplacements mécaniques que ces végétaux mal fixés dans des sables très meubles auraient certainement subi pendant les transgressions marines. » [KUNHOLTZ-LORDAT, 78, p. 246].

CHAPITRE II

LES MODIFICATIONS ACTUELLES DE LA FLORE

1. — MODIFICATIONS NATURELLES

Le recul progressif de la mer sur la plus grande partie du territoire que nous avons étudié, favorise la fixation des dunes et l'établissement d'une flore continentale. Mais il est une autre conséquence tout-à-fait particulière de cet éloignement du rivage, c'est la décalcification. Ce phénomène lent et continu est l'indice du vieillissement des dunes.

L'eau de pluie chargée d'anhydride carbonique, en solubilisant le carbonate par sa transformation en bicarbonate, épuise peu à peu le calcaire préexistant dans le sable. Or les coquilles fournissent le calcaire aux dunes ; les derniers monticules de sable, vers la plaine, sont trop éloignés de l'estran pour que le vent puisse amener jusqu'à eux les tests de Lamellibranches ou de Gastéropodes et renouveler leur provision de carbonate de chaux ; la dune se décalcifie de plus en plus.

A ce point de vue les dunes les plus évoluées sont les dunes pleistocènes de Ghyvelde. Elles sont couvertes d'une flore en partie calcifuge [teneur du sable en calcaire (propriété Deswarte, rhizosphère de *Rumex Acetosella*) : 2 gr. 84 %, calculée en carbonate de calcium]. On peut y observer les Phanérogames suivantes : *Teesdalia nudicaulis*, *Spergula arvensis*, *Scleranthus annuus* et *Sc. perennis*, *Ornithopus perpusillus*, *Cytisus scoparius*, *Ulex europaeus* (5 à 6 pieds), *Potentilla argentea*, etc. et quelques Bryophytes : *Racomitrium canescens*, *Polytrichum piliferum*, *Hylocomium triquetrum*, etc. (d'après les recherches du D^r BOULY DE LESDAIN [cf. en particulier le n° 15] et nos propres observations).

A l'E. de Calais, sur la lisière continentale du massif de dunes

du Fort Vert, massif ancien qui s'étend au N. de la vieille route de Gravelines depuis les portes de Calais jusqu'à Fort Vert, le Dr BOULY DE LESDAIN signale, dans des notes qu'il nous a communiquées, la présence d'*Ulex europaeus*.

Une telle flore calcifuge couvre également le massif monastérien des Attaques (M. G. DUBOIS, comm. verb.).

En quelques points privilégiés du cordon littoral actuel, situés très loin de la mer ou à l'abri d'obstacles importants, il est possible de rencontrer pareille modification dans la nature du substratum et de la végétation.

Dans les dunes de Malo-Terminus, au S. de la voie ferrée et à l'W. de la route, près de la station de Leffrinckouke, le Dr BOULY DE LESDAIN a découvert des dunes décalcifiées [teneur du sable en calcaire (rhizosphère de *Rhinanthus Crista-Galli*) : 3 gr. 75 %, calculée en carbonate de calcium]. Il a été assez aimable pour nous conduire dans cette localité où nous avons pris le relevé suivant :

<i>Phleum arenarium</i>	+ 1	<i>Ranunculus bulbosus</i>	
<i>Holcus lanatus</i>	+ 1	var. <i>valdepubens</i>	+ 1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1 2	<i>Thalictrum minus</i>	
<i>Ammophila arenaria</i>	+ 1	subsp. <i>dunense</i>	+1 1
<i>Koeleria albescens</i>	+ 1	<i>Arabis hirsuta</i> var. <i>sa-</i>	
<i>Poa pratensis</i>	+ 1	gittata	+ 1
<i>Festuca rubra</i> (s. lat.)	+ 1	<i>Sedum acre</i>	+ 1
<i>F. elatior</i> subsp. <i>arundinacea</i> subvar. <i>vulgaris</i>	+ 1	<i>Rubus caesius</i>	+ 1
<i>Bromus hordeaceus</i>	+ 1	<i>Sanguisorba minor</i> var. <i>eu-dictyocarpa</i>	+ 1
<i>Lolium perenne</i>	+ 1	<i>Ononis spinosa</i> subsp. <i>maritima</i>	+ 1
<i>Carex arenaria</i>	+ 1-2	<i>Trifolium repens</i>	2 2
<i>Luzula campestris</i>	+ 1	<i>T. procumbens</i>	2 2
<i>Helleborine latifolia</i>	+ 1	<i>T. dubium</i>	+ 1
<i>Allium vineale</i> var. <i>compactum</i>	+ 1	<i>Anthyllis Vulneraria</i>	
<i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	2 1	subsp. <i>maritima</i>	+ 1
<i>Silene conica</i>	+ 1	<i>Lotus corniculatus</i>	+ 1
<i>Cerastium caespitosum</i>	+ 1	<i>Vicia sativa</i> subsp. <i>angustifolia</i>	+ 1
<i>Arenaria serpyllifolia</i> var. <i>macrocarpa</i>	1 1	<i>Geranium molle</i>	+ 1
		<i>Erodium cicutarium</i> (s. lat.)	+ 1

<i>Polygala vulgaris</i> var.		<i>Galium verum</i> var. ma-	
<i>dunensis</i>	+ 2	<i>ritimum</i>	+ 1
<i>Helianthemum Chamae-</i>		<i>Plantago lanceolata</i>	+ 1
<i>cistus</i>	+ 1	<i>Jasione montana</i>	+ 1
<i>Hippophae rhamnoides</i>	+ 1	<i>Senecio Jacobaea</i>	+ 1
<i>Pimpinella Saxifraga</i>	+ 1	<i>Leontodon hispidum</i>	+ 1
<i>Convolvulus arvensis</i>	+ 1	<i>Tragopogon pratensis</i>	+ 1
<i>Euphrasia stricta</i>	+ 1	<i>Hieracium Pilosella</i>	
<i>Rhinanthus Crista-Gal-</i>		subsp. <i>angustius</i>	+1 2
<i>li</i> (<i>R. minor</i>)	3 2	<i>H. umbellatum</i>	+1 1
<i>Orobanche caryophylla-</i>			
<i>cea</i>	+ 1		

Parmi les plantes que nous venons de citer, seul le *Rhinanthus Crista-Galli* se montre comme un type très nettement calcifuge.

Lors d'une excursion effectuée en 1922, nous avons constaté la présence de plusieurs buissons d'*Ulex europaeus* au S. de la route de Calais à Sangatte. Ils ont disparu à l'heure actuelle, les terrains sur lesquels ils croissaient ayant été transformés en cultures.

L'immigration d'espèces calcifuges est très lente, la transformation du sol étant elle-même progressive et les semences ne pouvant provenir que de peuplements fort éloignés. Comme nous l'avons dit précédemment (p. 142) cette flore doit tout simplement dériver des peuplements silicicoles des collines de Flandre, du district sablonneux campinien ou encore du littoral néerlandais.

2. — MODIFICATIONS ANTHROPOZOOGÈNES

De jour en jour, la physionomie du littoral change ; l'homme surtout, par les plantations, les cultures, le déboisement et l'assèchement, modifie profondément l'aspect de nos dunes. Aux animaux et spécialement aux lapins revient également une part dans ces changements, mais combien moins importante. Nous devons également signaler l'introduction d'espèces adventices.

*
**

Les Plantations

Dans les pannes, soit pour arrêter le sable qui tend à les combler, soit comme brise-vents autour des cultures, soit encore pour fournir de l'ombre aux lapins, l'homme plante le plus souvent des *Alnus glutinosa*.

Généralement l'Aulne glutineux constitue des peuplements purs ; cependant on lui adjoint quelquefois le *Populus monilifera*, le *P. alba*, le *Corylus Avellana*, l'*Alnus incana* et le *Salix alba*. La présence du *Sambucus nigra* dans ces plantations doit être uniquement due à l'apport des fruits par les oiseaux.

Les bois d'aulnes, bien que ne datant que d'une cinquantaine d'années ont souvent une certaine étendue. Souvent ils constituent des fourrés très denses, presque impénétrables. Les cimes s'intriquent et constituent une voûte à travers laquelle la lumière filtre difficilement ; aussi la strate herbacée ne se développe-t-elle qu'avec peine. Les Phanérogames sont nulles au centre des fourrés et ce n'est qu'à la périphérie des Aulnaies, où elles forment une ceinture, que l'on rencontre le petit nombre d'espèces citées dans les relevés du tableau XXVI, provenant de :

1-2-3-4. — Entre Bray-Dunes et La Panne.

5-6. — Zuydcoote, à l'W. du Sanatorium.

Des cultures de pins, en particulier *Pinus silvestris*, ont été essayées à différentes époques. Bien rarement elles furent couronnées de succès et dans notre dition, sur le cordon littoral actuel, nous n'en avons rencontré qu'entre Calais et Sangatte, à l'W. de la batterie du Fort-Lapin ; ces pins restent chétifs et périssent rapidement.

Des bouquets de peupliers, *Populus monilifera* ou *P. alba*, fixent quelquefois les dunes sur leurs dernières pentes continentales. Souvent ensablés jusqu'à la cime, ils forment avec les *Salix repens*, *Hippophae rhamnoides*, *Ligustrum vulgare*, etc., des taillis peu denses sous lesquels vivent des espèces littorales : *Ammophila arenaria*, *Corynephorus canescens*, *Festuca rubra* subsp. *dumetorum*, *Carex arenaria*, accompagnées parfois de quelques plantes qui manquent dans les dunes mais que l'on rencontre communément dans l'intérieur du pays, au pied des haies ou des buissons : *Papaver Rhoeas*, *Chaerophyllum temulum*, *Ægopodium Podagraria*, *Lamium album*, etc. (par exemple à Adinkerke, Zuydcoote, Loon).

*
**

Les cultures et les associations culturales

Il paraîtra surprenant que l'on parle de cultures dans un sol aussi pauvre que celui des dunes. Cependant, les pannes humides sont assez souvent transformées en champs. Défrichées, entourées

TABLEAU XXVI	1	2	3	4	5	6	Observations (1)
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+ 1		+ 1		+ 1-2	1 2	C. Cal.
<i>Ammophila arenaria</i>		+ 1-2		+ 1-2			C. Amm.
<i>Dactylis glomerata</i>					+ 1		
<i>Poa annua</i>			+ 1		+ 1		
<i>P. pratensis</i>	+ 1			+ 1		+ 1	
<i>P. trivialis</i>					3 3	2 2	
<i>Helleborine palustris</i>	+ 1						C. Cal.
<i>Salix repens</i> subsp. <i>du-</i> <i>nensis</i>	+ 1-2	+ 1-2	+ 1-2				
<i>S. triandra</i>			+ 1				
<i>S. sp.</i>			+ 1				
<i>Urtica dioica</i>		+ 1				+ 1	
<i>Rumex crispus</i>						+ 1	
<i>Melandrium album</i>					+ 1		
<i>Ranunculus repens</i>					+ 1-2	+ 1-2	
<i>Sedum acre</i>		+ 1-2					
<i>Rubus caesius</i>					+ 2	+ 2	
<i>Potentilla reptans</i>						+ 1-2	
<i>Geum urbanum</i>					+ 1		
<i>Trifolium repens</i>			+ 2				
<i>Erodium cicutarium</i>		+ 1					
<i>Hippophae rhamnoides</i>	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1			
<i>Epilobium parviflorum</i>					+ 1		
<i>E. hirsutum</i>			+ 1				
<i>Anthriscus vulgaris</i>					+ 1		
<i>Glax maritime</i>	+ 1						C. Atr.
<i>Centaureum umbellatum</i>				+ 1			
<i>Cynoglossum officinale</i>		+ 1					
<i>Scutellaria galericulata</i> (2)			3 1-2				
<i>Brunella vulgaris</i>			+ 1				
<i>Lycopus europaeus</i>			1 1-2				
<i>Mentha aquatica</i>	+ 2		3 2				
<i>Solanum Dulcamara</i>		+ 1-2			+ 1-2	+ 1-2	
<i>Rhinanthus major</i> subsp. <i>eu-major</i>	+ 1						
<i>Galium Aparine</i>					+ 1		
<i>G. Mollugo</i>			+ 1				
<i>Sambucus nigra</i>					+ 1	+ 1	
<i>Cirsium arvense</i>			+ 1	+ 1	+ 1		
<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i>			+ 1	+ 1			
<i>Sonchus arvensis</i>			+ 1				
<i>Tortula ruraliformis</i>		+ 2		2 3			C. Tort.
<i>Hypnum aduncum</i>	3-4 3						
Plantés :							
<i>Corylus Avellana</i>					+ 1	+ 1	
<i>Populus monilifera</i>		+ 1		3 2			
<i>P. alba</i>		+ 1	+ 1				
<i>Alnus glutinosa</i>	3 3 3-4 3 4 4				4 5 4 4		

(1) C. Cal. = caractéristique de l'association à *Calamagrostis epigeios* ; C. Amm. = caractéristique de l'*Ammophiletum* ; C. Atr. = caractéristique de l'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* ; C. Tort. = caractéristique de l'association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*.

