

The 60 000 338

**UNIVERSITE DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES
DE LILLE
UFR DE GEOGRAPHIE**

**"LABORATOIRE DE GEOMORPHOLOGIE
ET DE GESTION DES MILIEUX
NATURELS"
EQUIPE DU GREMIL**

ANNEE 2000

NUMERO D'ORDRE :

THESE DE DOCTORAT EN GEOGRAPHIE
"Dynamique des milieux naturels et anthropisés passés et actuels"

présentée par

FREDERIC B.F. JOLY

**LE PATRIMOINE GEOMORPHOLOGIQUE :
CONCEPTS, EVALUATION, MEDIATISATION.
APPLICATION AU CAS DU LITTORAL DU NORD-PAS-DE-CALAIS.**

Volume I



Directeur : Madame Y. Battiau-Queney, Professeur à l'USTL.
Rapporteurs : Monsieur M. Monbaron, Professeur à Institut de Géographie de Fribourg.
Monsieur F. Verger, Professeur à l'Ecole Normale Supérieure de Paris.
Examineur : Monsieur J.J. Dubois, Professeur à l'USTL.

Remerciements.

Cette étude a été conduite d'octobre 1996 à décembre 2000 avec un budget global de 3 500 euros annuels. Elle aura nécessité un volume de travail hebdomadaire souvent supérieur à 100 heures. Je placerais ces conditions *Paul Austeriennes* en toile de fond pour mieux mettre en valeur les personnes qui m'ont permis de finaliser ce travail.

Je tiens d'abord à exprimer ma profonde gratitude à Madame le Professeur **Yvonne Battiau-Queney** pour la confiance qu'elle m'a accordée tout au long de ces quatre années de travail. J'adresse mes remerciements à Monsieur le Professeur **Michel Monbaron** et Monsieur le Professeur **Fernand Verger** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'être les rapporteurs de ma thèse. Je remercie également Monsieur le Professeur **Jean-Jacques Dubois** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Ce travail de thèse doit beaucoup à l'aide de personnes, que cela soit pour la correction du manuscrit ou l'envoi d'un colis d'une centaine d'articles consacrés au PGG en Italie. Je remercie tout particulièrement Madame **Catherine Meur-Férec** (Maître de Conférences à l'Université du Littoral Côte d'Opale, Dunkerque), Monsieur **Vincent Grandgirard** (Institut de Géographie de Fribourg), Monsieur **Fabien Hobléa** (Maître de Conférences à l'Université Lumière, Lyon), Monsieur **Guy Martini** (Directeur de la réserve géologique de Digne-les-Bains), Monsieur **Stéphane Junique** (Directeur du Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, Villeneuve d'Ascq), Madame **Brigitte Lacoste** (Chef de section à la DDE de Boulogne-sur-Mer), Monsieur **Mauro Soldati** (Université de Modène), Monsieur **John Harvey** (The National Trust, Cirencester), Monsieur **Jean-Pierre Renard** (Université d'Artois, Arras), Madame **Gaëtana Quaranta** (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Bouguenais) et Monsieur **Jean-Marie Gehu** (Directeur du Centre de Phytosociologie de Bailleul).

Je remercie très chaleureusement les personnes de l'UFR de géographie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille qui m'ont toujours aidé du mieux qu'ils pouvaient. Madame **Nicole Cunat-Bogé** (Ingénieur d'Etudes), Madame **Béatrice Degeyre** (cartothécaire) et Monsieur **Philippe Deboudt** (Maître de Conférence).

Le projet Geotop-Geotools a nécessité d'innombrables entretiens, réunions de travail et visites de sites. Pour l'intérêt qu'ils ont porté au projet, je remercie Madame **Line Biguet** (Comptoir des Calcaires et Matériaux, Trélon), Madame **Marie-Madeleine Birot** (Pôle de Recherche pour l'Organisation et la Diffusion de l'Information Géographique, Paris), Madame **Marie-Christine Blandin** (Conseiller Régional du Nord-Pas-de-Calais, Lille), Monsieur **Philippe Boulanger** (Directeur de la rédaction du magazine *Pour la Science*, Paris), Monsieur **Francis Bruegghe** (Service Communication du Port Autonome de Dunkerque), Monsieur **Vincent Cohez** (Association "La Chaîne des Terrils", Loos-en-Gohelle), Monsieur **Jean-Pierre Decool** (Conseiller Général du Département du Nord, Président de l'Association des Maires du Nord et Maire de la commune de Brouckerque), Monsieur **Dubois** (Maire de la commune de Leffrinckoucke), Madame **Isabelle Estienne** (Association "Pour le Littoral Picard et la Baie de Somme", Paris), Monsieur **José Godin** (Maître de Conférences à l'Université des Sciences et Technologies de Lille), Monsieur **Alf Grube** (Université de Kiel), Madame **Bénédicte Lemaire** (Office National des Forêts de Valenciennes), Monsieur **Georges Khaznadar** (Association "Club Linux Nord-Pas-de-Calais", Dunkerque), Monsieur **Claude Lannette** (Directeur des Archives Départementales de Lille), Monsieur **Serge Martin** (Directeur de l'Association des Maires du Nord, Lille), Monsieur **Jacques Méreau** (Président de l'association "Les Amis du Fort d'Ambleuse", Lille), Madame **Stéphanie de Mareuil** (Magazine *La Recherche*, Paris), Monsieur **Edmond Olek** (Agence d'Urbanisme et de Développement de la région Flandre-Dunkerque, Dunkerque), Madame **Marine Olsson** (Excelsior Publications, Paris), Monsieur **André Pruvost** (Lycée Paul Hasard, Armentières), Monsieur **Friedrich W. Wiedenbein** (Université de Erlangen-Nuremberg) et Madame **Lydie Wissocq** (Association "Houtland Nature", Wormhout).

Je remercie l'équipe fondatrice de l'association Geotop et mes amis pour leur soutien et leur enthousiasme.

Je pense aussi à Cassel, à Chambéry, à Dunkerque, à Ferrière-la-Grande, à Hazebrouck, à Hondschoote, à Malo-les-Bains, à St Brévin-les-Pins, à St Nazaire et à Zernezeele.

Join The Mars Society, www.marssociety.org

Support The SETI project, <http://setiathome.berkeley.edu>

A Guy Jovenet

*"DANS LES FLEUVES au nord du futur,
je lance le filet
qu'hésitant(e) tu alourdis
d'ombres écrites par
des pierres."
Paul Celan, *Choix de poèmes*, Gallimard, 1998.*

SOMMAIRE

Introduction générale.....	16
-----------------------------------	-----------

PARTIE 1. Le patrimoine géomorphologique : approche critique du concept et des problématiques de cotation.

Introduction.....	20
--------------------------	-----------

Chapitre I. Le besoin de changement de perception du patrimoine géomorphologique dans les études scientifiques.

A. Définitions du patrimoine géomorphologique.

1. L'absence de définition juridique du patrimoine géomorphologique : d'une lacune du droit à un problème de finalité scientifique.....	21
2. L'interprétation culturelle du concept de patrimoine géomorphologique.....	22
3. Les autres appellations du patrimoine géomorphologique.....	24

B. Valeur et portée du concept de patrimoine géomorphologique.

1. Les principes fondamentaux de l'étude du patrimoine géomorphologique.....	26
a. Le patrimoine n'est pas un sujet d'étude mais un domaine d'étude.	
b. Le concept de patrimoine géomorphologique n'est pas un domaine scientifique.	
c. Le patrimoine géomorphologique est un concept artificiel.	
2. Les problèmes liés à l'étude du concept de patrimoine géomorphologique.....	29
a. La quasi-totalité des contributions sur le patrimoine géomorphologique sont inexploitable.	
b. La géomorphologie et la géologie : de l'amalgame à l'absorption complète.	
c. Le patrimoine géomorphologique et l'influence paysagère.	
3. Les implications de la mise en place d'une démarche scientifique dans l'étude du patrimoine géomorphologique.....	32
a. L'abandon du terme "patrimoine" dans les démarches scientifiques ultérieures.	

- b. La valorisation de l'approche technique dans les politiques de communication sur le "patrimoine géomorphologique".

Chapitre II. La recherche d'un cadre adapté pour une problématique d'évaluation géomorphologique.

A. Un contexte décisionnel défavorable pour une étude spécialisée.

1. Un travail convoité à réaliser sans cadre méthodologique global ni soutien logistique. 34
2. Une préoccupation secondaire des élus locaux..... 35
3. Une étude reléguée au rang de complément des inventaires biologiques..... 37

B. Les problèmes techniques de l'évaluation géomorphologique.

1. L'influence normative des autres disciplines scientifiques : l'exemple de la biologie et des statistiques..... 39
2. L'obtention d'un résultat synthétique extrait de son contexte..... 40
3. Du manque d'attention accordé au vocabulaire aux problèmes de validité et de comparaison des résultats..... 40

Chapitre III. Les prescriptions nécessaires à l'élaboration de la problématique d'un protocole de cotation.

A. Quelle démarche soutenir pour l'étude de la cotation géomorphologique ?

1. Deux démarches emboîtées : la méthode et le protocole de cotation géomorphologique..... 41
 - a. La méthode de cotation : la recherche d'un cadrage général.
 - b. Le protocole de cotation : la recherche d'un cadrage pratique.
2. Pourquoi contribuer à la mise au point d'un protocole et non d'une méthode de cotation ?..... 42
 - a. La méthode est un travail assigné à une instance coordinatrice du sujet.
 - b. Le protocole a des retombées pratiques et peut être étudié sans méthode directrice.

B. Synopsis des problématiques d'un protocole de cotation géomorphologique.

1. Le choix d'un mode de cotation géomorphologique..... 44
 - a. Les modes de cotation chiffré, non chiffré et mixte.

b.	Choix et critique d'un protocole de cotation chiffré.	
2.	Le choix du degré d'achèvement d'un protocole.....	45
a.	Les deux états des protocoles de cotation géomorphologique : le protocole complet et le protocole partiel.	
b.	Choix et critique d'un protocole de cotation complet.	
3.	Le choix d'une problématique de gestion du milieu naturel associée à un protocole de cotation.....	46
a.	Présentation de trois problématiques : l'inventaire, la catégorisation et le classement.	
b.	Choix et critique d'une problématique de classement des sites naturels.	
Conclusion.....		47

PARTIE 2. Le protocole de cotation géomorphologique de Fribourg : intérêt et application au littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Introduction.....	50
--------------------------	-----------

Chapitre I. Justification du choix du protocole de Fribourg et présentation des principes généraux.

A. Plaidoyer pour la standardisation du protocole du groupe de Fribourg.

1.	Le modèle britannique n'est pas transposable en France.....	51
a.	Présentation de la réussite des approches britanniques.	
b.	Les problèmes méthodologiques soulevés par ce type d'approche.	
2.	Les approches du canton de Fribourg (Suisse) sont transposables en France.....	52
a.	Présentation du contexte suisse.	
b.	Les avancées de la recherche fondamentale suisse.	
c.	Les avantages d'une contribution au perfectionnement du protocole de Fribourg.	

B. Les principes de fonctionnalité recherchés dans le protocole de Fribourg.

1.	La compatibilité.....	54
a.	La compatibilité avec les concepts d'espace et de temps.	
b.	La compatibilité avec tous les modelés.	
c.	Le cas des sites contenant simultanément des formes reliques et actives.	
d.	Le cas spécifique des petits sites à dynamique perturbée.	

2. La crédibilité des résultats de cotation..... 57
 - a. La possibilité de vérifier la vraisemblance des résultats sur des sites de calibrage reconnus.
 - b. La rédaction d'un mode d'emploi destiné à éviter les erreurs d'interprétation du protocole.

C. Les phases souhaitées de conduite du protocole.

1. L'analyse préalable du terrain à l'aide des méthodes géomorphologiques conventionnelles..... 58
2. L'étude des objets géomorphologiques et la surveillance des sites..... 59
3. L'incessante rectification des imperfections du protocole de cotation..... 59

D. Premiers pas vers un recensement des Zones Naturelles d'Intérêt Géomorphologique (ZNIG).

1. De la ZNIG à la Zone de Protection Géomorphologique (ZPG)..... 59
2. Les inconvénients d'une délimitation cartographique des ZNIG et des ZPG..... 60
3. Discussion sur la pertinence de plusieurs degrés d'intérêt des ZNIG..... 61

Chapitre II. Désignation des éléments géomorphologiques concernés par la cotation.

A. Les objets géomorphologiques.

1. La catégorisation des objets géomorphologiques concernés par la cotation..... 62
 - a. Premier niveau hiérarchique : la forme élémentaire.
 - b. Deuxième niveau hiérarchique : l'ensemble de formes.
 - c. Troisième niveau hiérarchique : le complexe de formes.
 - d. Quatrième niveau hiérarchique : le système géomorphologique.
2. Les éléments géomorphologiques exclus de la cotation géomorphologique..... 63
 - a. La cotation ne concerne pas les formes mais les catégories d'objets géomorphologiques.
 - b. L'exclusion des formations primitives durant l'étape de la catégorisation.

B. Le recensement des objets géomorphologiques.

1. Du recensement au rangement des objets géomorphologiques..... 64

2. Le relevé géomorphologique comme application pratique du recensement.....	65
--	----

Chapitre III. L'approche critériée comme principe directeur du protocole de cotation géomorphologique de Fribourg.

A. Spécificités conceptuelles et fonctionnelles des critères de cotation.

1. L'intégrité.....	66
2. L'emboîtement.....	67
3. La valeur didactique et la lisibilité.....	67
4. La rareté.....	67
5. La valeur paléogéographique.....	67

B. Discussion sur la formulation de critères plus sophistiqués.

1. La difficulté d'augmenter le degré de sensibilité d'un protocole.....	68
2. Les blocages soulevés par l'emboîtement des critères de cotation.....	68
3. Les connaissances théoriques en géomorphologie sont insuffisantes.....	68
4. Les risques d'un acharnement à la recherche de critères parfaits.....	69
5. L'étude des critères est complexifiée par les notions de subjectivité et d'objectivité.....	70

C. Comment coter les objets géomorphologiques à l'aide des critères ?

1. Le croisement des objets géomorphologiques avec les critères.....	71
2. Justification d'une cotation selon quatre niveaux.....	71
3. Comment moyenner et arrondir les scores ?.....	72
4. Les procédés arbitraires du système de cotation : faut-il recourir à plusieurs juges ?...	72

Chapitre IV. Le recours à l'analyse multicritère pour classer les sites naturels.

A. Justification du choix de l'analyse multicritère de surclassement.

1. L'approche multicritère la plus adaptée pour traiter les tableaux de cotation..... 72
2. Une véritable démarche d'aide à la décision..... 73
3. Une démarche évacuant la comparabilité des sites..... 74

B. Le détail de la procédure de calcul du surclassement.

1. Construction de la matrice des performances..... 74
2. Construction des matrices de concordance ou de discordance..... 75
3. Les graphes de surclassement..... 76

Conclusion..... 76

PARTIE 3. Quelles solutions pour faire connaître le "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais ?

Introduction..... 79

Chapitre I. Le "patrimoine géomorphologique" : un concept ignoré du grand public.

A. Une géomorphologie méconnue et un "patrimoine géomorphologique" sous-estimé dans la plupart des structures nationales concernées par les sciences de la terre.

1. Les structures privées : l'exemple de la presse scientifique grand public à vocation commerciale..... 80
 - a. Les revues *Pour la Science*, *Science et Vie* et *La Recherche* considérées comme de bons indicateurs.
 - b. Les procédés de comptage et de classement des articles en sciences de la terre depuis 1970.
 - c. La géomorphologie ne fait l'objet que de 17 articles sur un total de 14360 recensés et le "patrimoine géomorphologique" n'est jamais abordé.
2. Les institutions publiques : l'exemple des programmes scolaires du primaire et du

- secondaire..... 83
- a. Les programmes scolaires, un instantané des priorités de l'enseignement.
- b. L'examen de 57 manuels de biologie, de géologie et de géographie.
- c. L'insignifiance de la géomorphologie dans l'enseignement depuis 20 ans.

B. Une confirmation nuancée de la déconsidération du grand public pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique" à l'échelle régionale : l'exemple de la population du Nord-Pas-de-Calais.

1. Elaboration d'un questionnaire destiné à vérifier le désintérêt de la population pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique"..... 86
 - a. Formulation de réserves sur l'état apparent de désintérêt du grand public pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique".
 - b. Justification du choix de développement d'une enquête pilote au lieu d'une enquête complète.
 - c. Rappel des principes élémentaires de conception d'un questionnaire.
 - d. Test de faisabilité du questionnaire sur une vingtaine d'individus et ajustement de celui-ci.
2. Modalités du déroulement et du dépouillement du questionnaire..... 90
 - a. Procédés et durée de diffusion du questionnaire dans la région Nord-Pas-de-Calais.
 - b. Causes d'un taux de réponse approximatif de 35% pour un total de 700 questionnaires distribués.
 - c. Présentation du dépouillement des questionnaires.
3. Mise en évidence de la méconnaissance de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" par la population du Nord-Pas-de-Calais..... 93
 - a. Les objets de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" sont mal connus.
 - b. La plupart des individus ne s'investiront jamais spontanément en géomorphologie.

C. Les hypothèses explicatives de la méconnaissance de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

1. La nature intrinsèque du concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais..... 95
 - a. Ce domaine d'étude est extrêmement restrictif.
 - b. Les recherches dans ce domaine n'ont pas de retombées directes sur la population.
 - c. Le concept de "patrimoine géomorphologique" reflète une image surannée.
2. La combinaison d'erreurs et d'insuffisances en matière de faire savoir sur le "patrimoine géomorphologique"..... 97

- a. Les initiatives sur le "patrimoine géologique et géomorphologique" sont trop institutionnalisées.
- b. La communication scientifique est davantage présentée comme un savoir que comme une pratique.
- c. Les projets ambitieux d'ampleur nationale ou européenne sont insuffisants.
- d. Les intérêts du public ne sont pas assez pris en considération.

Chapitre II. Pour une médiatisation du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

A. Mise en place du projet "Geotop" comme base expérimentale d'une conception originale de faire savoir.

1. Justifications du choix de l'utilisation du réseau Internet..... **102**
 - a. Un canal permettant une présentation optimale d'un sujet avec le minimum de ressources.
 - b. Un moyen de contribuer à la définition d'une culture multimédia de la géomorphologie.
2. Présentation du magazine électronique *Geotop*..... **104**
 - a. Précisions préalables sur le nom et les procédés de diffusion du magazine
 - b. Les objectifs recherchés dans les rubriques de *Geotop*.
 - c. Quelle place accorder au concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais ?
 - d. Les sujets traités dans *Geotop* version 1 et 2 et *Geotop* version 3.

B. Vers une structure de production multimédia en sciences de la terre : le projet "Geotools".

1. Essai de mise au point d'un développement de *Geotop* inspiré de la philosophie des logiciels libres..... **108**
2. Essai de création d'un réseau de nouvelles associations en multimédia environnemental..... **109**
3. La création d'un site portail en sciences de la terre..... **110**

Conclusion..... **111**

Conclusion générale..... **113**

Références bibliographiques **116**

Sigles et abréviations.....	148
Liste des figures.....	150
Liste des tableaux.....	151
Liste des annexes.....	152
Annexes.....	153
CD-ROM.....	293

Introduction générale

Le patrimoine géologique et géomorphologique ne suscite aujourd'hui qu'un intérêt modeste. Ainsi, le nombre de documents techniques disponibles sur ce sujet en Europe est sans doute inférieur à une centaine, alors qu'il s'élève au moins à plusieurs milliers pour le patrimoine faunistique ou floristique.

Ce manque est visible à l'échelle de la région Nord-Pas-de-Calais où seulement quelques contributions généralistes étaient disponibles en 1998 (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998 ; Joly, 1996 ; Minier, 1998). Le patrimoine géomorphologique littoral ne faisait quant à lui l'objet que d'un court essai technique (Joly, 1998) (annexe 1).

Le lent positionnement de cette thématique tient d'abord à la difficulté de justifier objectivement son utilité. D'innombrables motivations sociologiques, économiques et humanitaires sont proposées, mais la plupart sont facilement contestables. Par exemple, l'argument de la préservation du patrimoine géomorphologique pour défendre les besoins vitaux de l'humanité (Coll., 1999) perd une partie de son sens lorsqu'il est replacé dans un contexte plus vaste, comme dans l'extrait suivant (Bonnet-Bidaud, 2000), aussi exagéré soit-il.

L'hypothèse d'un sursaut gamma.

"Un sursaut gamma a été enregistré par des astronomes le 23 janvier 1999 à 9:47 TU. Ce jour là, d'une minuscule région de l'Univers située à une distance de 5 à 10 milliards d'années-lumière, s'est échappée en quelques secondes autant d'énergie que celle émise pendant le même temps par l'ensemble des galaxies visibles du cosmos. [...] Si un sursaut gamma, même moins important, se produisait à moins de 3 000 années lumière de la Terre, ses répercussions seraient d'abord assez discrètes. [...] La suite des événements est plus incertaine. Les rayons gamma auront très certainement détruit une grande partie des molécules de l'atmosphère, dont l'ozone qui nous protège des rayons ultraviolets du Soleil. Mais surtout, une énorme bouffée de particules de toutes sortes, accélérées par l'explosion, balayera notre planète pendant plusieurs semaines. Son effet pourra être similaire à une intense irradiation radioactive fatale à beaucoup d'organismes vivants. Il s'ensuivra, entre autres, la disparition d'espèces vivantes, comme celles constatées tout au long de l'histoire de la Terre".

Source : Bonnet-Bidaud J.M., 2000. - Alerte aux explosions cosmiques. *Ciel & espace*, 357, 42-49.

Le deuxième obstacle s'explique par les divergences des acteurs de terrains concernés par cette thématique. A l'échelle locale, des structures pro-environnementales de la région

Nord-Pas-de-Calais ont par exemple exprimé un manque évident de compréhension au sujet de notre interview d'un élu souhaitant l'extension d'un lotissement dans un massif dunaire. Et à l'échelle nationale, d'importantes dissensions se font jour.

Le point de vue de la confédération Geopolis.

"Certains amateurs sont très respectueux des sites, d'autres le sont beaucoup moins et ne pensent qu'au "butin" qu'ils peuvent ramasser. [...] Les amateurs de toute motivation sont la preuve que rien ne sert de vouloir s'élever contre certaines pratiques en prônant l'exclusion, en préconisant un comportement "pur et dur", tout en fermant les yeux sur des agissements bien plus critiquables encore de certains scientifiques ou universitaires et de leurs travaux de thèse, dont les bonnes fois ne peuvent être mises en doute, des média spécialisés et autres journalistes, des défenseurs de l'écologie originelle, qui, tous, font la chasse des vilains petits canards minéralogistes-paléontologues leur spécialité en les accusant de tous les maux destructeurs. Mais tous oublie, curieusement, que les vilains gratteurs passionnés, investissent les lieux abandonnés par les sociétés minières [...] lorsque celles-ci sont passées sur leur concession avec les extracteurs, les haveuses [...] et que les pièces, dites de collection, auront disparu depuis longtemps. [...] S'il est indispensable de mettre de l'ordre dans le domaine qui est celui de nous tous, il appartient, pour commencer, de le faire [...] sans que cette tâche ne soit monopolisée par une fraction seulement d'entre-nous et qui, de surcroît, exprime un point de vue qui n'est pas partagé par la majorité des acteurs des sciences de la terre".

Source : Geopolis, 2000 (1). - Confédération Française des Acteurs en Sciences de la Terre, Editorial. <http://www.geopolis-fr.com>, 4 p.

Au final, il n'existe pas d'encadrement officiel propice au développement d'une étude technique sur le patrimoine géomorphologique. Bien entendu, une démarche scientifique peut toujours être conduite au sein d'un groupe de chercheurs indépendants. Mais nous avons constaté que la compréhension même du patrimoine géologique et géomorphologique est un obstacle. En effet, si nous concevons le patrimoine géologique et géomorphologique dans la perspective d'une étude de terrain, des universitaires privilégient une approche clairement juridique. C'est ce que montre l'extrait suivant (Grube & Wiedenbein, 1992).

Le bilan de la protection du patrimoine géologique en Allemagne.

"En 1906, l'état prussien réussit à ancrer la protection de la nature dans l'administration avec une disposition gouvernementale concernant l'entretien des monuments de la nature. L'application de cette mesure fut confiée à Hugo Conwentz qui était alors directeur du Musée de Province de Prusse occidentale de Dantzig. Celui-ci initia plusieurs projets tels qu'un inventaire systématique, l'observation prolongée des sites (une sorte de monitoring), ainsi que le développement et le contrôle des mesures de protection. Peu après, le 15 juillet 1907, le Ministre de la culture prussien promulgua les "principes pour l'accélération de l'entretien des monuments de la nature dans les provinces" (*Grundsätze für die Förderung der Naturdenkmalpflege in den Provinzen*) ; ils servirent de modèle pour les lois ultérieures de protection de la nature en Allemagne. Dans le domaine du droit, Hugo Conwentz (1855-1902) apparaît donc comme le véritable fondateur de la protection administrative et scientifique de la nature en Allemagne. Sans lui, il est probable que l'inventaire d'objets tels que les moraines, les dunes et les carrières n'aurait probablement pas vu le jour.

Le 26 juin 1935, fut ensuite proposé un texte [(*la Reichnaturschutzgesetz*)] qui servit de base pour les lois de protection de la nature des deux états allemands jusqu'à la réunification. Dans l'ex RDA, cette loi fut remplacée le 4 août 1954 par une loi pour la protection de la nature qui est à l'origine

de la dissolution du service géologique de monuments de la nature (*Geologischer Naturdenkmale (GND)*). En ce qui concerne la RFA, la Reichnaturschutzgesetz ne fut remplacée que le 20 décembre 1976. La protection de la nature fut alors directement placée sous la juridiction des Länder".

Source : Grube A. & Wiedenbein. F.W., 1992. – Geotopschutz, eine wichtige Aufgabe der Geowissenschaften. *Die Geowissenschaften*, 8, 215-219.

Au final, ces trois obstacles invitent à beaucoup de prudence sur la définition immédiate d'une problématique sur le patrimoine géomorphologique. Paradoxalement, c'est cette difficulté à produire une problématique élémentaire qui a retenu notre attention. Et c'est dans la recherche des causes de ces trois obstacles que nous attendons un dégrossissage progressif de la problématique.

PARTIE 1.