(2) Le Dr. BOULY DE LESDAIN a constaté l'existence à Bray-Dunes (23 sept.

de brise-vents (arbustes ou remblais), creusées de rigoles de drainage pour éviter la submersion l'hiver, certaines pannes sont livrées à l'exploitation. Seuls la pomme de terre, le seigle ou l'avoine peuvent être cultivées dans ce sol qui ne reçoit jamais de fumure (sauf les laisses de mer).

Nous devons à l'obligeance du D^r BOULY DE LESDAIN les listes suivantes concernant la végétation de quelques champs du littoral :

1° Champ de pommes de terre à Malo-Terminus :

<i>Setaria viridis</i> (C)	<i>Diploaxis tenuifolia</i> (R)
<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-alba</i>	<i>Brassica nigra</i>
<i>Poa annua</i>	<i>Geranium molle</i>
<i>Bromus sterilis</i>	<i>Mercurialis annua</i>
<i>Juncus bufonius</i>	<i>Anagallis arvensis</i> subsp. <i>phoenicea</i>
<i>Urtica urens</i>	<i>Lycopsis arvensis</i>
<i>Rumex crispus</i>	<i>Galium Aparine</i>
<i>R. obtusifolius</i>	<i>Matricaria Chamomilla</i> (R)
<i>Polygonum Persicaria</i> (CCC)	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Chenopodium album</i> (CCC)	<i>S. Jacobaea</i>
<i>Atriplex patula</i>	<i>Cirsium arvense</i> (CC)
<i>Melandrium album</i>	<i>Cichorium Intybus</i> (AR)
<i>Stellaria media</i> (CC)	<i>Sonchus asper.</i>
<i>Ranunculus sceleratus</i> (AR)	

2° Champ de seigle à Saint-Pol :

<i>Agrostemma Githago</i> (C)
<i>Papaver Rhoeas</i> (CC)
<i>Sinapis nigra</i> (C)

3° Champ d'avoine à Saint-Pol :

<i>Equisetum arvense</i> (CC)	<i>Arenaria serpyllifolia</i> subsp.
<i>Lolium perenne</i> (C)	<i>leptocladus</i> (CC)
<i>Polygonum aviculare</i> (CC)	<i>Papaver Rhoeas</i> (CC)
<i>Cerastium pumilum</i> subsp. <i>terrandrum</i>	<i>P. Argemone</i> (C)
	<i>Sisymbrium officinale</i> (CC)

1908) de 3 ou 4 pieds de ce *Scutellaria*. Cette espèce semble s'être abondamment propagée car nous avons observé qu'elle forme des touffes énormes dans l'Aulnaie où nous avons effectué ce relevé.

<i>Raphanus Raphanistrum</i>	<i>Lithospermum officinale</i> (CC)
<i>Capsella Bursa-pastoris</i> (CC)	<i>Achillea Millefolium</i>
<i>Erodium cicutarium</i> (CC)	<i>Leontodon nudicaule</i> subsp. <i>taraxacoides</i> .
<i>Convolvulus arvensis</i> (C)	
<i>Myosotis</i> sp.	

Les champs en friches ont une flore plus riche et plus variée. Les espèces des lieux cultivés qui s'étaient installées cèdent peu à peu la place aux plantes littorales. Cet envahissement par la flore primitive se fait d'autant plus rapidement que le sol est plus humide.

Nous donnerons ci-dessous différents relevés pris dans des stations où l'eau était plus ou moins abondante :

1° Champs très humides à Bray-Dunes

a) — derrière le Casino :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-</i>		<i>Mentha aquatica</i>	1	1
<i>alba</i>	4 3-4	<i>Pulicaria dysenterica</i>	+	1
<i>Carex flava</i> var. <i>Oede-</i>		<i>Senecio Jacobaea</i>	+	1
<i>ri</i>	1-2 1	<i>Cirsium arvense</i>	+	1
<i>C. hirta</i>	+ 1	<i>C. lanceolatum</i>	+	1
<i>Juncus silvaticus</i>	2 1-2	<i>Leontodon nudicaule</i>		
<i>Helleborine palustris</i>	+ 1	subsp. <i>taraxacoides</i>	+	1
<i>Salix repens</i> subsp. <i>du-</i>		<i>Funaria hygrometrica</i>	+1	1-2
<i>nensis</i>	+ 1	<i>Bryum pseudotriquet-</i>		
<i>Sagina nodosa</i>	+ 1	<i>trum</i>	2	1-2
<i>Parnassia palustris</i>	+ 1	<i>Hypnum aduncum</i>	2	2
<i>Trifolium repens</i>	+1 1-2			

b) — près la route de la mer :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-</i>		<i>Ranunculus repens</i>	+	1-2
<i>alba</i>	3 3	<i>R. Flammula</i>	+	1
<i>Rumex crispus</i>	+ 1	<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	2	1-2
<i>Sagina nodosa</i>	2 1-2			

2° Champs moyennement humides à Bray-Dunes :

a) — au S.-E. du Casino : le champ de pommes de terre en friches est entièrement couvert de touffes d'*Agrostis alba*.

b) — à l'E. de la route de la mer :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-</i>		<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	+ 1
<i>alba</i>	4-5 4	<i>Potentilla Anserina</i>	1 2
<i>Calamagrostis epigeios</i>	+ 1	<i>Trifolium repens</i>	3-4 4
<i>Holcus lanatus</i>	+ 1	<i>T. campestre</i>	+ 1
<i>Poa annua</i>	+ 1	<i>Lotus corniculatus</i>	+ 1-2
<i>P. pratensis</i>	+ 1	<i>Epilobium hirsutum</i>	+ 1
<i>Hordeum murinum</i>	+ 1	<i>Centaureium umbella-</i>	
<i>Juncus bufonius</i>	+ 1	<i>tum</i>	+ 1
<i>J. articulatus</i>	2 2	<i>Mentha aquatica</i>	+ 1-2
<i>J. subnodulosus</i>	+ 1-2	<i>Plantago major</i>	+ 1
<i>Urtica dioica</i>	+ 1	<i>Erigeron canadense</i>	2-3 2
<i>Rumex crispus</i>	+ 1	<i>Pulicaria dysenterica</i>	+ 1
<i>Polygonum Persicaria</i>	+ 1	<i>Achillea Millefolium</i>	+ 1
<i>Melandrium album</i>	+ 1	<i>Senecio Jacobaea</i>	+ 1
<i>Stellaria media</i>	+ 1	<i>S. vulgaris</i>	+ 1
<i>Cerastium glomeratum</i>	+ 1	<i>Cirsium arvense</i>	2 2
<i>Sagina nodosa</i>	1 2	<i>Sonchus asper</i>	+ 1
<i>Ranunculus repens</i>	+ 1-2	<i>Crepis capillaris</i>	+ 1

3° Champs secs à Bray-Dunes :

a) — certains champs sont envahis exclusivement par
Cirsium arvense.

b) — à l'E. de la route de la mer :

<i>Agrostis alba</i> subsp. <i>eu-</i>		<i>Trifolium repens</i>	+ 1-2
<i>alba</i>	3 2	<i>Erodium cicutarium</i>	+ 1
<i>Poa annua</i>	+ 1	<i>Viola tricolor</i> var. <i>ma-</i>	
<i>Carex hirta</i>	+ 1	<i>ritima</i>	+ 1
<i>Juncus silvaticus</i>	+ 1	<i>Centaureium umbella-</i>	
<i>Luzula campestris</i>	+ 1	<i>tum</i>	+ 1
<i>Salix repens</i> subsp. <i>du-</i>		<i>Cynoglossum officinale</i>	+ 1
<i>nensis</i>	+ 1-2	<i>Myosotis collina</i>	+1 1
<i>Cerastium pumilum</i>		<i>Brunella vulgaris</i>	+ 1
subsp. <i>tetrandrum</i>	1-2 1	<i>Galium verum</i> var. <i>ma-</i>	
<i>Sagina nodosa</i>	+ 1-2	<i>ritimum</i>	+ 1-2
<i>Ranunculus bulbosus</i>	+ 1	<i>Plantago lanceolata</i>	+ 1
<i>Sedum acre</i>	3-4 2-3	<i>Senecio Jacobaea</i>	+ 1
<i>Potentilla Anserina</i>	+ 1-2	<i>Cirsium arvense</i>	+ 1

*
**

Le déboisement

Pour arrêter la marche du sable en certains points particulièrement menacés, nous avons vu que l'homme plante des *Ammophila*. Tous ceux qui connaissent les dunes ont certainement remarqué ces plantations et ils ont dû être frappés par la présence, principalement à leur périphérie, d'alignements de branches mortes d'*Hippophae*, enfoncées dans le sol et destinées à retenir le sable jusqu'à l'enracinement des jeunes plants d'oyats.

On a soin de ne pas détruire les *Hippophae* qui croissent sur le versant des dunes, ce serait combattre le fléau sur un point en le favorisant sur un autre ; mais, dans les pannes qui ne sont pas menacées d'un ensablement immédiat, les branches et même les troncs d'arbustes tombent sous la hache.

Avec les *Hippophae* disparaît toute formation buissonnante, car les taillis de *Salix repens*, *S. alba*, *S. Capraea*, *Ligustrum vulgare*, *Sambucus nigra*, *Viburnum Opulus*, prennent naissance grâce à l'argousier qui leur fournit un abri contre le vent.

Ces fourrés devaient être nombreux et très étendus autrefois, puisqu'on y chassait le loup, le sanglier et le renard ; il n'est pas rare de trouver dans les dépôts du Moyen-Age, des défenses de sanglier et le D^r BOULY DE LESDAIN à qui nous devons ce renseignement en a lui-même recueilli une à La Panne.

*
**

L'assèchement

Une modification assez notable dans la flore est due à l'assèchement. La végétation halophile, en particulier, disparaît assez rapidement en arrière des digues ou des cordons de dunes malgré la persistance d'une certaine teneur en sel. Nous citerons, par exemple, la destruction des *Salicornia europaea* (s. lat.) à Mardick. Il y a une vingtaine d'années, les pêcheurs de ce petit bourg faisaient un commerce des salicornes qui formaient plusieurs peuplements importants ; ceux-ci ont disparu à la suite de quelques années sèches (comm. verb. d'un garde-sémaphore). Actuellement on n'en rencontre plus que quelques exemplaires isolés.

Bientôt disparaîtront certainement de cette façon les très intéressants halipèdes de Oye-Plage où croît l'*Atriplex pedunculata*. Tous les botanistes seraient reconnaissants aux propriétaires s'ils essayaient, sans nuire à l'avenir et au développement de leur chasse, de conserver au moins une station de cette espèce, une des plus rares de France.

Dans les dunes, l'assèchement se fait également sentir. La flore des pannes est naturellement la plus éprouvée ; des pannes humides s'assèchent, surtout en Belgique et dans la région de Dunkerque, par suite du dessèchement méthodique du grand réservoir naturel des Moères. Les types boréaux, presque tous hygro-ou mésohygrophiles, semblent souffrir le plus et être en voie d'extinction. Ce phénomène est du reste général dans l'Europe tempérée, comme l'a bien mis en relief le Dr BRAUN-BLANQUET dans sa magistrale étude sur l'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France [21, p. 164-165]. « Nous assistons ainsi au dernier stade d'une grandiose « succession millénaire » qui s'est déroulée depuis le retrait définitif des grands glaciers quaternaires » (1).