LE PATRIMOINE GEOMORPHOLOGIQUE : APPROCHE CRITIQUE DU CONCEPT ET DES PROBLEMATIQUES DE COTATION.

"[...] où est ce processus de raisonnement qui, d'un seul cas, tire une conclusion aussi différente de celle qu'il conclut de cent cas, qui ne sont en rien différents de ce cas isolé ? Cette question, je la pose autant par désir d'information que par intention de soulever des difficultés. Je ne peux pas trouver, je ne peux pas imaginer un tel raisonnement. Mais je tiens mon esprit toujours ouvert à l'enseignement, si quelqu'un veut bien condescendre à me le dispenser."

Hume, *Enquête sur l'entendement humain*, 1983, Flammarion.

"Alors que je n'étais pas plus grand que ça, Votre Eminence, je me trouvais sur un bateau et j'ai crié : le rivage s'en va. Aujourd'hui je sais que le rivage était immobile et que c'est le bateau qui s'en allait."

Bertold Brecht, *La vie de Galilée*, 1990, L'Arche éditeur.

Introduction.

Du 16 au 18 juin 1999 étaient organisées à Lille les deuxièmes journées nationales sur le patrimoine géologique (Beckary, Junique & Robazynski, 2000). Au delà de l'événement proprement dit, nous avons remarqué que les participants ont donné des sens très différents au patrimoine géologique. Son objet d'étude a ainsi été successivement un fossile, un espace naturel d'intérêt géologique ou une exposition muséographique ; et les objectifs associés portaient aussi bien sur la préservation, le développement touristique ou l'éducation.

Le patrimoine géologique offre donc une large variété d'interprétation. Cette situation peut poser des problèmes comme le détournement du concept à des fins dont il est éloigné. C'est ce qui s'est produit en juillet 1999 quand l'association "Urbanisme et environnement" a diffusé un tract associant sans justification le "patrimoine géologique" et une nappe d'eau souterraine. Son contenu est le suivant.

"Bientôt une pénurie majeure en eau potable ? Cette crainte n'est plus une hypothèse ! C'est un véritable risque de la décennie qui s'achève.

Boire...ou conduire...l'eau...ou la route...il faut choisir. Cette recommandation ne s'adresse pas seulement aux seuls automobilistes...elle concerne désormais tous les habitants de la métropole lilloise. L'eau pure...l'eau potable...toujours indispensable à la vie...ressource irremplaçable de notre sous-sol.

Les champs captants du Sud-Ouest de l'arrondissement de Lille, principale ressource en eau (de bonne qualité) sont désormais gravement menacés par les projets de nouvelles infrastructures routières proposés aux élus de la métropole lilloise et du Conseil Général du Nord.

Déjà, le coût de l'eau, dans le Nord, est l'un des plus élevés de France, qu'en sera-t-il demain ?

"L'eau, patrimoine géologique peut et doit être efficacement protégée".

Source : Urbanisme et environnement, 1999. - Tract d'invitation de l'association "Urbanisme et environnement" pour la réunion du 6 juillet 1999. Inédit, 1 p.

Cette situation montre à quel point une expression *a priori* évidente peut soulever des problèmes de compréhension. C'est pourquoi il est indispensable de disposer de termes et d'approches unanimement compris sur le patrimoine géologique. Malheureusement, cette démarche d'uniformisation n'a encore jamais été menée en France depuis la reconnaissance officielle de ce thème en 1991 (Coll., 1994). Cela signifie concrètement qu'il faut à présent reconsidérer en détail la terminologie et les concepts attachés au patrimoine géologique.

Une grande partie de cette démarche concerne aussi le patrimoine géomorphologique. Il faudra toutefois en affirmer la spécificité plus distinctement. Ce démarquage vis à vis du patrimoine géologique rencontre de nombreux obstacles. Par exemple, il n'existe pas de structure consacrée spécifiquement au patrimoine géomorphologique. Il s'agit d'un enjeu supplémentaire.

En résumé, l'objectif consiste d'abord à rechercher un vocabulaire correct sur le patrimoine géologique et à singulariser le patrimoine géomorphologique. Ce n'est qu'à la fin de ce long cadrage que nous pourrions véritablement commencer une étude spécifique sur le patrimoine géomorphologique littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Chapitre I. Le besoin de changement de perception du patrimoine géomorphologique dans les études scientifiques.

A. Définitions du patrimoine géomorphologique.

1. L'absence de définition juridique du patrimoine géomorphologique : d'une lacune du droit à un problème de finalité scientifique.

Aujourd'hui, qu'ils soient destinés à la protection ou la répression des dégradations, les mécanismes juridiques concernant ce domaine apparaissent inadaptés et peu cohérents.

Inadaptés, car le patrimoine géomorphologique n'est couvert que par des dispositions généralistes sur la protection de la nature, qui n'ont pas été conçues à cet effet. C'est le cas de la loi du 2 mai 1930 permettant la conservation des monuments naturels et des sites si ceux-ci présentent "*au point de vue artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général*" (Coll., 1930). Ce manque est aussi patent dans la loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Celle-ci spécifie tout au plus que "*la protection des espaces naturels et des paysages [...] et la protection des ressources naturelles contre toutes les causes de dégradation qui les menacent sont d'intérêt général. Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du patrimoine naturel dans lequel il vit*" (Coll., 1976).

Peu cohérents également, car la géomorphologie peut être abordée simultanément par le biais des dispositions de nombreux domaines touchant indirectement l'environnement, tels que l'industrie et l'urbanisme. Le décret du 20 décembre 1979 consacré à l'exploitation des carrières, prévoit par exemple le réaménagement de celles-ci à la fin de leur exploitation (Coll., 1979). "*La remise en état des [carrières] comporte la conservation des terres de découverte nécessaires à cette remise en état, le régalage du sol et le nettoyage de l'ensemble des terrains. Elle peut comporter toute autre mesure utile et notamment la rectification des*

fronts de taille, l'engazonnement, la remise en végétation des terrains exploités [...]". Initialement conçue pour codifier les problèmes d'urbanisme côtier, la loi du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, fixe, bien qu'approximativement, "*[...] la liste des espaces et milieux à préserver, comportant notamment, en fonction de l'intérêt écologique qu'ils présentent, les dunes et les landes côtières, les plages et lidos, les forêts et zones boisées côtières, les îlots inhabités, les parties naturelles des estuaires, des rias ou abers et des caps, les marais, les vasières, les zones humides et milieux temporairement immergés [...]* et, dans les départements d'outre-mer, les *réécifs coralliens, les lagons et les mangroves*" (Coll., 1986). La "loi Montagne" prévoit, quant à elle, la possibilité de spécifier "*[...] les espaces, paysages et milieux remarquables du patrimoine naturel et culturel montagnard, notamment les gorges, grottes, glaciers [...]*" (Coll., 1985).

L'arsenal juridique actuel ne fournit donc aucune définition satisfaisante du patrimoine géomorphologique. Cette situation n'évoluera pas rapidement car il n'existe aucune structure chargée spécifiquement de l'inscription du patrimoine géomorphologique au niveau juridique. Seules ont pu être recensées des initiatives en faveur de la géologie, et plus particulièrement de la paléontologie, de la minéralogie et de la stratigraphie. Cela signifie que le patrimoine géomorphologique sera au mieux rattaché à un texte global sur le patrimoine géologique.

Mais le scénario le plus réaliste pour les années à venir consiste à "améliorer" les textes généralistes déjà existants comme la "loi Barnier" de 2 février 1995 (Coll., 1995).

En définitive, ces éléments nous incitent à développer une approche qui ne repose pas sur des conjectures juridiques ; il nous semble ainsi superfétatoire de réaliser un inventaire minutieux du patrimoine géomorphologique alors que celui-ci ne fait encore l'objet d'aucune loi et que des inventaires naturalistes déjà existants suffisent dans l'immédiat à préserver indirectement cette spécificité. C'est pourquoi il est préférable de rechercher une autre utilité à la présente étude.

2. L'interprétation culturelle du concept de patrimoine géomorphologique.

De nombreux obstacles nous empêchent de développer immédiatement une problématique technique. En premier lieu, il se trouve que l'expression de "patrimoine

géomorphologique" n'est pas adaptée pour mener une étude scientifique. Notre premier objectif consiste par conséquent à en préciser ici les motifs et à trouver une dénomination convenable.

L'absence actuelle de définition juridique du patrimoine géologique et géomorphologique a conduit un grand nombre de personnes à ne plus présenter de projet sous un angle strictement scientifique, mais dans une perspective pragmatique susceptible de déboucher sur davantage d'opportunités.

Certaines initiatives ont ainsi été accommodées en fonction des textes existants en abandonnant délibérément une partie du volet scientifique. Dans le cas d'un projet de protection d'un massif dunaire, il apparaît qu'une argumentation scientifique a peu de chance de cadrer avec la loi du 2 mai 1930. En revanche, un projet de protection du même site faisant référence à des faits historiques de la seconde Guerre Mondiale aura probablement plus de chances d'aboutir.

Ce raisonnement a logiquement favorisé l'émergence d'une approche culturelle du patrimoine. Le patrimoine géomorphologique est encore peu concerné par ce phénomène dans la mesure où le nombre de projets dans ce domaine est largement inférieur à celui des projets en géologie ; c'est la raison pour laquelle les exemples d'initiatives à vocation culturelle qui seront présentés concernent presque uniquement le patrimoine géologique.

Cette composante culturelle constitue parfois la condition première de l'instruction d'un dossier. C'est le cas de la demande d'inscription d'un site naturel remarquable sur la liste du patrimoine mondial (UNESCO, 1997 ; UNESCO, 1998). La *"note sur la géologie de Sainte-Victoire, jointe au dossier de demande d'inscription du massif à la liste mondiale de l'UNESCO"* illustre parfaitement cette approche (Ricour, 1997) ; les informations scientifiques sont ici utilisées pour agrémenter le texte de détails lyriques et pittoresques.

"Si les impressionnistes et Cézanne prirent Sainte-Victoire pour modèle, c'est sans aucun doute pour la majesté surprenante de cette masse lumineuse de roche blanche qui surgit au dessus de la plaine de l'Arc et culmine à plus de mille mètres d'altitude. Giono l'a comparée à la "fantastique voileure" d'un vaisseau fantôme, d'autres à une "vague de pierre" chargée d'écume. La valeur culturelle universelle de ce site, ainsi que sa sculpturale beauté, sont étroitement liées au monde minéral. Sainte-Victoire est un haut-lieu remarquablement représentatif de l'histoire de la Terre et particulièrement du Monde Méditerranéen. Les matériaux qui constituent son ossature (calcaires, grès et argiles) ont été déposés dans les mers ou les lacs secondaires (entre 180 et 70 millions d'années). Comme pour les autres montagnes provençales, son édifice a été érigé au cours des phases tectoniques "pyrénéo-provençales" qui se sont échelonnées depuis le Crétacé

tardif (70 millions d'années) jusqu'à l'Eocène supérieur (40 millions d'années). Ultérieurement, probablement à l'Oligocène (25 millions d'années), un contrecoup apparemment lié à l'une des phases de la genèse des Alpes, a repoussé Sainte Victoire de quelques centaines de mètres vers le Sud, en créant une barrière calcaire et son abrupt méridional ensoleillé auquel la montagne doit son cachet... En forme de boutade, on pourrait dire que c'est à Sainte-Victoire que s'affrontent les Alpes et les Pyrénées.

Ces complications tectoniques se perçoivent immédiatement dans le paysage : les calcaires du Jurassique (130 millions d'années), qui forment le sommet de Sainte-Victoire, dominant de 500 m les calcaires et marnes de l'Eocène, beaucoup plus jeunes, du massif du Cengle. Cette position est anormale puisque, à l'origine, les formations du Jurassique se trouvent à plusieurs centaines de mètres sous celles de l'Eocène. Les anomalies que nous observons s'expliquent par des mouvements tectoniques ultérieurs aux dépôts. Ils ont laissé des traces bien visibles sur le terrain : à Saint-Antonin, à proximité du refuge Cézanne, on peut observer les couches de l'Eocène courbées et redressées sous la poussée, venue du Nord, des calcaires du Jurassique. Ajoutons que l'alternance, dans l'Eocène, de calcaires blancs et de marnes rouges entaillés différemment par l'érosion, ajoute encore à l'esthétique exceptionnelle de cet étonnant paysage.

Il faut aussi rappeler que c'est au pied de Sainte-Victoire que se trouvent les gisements de dinosaures célèbres dans le Monde entier. Malheureusement pour ces sympathiques animaux, le site prestigieux de Sainte Victoire n'existait pas de leur temps, le paysage ressemblait sans doute à un plat pays.

Enfin, par son flanc sud, Sainte-Victoire se différencie nettement des chaînes voisines et parallèles : Sainte-Baume, Etoile, Lubéron et Montagne de Lure. La fraîcheur de ce relief laisse penser que sa formation est récente, voire qu'elle se poursuit à l'heure actuelle. Des mesures précises de nivellement, identiques à celles qui ont cours sur certains massifs comme celui du Mont-Blanc, vont être suggérées à l'Institut géographique national et au Bureau de recherches géologiques et minières".

Source : Ricour J., 1997. - Note sur la géologie de Sainte-Victoire jointe au dossier de demande d'inscription de ce massif sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. *Géochronique*, **64**, p. 20.