Peut-être faut-il également attribuer en partie la disparition des taillis à l'épuisement de l'eau dans nos dunes.

Il est très probable qu'à une époque, toutefois encore lointaine, la flore hygrophile aura disparu sur notre littoral.

*
**

Les animaux

Un seul mammifère sauvage a une grande influence sur la flore littorale, c'est le lapin. Très abondant, élevé dans de vastes garennes, ce rongeur constitue un véritable fléau.

Les lapins descendent pour se nourrir dans les pannes ou les cultures ; mais dans les pannes, la végétation est tellement luxuriante que l'on s'aperçoit à peine des dégâts commis. Seules les Graminées, avidement broutées, ont beaucoup à souffrir et bien peu arrivent à fleurir.

La flore des dunes dont la composition ne varie pour ainsi dire pas quand les lapins sont en liberté, change beaucoup lorsqu'ils sont retenus prisonniers dans les garennes entourées de treillis. La plu-

(1) BRAUN-BLANQUET, loc. cit., p. 165.

part des espèces qui pourraient, soit par leurs piquants, soit par leur goût et la présence de glucosides, être épargnées sont cependant presque toujours rasées au niveau du sol et nous avons constaté, en particulier dans les dunes de Ghyvelde, que seuls souvent survivent le *Carex arenaria* et les Bryophytes. .

Rappelons également que les éboulements des terriers creusés dans les dunes fixées entraînent une modification importante du tapis végétal : destruction de l'association à *Tortula ruraliformis* et installation sans stade de transition de l'*Ammophiletum* (voir p. 51).

La flore marginale des mares est fréquemment détruite par les bovins qui viennent s'abreuver ; souvent piétinées, les plantes ne tardent pas à disparaître (mare des Kelders où le *Scirpus compressus*, qui était assez abondant, paraît ne plus exister).

Les oiseaux n'interviennent que dans la propagation des plantes à fruits charnus, en particulier *Hippophae rhamnoides*, *Bryonia dioica* et *Sambucus nigra* ; citons en outre *Rubus ulmifolius* et *Ribes rubrum*, tous deux découverts par le D^r BOULY DE LESDAIN, le premier à Malo et Mardick, le second à Bray-Dunes et Mardick.

*

**

La végétation rudérale et adventice

Nous ajouterons ici un groupement difficile à délimiter, réalisé au bord des routes, autour des habitations, dans les décombres, le long des murs, sur les voies de chemin de fer. Un grand nombre de végétaux, quoique instables, sont spéciaux à ces stations où les types psammophiles sont rares.

Etant donnée la grande quantité d'espèces qui constituent ces groupements (nous en avons noté 107 dans 6 relevés effectués à Bray-Dunes et à Zuydcoote), un tableau synthétique prendrait une place trop importante dans notre mémoire ; du reste, l'étude de ces associations est pour nous tout-à-fait accessoire.

Nous signalerons cependant les espèces suivantes, comme étant plus ou moins caractéristiques de ces formations :

Chenopodium rubrum
C. album
C. Vulvaria
Saponaria officinalis

Diploxaxis tenuifolia
Mercurialis annua
Reseda lutea
Malva silvestris

<i>Echium vulgare</i>	<i>Artemisia vulgaris</i>
<i>Ballota nigra</i>	<i>Arctium Lappa</i>
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Carduus tenuiflorus</i>
<i>Erigeron canadense</i>	<i>Onopordum Acanthium</i>
<i>Tripleurospermum maritimum</i> var. <i>agreste</i> (= <i>Matricaria</i> <i>inodora</i>)	

Nous ferons remarquer en outre, que ces plantes sont accompagnées d'espèces que nous avons citées à propos des associations culturales comme : *Urtica dioica*, *U. urens*, *Veronica Tournefortii*, etc. et d'adventices.

D'après le D^r BOULY DE LESDAIN, les destructrices de ces groupements seraient, à Dunkerque même, *Artemisia vulgaris* et *Carduus tenuiflorus* ; ailleurs nous ne les avons que bien rarement rencontrées. La plante qui nous paraît la plus envahissante, celle qui tend à couvrir tout l'espace et à éliminer les autres Phanérogames, serait le *Diptotaxis tenuifolia*. Cette Crucifère, excessivement commune dans toutes les stations artificielles, semble posséder, à un degré élevé, une résistance marquée à la sécheresse ; le D^r BOULY DE LESDAIN et nous-même avons constaté que c'était la rudérale qui résistait le mieux au manque d'eau et qui ne paraissait même pas en souffrir. Cette propriété de vivre sur les terrains très secs, là où toutes les autres plantes sont grillées, serait, d'après nous, un facteur biologique important, celui qui sans doute jouerait le rôle prépondérant dans la conquête des décombres par le *Diptotaxis*.

La flore adventice

D'après le Prof. FLAHAULT [64], « les éléments adventices atteignent, dans l'ensemble de la flore halophile de Picardie, du Boulonnais et des Flandres, la proportion énorme de 78 pour cent ».

Ceci est tout-à-fait inexact en ce qui concerne la Flandre et le Boulonnais. Il s'agit de s'entendre.

Très peu d'adventices se rencontrent dans les stations naturelles (1) :

- Polypogon monspeliense* (relais de mer en face Saint-Pol)
- Descurainia Sophia* (Ghyvelde, Zuydcoote, Malo)

(1) Dans notre travail : Quelques plantes adventices du Nord de la France [7b], nous avons déjà cité plusieurs localités du littoral où se rencontrent certaines de ces espèces.

Sisymbrium altissimum (Zuydcoote, Calais)

Claytonia perfoliata (Les Baraques)

Saponaria officinalis (Ghyvelde (1), Bray-Dunes, Malo, St-Pol)

Oenothera Lamarckiana (Coxyde (2) ; Ghyvelde, Malo, Mardick, Calais (1))

Tragopogon major (un peu partout dans les dunes : La Panne, Malo, Calais, etc.).

Elles sont, au contraire, très abondantes quoique la plupart du temps éphémères, entre les pavés, dans les décombres, sur le bord des chemins, sur les voies de chemin de fer ; mais là, elle ne se trouvent pas au milieu d'une flore halophile et même, nous l'avons dit précédemment, la végétation psammophile est pauvre dans ces stations. Citons entre autres, en dehors des nombreuses espèces existant à Dunkerque :

Chenopodium murale (Saint-Pol (1))

Silene gallica (Malo (1))

Lepidium virginicum (Coxyde (2), Calais (3))

Sisymbrium orientale (Zuydcoote (3))

Melilotus alba (Coxyde, La Panne)

M. indica (Coxyde (2), Les Baraques (3))

Trifolium patens (Coxyde, La Panne (2))

T. maritimum (Coxyde (2))

T. hybridum subsp. *elegans* (Coxyde (2))

Asperugo procumbens (Oostduinkerke (2))

Galeopsis Ladanum subsp. *angustifolia* (Malo)

Hyoscyamus niger (Nieuport (2), Calais (1))

Matricaria suaveolens (Malo, Calais (3)).

Parmi ces plantes, seul le *Melilotus alba* paraît jouer un rôle important ; il s'étend très rapidement dans les dunes voisines. Introduit avant 1914 par J. MASSART dans les dunes de Coxyde, il y forme à présent d'immenses colonies, en particulier sur les bords de la route de La Panne à Coxyde-Bains. Nous en avons constaté aussi de riches peuplements à l'W. du phare de Dunkerque.

A Dunkerque même, au voisinage du port, aux Chantiers de

(1) D'après le D^r BOULY DE LESDAIN (in litt.).

(2) D'après M. MAGNEL [86-89].

(3) D'après nos observations [cf. 75].

France, existe une végétation adventice très luxuriante dont les espèces sont surtout originaires de la région méditerranéenne et de l'Amérique. Nous ne nous étendrons pas plus longuement sur ce sujet, le D^r BOULY DE LESDAIN s'occupant de cette très intéressante question depuis de nombreuses années et ayant l'intention de publier bientôt un travail sur la flore adventice de Dunkerque.



CONCLUSIONS

De l'estuaire de l'Yser au Cap Blanc-Nez, les dunes se développent sur 70 km. Le cordon dunal, étroit et bas à l'W. de Dunkerque, sauf aux environs de Gravelines, s'élargit et s'élève considérablement vers la Belgique. La plage, qui a son maximum de largeur aux environs de Loon-Plage, se rétrécit peu à peu à l'E. et à l'W. de ce village.

L'évolution topographique des dunes est intimement liée à l'évolution phytosociologique.

Sur les plages larges, le sable enlevé par le vent (nous avons vu que les vents dominants avaient une direction W.-E. ou S.-W.—N.-E.) est poussé vers la terre. A la limite des marées de morte eau, il s'accumule autour des *Agropyrum junceum* et de ses satellites qui constituent la flore de l'**Agropyretum**, dans laquelle dominent des Thérophytes instables.

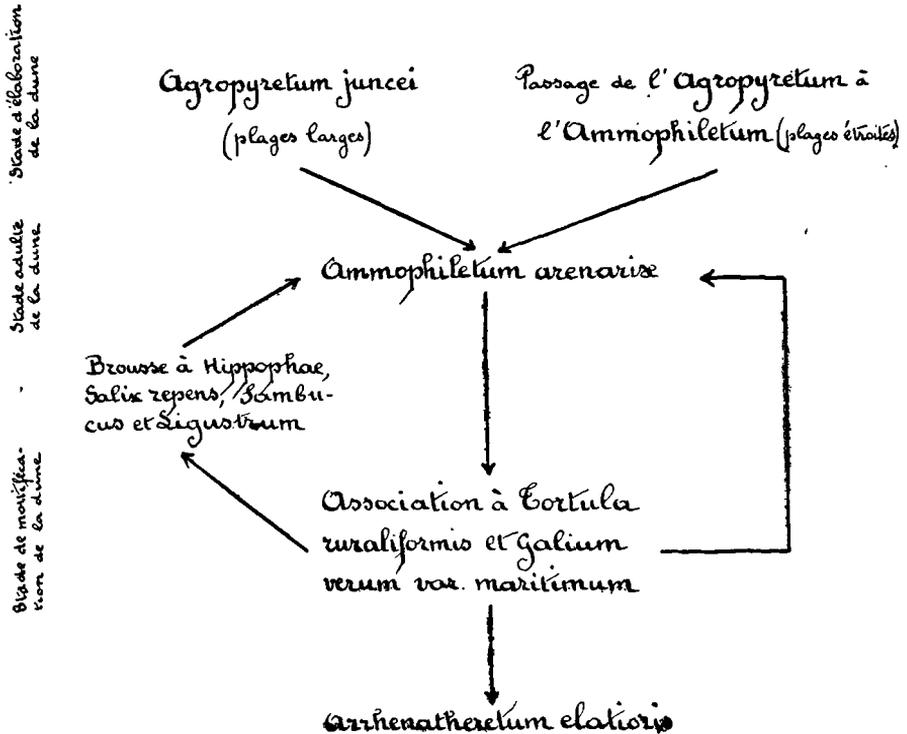
Sur les plages étroites, *Agropyrum junceum* et *Ammophila arenaria* coexistent et colonisent le versant maritime des dunes bordières.

Mais l'**Agropyretum** ou le stade de transition entre cette dernière association et l'**Ammophiletum** convergent toujours vers une nouvelle phase floristique : l'**Ammophiletum**. Sur le sable amassé autour des premiers pionniers et qui constitue un substratum déjà plus à l'abri des invasions marines, l'*Ammophila arenaria* prend un développement prépondérant et élimine l'*Agropyrum*, son aide dans la première conquête des sables ; il stabilise le sol, ce qui permet l'installation de nombreux Géophytes et Hémicryptophytes. L'épanouissement maximum de cette association, homogène tout le long de la côte, mais pauvre en espèces, correspond au stade adulte de la dune.

Les sables neufs n'atteignent que difficilement les dunes, en arrière du cordon bordier, et avec l'installation d'un tapis végétal de plus en plus riche, la stabilisation augmente à tel point que les Bryophytes commencent à se développer. Ils ne tardent pas à prendre une grande extension et à couvrir plus ou moins complètement la dune. De nombreuses Phanérogames, parmi lesquelles une forte

proportion de types continentaux (70 %), prennent possession du terrain.

Cette flore particulière où dominent les Hémicryptophytes, et que nous avons désignée sous le nom d'association à *Tortula rura-*



Evolution de la série psammophile

liformis et *Galium verum* var. *maritimum*, en assurant une plus grande stabilisation du sol, marque aussi la première phase de la mortification de la dune.

L'association à *Tortula* est le dernier stade d'une série d'associations qui constituent un cycle de végétation des dunes. Nous savons que les dunes fixées sont habitées par les lapins qui creusent de nombreux terriers ; ces terriers sont autant de points faibles qui peuvent donner prise au vent : la dune s'éboule, le sable redevient mobile et l'*Ammophiletum* s'installe de nouveau. De plus les Mousses entretenant une légère humidité créent des conditions favorables à la germination des graines ; les semences de *Salix repens*, d'*Hippophae*, etc., apportées par le vent ou les oiseaux, germent ; les Mous-

ses, à l'ombre du feuillage des arbustes, périssent et le sol mal protégé devient le jouet du vent ; l'*Ammophila* repeuple cette nouvelle dune mobile.

Un stade de transition relie la dernière association psammophile à une association continentale : la prairie à *Arrhenatherum elatius*.

Bien que ce groupement soit peu développé dans notre dition, l'étude de quelques individus typiques nous a permis de conclure que les facteurs écologiques jouent un rôle très important dans la répartition des formes biologiques ; nous mettons au second plan le fauchage dont l'effet, selon le D^r BRAUN-BLANQUET et M. G. MALCUIT, est prépondérant à ce point de vue.

Nous pouvons résumer par le schéma ci-contre l'évolution des divers groupements psammophiles et les relations qui existent entre eux.

Comme l'a dit très justement M. le Prof. R. MAIRE [90], « l'association est un quasi-organisme qui évolue plus ou moins rapidement. Telles associations comme celles des toundras sibériennes sont figées depuis des siècles ; telles autres, comme celles des dunes maritimes, évoluent sans cesse, se succèdent lentement ou rapidement au même point ». La conséquence la plus importante, au point de vue phytosociologique de la succession plus ou moins rapide, en un même point, des différentes associations psammophiles, est l'absence d'un groupement climatique final ; une série psammophile dunale, étant donnée l'évolution toujours troublée de ses associations, ne peut aboutir à un Climax.

Par contre, il a existé et il existe encore en quelques points un groupement régional très évolué, la forêt de *Quercus sessiliflora*, qui constituerait le Climax des formations végétales poldériennes (dans lesquelles nous pourrions peut-être comprendre les associations des pannes humides). Cette forêt qui couvrit tout le pays jusqu'à la domination romaine fut détruite par la dernière offensive marine ou défrichée. La plaine est maintenant couverte de cultures et seuls quelques vestiges des grands peuplements de chênes persistent aujourd'hui, notamment à Merckeghem (N.-W. de Watten, Pas-de-Calais). Le D^r BOULY DE LESDAIN a signalé [19], dans le bois de chênes et la tourbière de Merckeghem, les espèces suivantes : *Dryopteris Thelypteris*, *D. cristata*, *Osmunda regalis*, *Calamagrostis*

epigeios, *Salix cinerea*, *Betula alba*, *B. pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Drosera rotundifolia*, différents *Rubus*, *Prunus spinosa*, *Peucedanum palustre*, *Cornus sanguinea*.

*
**

L'apport de vase par les rivières (Aa et Yser) crée dans le voisinage de leur embouchure des conditions écologiques spéciales qui favorisent le développement d'une flore hygro-halophile. Le sol argileux et compact reste imbibé d'eau de mer et sa salure empêche l'extension d'espèces autres que celles qui supportent une certaine concentration en chlorure de sodium.

Dans les parties les plus basses des plages vaseuses, envahies à marée haute par le flux, croissent surtout les *Salicornia europaea* (s. lat.) et *Suaeda maritima* qui, avec quelques rares autres espèces, forment une association que nous appelons : **Salicornietum europaea**. La flore du **Salicornietum** qui présente son maximum de vitalité à la fin de l'été et en automne est pauvre en espèces et en général en individus. Les Thérophytes dominent (67 %) et sont détruits aux marées d'équinoxe d'automne.

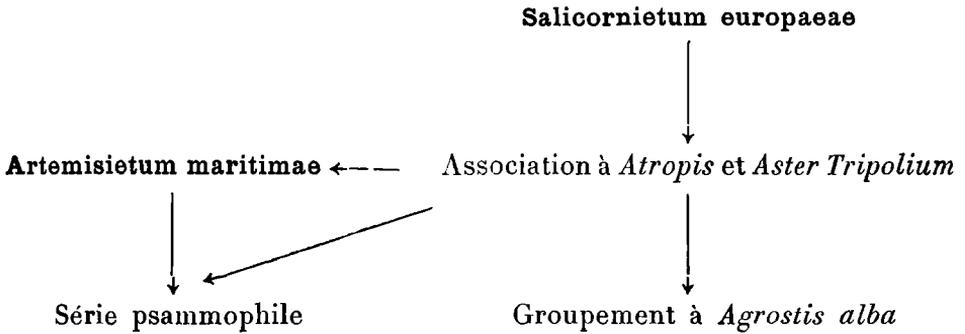
L'association à *Atropis* et *Aster Tripolium* s'installe plus haut, sur le schorre, « espace qui n'est atteint par les vagues qu'aux fortes marées » (J. MASSART). La végétation est beaucoup plus luxuriante : les *Atropis* forment souvent un tapis serré au-dessus duquel s'élèvent les *Plantago maritima*, les *Aster Tripolium* et les *Atriplex portulacoides*. Les Thérophytes sont beaucoup moins nombreux (30 %) et ce sont les Hémicryptophytes qui prennent le dessus (48 %).

Ce groupement passe soit à la série psammophile soit à la série hygrophile.

La transition à la série psammophile peut se faire de deux façons : directement, sur les plages étroites où les halipèdes s'étendent jusqu'à la base de la dune dont la pente rapide vient brusquement mourir dans le marécage, ou encore lorsque la dune s'est formée au milieu du schorre ; insensiblement et par une association intermédiaire, l'**Artemisietum maritimae**, sur les plages larges, lorsque la pente douce de la dune s'épanouit en plan légèrement incliné.

Si le sol reste humide, tout en perdant de la salure, on voit se développer une prairie mésohygrophile à *Agrostis alba* que nous assimilons à un passage de la série halophile à une association continentale, l'**Arrhenatheretum**.

L'évolution normale de la série halophile, dont nous donnons ci-après un schéma, est marquée par l'apparition progressive des HémiCryptophytes et aboutit à un groupement continental.



*
**

Les fossés d'eau saumâtre ne sont colonisés, lorsque la salure est forte, que par une Phanérogame, le *Ruppia maritima* ; les autres végétaux formant cette association sont des Algues.

Si les eaux sont moins riches en chlorure de sodium, c'est *Ranunculus Baudotii* qui domine et qui couvre la surface des mares de son abondante floraison blanche.

Dans les mares, toujours artificielles et toujours creusées au milieu des pannes humides, on peut distinguer deux ceintures de végétation : au centre, l'association à Lemnacées et *Potamogeton* ; en bordure, l'association à *Eleocharis palustris*, de composition floristique assez constante, relativement riche en espèces amphibies s'adaptant facilement à des dénivellations brusques du niveau d'eau.

*
**

Le vent répétant ses attaques en certains points du cordon bordier entame la dune et y creuse un couloir d'érosion. La trouée s'élargit et s'approfondit ; elle forme une sorte de cuvette dont le fond a bientôt atteint le niveau de l'eau. La dépression humide gagne de plus en plus vers l'intérieur et bientôt de jeunes dunes ferment le couloir en reformant la ligne bordière ; la « panne » humide est constituée.

Une végétation hygro- ou mésohygrophile colonise ces stations humides. D'abord s'installent les *Juncus articulatus* et *J. bufonius*,

les *Agrostis alba*, etc., ensemble d'espèces que nous avons étudié sous le nom d'associations de fonds de mare.

Une flore luxuriante envahit rapidement tout le bas-fond dont le sol reste imbibé d'eau même au cœur de l'été. Les espèces, très nombreuses, constituent un complexe floristique difficile à débrouiller. Les caractéristiques sont peu abondantes : *Schoenus nigricans*, *Carex trinervis*, *C. helodes*, *Helleborine palustris*, *Calamagrostis epigeios* et *Lotus corniculatus* subsp. *uliginosus*; il n'y a réellement que le *Calamagrostis* qui par sa quantité semble être un bon critérium floristique de l'association.

Dans les parties très humides, où souvent l'eau séjourne l'hiver, croissent assez abondamment *Parnassia palustris* et plus rarement *Anagallis tenella*. Les espèces nettement hygrophiles recherchent ces stations et l'aspect particulier de cette végétation nous a conduit à créer une sous-association à *Parnassia palustris*.

Deux plantes peuvent donner à l'association à *Calamagrostis* un faciès spécial : l'*Hippophae* qui tend à l'emporter dans les stations assez humides et *Salix repens* subsp. *dunensis* qui, au contraire, envahit les pannes plus sèches.

*
**

L'origine de la flore de notre littoral ne doit pas être recherchée antérieurement à la période froide du Flandrien moyen, époque pendant laquelle presque toute la faune a été détruite, ainsi sans doute que la flore.

Durant la période glaciaire des espèces boréales et steppiques, d'origine orientale ont dû s'établir dans notre pays ; quelques reliques de cette végétation ont subsisté jusqu'à nos jours.

Espèces d'origine septentrionale :

Equisetum variegatum
Elymus arenarius
Scirpus pauciflorus
Carex disticha
Liparis Loeselii
Herminium Monorchis
Parnassia palustris
Pyrola rotundifolia var. *arenaria*
Gentiana uliginosa
Gentiana amarella subsp. *axillaris*

et peut-être :

Scirpus compressus

Carex fusca

Veronica scutellata

Espèces d'origine orientale :

Atriplex pedunculata

Hippophae rhamnoides

Avec l'adoucissement du climat les espèces boréales ont été éliminées par une flore d'origine méridionale et il s'est produit un courant d'immigration de direction S.-W. ou S.-W.—N.-E. Ces plantes immigrées ont colonisé les cordons littoraux au fur et à mesure qu'ils se formaient et pour les espèces halophiles ou xérophiles, en particulier, il paraît vraisemblable qu'elles se soient propagées le long des côtes ou bien que leurs graines aient été amenées par les courants marins.

Actuellement nous assistons à l'établissement, en certains points du littoral, d'espèces calcifuges.

*
**

Le recul progressif de la mer entraîne une modification importante dans la nature du substratum. La provision de calcaire s'épuise peu à peu dans les dunes trop éloignées de l'estran pour que les tests de Mollusques soient amenés par le vent jusqu'à elles ; le sol se décalcifie et on voit apparaître des espèces silicicoles : *Rumex Acetosella*, *Ulex europaeus*, *Ornithopus perpusillus*, *Teesdalia nudicaulis*, *Potentilla argentea*, *Rhinanthus Crista-Galli*, etc. Il faut admettre que ces plantes ont pour origine les grands peuplements de calcifuges des collines de Flandre, de la Campine ou de la Hollande.

*
**

L'homme et les animaux modifient également l'aspect du cordon littoral.

Pour fixer le sable, pour abriter les cultures ou fournir de l'ombre aux lapins, différentes plantations ont été essayées. Jusqu'à présent les Aulnaies seules ont prospéré et ces bosquets couvrent souvent une certaine étendue. La strate herbacée, pauvre, n'existe guère qu'à la périphérie.