En France, le nombre de projets de nature culturelle sur le patrimoine géologique est ainsi devenu supérieur à celui des projets scientifiques (Joly, 1999). Parmi ceux-ci, l'on peut citer l'étude historique des institutions géologiques (Waterlot, 1998), la préservation des anciennes collections bibliographiques, la conservation des échantillons et des fossiles (Gasquez, 1998), la muséographie, l'étude des stratégies de développement géotouristique (Martini, 1997 ; Sabouraud, 1999 ; Tabouelle, 1998), la promotion par le multimédia (Joly, 1999 (2)).

Cela signifie que les expressions de "patrimoine géologique et géomorphologique" (PGG (Boyer & Fierz, 1996)) ne désignent plus seulement les sites naturel d'intérêt géomorphologique. Or, c'est précisément ce que l'on désire étudier. Il est donc nécessaire de choisir un terme ou une expression adaptée à cet objectif.

3. Les autres appellations du patrimoine géomorphologique.

Dans la pratique, le remplacement du terme "patrimoine" s'avère délicat tant son utilisation est largement répandue en France, aussi bien en géologie qu'en géomorphologie. Cette prééminence tient en grande partie aux premières grandes initiatives menées pour la reconnaissance de ce domaine d'étude, dont la tenue du premier symposium international sur le patrimoine géologique à Digne-les-Bains, dans la Réserve Géologique de Haute-Provence en 1991. Cet événement, qui a permis d'accroître l'intérêt de la communauté scientifique pour le sujet, a aussi contribué à la généralisation de l'usage du terme "patrimoine". C'est par exemple à cette date que les contributeurs de la revue *Géochronique* remplacent l'expression "site géologique" (Pomerol, 1982 ; Buffetaut & Martin, 1984 ; Meilliez, 1985 ; Duffaut, 1989) par celle de "patrimoine géologique" (Rousset, 1991 ; Rousset, 1992 ; Mégnién, 1994 ; Prinetti, 1994 ; Découdu *et al.*, 1998). Paradoxalement, cette évolution terminologique suit l'inverse de ce vers quoi la problématique de notre propos tend, à savoir l'écartement du terme "patrimoine" et la recherche d'une expression pour désigner uniquement les sites naturels.

Nous avons recensé des dénominations dans la littérature internationale traitant à la fois du "patrimoine géologique" et du "patrimoine géomorphologique". Deux catégories peuvent être distinguées. La première rassemble les dénominations que nous qualifions de "neutres", c'est à dire présentant peu de préjugé de valeur ou d'intérêt d'un site naturel. La seconde catégorie regroupe quant à elle les dénominations plus "subjectives" qui introduisent un jugement ou une appréciation.

Dans la première catégorie, nous avons recensé les appellations de géosite (*geosite* (Geys, 1991 ; Krieg, 1994)), d'objet géologique (*geologische Objekte* (Kyburz, 1983 ; Tys, 1991)) et de site géologique (*geological site* (Willmott, 1984 *in* Joyce & McBriar, 1992)). La dénomination la plus fréquemment utilisée est indiscutablement celle de *géotope*. Ce terme fut employé la première fois en Suisse par Bruno Stürm dans le sens de PGG (Stürm, 1983 ; Stürm, 1993 ; Stürm, 1994 (1) ; Stürm, 1994 (2)). Il suscite toutefois quelques réserves car il n'a aucun rapport avec le PGG dans son sens premier. Ce terme désigne en effet "*la plus petite unité spatiale sur laquelle peuvent être étudiés des flux de matière et d'énergie*" (Rougerie & Beroutchachvili, 1991). Cette signification n'a donc aucun rapport avec notre propos. Le concept de *géotope* s'est malgré tout étendu en Allemagne (Grube & Wiedenbein, 1992 ; Wiedenbein, 1994) et en Suisse (Stuber, 1995 *in* Grandgirard, 1998 ; Stuber, 1997 *in* Grandgirard, 1998). Son utilisation se banalise progressivement en Italie (Massoli Novelli,

1996 in Grandgirard, 1998 ; Praturlon, 1996 ; Zarlenga, 1996 in Grandgirard, 1998) et en France. Ce succès tient en grande partie au fait qu'il constitue un pendant au concept de biotope (Joly, 1999).

Dans la seconde catégorie de dénominations, qualifiées précédemment de "subjectives", nous avons recensé les appellations de "point d'intérêt géologique" (*point of geological interest* (Elizaga, Gallago & Garcia-Cortes, 1994 ; Melero, 1987)), de "site naturel d'intérêt géographique" (Fourneau, 1980 ; Fourneau, 1985) ou "site spécial d'intérêt scientifique" (*site of special scientific interest* (Gordon & Campbell, 1992)). Par ailleurs, les auteurs italiens (Panizza, 1988 ; Panizza, 1990 ; Carton *et al.* 1994, Casto *et al.*, 1991) utilisent l'appellation de "*beni geomorfologici*", qui a été traduite imparfaitement en "bien géomorphologique", et parfois reprise comme telle en France (Quaranta, 1993). Enfin, l'expression la plus partielle est probablement celle de "monument géologique" (*geological monument* (Di Fidio, 1982 ; Krustky, 1992 ; Swart, 1994 ; Gonggrijp, 1993 ; Gonggrijp, 1994 ; Todorov, 1994 ; McBriar & Mooney, 1988 in Joyce & McBriar, 1992)) qui attribue d'emblée un statut prestigieux au site considéré. Cette dénomination est héritée du "monument de la nature" que proposa Alexander von Humboldt en 1819 (Grube & Wiedenbein, 1992) et dont nous retrouvons des principes dans la loi française du 2 mai 1930.

Que conclure de ce recensement ? La première catégorie n'offre par vraiment d'alternative évidente car certaines dénominations ne dissocient pas assez la géomorphologie de la géologie ou sont parfois sans rapport direct avec le concept de PGG. La seconde catégorie introduit quant à elle des préjugés peu propices à une analyse scientifique rigoureuse.

Bien entendu, il eût été préférable de proposer de nouvelles appellations spécifiques comme celles de "site géomorphologique" ou de "morphotope" (Dollinger, 1985). De nombreux efforts ont déjà été réalisés dans ce sens. Mais il est encore difficile de les replacer correctement par rapport à l'ensemble des concepts géomorphologiques.

B. Valeur et portée du concept de patrimoine géomorphologique.

1. Les principes fondamentaux de l'étude du patrimoine géomorphologique.

a. Le patrimoine n'est pas un sujet d'étude mais un domaine d'étude.

Nous avons différencié précédemment l'approche culturelle de celle consistant à étudier le milieu physique. Or, les deux se composent d'une multitude d'approches. Dans le cas de l'étude du milieu physique, il peut s'agir d'un inventaire de terrain, d'une démarche de protection des sites naturels ou de l'aménagement d'un site. Les trois exemples que nous prenons font référence à la géologie.

L'inventaire de terrain.

Objet : Examen et analyse paléontologique d'un site.

Traduction littérale du résumé de l'article : *"L'auteur fournit ici un compte rendu sur un site fossilifère très populaire situé près de Radstock in Avon, autrefois une mine de charbon, et désormais une réserve naturelle géologique temporaire. L'histoire et la géologie du gisement (carbonifère supérieur) sont détaillées et un recensement faunistique précis est réalisé : mollusques, nématodes, arthropodes (arthropodes terrestres incluant des insectes, et notamment des araignées), vertébrés, etc. Les spécimens les plus remarquables de chaque catégorie sont analysés sur le plan de la morphologie. Ceux-ci font ensuite l'objet d'une discussion au cas par cas sur la paléogéographie du site".*

Source : Jarzembowski, 1989. – Writhlington geological nature reserve. *Proceedings of the geologist's association*, 100/2, 219-234.

La protection des sites naturels.

Objet : Inventaire des moyens juridiques pour la protection du patrimoine.

Résumé de l'article : *"La loi de protection de la nature de 1976 est le premier outil adapté à la protection des sites géologiques les plus importants. C'est sur cette base que se sont créées 11 réserves naturelles et 12 réserves naturelles volontaires à vocation géologique. En 1983, les "commissions Bouchardeau" feront de nombreuses propositions pour améliorer la prise en compte du patrimoine géologique sur l'ensemble du territoire. Mais dès 1986, c'est au sein d'espaces déjà protégés, les Réserves Naturelles, que s'organise une véritable force dans ce domaine. La loi Barnier est la dernière étape de la protection du patrimoine géologique en France. Il reste désormais à la mettre en œuvre, notamment en établissant une liste de sites d'intérêt paléontologique où les fossiles seront protégés. Cette démarche sera dans un premier temps testée dans quelques régions".*

Source : Cabrol, 1997. – Brève histoire de la protection du patrimoine géologique en France. *La lettre des réserves naturelles*, 44-45, 38-42.

L'aménagement d'un site.

Objet : Protection et aménagement d'une ancienne carrière.

Contenu intégral de l'article : *"Un premier projet de remblaiement de la carrière Lambert par des ordures ménagères et des déchets industriels vient d'être rejeté par le ministre de l'environnement. Il s'agit d'un site étanche grâce aux niveaux de marne sous-jacents aux horizons de gypse exploités. De nouvelles études doivent être présentées pour l'aménagement du site et la préservation de son intérêt géologique. Dans cette perspective, une réunion "sur le terrain" réunissant des représentants des ministères et des services intéressés, de la direction des établissements Lambert et de l'Université a permis de préciser les impératifs scientifiques : aménagement et entretien d'une partie du front d'exploitation autorisant l'échantillonnage des couches successives et le balisage commenté d'un chemin géologique. Il est en effet d'un intérêt scientifique évident de protéger, d'aménager et d'entretenir non seulement les stratotypes, mais aussi les sites géologiques offrant des possibilités exceptionnelles d'observation ou de prélèvement. Le projet d'oblitération complète de la carrière Lambert transformée en une gigantesque poubelle a soulevé de telles protestations de la part des "riverains", des professeurs du second degré et des géologues de la région parisienne qu'elles ont été entendues. Puissent les*

nouvelles propositions concilier la nécessité d'aménager cette immense excavation et celle de préserver le patrimoine scientifique qu'elle représente".

Source : Pomerol, 1982. - Sites géologiques, protection et aménagement de la carrière Lambert à Corneilles-en-Parisis (Val d'Oise). *Géochronique*, 2, p. 2.

Le patrimoine géomorphologique offre finalement une si grande variété de thèmes d'étude qu'il devient nécessaire de le considérer comme un domaine d'étude à part entière. Cela signifie que l'expression "patrimoine géomorphologique" est inadéquate dans l'énoncé d'un sujet ; à titre de comparaison, cela serait aussi imprécis qu'un énoncé sur le "patrimoine floristique". Ces remarques constituent un argument supplémentaire pour l'abandon du terme "patrimoine".

b. Le concept de patrimoine géomorphologique n'est pas un domaine scientifique.

Il a été établi dans le développement précédent que le patrimoine géomorphologique se compose de nombreux sous-sujets d'étude. Il peut ainsi consister en l'étude historique des institutions, la préservation des anciennes collections bibliographiques, la conservation des échantillons et des fossiles, l'étude des stratégies de développement géotouristique ou la vulgarisation par le multimédia. L'objet d'étude du patrimoine géomorphologique n'est donc pas clairement définissable. Or, la caractérisation d'un objet d'étude constitue le premier principe de toute démarche scientifique.

En l'absence d'objet d'étude, il est impossible "*qu'une méthode [...] fondée sur des relations objectives vérifiables*" (Rey & Rey-Debove, 1995) puisse se développer. Dans la pratique, la méthode utilisée pour la préservation d'une collection d'échantillons de terrain et la méthode utilisée pour évaluer l'intérêt géomorphologique d'un site naturel ne permettent pas de contribuer ni à leur vérification ni à leur amélioration réciproque ; il faut par ailleurs préciser que le nombre d'études disponibles et développées actuellement autour d'une problématique unique s'avère largement insuffisant pour contribuer à son amélioration. Le second principe de la démarche scientifique est ici directement remis en question.

Pour ces deux raisons, le patrimoine géomorphologique ne peut pas être considéré comme un domaine scientifique à part entière.

Si le patrimoine géomorphologique ne peut être étudié scientifiquement, il est en revanche possible d'étudier scientifiquement un des innombrables sujets qui le compose. Mais cela implique alors l'abandon du terme "patrimoine".

c. Le patrimoine géomorphologique est un concept artificiel.

Parmi les nombreuses disciplines des sciences de la terre, la minéralogie et la paléontologie sont particulièrement concernées par le concept de patrimoine. Mais ce n'est pas le cas de la géochimie, de la tectonique, de la sédimentologie, de la pétrographie, de la paléogéographie ou de la géomorphologie. Cette situation montre que la notion de patrimoine s'applique surtout aux disciplines dans lesquelles sont étudiés des éléments concrets et esthétiques comme les minéraux, les fossiles ou les dunes.

Nous en déduisons que le concept de patrimoine est considéré au sens littéral, à savoir un bien matériel *"légué par les générations qui nous ont précédé, et que nous devons transmettre intact aux générations qui nous suivent"* (Chastel, 1986, in Billet, 1997 ; Prieur, 1996, in Billet, 1997).