A la faveur des cultures (pommes de terre, seigle, avoine) des espèces messicoles s'introduisent dans les dunes. Les champs en friche surtout renferment un grand nombre de types étrangers à la flore dunale ; d'ailleurs, ils ne tardent pas à être détruits par la végétation primitive qui reconquiert le sol et cela d'autant plus rapidement qu'il est plus humide.

Les fourrés, jadis très importants, disparaissent ; les arbustes tombent sous la hache et les branchages servent à entourer les plantations d'oyats.

L'établissement de digues est cause de l'anéantissement de stations halophiles ; l'assèchement des Moères provoque le dessèchement des dunes et la flore des pannes est naturellement la plus éprouvée ; il faut voir également, dans l'épuisement de l'eau une des causes de l'extinction des types boréaux, presque tous hygrophiles ou mésohygrophiles.

Parmi les animaux, un seul est redoutable pour la végétation, c'est le lapin. Les dégâts qu'il commet sont particulièrement importants lorsqu'il est retenu captif dans des garennes.

Les adventices sont rares dans les stations naturelles et dans l'ensemble, ne provoquent aucune modification floristique notable.



Il est encore une grande question, c'est celle de la destruction totale du cordon littoral et de sa flore. La construction d'établissements industriels, l'extension des stations balnéaires, le projet de création d'un boulevard Dunkerque-Ostende, entraînent depuis quelque temps déjà et entraîneront certainement l'anéantissement d'une des régions du Nord de la France, les plus intéressantes aux points de vue géographique et botanique.

Le D^r BOULY DE LESDAIN déplorait, dans le premier supplément à ses « Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque », la destruction du *Liparis Loeselii*. En 1913, M. MAGNEL signalait également sa disparition à Coxyde. Plusieurs raretés sont maintenant introuvables, entre autres *Asparagus officinalis* var. *maritimus* que M. MAGNEL, puis M. MAGNEL et moi-même, nous avons recherché à Saint-Idesbald où il avait été trouvé en 1919, lors de l'excursion annuelle de la Société royale de botanique de Belgique. D'autres espèces ne tarderont pas également à se raréfier.

En terminant, jetons un cri d'alarme afin que soit préservée au

moins une petite partie de ce cordon littoral si intéressant : nous demandons avec instance que l'on crée une « réserve nationale », par exemple à Oye-Plage, pour les groupements hygro-halophiles et à Zuydcoote, pour les dunes. Puisse ce vœu n'être pas purement platonique !

Les efforts des habitants devront porter sur l'extension des plantations dans les dunes mobiles ; ils pourraient essayer le Robinier qui fixe admirablement le sable et que les forestiers italiens ont introduit avec beaucoup de succès dans les dunes de Tripolitaine. On ne peut guère songer à une culture rémunératrice dans les dunes, si ce n'est celle du *Lotus* ; dans les parties salées on pourrait multiplier les salicornes, bien peu abondantes sur notre littoral et dont M. A. CHEVALIER [26] a montré la très grande importance au point de vue de l'alimentation.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] ALLORGE (P.), 1921-1922. — Les Associations végétales du Vexin français. *Rev. gén. de Bot.*, XXXIII et XXXIV.
- [2] ARÈNES (J.), 1924. — Etude sur la zone halophile en Provence ; végétation des côtes basses. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, LXXI.
- [3] ASCHERSON et GRÆBNER. — Synopsis der mitteleuropäischen Flora. *Leipzig*.
- [4] ASTRE (G.), 1920. — Biologie des Mollusques dans les dunes maritimes françaises et ses rapports avec la géographie botanique. *Thèse Doct. Univ. (Pharmacie), Toulouse*.
- [5] BLANCHARD (R.), 1926. — La Flandre. Etude géographique de la plaine flamande en France, Belgique et Hollande. *Paris*.
- [6] BONNIER (G.) et DE LAYENS (G.). — Flore du Nord de la France et de la Belgique. *Paris*.
- [7] BORGGREVE, 1873. — Ueber die Wirkung des Sturmes auf die Baumvegetation. *Abhand. Not. Verein zu Bremen*, III.
- [8] BOULAY (N.), 1878-1879. — Révision de la flore des départements du Nord de la France. *Lille*.
- [9] BOULY DE LESDAIN (M.), 1894. — *Cochlearia officinalis* à Dunkerque. *Feuille Jeunes Nat.*, p. 141.
- [10] — 1904. — *Matricaria discoidea*. *Feuille Jeunes Nat.*, p. 167.
- [11] — 1905. — A propos de la Note sur la Flore du littoral français de la Mer du Nord. *Feuille Jeunes Nat.*, p. 187.
- [12] — 1910. — Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque. *Dunkerque ; thèse*.
- [13] — 1910. — Muscinées des environs de Dunkerque. *Mém. Soc. nation. Sc. nat. et math. de Cherbourg*, XXXVII.
- [14] — 1910. — Limite septentrionale du *Crithmum maritimum*. *Feuille Jeunes Nat.*, p. 135.
- [15] — 1912. — Les dunes pléistocènes de Ghyvelde (Nord). *Feuille Jeunes Nat.*
- [16] — 1912. — Excursion aux dunes internes de Ghyvelde le 16 juin 1912. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLI, p. 161-170.
- [17] — 1912. — Ecologie d'une petite panne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LIX.
- [18] — 1914 — Recherches sur les Lichens des environs de Dunkerque, premier supplément. *Dunkerque*.
- [19] — 1922. — Excursion dans la plaine maritime de Dunkerque, la tourbière de Merckeghem. *Dunkerque, Bull. Union Faulconnier*, XVIII.
- [20] BRAUN BIANQUET (J.), 1915. — Etudes sur la végétation méditerranéenne, I. Les Cevcans méridionales (Massif de l'Aigoual). Etude phytogéographique. *Genève*.
- [21] — 1923. L'origine et le développement des flores dans le Massif central de France. *Paris et Zurich*.
- [22] BRAUN BIANQUET (J.) et PAVILLARD (J.), 1925. — Vocabulaire de Sociologie végétale. 2^e édit. *Montpellier*.

- [23] BRIQUET (A.), 1923. — Les dunes littorales. *Ann. de Géogr.*, XXXII, p. 385-394.
- [24] BURNAT (E.), 1892. — Flore des Alpes maritimes, I. *Genève et Bâle*.
- [25] CHERMEZON (H.), 1920. — Aperçu sur la végétation du littoral asturien. *Bull. Soc. Linn. de Norm.*, Sér. 7, III.
- [26] CHEVALIER (A.), 1922. — Les Salicornes et leur emploi dans l'alimentation. Etude historique, botanique, économique. *Revue de bot. appl. et d'Agr. coloniale*, II, n° 16.
- [27] — 1923. — Les espèces atlantiques de la flore française et la genèse des peuplements végétaux actuels de l'Ouest et du Nord-Ouest de la France. *A. F. A. S., Congrès de Bordeaux*.
- [28] — 1923. — Rapports entre la végétation de la Normandie et du Massif breton et celle de la Grande Bretagne. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LXX.
- [29] CRÉPIN (F.), 1863. — Petites annotations à la flore de Belgique. *Bull. Soc. roy. bot. de Belg.*, II, p. 254-277.
- [30] — 1864. — Matériaux pour servir à l'histoire de la géographie botanique de Belgique. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, III, p. 16-74.
- [31] — 1866. — Manuel de la flore de Belgique. *Bruxelles*, 2^e édit.
- [32] — 1867. — Petites annotations à la flore de Belgique. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, V, p. 207-236.
- [33] — 1869. — Compte-rendu de l'herborisation de 1868. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, VIII, p. 4-15.
- [34] — 1878. — Guide du botaniste en Belgique (Plantes vivantes et fossiles). *Bruxelles et Paris*.
- [35] DEBRAY (L.), 1872. — Etude géologique et archéologique de quelques tourbières du littoral flamand et du département de la Somme. *Mém. Soc. des Sc. de Lille*, Sér. 3, II, 2^e part.
- [36] DE BRUYNE (C.), 1906. — Contribution à l'étude phytogéographique de la zone maritime belge. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, XXX, fasc. 4.
- [37] DELÉPINE (G.), 1904. — Contribution à l'étude géographique du littoral de la Flandre française. *Bull. Comité flamand*.
- [38] — 1906. — Les cordons littoraux de la Flandre française. Etude géographique. *Séances du Comité flamand*.
- [39] — 1909. — Phénomènes géologiques récents du littoral de la Flandre française. *A. F. A. S., Congrès de Lille*, p. 452-465.
- [40] — 1909. — Phénomènes géologiques récents du littoral de la Flandre française. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XXXVIII, p. 357-362.
- [41] — 1920. — Phénomènes actuels observés sur la plage de Dunkerque. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLV, p. 179-192.
- [42] DELÉPINE et LABEAU, 1904. — Le littoral français de la Mer du Nord. *Feuille Jeunes Nat.*, Sér. 4, 34^e année.
- [43] DEPÉRET (CH.), 1918-1922. — Essai de coordination chronologique des temps quaternaires. *C. R. Acad. Sc.*, CLXVI (1918) p. 480, 636 et 884, CLXVII (1918) p. 418 et 979, CLXVIII (1919) p. 868, CLXX (1920) p. 159, CLXXI (1920) p. 212, CLXXIV (1922) p. 1502 et 1594.
- [44] — 1921. — La classification du quaternaire et sa corrélation avec les niveaux préhistoriques. *C. R. somm. Soc. géolog. de Fr.*, p. 125-127.
- [45] — 1919-1922. — Essai d'une classification générale des temps quaternaires. *Bull. Soc. Hist. Nat. Savoie*, Sér. 2, XIX, p. 79-93.
- [46] DESMAZIÈRES (H.), 1812. — Agrostographie des départements du Nord de la France ou Analyse et description de toutes les Graminées qui

- croissent naturellement ou que l'on cultive généralement dans ces départements. *Lille*, 1 vol. et atlas.
- [47] DESMAZIÈRES (H.), 1823. — Catalogue des plantes omises dans la Botanographie belge et dans la Flore du Nord de la France ou Énumération des végétaux phanérogames ou cryptogames qui croissent spontanément dans la Belgique ancienne et qui n'ont point été connus ou décrits par tous les auteurs du pays... *Lille*.
- [48] DOUXAMI (H.), 1912. — Sur l'âge des dunes de Ghyvelde (Nord). *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLI, p. 101-109.
- [49] DUBOIS (G.), 1919. — Le Lemming à collier à Maubeuge. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLIV, p. 69-81.
- [50] — 1919. — Le Spermophile du Quaternaire de Cambrai. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLIV, p. 82-89.
- [51] — 1919. — Note complémentaire sur le Lemming à collier du Quaternaire de Maubeuge. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLIV, p. 103-106.
- [52] — 1922. — Modifications apportées à la plage de Sangatte à la suite des tempêtes de décembre 1921. *C. R. Acad. Sc.*, CLXXIV, p. 235.
- [53] — 1922. — Les tempêtes de novembre et décembre 1921 sur la côte de Sangatte. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, XLVII, p. 11-21.
- [54] — 1924. — Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géolog. du Nord*, VIII, n° 1.
- [55] — 1924. — Classification du Quaternaire du Nord de la France et comparaison avec le Quaternaire danois. *C. R. Acad. Sc.*, CLXXXIX, p. 475.
- [56] — 1924. — Essai d'application au Nord de la France de la géochronologie post-glaciaire de M. de Geer. *Ann. Soc. géolog. du Nord*, IL, p. 120-130.
- [57] — 1925. — Terrains quaternaires et modernes. Exploration de la Plaine maritime flamande, V. La région côtière de Calais à Gravelines. *Bull. Serv. Carte géolog. Fr. C. R. Coll. Campagne 1925*, XXVII.
- [58] DUCÉLLIER (L.), 1911. — Aperçu phytogéographique sur les dunes de la baie d'Alger. *Rev. gén. Bot.*, XXIII.
- [59] DUMORTIER (B.), 1869. — Bouquet du littoral belge. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, VII, p. 432-495.
- [60] DURAND (G.) et CHARRIER (J.), 1911. — Rapport sur les excursions de la Société botanique de France en Vendée, juin 1911. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LVIII, p. 129.
- [61] EBERDT (O.), 1889. — Transpiration der Pflanzen und ihre Abhängigkeit von äußeren Bedingungen. *Marburg*.
- [62] FÉLIX (A.), 1925. — Études monographiques sur les Renoncles françaises de la section Batrachium, VIII. *Ranunculus Baudotii* Godron. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LXII, p. 774-778.
- [63] FIORI (A.), 1923-1926. — Nuova Flora analitica d'Italia.
- [64] FLAHAULT (CH.), 1901. — La flore et la végétation de la France. *Introd. à la Flore descriptive et illustrée de la France de COSTE*.
- [65] FLAHAULT (CH.) et COMBRES (P.), 1894. — Sur la flore de Camargue et les alluvions du Rhône. *Bull. Soc. bot. Fr.*, XLI, p. 37-58.
- [66] FOCKE, 1871. — Untersuchungen über die Vegetation des nordwestdeutschen Tieflandes. *Abdh. Nat. Verein zu Bremen*, II.
- [67] GÉNEAU DE LAMARLIÈRE (L.), 1900. — Note sur la flore maritime du Cap Gris-Nez. *Revue gén. bot.*, XII.

- [68] GERHARDT, 1900. — Handbuch des deutschen Dünenbaues, unter Mitwirkung von Dr. J. Abromeit, P. Bock und Dr. A. Jentzsch. *Berlin*.
- [69] GODON (J.), 1901. — Note sur les plantes adventices du département du Nord et du Pas-de-Calais. *Feuille Jeunes Nat.*, p. 63.
- [70] — 1909. — Caractéristique de la flore du département du Nord. A. F. A. S., *Congrès de Lille*.
- [71] HALACSY (E. DE), 1904. — Conspectus Florae Graecae. III.
- [72] HANSEN (A.), 1901. — Die Vegetation der ostfriesischen Inseln. *Darmstadt*.
- [73] — 1904. — Experimentelle Untersuchungen über die Beschädigung der Blätter durch Wind. *Flora*, Ser. 33, Bd. XCII.
- [74] HARPER, 1917. — The new science of plant sociology.
- [75] HOCQUETIE (M.), 1925. — Quelques plantes adventices du Nord de la France. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LVII, p. 166-177.
- [76] JAUME SAINT-HILAIRE, 1805-1822. — Plantes de France décrites et peintes d'après nature.
- [77] KLEIN (L.), 1904. — Charakterbilder mitteleuropäischer Waldbäume, I. Vegetationsbilder von Dr. G. Karsten und Dr. H. Schenk. *Iena*.
- [78] KUHNHOLTZ-LORDAT (G.), 1923. — Les dunes du Golfe du Lion (Essais de Géographie botanique). *Paris ; thèse*.
- [79] KUKENTHAL (G.), 1909. — Cyperaceae-Caricoideae, in ENGLER Pflanzenreich, IV-20. *Leipzig*.
- [80] LEBEBOUR (K. F. VON), 1843-1853. — Flora rossica. *Stuttgart*.
- [81] LESTIBOUDOIS (F. J.), 1781. — Botanographie belge ou Méthode pour connaître facilement toutes les plantes qui croissent naturellement ou que l'on cultive communément dans les provinces septentrionales de la France. *Lille*.
- [82] LESTIBOUDOIS (TH.), 1827. — Botanographie belge ou Flore de la France et de la Belgique proprement dite, ouvrage disposé suivant la méthode naturelle, contenant les tableaux analytiques de François-Joseph Lestiboudois, etc. *Lille*.
- [83] LITARDIÈRE (R. DE), 1912. — La flore de la station biologique de Mauroc (Vienne). *Rev. gén. Bot.*, XXV bis.
- [84] — 1923. — Contribution à l'étude des Festuca (subgen. eu-Festuca) du Nord de la France (Nord, Pas-de-Calais) et de Belgique I. et II. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LV, fasc. 2.
- [85] LITARDIÈRE (R. DE) et MALCUIT (G.), 1927. — Contributions à l'étude phytosociologique du littoral du Boulonnais : l'estuaire de la Slack. *Archives de Bot.*, I, Bull. mens. p. 121-137.
- [86] MAGNEL (L.), 1913. — Notes. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LII.
- [87] — 1919. — Compte-rendu de l'herborisation de la Société royale de botanique de Belgique. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LII.
- [88] — 1921. — Quelques observations de botanique rurale faites pendant la guerre à Coxyde et aux environs. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LIV.
- [89] — 1923. — Observations phytogéographiques. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LV.
- [90] MAIRE (R.), 1925. — Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. *Alger*.
- [91] MALCUIT (G.), 1926. — Une excursion phytosociologique à Campo di Loro près Ajaccio. *Bull. Soc. bot. Fr.*, LXXIII, p. 212-218.

- [92] MALCUIT (G.), 1927. — La végétation du vallon du Denacre, près Boulogne-sur-Mer. *Rev. gén. Bot.*, XXXIX.
- [93] MARSH (A. S.), 1915. — The maritime ecology of Holme-next-the-Sea, Norfolk. *The Journal of Ecology*, II, n° 2.
- [94] MASCLEF (A.), 1886. — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais. *Arras et Paris*.
- [95] — 1888-1889. — Etudes sur la géographie botanique du Nord de la France. *Journal de Bot.*, 1888, n° 11, 12, 14, 15, 1889, n° 3, 6, 15.
- [96] MASSART (J.), 1893. — La biologie de la végétation sur le littoral belge. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, XXXII, pp. 398, 413, 414.
- [97] — 1903. — Comment les plantes vivaces maintiennent leur niveau souterrain. *Bull. jard. bot. Et. à Bruxelles*, I, fasc. 4.
- [98] — 1904. — Les conditions d'existence des arbres dans les dunes littorales. *Bull. Soc. centr. forest. de Belgique*, pp. 225, 407, 418.
- [99] — 1904-1905. — Les Muscinées du littoral belge. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, XLII, et *Bull. jard. bot. Et. à Bruxelles*, I, n° 6.
- [100] — 1908. — Essai de géographie botanique des districts littoraux et alluviaux de la Belgique. *Recueil de l'Inst. bot. Leo Errera*, VII.
- [101] — 1912. — La cinquantième herborisation de la Société royale de botanique de Belgique sur le littoral belge. *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, LI, p. 69-188.
- [102] — 1916. — D'où vient la flore du littoral belge ? *Ann. de Géogr., Paris*, XXV.
- [103] — 1921. — La biologie des inondations de l'Yser et la flore des ruines de Nieupoort. *Recueil de l'Inst. bot. Leo Errera*, XX.
- [104] — (in BOMMER et MASSART), 1908. — Les aspects de la végétation en Belgique, I. Les districts littoraux et alluviaux de la Belgique. *Bruxelles*.
- [105] MOSS (C. E.), 1906. — Geographical distribution of vegetation in Somerset : bath and brigwater district. *Royal geographical Society, Londres*.
- [106] NECKER (N. J. DE), 1768. — *Deliciae Gallo-Belgicae silvestres seu tractatus generalis Plantarum Gallo-Belgicarum ad genera relatarum cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, pharmaceutis, locis natalibus proprietatibus virtualibus. Ex observatione, chemiae legibus praeclaris cum animadversionibus secundum Principia Linnæana. Argentatorum MDCCLXVIII.*
- [107] PALETZKY (W.), 1901. — La fixation du sable du chemin de fer transsibérien, *Saint-Petersbourg* (en russe, cité par BESSEY).
- [108] ROUY et FOUCAUD, ROUY et CAMUS, ROUY, 1893-1913. — Flore de France.
- [109] STEINHEIL (AD.), 1838. — Observations sur la végétation des dunes à Calais. *Versailles*.
- [110] SWELLENGREBEL (N.), 1905. — Ueber niederländische Dünenpflanzen. *Beihefte zum bot. Centralblatt*, XVIII.
- [111] SZYMKIEWICZ (D.), 1923 et 1925. — Etudes climatologiques. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae, Varsovie*, Vol. I (1923) p. 244-246, Vol. II (1925).
- [112] TANSLEY (A. G.), 1911. — Types of british vegetation, by members of the central committee for the survey and study of british vegetation. *Cambridge*.
- [113] — 1911. — Phytogeographical excursion in the British Isles. *The New Phytologist*, X, p. 280.

- [114] VANDAMME (H.). — Flore de l'Arrondissement d'Hazebrouck. *Hazebrouck*.
- [115] VICQ (ELOY DE), 1857. — Notes sur quelques plantes du littoral des départements de la Somme et du Pas-de-Calais. *Bull. Soc. bot. Fr.*, IV, p. 1033-1034.
- [116] WIESNER (J.), 1887. — Grundversuche über den Einfluss der Luftbewegungen auf die Transpiration der Pflanzen. *K. K. Akad. d. Wiss. Wien. Abt. 1*, Bd. XCVI.
- [117] WILDEMAN (E. DE) et DURAND (TH.), 1898-1899. — Prodrôme de la flore de Belgique. Bruxelles.
-

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

- Figure 1. — Plage et dunes bordières entre Grand-Fort-Philippe et Oye-Plage ; au premier plan *Agropyretum* sur sable très coquillier ; *Ammophiletum* dans la dune.
- Figure 2. — Plage de Fort-Mardick : *Agropyrum junceum* déchaussés par le vent.

PLANCHE II

- Figure 3. — *Agropyretum* sur le versant maritime des dunes bordières, à Malo-Centre.
- Figure 4. — *Ammophiletum* dans la dune mobile entre Zuydcoote et Malo-Terminus.

PLANCHE III

- Figure 5. — *Ammophiletum* sur le cordon bordier entre Zuydcoote et Malo-Terminus ; au pied des dunes, on voit des *Hippophae rhamnoides* morts, vestiges de buissons qui furent ensablés.
- Figure 6. — Groupe d'*Eryngium maritimum* sur le versant continental des dunes entre Mardick et Loon-Plage ; on aperçoit aussi des alignements de *Carex arenaria*.

PLANCHE IV

- Figure 7. — Peuplement d'*Elymus arenarius* dans l'*Ammophiletum*, à Malo-Centre.
- Figure 8. — *Hippophae rhamnoides* dans les dunes mobiles à Malo-Centre ; au sommet de la dune, *Festuca rubra* subsp. *dumetorum*.

PLANCHE V

- Figure 9. — Versant continental des dunes établies sur la digue du Casino, à Calais : *Calystegia Soldanella*, *Agropyrum junceum*, *Phragmites communis*.
- Figure 10. — Dunes mobiles à *Salix repens* subsp. *dunensis* entre Zuydcoote et Malo-Terminus ; au premier plan Association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*.

PLANCHE VI

- Figure 11. — Dune couverte de *Tortula ruraliformis* à Zuydcoote. (Supprimer sur la Planche : var. *arenicola*).
- Figure 12. — Panne à Zuydcoote : *Hippophae rhamnoides*, *Rosa eglanteria*, *Calamagrostis epigeios*, *Salix repens* subsp. *dunensis*.

PLANCHE VII

- Figure 13. — Plage vaseuse près les Dunes d'Oye ; individus isolés de *Salicornia europaea* (s. lat.) et de *Suaeda maritima*.
- Figure 14. — Une mare dans les dunes entre Zuydcoote et Malo-Terminus ; en arrière l'*Ammophiletum*.

PLANCHE VIII

Figure 15. — Calais, fossé des fortifications près Les Baraques : peuplement de *Phragmites communis* ; on aperçoit les rhizomes aériens qui suivent le retrait de l'eau ; en arrière, dunes établies sur la digue du Casino.