Si la transmission est envisageable pour un minéral ou un fossile, cela n'est pas le cas pour une dune. Cette dernière s'insère en effet dans un contexte global où les processus, les flux et les perturbations interagissent (Lapierre, 1992). Ces conditions sont à l'origine des caractéristiques de cette dune. Mais ces conditions sont évolutives. Par conséquent, le modelé de cette dune ne sera jamais identique d'une année sur l'autre et pourra de surcroît être radicalement bouleversé à la suite d'un événement exceptionnel (Oxford & Jennings, 1998). Dans ces conditions, la transmission de l'originalité du modelé de cette dune n'a pas de sens en géomorphologie. Plus largement, c'est le concept de "patrimoine géomorphologique" qui apparaît hors-propos. C'est notre troisième argument en faveur de son abandon.

2. Les problèmes liés à l'étude du concept de patrimoine géomorphologique.

a. La quasi-totalité des contributions sur le patrimoine géomorphologique sont inexploitable.

Le patrimoine géologique et le patrimoine géomorphologique sont souvent récupérés à des fins politiques (Blandin, 1998 ; Mattauer, 2000), pour agrémenter des problématiques ou

aussi pour enrichir la conclusion d'un article. Les développements consacrés à ces concepts sont généralement abstraits, comme le montre l'exemple suivant.

Traduction littérale de la partie sélectionnée : *"Il y a de profondes motivations pour la conservation et la valorisation des géotopes. Un intérêt scientifique, bien sûr. "Pas de science sans conservation", comme il a été dit. Mais aussi un intérêt culturel ou encore un intérêt pour créer de nouveaux emplois. Mais par dessus tout, l'opportunité pour l'humanité de connaître directement un monde qui est notre monde, une partie de [...] notre héritage primordial, un rêve de l'enfance humaine, dont les archétypes ne sont pas seulement le soleil, la lune, les ours et les loups mais aussi les pics montagneux couverts de neige, les glaciers ensoleillés, les collines ondulées et les plaines vertes infinies, les déserts de sable intacts, les volcans enfumés, les grottes mystérieuses, les marécages fumants, les rivières claires, les lacs, les chutes d'eau [...]. Toutes ces images qui sont, encore maintenant, des symboles significatifs du langage universel des rêves. Nous ne pouvons pas nous résigner à les voir disparaître de la surface de la terre".*

Source : Praturlon A., 1996. - *Problems of the conservation of geotopes in Italy*. Notes personnelles préparatoires pour le second Symposium International SISEA, Rome, 20-22 septembre 1996, 9 p.

Au total, nous estimons qu'à peine un dixième de la bibliographie scientifique évoquant ces concepts est exploitable pour notre étude. La rareté des références bibliographiques sur le patrimoine géomorphologique nous incite donc à utiliser des éléments consacrés au patrimoine géologique.

b. La géomorphologie et la géologie : de l'amalgame à l'absorption complète.

Le deuxième problème tient au rattachement quasi-systématique du patrimoine géomorphologique avec le patrimoine géologique. Les exemples sont innombrables à l'échelle internationale : Allemagne (Stäblein, 1990), Australie (Joyce, 1994), Belgique (Fourneau, 1980 ; Fourneau, 1985), Espagne, France (ANTEA, 1995 ; Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges, 1998), Italie (Casto *et al.*, 1991 ; Nangeroni, 1969 ; Panizza, 1988), Ouganda (El-Etr & Sinanbantu, 1992), Pays-Bas (Gonggrijp & Boekschoten, 1981), Royaume-Uni (Campbell & Bowen, 1989 ; Gordon & Campbell, 1992 ; Harley, 1994), Slovénie (Rojsek, 1991 ; Rojsek, 1994) et Suisse (Boyer & Fierz, 1996 ; Kyburz, 1983 ; Strasser *et al.*, 1995).

Cette association ne pose pas de problème si la géomorphologie et la géologie font chacune l'objet d'une problématique différenciée. La géologie peut même jouer un rôle moteur efficace en renforçant par exemple la notoriété du patrimoine géomorphologique.

En revanche, cette association pose un problème si la géomorphologie et la géologie font l'objet d'une problématique commune. En effet, ces disciplines font appel à des méthodes

d'étude différentes. Par exemple, même si les sujets semblent similaires, il existe une grande différence d'approche entre une problématique d'évaluation du patrimoine paléontologique et une problématique d'évaluation du patrimoine géomorphologique. Dans le premier cas, les résultats négligeront probablement la dynamique morphologique et déboucheront sur une recommandation de protection stricte ; dans le second cas, les résultats ne prendront peut être pas en compte les fossiles et préconiseront une gestion souple. Malheureusement, très peu d'auteurs réalisent cette distinction fondamentale.

En résumé, l'association de la géomorphologie et de la géologie en une problématique commune n'est pas rigoureuse en termes scientifiques et doit être évitée. C'est une remarque importante qui n'est pas prise en compte comme elle l'exigerait dans la pratique.

c. Le patrimoine géomorphologique et l'influence paysagère.

Le troisième problème tient à l'intégration de l'approche paysagère dans le patrimoine géomorphologique. Cette situation s'explique par la culture géographique de nombreux géomorphologues. Nous avons personnellement (Joly, 1996) réalisé des recherches à ce sujet (Amir, 1990 ; Amir & Gidalizon, 1990 ; Avocat, 1984 ; Bailly, 1989 *in* Rougerie & Beroutchachvili, 1991 ; Bertrand, 1968 ; Chardigny & Lebreton, 1994 ; Crofts, 1975 ; Dearden, 1980 ; Glazovskaya, 1979 ; Hawkins, 1981 ; Lassus, 1993 ; Penning-Roswell, 1975 ; Unwin, 1975 ; Wieber, 1977 ; Willis & Garrod, 1993).

Mais ce qui est à l'origine un simple complément sur le patrimoine géomorphologique complexifie rapidement la problématique. Le classement de 527 références bibliographiques sur le paysage par Rougerie et Beroutchachvili (1991) illustre la diversité des approches sur ce concept.

Classement thématique de Rougerie et Beroutchachvili (1991).

1. *Les racines du paysage.*
2. *Paysage des objets matériels et géosystèmes.*
 - 2.1 *Dans les courants liés à la Landschaftovedenie.*
 - 2.2 *Dans les écoles françaises d'origine biogéographique.*
 - 2.3 *Dans l'esprit du Land Use, des approches écologiques ou agronomiques.*
 - 2.4 *Varia.*
3. *Paysages de la subjectivité et du vécu.*
 - 3.1 *Généralités et débats.*
 - 3.2 *Dans les géographies "humanistes".*
 - 3.3 *Dans les géographies de la région et du terroir.*
 - 3.4 *Dans les optiques environmentalistes.*
 - 3.5 *Aspects esthétiques, culturels et patrimoniaux.*
4. *Méthodologies et techniques.*

4.1 Ecoles de la géographie physique soviétique. 4.2 Ecoles géographiques allemandes. 4.3 Analyses paysagères dans la géographie physique française : les écoles de Toulouse et de Briançon. 4.4 Combinatoires et modèles verbaux de l'école d'Abidjan. 4.5 Analyses paysagères dans la géographie humaine française. 4.6 Evaluations paysagères dans le Countryside Planning britannique. 4.7 Démarches paysagères, aux USA et dans le Bénélux. 4.8 Analyses paysagères d'esprit écologique ou agronomique. 4.9 Approches du paysagisme. 4.10 Outils informationnels en recherche paysagère. 4.11 Outils télédétectionnels et cartographiques. 4.12 Varia.

5. Paysage et gestion de l'espace.

Source : Rougerie G. & Beroutchachvili N., 1991. – *Géosystèmes et paysages, bilan et méthodes*. Armand Colin, Paris, 302 p.

Cette variété des approches fait apparaître plusieurs problèmes. Il peut s'agir de la difficulté à justifier une approche plutôt qu'une autre, à intégrer ou refuser les approches corollaires, à croiser les concepts sur le paysage et le patrimoine géomorphologique ou le risque de faire disparaître le patrimoine géomorphologique dans le paysage. Ces éléments sont un obstacle à la formulation d'une problématique claire. Ils plaident en défaveur de l'intégration du paysage dans le patrimoine géomorphologique.

Nous signalons par ailleurs qu'il est inutile d'introduire un concept aussi complexe dans le seul but d'exposer des préoccupations sur l'objectivité et la subjectivité ou les rapports entre la société et l'espace. En effet, celles-ci ne sont pas spécifiques au paysage. Il est alors préférable de les exposer directement dans le développement.

3. Les implications de la mise en place d'une démarche scientifique dans l'étude du patrimoine géomorphologique.

a. L'abandon du terme "patrimoine" dans les démarches scientifiques ultérieures.

Pour résumer, nous rappellerons quatre inconvénients majeurs de l'association du terme "patrimoine" avec la géomorphologie. Tout d'abord, il existe un risque de confusion entre l'étude culturelle ou physique des sites naturels. De plus, le patrimoine géomorphologique donne lieu à une multitude d'approches qui compliquent la définition d'un objet d'étude explicite. Par ailleurs, le terme "patrimoine" sous-entend la notion de transmission alors que cela n'a pas de sens, notamment pour la dynamique géomorphologique. Enfin, il favorise l'introduction d'une suite de concepts, parfois non voulus, dont ceux liés au paysage. Le nombre important et la complexité de ces obstacles nous incitent par conséquent à ne plus utiliser l'expression de "patrimoine géomorphologique".

Comme nous l'avons montré précédemment, l'expression de "site naturel d'intérêt géomorphologique" constitue une alternative satisfaisante. Mais elle n'est pas parfaite car le terme "intérêt" la rend subjective ; en outre, au terme d'une évaluation, il peut être paradoxal de conclure qu'un "site naturel d'intérêt géomorphologique" n'a pas d'intérêt. La dénomination de "morphotope" (Dollinger, 1985) peut de ce fait sembler plus adaptée ; toutefois, nous ignorons encore si ce terme se rattache à des conceptions déjà existantes. Nous préférons donc ne pas créer de problème supplémentaire par manque de précaution et choisissons l'expression de "site naturel d'intérêt géomorphologique" par défaut.

Nous utiliserons encore l'expression de "patrimoine géomorphologique" selon les besoins du développement. Mais elle sera systématiquement mentionnée entre guillemets pour rappeler les problèmes qu'elle induit.

b. La valorisation de l'approche technique dans les politiques de communication sur le "patrimoine géomorphologique".

La mise en place d'une démarche scientifique sur le "patrimoine géomorphologique" est rendue difficile par le faible nombre d'études techniques sur ce domaine. Cette sous-représentation s'observe notamment dans les conférences spécialisées. Par exemple, aucune des interventions des Deuxièmes journées nationales du patrimoine géologique (Coll., 2000) ne détaille cette approche technique.

Récapitulatif des 16 interventions des Deuxièmes journées nationales du patrimoine géologique.

1. *Volcans et patrimoine géologique : des témoins de l'activité de la planète, J.M. Bardintzeff.*
2. *De l'utilité des collections paléontologiques pour la recherche scientifique, F. Duranthon.*
3. *Comment concilier la protection du patrimoine paléontologique et son étude scientifique. Les rôles respectifs de professionnels et des amateurs, E. Buffetaut.*
4. *Mieux connaître les sites géologiques : un atout pour la connaissance scientifique et l'aménagement du territoire, J.L. Mansy.*
5. *Le grand public, une raison supplémentaire de préserver le patrimoine, C. Sabouraud.*
6. *Les sciences de la terre dans les institutions muséales françaises : collections et expositions, bilan et perspectives, P. Guillet.*
7. *Les sciences de la terre peuvent-elles être enseignées sans la visite in situ des sites géologiques ?, J. Ulysse.*
8. *Préservation du patrimoine géologique et éducation : quel rôle pour les amateurs ?, C. Decoudu.*
9. *Comment géologues (professionnels et amateurs) peuvent-ils collaborer ? Exemples en Belgique, E. Groessens.*
10. *De la ressource minérale au patrimoine géologique : aspects et conséquences d'une métamorphose juridique, P. Billet.*
11. *Les contributions des carrières à la mise en valeur du patrimoine géologique, J.M. Fondeur.*

12. *Les conditions réglementaires de la mise en valeur géologique d'une carrière ou d'une ancienne carrière*, D. Ruel.

13. *Le Géodrome, enjeu de développement touristique ?*, P. Gravioux.

14. *Comment concilier fréquentation touristique, recherche et préservation du patrimoine ? Les exemples de Han et de Rochefort (Belgique)*, Y. Quinif.

15. *La mise en valeur du patrimoine géologique peut-elle être un enjeu du développement régional ? L'exemple du projet Vulcania*, J. Kornprobst.

16. *La protection des sites géologiques en Grande-Bretagne : bilan et intérêts socio-économiques*, J. Larwood.

Source : Coll., 2000. - Programme des deuxièmes journées nationales du patrimoine géologique, Lille 16-17-18 juin 1999. *Annales de la Société Géologique du Nord*, 7 (2), 4, 155-157.

Cette situation incite clairement à valoriser les études techniques dans les politiques de communication sur le "patrimoine géologique" et le "patrimoine géomorphologique". Cette préoccupation doit servir à limiter la propagation de concepts ou d'approches peu adaptés, comme c'est le cas des termes "patrimoine" et "géotope". Elle peut prendre la forme d'une réunion technique en complément des prochaines journées nationales sur le patrimoine géologique.

Chapitre II. La recherche d'un cadre adapté pour une problématique d'évaluation géomorphologique.