Figure 16. — Panne dans les dunes internes de Ghyvelde : *Pinus silvestris* (planté), *Hippophae rhamnoides*, *Salix repens* subsp. *dunensis*, *Sambucus nigra*, *Calamagrostis epigeios* ; à l'arrière plan, à droite, dunes à *Ammophila*.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.	1
<i>Aperçu géographique et géologique.</i>	5
Physiographie.	5
Géologie.	9
Climat.	15

PREMIERE PARTIE

LES ASSOCIATIONS VEGETALES

CHAPITRE I. — SÉRIE PSAMMOPHILE.	28
§ 1. — <i>Agropyretum juncei.</i>	28
Passage de l' <i>Agropyretum</i> à l' <i>Ammophiletum.</i>	35
§ 2. — <i>Ammophiletum arenariae.</i>	38
Passage de l' <i>Ammophiletum</i> à l'association à <i>Tortula</i> <i>ruraliformis</i> var. <i>arenicola</i> et <i>Galium verum</i> var. <i>mariti-</i> <i>imum.</i>	49
§ 3. — Association à <i>Tortula ruraliformis</i> et <i>Galium verum</i> var. <i>maritimum.</i>	49
Stade de dégénérescence de l'association à <i>Tortula</i> : <i>broussailles</i> à <i>Hippophae</i> , <i>Salix repens</i> , <i>Sambucus</i> et <i>Li-</i> <i>gustrum.</i>	51
Passage de l'association à <i>Tortula</i> à l' <i>Arrhénathéraie.</i>	55
§ 4. — <i>Arrhenatheretum elatioris</i> (<i>Arrhénathéraie</i>).	61
CHAPITRE II. — SÉRIE HYGROPHILE.	66
1. Groupements halophiles.	66
§ 1. — <i>Salicornietum europaeae.</i>	66
Passage du <i>Salicornietum europaeae</i> à l'association à <i>Atropis</i> et <i>Aster Tripolium.</i>	68
§ 2. — Association à <i>Atropis</i> et <i>Aster Tripolium.</i>	69
Destinée de l'association à <i>Atropis</i> et <i>Aster Tripolium.</i>	73
<i>a.</i> Passage à la série psammophile.	73
<i>b.</i> Passage aux groupements hygrophiles non halo- philes.	77
§ 3. — <i>Artemisietum maritimae.</i>	79
§ 4. — Groupement à <i>Agrostis alba.</i>	85
2. Groupements non halophiles.	88
§ 1. — <i>Fonds de mare</i> à <i>Juncus articulatus.</i>	88

§ 2. — Association à <i>Calamagrostis epigeios</i>	90
A. Sous-association à <i>Parnassia</i>	90
Passage de la sous-association à <i>Parnassia</i> à la sous-association type.	92
B. Sous-association type.	93
Faciès à <i>Hippophae</i>	98
Faciès à <i>Salix repens</i> subsp. <i>dunensis</i>	98
§ 3. — Association à <i>Phragmites communis</i>	100
Passage des groupements hygrophiles non halophiles à la série psammophile.	100
CHAPITRE III. — SÉRIE AQUATIQUE.	106
1. Associations halophiles.	106
§ 1. — Association à <i>Ruppia maritima</i>	106
§ 2. — Association à <i>Ranunculus Baudotii</i>	106
2. Associations non halophiles.	107
§ 1. — Association à <i>Lemnacées et Potamogeton</i>	107
§ 2. — Association à <i>Eleocharis palustris</i>	108
CHAPITRE IV. — PASSAGE DES ASSOCIATIONS HALOPHILES AUX ASSOCIATIONS HYGROPHILES NON HALOPHILES ET PSAMMOPHILES.	109
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ASSOCIATIONS.	116

DEUXIEME PARTIE

ORIGINE DE LA FLORE. SES MODIFICATIONS ACTUELLES

CHAPITRE I. — ORIGINE DE LA FLORE.	117
CHAPITRE II. — LES MODIFICATIONS ACTUELLES DE LA FLORE.	143
1. Modifications naturelles.	143
2. Modifications anthropozoogènes.	145
Les plantations.	145
Les cultures et les associations culturales.	146
Le déboisement.	151
L'assèchement.	151
Les animaux.	152
La végétation rudérale et adventice.	153
CONCLUSIONS.	157
BIBLIOGRAPHIE.	166
EXPLICATION DES PLANCHES.	172

ERRATA ET ADDENDA

- Page 5 (ligne 3), après rectiligne, *mettre un point virgule.*
- Page 6 (ligne 23), *au lieu de* jusqu'à vers Nieuport, *lire* jusque vers Nieuport.
- Page 14 (ligne 13), après Face au large, *mettre une* virgule.
- Page 17 (ligne 2), après excessif, *mettre un point virgule.*
- Page 19 (ligne 14), après importance, *mettre un point et lire* Cependant, ce qui importe surtout, ce n'est...
- Page 23 (ligne 24), *au lieu de* molinifera, *lire* monilifera.
- Page 26 (ligne 36), *au lieu de* floraux, *lire* floristiques.
- Page 29 (ligne 6), *au lieu d* Planche II, fig. 1, *lire* fig. 3.
- Page 39 (ligne 14), après à l'W. de Calais, *ajouter* (Pl. V, fig. 9).
- Page 48 (ligne 6 et tableau, colonne de droite, ligne 4), *au lieu de* G 37 %, *lire* G 34 %.
- Entre pages 48 et 49 (Tableau V, dernière ligne), *au lieu de* molinifera, *lire* monilifera.
- Page 51 (ligne 13), *au lieu de* T 13,5 %, *lire* T 11,5 %.
- Page 52 (Tableau VI, colonne de droite, avant-dernière ligne) *au lieu de* C. Tort et Gal., *lire* C. Tort et Gal.
- Page 62 (ligne 8), *au lieu de* H [pour *Bromus hordeaceus*] *lire* T.
(ligne 32), *au lieu de* H (T), *lire* H.
(ligne 33), *au lieu de* H, *lire* H (T).
- Page 64 (ligne 5 verticale), *au lieu de* Honckeneja, *lire* Hönckena.
(ligne 7 verticale), *au lieu de* Erygium, *lire* Eryngium.
(ligne 14 verticale), *au lieu de* Tortula ruralis var. arenicola, *lire* Tortula ruraliformis.
- Page 65 (ligne 3 à partir du bas, colonne de droite), *au lieu de* H 49,5 %, *lire* H 79,5 %.
- Page 66 (ligne 9 à partir du bas, *au lieu de* servi, *lire* servis.
(ligne 6 à partir du bas), *au lieu de* Salicornia europaea, *lire* Salicornia europaea.
- Page 68 (ligne 4), *au lieu de* T 77 %, *lire* T 67 %.
- Page 73 (Tableau XIII, ligne 1, colonne de gauche), *au lieu de* Agrotis, *lire* Agrostis.
- Page 75 (fig. 11), *au lieu de* Association à Agrotis, *lire* Groupement à Agrostis.
- Page 79 (ligne 7), *au lieu de* Marsch, *lire* Marsh.
- Page 86 (légende du schéma), *au lieu de* Association à Agrotis alba, *lire* Groupement à Agrotis alba.
- Page 87 (ligne 11), *au lieu de* H [pour *Bromus hordeaceus*], *lire* T.
(ligne 17), *au lieu de* var. arenaria, *lire* subvar. arenaria.
(ligne 28), *au lieu de* H [pour *Medicago lupulina*], *lire* T.
- Page 88 (ligne 3), *au lieu de* H 73,5 %, *lire* H 70,5 %.
(ligne 5), *au lieu de* T 10,5 %, *lire* T 13,5 %.
- Page 89 (ligne 4), *au lieu de* var. arenaria, *lire* subvar. arenaria.
- Page 92 (ligne 3, colonne de droite), *au lieu de* polygamum, *lire* polygamum.
- Page 95 (ligne 14), *au lieu de* H [pour *Medicago lupulina*], *lire* T.

- Page 101 (avant-dernière ligne), *après dunes, au lieu d'une virgule mettre un point-virgule.*
- Page 104 (ligne 7 à partir du bas), *au lieu de Cynanchica, lire cynanchica.*
- Page 119 (ligne 14), *au lieu de boréo-atlantique, lire ibéro-atlantique.*
- Page 125 (ligne 10 à partir du bas), *après (Pise), ajouter Malte.*
- Page 126 (ligne 12 à partir du bas), *après Moscou, ajouter (indication douteuse [cf. WOLFF, Pflanzenreich, Heft 90, p. 44, 1927]).*
- Page 130 (ligne 2 à partir du bas), *au lieu de MAERTENS, lire MARTENS.*
- Page 132 (ligne 10), *au lieu de Cynanchica, lire cynanchica.*
(ligne 6 à partir du bas), *au lieu de Figuiera, lire Figueira.*
- Page 140 (ligne 3 à partir du bas), *après Japon ; , ajouter Maroc (Moyen-Atlas) ; .*
- Page 151 (titre), *au lieu de L'assèchement, lire L'assèchement.*

Notre mémoire était à l'impression, lorsque le Prof. KUHNHOLTZ-LORDAT nous a très obligeamment communiqué ses intéressants travaux sur la flore maritime de la Charente Inférieure.

Comme nous l'avons nous-même observé sur le littoral du Nord, cet auteur a constaté (1) que l'*Agropyrum junceum* se comporte de la même façon sur la côte océanique et les bords de la Méditerranée, que l'*Honckenya peploides* est un des pionniers de l'invasion de la grève par la végétation.

Le **Corynephorum** (2) de la Charente-Inférieure, qui a son homologue dans notre association à *Tortula ruraliformis* et *Galium verum* var. *maritimum*, dérive, ainsi que nous l'avons nous-même remarqué (p. 49), de l'**Ammophiletum**, par suite de la diminution de vitalité de l'*Ammophila* et de l'installation progressive des espèces de l'association consécutive. Cependant, alors que nous avons montré que les Mousses, et en particulier *Tortula ruraliformis*, souvent aidées par les *Ononis*, *Galium*, etc., sont des edificatrices de l'association, M. KUHNHOLTZ-LORDAT confère, à ce point de vue, le rôle principal au *Corynephorus* ; pour lui, les Bryophytes, « n'ayant pas de pouvoir stabilisateur », marqueraient uniquement le stade optimal du groupement. Sur les côtes de la Mer du Nord, au contraire, les Mousses s'installent très rapidement, ainsi que nous l'avons signalé (p. 49). Elles ont une action prépondérante dans la stabilisation du sol et le *Corynephorus* ne se développe réellement que dans les endroits particulièrement bien fixés ; il y forme de petites touffes serrées se dressant au-dessus du tapis muscinal. En certains points cependant, à Zuydcoote par exemple, très exceptionnellement, il arrive que l'on puisse trouver le *Corynephorus* dans des stations où la dune est relativement mobile. Mais on retrouve alors des souches d'arbustes qui laissent supposer l'existence préalable d'un fourré. Nous avons montré (p. 51) que les Mousses meurent lorsqu'elles sont à l'ombre ; les *Corynephorus* seraient des survivants de l'association à *Tortula*.

(1) Un cas de zonation dans les sables maritimes, Feuille des Nat., Sept. 1926.

(2) L'association à *Corynephorus canescens* P. B. et *Helichrysum Stoechas* L. (*Corynephorum atlanticum*). Montpellier, 1927.

Notons encore qu'il nous est impossible, pour notre dition, de considérer avec M. KUHNHOLTZ-LORDAT, *Carex arenaria* comme un « psammophile rudéral ». Cette espèce existe en grande quantité dans toute l'étendue des dunes, sauf dans l'**Agropyretum**. Elle semble bien avoir son maximum de vitalité dans l'**Ammophiletum** où sa présence n'est pas déterminée par l'action de l'homme ; elle existe encore dans l'association à *Tortula* mais s'y développe beaucoup moins bien.



Après lecture de plusieurs travaux récents, nous pensons devoir nous élever contre l'individualisation d'associations dont la valeur n'est pas discutable pour un point précis mais qui n'ont probablement aucun caractère de généralité.

L'exploration de territoires étendus, les comparaisons des mêmes groupements en divers points permettront certainement une condensation du nombre énorme d'associations déjà décrites. Cette multiplication des associations résulte fatalement de travaux conduits isolément, et en des localités souvent éloignées, qui amènent naturellement à distinguer comme « associations » des faciès ou des stades de transition entre deux ou plusieurs associations, comme successions normales des successions exceptionnelles ou des variantes.