A. Un contexte décisionnel défavorable pour une étude spécialisée.

1. Un travail convoité à réaliser sans cadre méthodologique global ni soutien logistique.

De nombreux aménageurs et décideurs se déclarent intéressés par les études sur la cotation géomorphologique (Joly, 1999). Les évaluations et les inventaires de sites naturels sont notamment très recherchés. Ils constituent en effet de nouveaux outils pour faciliter la résolution des contentieux sur les sites naturels sujets à de multiples pressions. C'est le cas du littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Nous avons consulté et recueilli les attentes de plusieurs responsables de structures concernées par le littoral du Nord-Pas-de-Calais. Leurs besoins pour le sujet ont toutefois été difficiles à cerner. Ceux-ci ne dépendaient en effet pas seulement des préoccupations premières des structures, mais aussi en grande partie des affinités et des connaissances des

interlocuteurs sur le sujet. Les souhaits recensés sont de ce fait très disparates. Par exemple, une administration territoriale peut rechercher des arguments pour préserver quelques sites, un groupe de recherche peut souhaiter un bilan détaillé des travaux sur le "patrimoine géomorphologique" en Europe, et une association de protection de l'environnement peut solliciter des pistes méthodologiques pour réaliser un inventaire des sites naturels d'intérêt géomorphologique.

Il est intéressant de constater que ces requêtes présentent des implications importantes les unes par rapport aux autres. En l'occurrence, un bilan des travaux sur le "patrimoine géomorphologique" en Europe que souhaite réaliser un groupe de recherche peut offrir des approches scientifiques et techniques exemplaires à une association de protection de l'environnement désirant réaliser un inventaire. Ce même bilan peut aussi montrer à une administration territoriale que l'approche qu'elle comptait développer a déjà été étudiée sans succès dans un autre pays. Et il est également possible qu'une administration territoriale trouve des arguments pour préserver des sites dans l'inventaire des sites naturels d'intérêt géomorphologique que souhaite réaliser une association de protection de l'environnement.

Mais le problème réside dans l'absence de mise en commun et de "normalisation" scientifique de ces projets. Autrement dit, ces derniers se suffisent à eux-même et n'ont pas de continuité logique nette. Malheureusement, une telle approche de fond ne semble pas perçue comme une priorité par les structures intéressées. Son utilité semble d'autant plus délicate à faire accepter que les projets sur ce domaine sont souvent financés individuellement par les structures. C'est pourquoi nous avons préféré contribuer à la mise au point de cette démarche de fond plutôt que de réaliser une étude ponctuelle pour une structure.

2. Une préoccupation secondaire des élus locaux.

Cette étude sur les sites naturels d'intérêt géomorphologique littoral du Nord-Pas-de-Calais nous a surtout conduit à nous rapprocher de personnes et de structures intéressées par le sujet comme les administrations territoriales, les groupes de recherche et les associations environnementales. Or, la plupart cherche à préserver le milieu naturel. Il nous a donc paru intéressant de recueillir l'opinion de personnes pour qui la protection des sites ne constitue pas

la préoccupation première. A cet effet, trois élus locaux ont été interrogés sur le "patrimoine géomorphologique" et le "patrimoine géologique".

Monsieur Dubois, Maire de la commune de Leffrinckoucke.

"Pour justifier l'intérêt d'une zone naturelle remarquable, il est souvent fait mention de sa valeur patrimoniale. On fait fréquemment référence aux inventaires du patrimoine biologique, comme celui des ZNIEFF. Il se trouve que les initiatives similaires d'inventaire du patrimoine géologique font leur chemin. Pensez-vous que de telles études puissent contribuer à rendre certains sites intouchables, ou bien qu'elles n'apporteront rien de plus sur le fond ?

Je ne saurais le dire. Toutefois, en ce qui concerne la flore, le Pygamon des dunes, une espèce protégée, a été découverte dans le site de la ZAC. C'est une plante qui pousse dans des terrains remués et dans les briquillons. Du fait de cette découverte, et naturellement de la loi littoral, la construction de la rue Pierre Loti a dû être abandonnée.

Ne s'agirait-il pas de la petite rue sur laquelle ont été installés quelques filets de volley-ball ?

Oui, c'est bien cette rue, et comme vous avez pu le constater, elle s'ensable. Puisque nous ne pouvons rien en faire pour l'instant, je me suis résigné à la transformer en terrains de Volley-ball. Il n'y a naturellement aucun moyen de tirer parti d'une plante rare pour la promotion territoriale d'une commune.

Dernière question. L'été approche, synonyme d'afflux de touristes sur les côtes est-dunkerquoises. Dans le cas de Leffrinckoucke, savez-vous ce qui intéresse le plus les touristes : les dunes ou les infrastructures d'accueil ?

La plage, bien entendu. Le Syndicat des dunes de Flandre se préoccupe également des infrastructures d'accueil pour les enfants. Leffrinckoucke est aussi le point de départ de nombreux circuits pour la visite des dunes et du cordon dunaire littoral. Ne serait-ce que pour cet aspect touristique, vous comprendrez donc à quel point je suis attaché à défendre ma dune et les intérêts de ma ville".

Source : Joly F., 1998 (2). – Monsieur Dubois, Maire de la commune de Leffrinckoucke. Magazine électronique Geotop, 1, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>

Monsieur Decool, Maire de Brouckerque, Président de l'Association des maires du Nord et Conseiller général du Nord.

"Une petite digression. Geotop travaille beaucoup sur la notion de patrimoine géologique et géomorphologique. Selon vous, ce thème peut-il constituer une source d'emplois ?

Si ce secteur crée des emplois, je pense qu'ils seront tout de même difficiles à pérenniser. Nous, on a par exemple aidé à faire des fouilles archéologiques, mais ce n'est pas du tout la même chose.

Quel est votre avis sur la création des réserves naturelles géologiques ?

Oui, d'accord, c'est intéressant s'il y a des potentialités ! Chez nous, c'est le plat pays et il n'y a vraiment pas grand chose, hormis quelques sédiments peu "visuels". Nous n'avons pas de mine à ciel ouvert qui permettrait de mettre le sous sol un peu en évidence. Bien sûr, il y a les waterings, mais ce n'est pas un élément géologique en tant que tel".

Source : Joly F., 1999 (4). – Monsieur Jean-Pierre Decool, Maire de Brouckerque, Président de l'Association des maires du Nord et Conseiller général du Nord (France). Magazine électronique Geotop, 2, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>

Madame Blandin, Conseillère régionale du Nord-Pas-de-Calais.

"A chaque entretien, Geotop prend l'habitude de poser une question sur le patrimoine géologique. Selon vous, celui-ci peut-il être une source de développement économique ? Le patrimoine géologique est ici compris comme les sites de grand intérêt géologique tels que les affleurements, les sites fossilifères et non pas dans le sens de ressources potentiellement exploitables.

Il ne faut pas exagérer. C'est une opportunité scientifique d'une part, pédagogique et touristique d'autre part. Il a toute sa raison d'être et doit être pris en compte. Mais ce ne sera pas un levier de développement économique. Le terme est impropre.

Si l'on ne discute plus de l'intérêt des inventaires biologiques, dont l'inventaire ZNIEFF est le représentant le plus connu, qu'en est-il d'un possible inventaire géologique et géomorphologique ?

Celui-ci présenterait un réel intérêt. Nous avons par exemple failli commettre une erreur dans le cadre d'un "plan carrier" de remise en état pour une carrière de marbre près de Lumbres avec, conformément à la loi, comblement, repaysagement, et revégétalisation. Les géologues nous ont avertis de l'intérêt du site pour éviter de le reboucher complètement. Si nous avions eu un inventaire à notre disposition, cette situation ne se serait pas produite.

Il présente aussi un intérêt pour une stratégie de préservations. Par exemple, le Mur des Douaniers à Couvin est dégradé parce que les gens viennent y prélever des trilobites et des échantillons. De même, on ne trouve quasiment plus de petites ammonites pyritisées sur le littoral. Il est dommage de priver les générations futures de notre patrimoine d'une part, et d'objets de forte valeur éducative d'autre part. Avec la prolifération des images de synthèse, les générations futures auront besoin de choses tangibles. L'image ne pourra plus faire foi. Le dessin a pu faire foi sous Buffon, la photo a fait foi pendant un siècle. Mais je pense qu'il va y avoir une décrédibilisation totale du document visuel. Les choses tangibles seront fondamentales. La préservation est d'autant plus importante que ce que l'on a cherché auparavant dans les fossiles et les couches géologiques ne correspondra pas nécessairement à ce que l'on cherchera demain. De nombreuses pistes de recherche nous échappent probablement actuellement".

Source : Baudet N. & Joly F., 1999. – Madame Marie-Christine Blandin, Conseillère régionale du Nord-Pas-de-Calais (France). *Magazine électronique Geotop*, 2, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>

Ces élus ne sont évidemment pas représentatifs du corps électoral. Il est donc difficile d'en tirer des conclusions d'ensemble. Toutefois, les passages non retranscrits des entretiens nous permettent d'exprimer deux tendances avec plus de certitude.

Tout d'abord, ce concept embarrasse beaucoup moins les élus que les études faunistiques et floristiques (DIREN, 1995 ; Joly, 1996 ; Meur-Férec, 1995 ; Saut, 1995). Cette situation s'explique par une large méconnaissance du concept.

Par ailleurs, les élus locaux semblent prêts à saisir les opportunités qu'offre le sujet. Le "patrimoine géomorphologique" présente un intérêt s'il favorise, de quelque manière que ce soit, l'emploi, le développement économique ou le cadre de vie (Conseil Général du Nord, 1999). Mais les élus locaux ne vont pas pour autant favoriser spontanément le développement de ce concept.

3. Une étude reléguée au rang de complément des inventaires biologiques.

Nous venons de suggérer que les élus locaux connaissent davantage le "patrimoine biologique" que le "patrimoine géomorphologique". Ce décalage nous a incité à examiner l'engagement réel des structures environnementales chargées de défendre et de présenter ce domaine auprès des élus. Nous pensons ici que ces structures ne relayent pas ce domaine à la hauteur de ce que leur engagement officiel pourrait laisser supposer.

Nous avons choisi de conduire cette étude auprès des 22 Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) de France métropolitaine. En effet, leurs compétences en font des structures reconnues idéalement placées pour organiser et connaître les initiatives locales.

Un questionnaire a été réalisé en mai 1998. Il reprend, tant sur la forme que sur le fond, celui réalisé par le Groupe de travail suisse pour la protection des géotopes (annexe 2) (Strasser *et al.*, 1995). Nous y avons utilisé les expressions de "géotope" et de "patrimoine géologique" pour faciliter l'interprétation. Il comprend sept questions complémentaires (annexe 3).

Mais seulement 6 des 22 DIREN contactées nous ont retourné le questionnaire, souvent accompagné de documents généraux sur le "patrimoine naturel" (Coll., 1988) ; il s'agit des DIREN des régions Alsace, Corse, Champagne-Ardenne, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Et quatre d'entre-elles ont rempli correctement le questionnaire (annexe 4).

Parmi les huit questions, la plus importante est "*Quelle place occupe la protection des géotopes dans votre service, en comparaison avec la protection des biotopes ou des espèces menacées ?*" (annexe 3). Les quatre interlocuteurs locaux ont donné les réponses suivantes : "*Une place très très faible (actions isolées de financement de fermeture de mines ou de protection réglementaire). Priorité donnée ici à la mise en œuvre de Natura 2000. Indirectement dans le cadre de mesures visant à la protection des milieux naturels*" (annexe 3), "*Très faible. Priorité a été donnée aux zones humides, marais, pelouses sèches*" (annexe 3), "*Le site de Scandola est en réserve naturelle (intérêt multiple dont géologique)*" (annexe 3), "*Moindre... Pas de politique active (sauf création de la réserve naturelle de Sainte Victoire), mais plutôt réactions aux sollicitations extérieures*" (annexe 4).

Ces réponses confirment le faible engagement supposé pour la géologie et la géomorphologie ; il est probable que la situation est similaire dans les 18 autres régions. Au delà des causes de cette situation, nous retiendrons de façon pragmatique qu'une étude sur les sites naturels d'intérêt géomorphologique a peu de chances d'être prise en compte. Il s'agit d'un argument supplémentaire pour décliner le développement d'une étude contractuelle peu profitable sur le long terme.

B. Les problèmes techniques de l'évaluation géomorphologique.

1. L'influence normative des autres disciplines scientifiques : l'exemple de la biologie et des statistiques.

Les biologistes et les statisticiens ont développé de nombreuses méthodes d'évaluation dont les géomorphologues se sont largement inspirés. Mais les approches obtenues sont souvent critiquables. En effet, les méthodes d'évaluation en biologie sont généralement "calquées" pour leurs critères. Les statistiques sont quant à elles souvent utilisées comme une fin en soi et non un outil ; l'extrait suivant illustre ce problème.

Traduction littérale du résumé de l'article.

"L'étude suivante présente une synthèse de trois méthodes qui peuvent être combinées en une approche commune pour évaluer la qualité et les impacts des aménagements des formes de terrain.

Pour évaluer l'impact direct [des aménagements] sur les formes de terrain, il est d'abord nécessaire d'évaluer la qualité de chaque forme (seulement d'un point de vue scientifique/géomorphologique) : $Q = V \times C$ (1) où Q = qualité scientifique de chaque forme, V = valeur scientifique intrinsèque, C = condition de préservation. $V = L_g \times G + L_o \times O + L_p \times P$ (2) où G , O , P sont les caractéristiques de la forme de terrain : G = exemplarité de l'évolution géomorphologique, O = valeur pédagogique, P = l'exemplarité paléogéomorphologique. [...] L_g , L_o , L_p sont les niveaux d'intérêt (ici la rareté de la forme) et particulièrement les poids suivants : L mondial = 1, L super régional = 0,75, L régional = 0,5, L local = 0,25, pas d'intérêt = 0.

Les conditions de préservation (C) d'une forme de terrain sont associées aux conditions de préservation de chaque élément au moment de l'observation, et elles peuvent être quantifiées avec $0 < C \leq 1$.

Pour l'évaluation de l'impact direct, nous procédons de la manière suivante : le degré de détérioration (D) d'une forme de terrain peut être calculé comme la conséquence de l'implantation d'un projet. Du fait des variations possibles d'un cas à l'autre, sa valeur doit être considérée avec une échelle continue $0 < D \leq 1$. Par exemple : 1 = pas de détérioration [et] bien préservé, 0,75 = des détériorations avec des pertes mineures d'éléments, 0,5 = détérioré par des activités humaines cachant des particularités, 0,25 = de nombreuses activités humaines qui détériorent les caractéristiques des formes de terrain, 0 = destruction des caractéristiques des formes de terrain.

L'impact (I_i) direct sur une forme de terrain peut être exprimée en termes de réduction de la qualité scientifique : $I_i = (Q - Q \times D) = Q \times (1 - D)$ (3) et, si l'on normalise $I_{i \text{ norm}} = (Q - Q \times D) / Q_{\text{max}} = Q \times (1 - D) / Q_{\text{max}}$ (4).

La détérioration est comparée avec la situation la plus représentative ou idéale de la zone.

L'impact direct total (I_{Ti}) est calculé de la manière suivante : $I_{Ti} = (1/n) (\sum I_i / Q_{\text{max}})$ (5) où n est le nombre de formes de terrain considérés comme objet géomorphologique dans la zone d'étude et $Q_{\text{max}} = \max(Q_1, \dots, Q_n)$.

Ces indices d'impact considèrent les pertes en terme de qualité. En particulier, plus I_i et I_{Ti} sont proches, et plus la détérioration des formes de terrain est importante".

Source : Panizza M., Marchetti M. & Patrono A., 1995. – A proposal method for assessing impacts on landforms. *ITC Journal*, 4, p. 324.

Nous retiendrons que le succès des démarches d'évaluation en biologie et en statistiques n'atteste pas de l'opportunité de les élever en références et de leur validité scientifique une fois transposées à la géomorphologie. C'est pourquoi il est plus judicieux de développer des approches spécifiques à la géomorphologie.

2. L'obtention d'un résultat synthétique extrait de son contexte.

Le milieu naturel se compose d'une infinité d'éléments dont il n'est pas possible de connaître l'existence et les caractéristiques en totalité. Ceux-ci évoluent en permanence et rendent ainsi leur étude encore plus complexe. Or, l'évaluation géomorphologique conduit à simplifier ces éléments pour dégager une valeur globale. Par exemple, nous avons conduit une évaluation privilégiant les grandes unités géomorphologiques au détriment des plus petites (Joly, 1996).

Aujourd'hui, ce découpage schématique rend les méthodes d'évaluation incorrectes. Il s'agit d'un véritable motif d'abandon de leur développement. Toutefois, il nous semble possible de dépasser ce problème. En effet, nous rappellerons que toute démarche scientifique tend à simplifier la réalité. Par ailleurs, il est probable que cette lacune pourra être résolue ultérieurement à la faveur des progrès de la recherche. Nous utiliserons ces deux arguments pour justifier la poursuite de notre étude.

3. Du manque d'attention accordé au vocabulaire aux problèmes de validité et de comparaison des résultats.

Nous avons montré précédemment que le terme "patrimoine" est mal compris, même si son sens est *a priori* évident. Ce problème terminologique concerne également le terme "évaluation". En effet, le terme peut être à la fois compris comme un intérêt, une importance, une qualité, une valeur et une mesure. Cela signifie que l'évaluation géomorphologique peut par exemple déboucher sur une simple appréciation ou une note.

Or, aucun auteur ne précise comment il comprend "l'évaluation géomorphologique" (ANTEA, 1995 ; Baumgartner, 1982 ; Boyer *et al.*, 1995 ; Boyer & Fierz, 1996 ; Carton, 1994 ; Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998 ; Dollinger, 1985 ; Gauthier, 1997 ; Gerber & Tenthorey, 1993 ; Grandgirard, 1995 ; Grandgirard, 1996 ; Grandgirard, 1997 ; Grandgirard, 1999 ; Green & McGregor, 1989 ; Gsteiger, 1995 ; Haaf & Tosatti, 1996 ;

Hobléa, 1995 ; Joly, 1996 (2) ; Joly, 1998 ; Kienholz *et al.*, 1988 ; Kirchner, 1992 ; Kyburz, 1983 ; Lagally, 1994 ; Marchetti *et al.*, 1995 ; Marchetti & Panizza, 1995 ; Mezösi, 1982 ; Mician, 1978 ; Monbaron, 1993 ; Panizza, 1990 ; Panizza, 1990 (2) ; Panizza & Piacente, 1993 ; Pecci, 1984 ; Rojsek, 1991 ; Rojsek, 1994 ; Strasser, *et al.*, 1995 ; Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges, 1998 ; Van Ash *et al.*, 1995).

L'objet d'une étude sur "l'évaluation géomorphologique" ne correspond presque jamais à ce que l'on attend. Dans le cas présent, nous préférons le terme moins équivoque de "cotation".

Chapitre III. Les prescriptions nécessaires à l'élaboration de la problématique d'un protocole de cotation.

A. Quelle démarche soutenir pour l'étude de la cotation géomorphologique ?

1. Deux démarches emboîtées : la méthode et le protocole de cotation géomorphologique.

a. La méthode de cotation : la recherche d'un cadrage général.

Nous étendons cette approche sémantique au terme "méthode". Pour de nombreux géologues et géomorphologues, ce terme désigne la procédure permettant de formuler la cote d'un site naturel (Grandgirard, 1995 ; Hoblea, 1995 ; Goubet, 1998 ; Joly, 1998). Or, nous concevons ici la méthode dans un sens beaucoup plus large.

Nous la comprenons comme une démarche de fond composée de plusieurs étapes dont la formulation de la cote d'un site ne constitue qu'une petite partie. Par exemple, la méthode d'un inventaire national des sites d'intérêt géomorphologique peut comprendre les étapes suivantes : le lancement du concept au niveau ministériel, la création d'un comité de pilotage, le recensement des inventaires locaux existants, la formulation d'un protocole de cotation, la vérification du protocole dans une première région test, l'analyse des résultats pour améliorer le protocole, la vérification du nouveau protocole dans une seconde région test, l'analyse des résultats pour améliorer le protocole, l'application du protocole final dans toutes les régions, la rédaction de l'inventaire.

Le travail de développement d'une méthode ne rentre donc pas dans le domaine de compétence exclusif du géomorphologue.

b. Le protocole de cotation : la recherche d'un cadrage pratique.

Au sein de la méthode, nous distinguons le protocole. Il s'agit d'une liste d'opérations détaillées à appliquer successivement pour coter un site. L'extrait suivant donne un exemple de ces "instructions types" pour rédiger une fiche de synthèse après la cotation d'un site (Grandgirard, 1997) ; il permet de saisir le degré de précision technique de l'ensemble du protocole.

Contenu de la fiche de synthèse d'un protocole de cotation.

"Les résultats sont accompagnés d'un commentaire axé sur neuf thèmes : objet (nom du géotope, type de géotope, mots-clés), localisation (coordonnées X et Y, altitude, commune(s) concernée(s), canton(s) concerné(s), carte(s) nationale(s) 1:25 000, recouvre un ou plusieurs inventaire(s) existant(s), inventaire(s) concerné(s), localisation et délimitation précises sur carte A4 annexée 1: 25 000 (voire 1:5 000 ou 1: 10 000)), description (géotope naturel ou artificiel, géotope actif ou passif, contexte, caractéristiques (sciences de la Terre), autres caractéristiques), évaluation (valeur globale (intérêt national, international, etc.), arguments (intégrité, rareté, valeur scientifique, intérêt particulier), menaces (menaces existantes (altération, destruction), menaces potentielles (altération, destruction)), mesures de gestion (mesures de gestion existantes (protection existante, mise en valeur existante), mesures de gestion proposées (protection proposée, mise en valeur proposée)), références bibliographiques, documents annexés, informations concernant l'auteur de la proposition (nom, prénom, adresse, numéro postal, localité, téléphone, fax, e-mail, date de la dernière visite sur le site, lieu et date)".

Source : Grandgirard V., 1997. – Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg, Imprimerie Saint-Paul, Suisse, 210 p.

Le protocole est donc un document de travail testé et pratique. A l'inverse de la méthode, le développement d'un protocole rentre plus spécifiquement dans le domaine de compétence du géomorphologue.

2. Pourquoi contribuer à la mise au point d'un protocole et non d'une méthode de cotation ?

a. La méthode est un travail assigné à une instance coordinatrice du sujet.

Devons-nous développer un protocole ou contribuer au développement d'une méthode ? La lourdeur organisationnelle et financière d'une méthode plaide en sa défaveur.

En effet, le développement d'une méthode de cotation ne peut être conduit que collectivement. Ce travail consiste à conduire toutes les étapes mentionnées précédemment, comme la création d'un comité de pilotage et la formulation d'un protocole de cotation. Il passe aussi par la maîtrise de compétences complémentaires aussi variées que l'élaboration d'une stratégie de communication ou le montage de dossiers financiers.

En outre, les frais de fonctionnement de cette équipe coordinatrice sont élevés. Pour une méthode nationale, le fonctionnement d'un groupe de cinq géomorphologues s'élèverait à environ 400 000 euros par an. Et nous estimons le coût de développement et de suivi de l'application d'un protocole de cotation de première génération à l'échelle nationale entre 300 000 euros et 2 000 000 euros par an, selon les motivations locales.

Bien entendu, notre étude ne porte pas sur l'ensemble de la France mais sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais. Mais un tel travail n'est pas non plus à notre portée, que cela soit du point de vue de l'organisation et du budget requis.

b. Le protocole a des retombées pratiques et peut être étudié sans méthode directrice.

Aujourd'hui, peu de scientifiques français travaillent sur la cotation des sites naturels d'intérêt géomorphologique. La création d'un collectif scientifique pour administrer une méthode de cotation géomorphologique semble donc improbable. En outre, les premiers résultats de la méthode ne seraient obtenus qu'après trois années, ce qui rend sa réalisation coûteuse et difficilement justifiable.

La Conférence Permanente du Patrimoine Géologique (CPPG) est la première structure française concernée par la cotation des sites naturels d'intérêt géomorphologique ; mais l'organisation informelle et les intérêts des six structures nationales qui la composent (CPPG, 1998) rendent incertaine l'incorporation de la géomorphologie et la création d'une septième cellule spécialisée.

Il existe pourtant une demande forte concernant la cotation géomorphologique. C'est pourquoi il nous semble important de travailler sur ce domaine sans attendre la création d'une structure spécialisée.

B. Synopsis des problématiques d'un protocole de cotation géomorphologique.

1. Le choix d'un mode de cotation géomorphologique.

a. Les modes de cotation chiffré, non chiffré et mixte.

Nous considérons le "mode" comme la forme que prennent les résultats d'un protocole de cotation. Nous distinguons le mode de cotation chiffré, le mode de cotation non chiffré et le mode de cotation mixte.

Dans le mode de cotation chiffré, les résultats sont exprimés sous la forme d'une grandeur quantifiée comme un chiffre ou un nombre. Nous l'étendons aussi aux barèmes, aux codes de couleurs et aux systèmes de cotation par lettres. Haaf et Tosatti (1996) associent par exemple un barème à cinq niveaux et cinq couleurs pour cartographier les sites naturels d'intérêt géomorphologique.

Dans le mode de cotation non chiffré, les résultats sont exprimés sous la forme de qualificatifs ou d'expressions. Gsteiger (1995) utilise par exemple les qualificatifs "important" et "grand". Ces qualificatifs peuvent ensuite être "convertis" en une grandeur quantifiée pour subir éventuellement un traitement statistique.

Dans le mode de cotation mixte, les résultats sont exprimés à la fois sous la forme d'une grandeur quantifiée et sous la forme de qualificatifs ou d'expressions. Mais à notre connaissance, ce mode n'a encore jamais été développé.

b. Choix et critique d'un protocole de cotation chiffré.

Le mode mixte offre beaucoup de précision et de nuance car il permet de coter conjointement à l'aide de chiffres et de qualificatifs. Cette alternative est importante car un protocole associe toujours des objets d'étude chiffrables et qualifiables. Mais l'association des deux systèmes de cotation complexifie le traitement des informations et la formulation d'une cote globale. En effet, il est difficile de formuler la cote globale d'un site à partir d'un ensemble de notes et d'expressions.

Le mode non chiffré ne permet d'obtenir qu'une suite de qualificatifs comme "sans intérêt", "intérêt moyen" et "intérêt exceptionnel". Celles-ci sont peu pratiques pour formuler une cote globale. Ces expressions peuvent être converties en chiffres, mais ce procédé n'est pas rigoureux.