Ainsi que l'ont très bien fait remarquer MM. KUHNHOLTZ-LORDAT (1) et ALLORGE (2) les phytogéographes ne doivent pas se borner au recensement purement floristique des associations végétales, mais étudier aussi « la vie de l'association, sa genèse, ses transformations » et surtout « la biologie des espèces dans ses rapports avec l'évolution du tapis végétal, les relations entre le milieu et la flore qu'il recèle ».

L'écologie doit rester la base fondamentale de la phytosociologie qui, en s'appuyant sur elle, peut devenir une merveilleuse méthode de travail dans l'étude de la Géographie botanique.

(1) Une succession sur les vases salées de l'embouchure de la Seudre (Charente-Inférieure). Feuille des Nat., Octobre 1926.

(2) in Bull. Soc. Bot. Fr., LXXIII, p. 893 (1927).

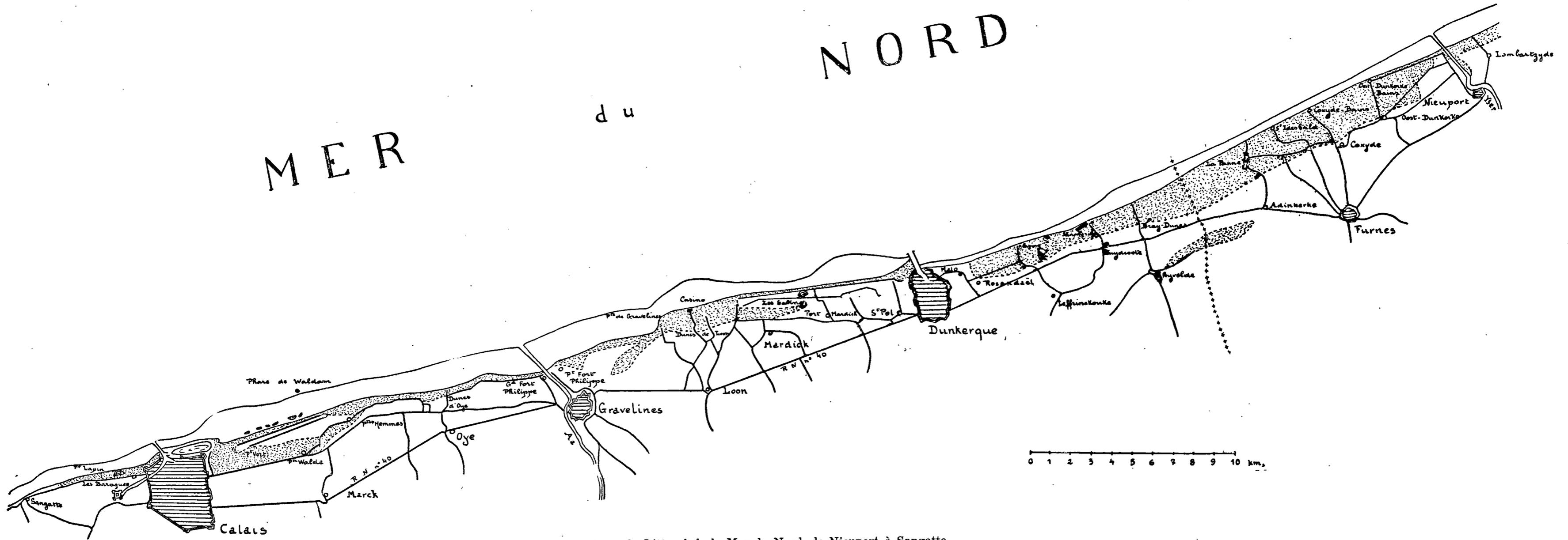
SECONDE THESE

PROPOSITIONS DONNEES PAR LA FACULTE

- 1° **Botanique** : *Influence du bord de la mer sur la forme et la structure des végétaux.*
- 2° **Zoologie** : *Les Trématodes : parasitisme, reproduction, cycle évolutif.*
- 3° **Géologie** : *Les dépôts géologiques effectués dans le Nord de la France au cours des périodes continentales.*

Vu et permis d'imprimer :
Lille, le 28 Janvier 1927.
Le Recteur de l'Académie,
A. CHATELET

Vu et approuvé :
Lille, le 26 Janvier 1927.
Le Doyen,
A. MAIGE

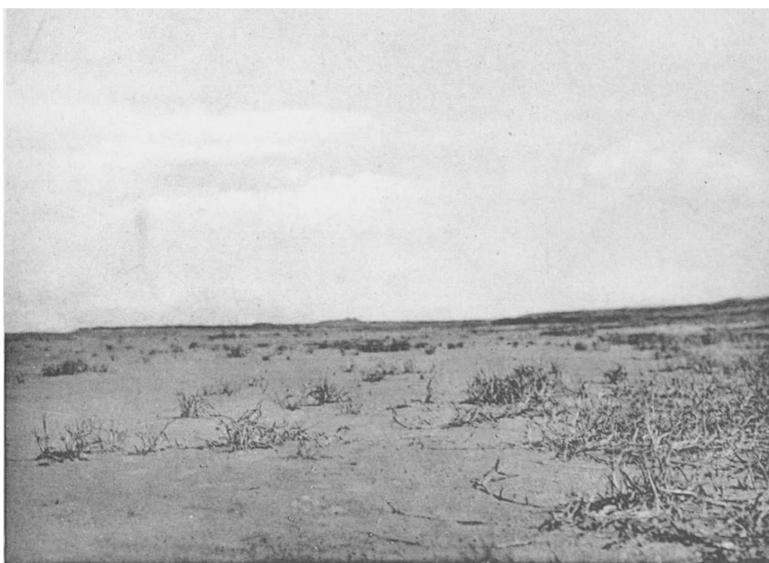


Carte du Littoral de la Mer du Nord, de Nieupoort à Sangatte.



M. Hocquette, phot.

1. — Plage et dunes bordières entre Grand-Fort-Philippe
et Oye-Plage.



M. Hocquette, phot.

2. — Plage de Fort-Mardick - *Agropyretum*



R. de Litardière, phot.

3. — Malo-Centre : **Agropyretum** sur le versant maritime des dunes bordières.



M. Hocquette, phot.

4. — **Ammophiletum** dans la dune mobile entre Zuydcoote et Malo-Terminus.



M. Hocquette, phot.

5. — **Ammophiletum** sur le cordon bordier
entre Zuydcoote et Malo-Terminus.



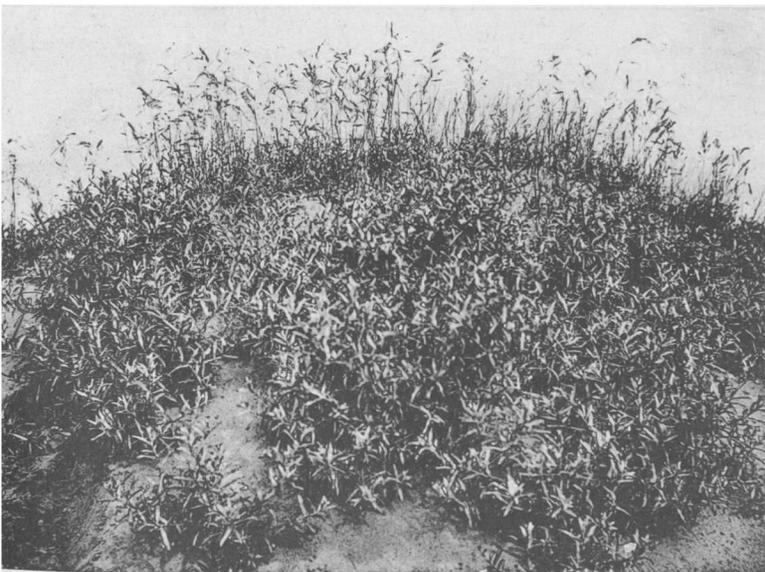
M. Hocquette, phot.

6. — Groupe d'*Eryngium maritimum* sur le versant continental
des dunes entre Mardick et Loon-Plage.



R. de Litardière, phot.

7. — Peuplement d'*Elymus arenarius* dans l'*Ammophiletum*
à Malo-Centre.



R. de Litardière, phot.

8. — *Hippophae rhamnoides* dans les dunes mobiles à Malo-Centre.



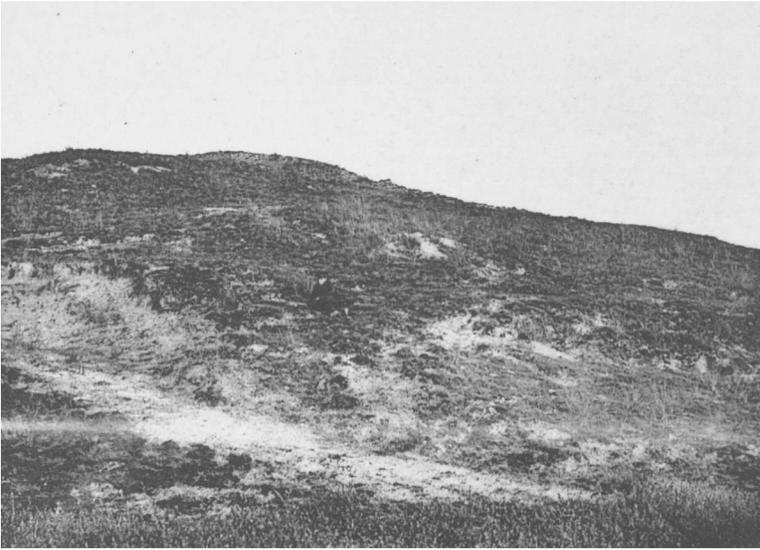
M. Hocquette, phot.

9. — *Calystegia Soldanella*, *Agropyrum junceum*,
Phragmites communis à Calais.



M. Hocquette, phot.

10. — Dunes mobiles à *Salix repens* subsp. *dunensis*
entre Zuydcoote et Malo-Terminus.



M. Hocquette, phot.

11. — Zuydcoote, dune couverte de *Tortula ruraliformis*
var. *arenicola*.



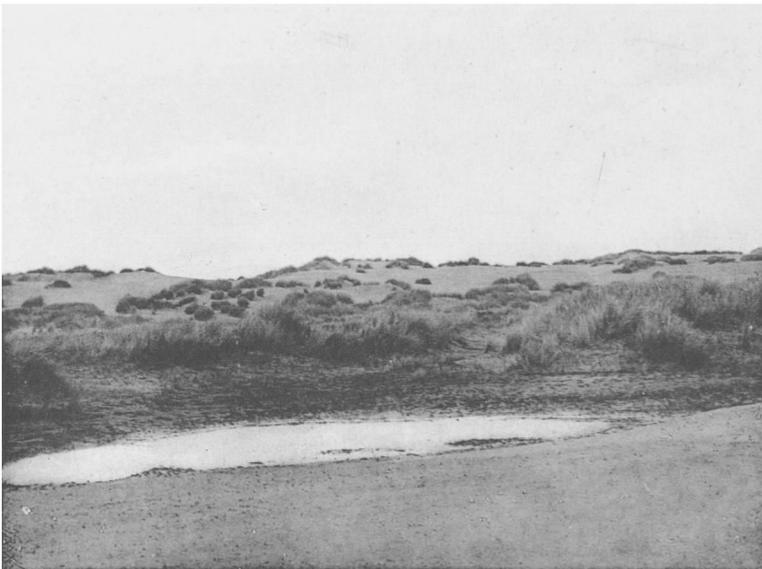
M. Hocquette, phot.

12. — Panne à Zuydcoote - *Hippophae rhamnoides*,
Rosa eolanteria. *Calamagrostis epigeios*, *Salix repens*



M. Hocquette, phot.

13. — Plage vaseuse à *Salicornia* et *Suaeda* près des Dunes d'Oye.



M. Hocquette, phot.

14. — Une mare dans les dunes entre Zuydcoote et Malo-Terminus.



M. Hocquette, phot.

15. — Calais, fossé des fortifications près Les Baraques.



M. Hocquette, phot.

16. — Dunes internes de Ghyvelde.