Le mode chiffré ne permet d'obtenir qu'une suite de chiffres. Il augmente le risque de manipulation des chiffres. Par exemple, les cotes de critères hétérogènes sont souvent additionnées sans précaution par les auteurs pour calculer la cote globale d'un site. De plus, ce mode présente l'inconvénient d'imposer le chiffrage à des éléments qui se prêtent davantage à la formulation d'une expression.

Cette sélection d'inconvénients montre qu'il n'existe pas de mode de cotation parfait. Par élimination, nous abandonnons le mode mixte car il n'existe pas de technique satisfaisante pour traiter un mélange de notes et d'expressions ; nous renonçons également au mode de cotation non chiffré car celui-ci est peu pratique.

Nous retenons finalement le mode de cotation chiffré par défaut, malgré ses deux problèmes. Le premier problème, concernant le risque de manipulation des chiffres, peut être réduit à l'aide de précautions spécifiques. En revanche, le second problème n'a pas de solution évidente : il sera toujours critiquable de chiffrer des éléments qui ne peuvent pas l'être.

2. Le choix du degré d'achèvement d'un protocole.

a. Les deux états des protocoles de cotation géomorphologique : le protocole complet et le protocole partiel.

Les auteurs de protocoles développent des étapes récurrentes. Il s'agit par exemple du rappel des enjeux de l'étude, de l'analyse épistémologique, de la présentation des éléments géomorphologiques étudiés, des critères et leur technique d'utilisation, de la rédaction de fiches descriptives des sites étudiés, de la rédaction d'un commentaire final et de la cartographie des sites.

Nous considérons le protocole partiel comme un protocole dans lequel la plupart des étapes majeures ne sont pas traitées. C'est le cas de la plupart des protocoles. Les auteurs ne donnent alors pas assez de détail, abordent sélectivement des étapes ou interrompent brusquement leur analyse.

A l'inverse, le protocole complet est un protocole dans lequel la plupart des étapes majeures sont développées. Certaines d'entre-elles peuvent cependant être oubliées ; mais cela ne pose pas de problème particulier pour comprendre la logique de la démarche. A notre

connaissance, Grandgirard (1997) est le seul auteur à avoir développé cette approche aussi clairement.

b. Choix et critique d'un protocole de cotation complet.

Nos investigations nous permettent d'estimer le nombre de protocoles de cotation géologique et géomorphologique disponibles en Europe à seulement quelques dizaines. Parmi ceux-ci, moins de dix peuvent être considérés comme complets. Cette rareté tient d'abord au temps nécessaire pour mettre au point un protocole complet. Elle s'explique peut être aussi par des réticences à s'investir dans une démarche, souvent malaisée, et pour laquelle il est difficile de trouver des références scientifiques valables ; le développement peut alors être abrégé par précaution.

Pourtant, un protocole complet donne des résultats plus aboutis qu'un protocole partiel. En dehors de ses applications pratiques, il permet d'appréhender et de maîtriser le détail du raisonnement. Il peut servir de base aux autres auteurs pour faire progresser les approches. Il permet de découvrir et de développer de nouveaux concepts et approches en géomorphologie (Joly, 1999).

La rareté et l'intérêt scientifique d'un protocole de cotation complet nous semblent suffisants pour justifier son développement dans cette étude.

3. Le choix d'une problématique de gestion du milieu naturel associée à un protocole de cotation.

a. Présentation de trois problématiques : l'inventaire, la catégorisation et le classement.

La cotation géomorphologique ne présente pas d'intérêt en soi si elle n'est pas associée à une problématique de gestion des sites naturels d'intérêt géomorphologique. En fonction de la progression de la problématique, Roy (1985) distingue l'inventaire, la catégorisation et le classement.

L'inventaire consiste tout d'abord à énumérer et décrire un ensemble de sites. Il s'agit de l'étape de base pour étudier ces derniers plus en détail ou mener une démarche plus poussée comme l'application de critères de cotation.

La catégorisation consiste quant à elle à trier l'ensemble des sites et à les répartir en classes. Elle repose sur la définition préalable de normes (Boyer & Fierz, 1996). Par exemple, la catégorisation peut simplement consister à distinguer les sites de faible intérêt et les sites de grand intérêt.

Dans le classement, l'idée de valeur émerge davantage. Il s'agit en effet d'ordonner les sites du meilleur au moins bon, et cela en fonction de critères spécifiques. On établit alors un palmarès avec pour objectif de ne retenir que les "meilleurs" des sites en compétition (Boyer & Fierz, 1996).

b. Choix et critique d'une problématique de classement des sites naturels.

Quelle problématique de gestion du milieu naturel faut-il choisir ? L'approche choisie doit répondre aux demandes fréquentes des décideurs locaux et que nous résumons dans les deux questions suivantes : "supposons que l'ensemble du domaine côtier du Nord-Pas-de-Calais doive être détruit, et qu'il ne soit possible de n'épargner qu'un seul site naturel. Quel site faudrait-il choisir ? Et si ce site ne pouvait pas être choisi, quel autre site faudrait-il alors épargner ?". Parmi les trois problématiques présentées précédemment, le classement apparaît évidemment le plus adapté pour répondre à cet objectif.

Nous précisons que le classement est effectué pour les décideurs qui peuvent alors y réaliser une sélection. Le classement proposé par les scientifiques reste purement indicatif, car les sites les plus remarquables du point de vue des géomorphologues ne correspondent pas nécessairement aux exigences sociales et politiques connues des décideurs (Joly, 1998).

Conclusion.

Les sollicitations actuelles sur le "patrimoine géomorphologique" sont réelles. C'est ce que montre l'extrait du courrier suivant qui nous a été adressé.

"[...] Pour ce qui est des sites "à contentieux" tels que vous les intitulez (je les qualifierais plutôt de sites à enjeux), voici une première liste que nous avons pu établir.

[1] l'ensemble dunaire Merlimont-Cucq-Stella, dont nous avons déjà débattu. [2] l'ensemble dunaire au nord de Stella, sur Stella, tant au nord qu'au sud, le foncier est trompeur au regard de l'urbanisation déjà existante. Ainsi un certain nombre de parcelles sont reprises en zones urbanisables selon les principes d'un découpage qui n'a pas vu de concrétisation sur le terrain. [3] le massif de Camiers-Sainte Cécile, dans sa partie nord, reprise en zones de loisirs (32 ND et 31 NA) à l'origine d'un projet de golf. Le territoire, bien que situé en arrière d'une zone urbanisée, est en étroite relation avec le massif du Mont-St-Frieux. Il me semble de ce fait proche de vos

préoccupations. [4] les falaises entre Equihen et le Portel. [5] les falaises au nord de Wimereux, en intégrant le remblaiement en pied de falaises et son incidence sur l'évolution du site. [6] le site d'Ambleteuse. [7] enfin le massif dunaire à l'est de la rocade de Calais.

L'ensemble de ces secteurs est aujourd'hui en zone naturelle et constitue dans l'esprit des élus, un réservoir, éventuellement inscrit au POS, pour le développement urbain des communes. Les périmètres à enjeux se situent à la frange de l'urbanisation existante.

Ces entités naturelles présentent par ailleurs des aspects remarquables soit au plan du biotope, soit au plan des paysages. La connaissance de leur richesse géomorphologique pourra aider à bâtir un argumentaire plus solide en vue de la préservation de ces espaces [...]"

Source : Lacoste B., 1998. - *Courrier BL/MR n°98088 du 22 juin 1998*. Direction Départementale de l'Équipement, Arrondissement d'aménagement de Boulogne sur mer et Calais, 2 p. Inédit.

Mais les études spécialisées et les outils méthodologiques adéquats sont insuffisants pour répondre aux diverses sollicitations. Depuis l'émergence du "patrimoine géologique et géomorphologique" en 1991, les moyens consacrés aux travaux de recherche sont en effet quasi inexistant en Europe. A notre connaissance, une seule thèse de doctorat a ainsi été consacrée spécifiquement à ces domaines (Grandgirard, 1997). C'est en partie pourquoi Boyer et Fierz (1996) avancent "*[qu'] en matière d'évaluation du patrimoine géomorphologique et géologique, le scientifique a tous les moyens de se tromper... et de tromper les autres*".

Cela signifie qu'avant toute démarche, nous avons d'abord dû dresser un bilan des initiatives sur ce domaine, puis définir les bases d'une démarche scientifique correcte. Par exemple, il a fallu reconsidérer l'utilisation d'expressions et de termes répandus comme "patrimoine géomorphologique", "évaluation" et "méthode" (Hawkins, 1981). C'est pourquoi l'objectif initial de préservation du "patrimoine géomorphologique" consiste à présent à développer un protocole de cotation géomorphologique.

Enfin, cette démarche scientifique s'insère dans un choix de fond personnel. Il nous semble en effet fondamental d'éviter de développer une étude qui ne sera probablement utile que pour un unique commanditaire et qui risque d'être reléguée au seul rang de complément d'inventaires faunistiques et floristique dans les actions procédurières des administrations territoriales.

PARTIE 2.

LE PROTOCOLE DE COTATION GEOMORPHOLOGIQUE DE FRIBOURG : INTERÊT ET APPLICATION AU LITTORAL DU NORD-PAS-DE-CALAIS.

"Je pourrais raconter d'innombrables histoires différentes [sur le carbone] qui toutes seraient vraies, toutes littéralement vraies, dans la nature des métamorphoses, dans leur ordre et dans leur date. Le nombre des atomes est si grand qu'il s'en trouverait toujours un dont l'histoire coïncide avec n'importe quelle histoire, fruit d'une invention capricieuse. Je pourrais raconter des histoires à n'en plus finir : d'atomes de carbone qui deviennent couleur et parfum dans les fleurs ; d'autres qui, d'algues menues en petits crustacés, puis en poissons de plus en plus gros, redeviennent anhydride carbonique dans les eaux de la mer, dans un perpétuel et effrayant carrousel de vie et de mort où chaque dévorant est immédiatement dévoré ; de ceux qui atteignent au contraire une très digne semi-éternité dans les pages jaunies de quelque document d'archives ou dans la toile d'un peintre fameux ; d'autres à qui échu le privilège de faire partie d'un grain de pollen et qui laissèrent leur empreinte fossile dans les roches, pour notre curiosité ; d'autres encore qui s'abaissèrent à faire partie des mystérieux messagers en forme de semence humaine et participèrent au subtil processus de scission, duplication et fusion dont chacun de nous est né. Mais je me contenterai de raconter encore une seule de ces histoires, la plus secrète, et je le ferai avec l'humilité et la réserve de celui qui sait depuis le commencement que son sujet est sans espoir, ses moyens faibles, et le métier d'habiller les faits avec des mots condamné par sa nature même à l'échec.

Le voici [le carbone] de nouveau parmi nous, dans un verre de lait. Il est inséré dans une longue chaîne, très compliquée, telle cependant que tous ses anneaux sont acceptés par le corps humain. Il est avalé, et comme toute structure vivante garde en soit une méfiance violente envers tout apport d'un autre matériau d'origine vivante, la chaîne est méticuleusement brisée, et les tronçons, un par un, acceptés ou repoussés. L'un, celui qui nous tient à cœur, franchit le seuil intestinal et pénètre dans le torrent sanguin ; il voyage, frappe à la porte d'une cellule nerveuse, entre et supplante un autre carbone qui en faisait partie. Cette cellule appartient à un cerveau et ce cerveau est le mien, à moi qui suis en train d'écrire, et la cellule en question, ayant en elle l'atome en question, est à l'œuvre dans mon acte d'écrire, dans un gigantesque jeu minuscule que personne n'a encore décrit. C'est elle qui, en cet instant, sortie d'un enchevêtrement labyrinthique de oui ou de non, fait que ma main court sur le papier suivant un certain chemin, y trace des traits et des boucles qui sont des signes. Une double impulsion vers le haut et vers le bas, entre deux niveaux d'énergie, guide cette main, la mienne, pour imprimer sur le papier : quoi ? Ce point."

Primo Levi, *Le système périodique*, 1987, éditions Albin Michel.

Introduction.

Il existe peu de références scientifiques exploitables pour développer un protocole de cotation géomorphologique. Cette situation s'explique par l'importance de l'interprétation culturelle du sujet et de la description des faits de gestion.

Les auteurs germanophones sont les seuls à avoir élaboré à ce jour une base conceptuelle utilisable pour la recherche. C'est la raison objective pour laquelle Grandgirard (1998) leur accorde une large place dans un bilan bibliographique sur le sujet.

46 références européennes consacrées aux sites d'intérêt géologique et géomorphologique (17 juin 1998).

"Ad-hoc Arbeitsgruppe Geotopschutz, 1996 ; Arbeitsgruppe Geotopschutz Schweiz, 1995 ; Arbenz T. & Bitterli T., 1995 ; Arnoldus-Huyzendveld A. & a.l., 1995 ; Aubert D., 1989 ; Boyer L., Grandgirard V. & Monbaron M., 1995 ; Coll., 1994 ; Cooke R.U. & Doornkamp J.C., 1974 ; De Broyer C., 1979 ; Dollinger F., 1986 ; German R., 1982 ; Grandgirard V., 1995 ; Grandgirard V., 1996 ; Grandgirard V., 1997 ; Grandgirard V., 1997 (2) ; Grandgirard V., 1997 (3) ; Grandgirard V. & Spicher M., 1997 ; Grandgirard V. & Szepesi A., 1997 ; Grandgirard V. & Schnewly D., 1997 ; Grube A. & Wiedenbein F.W., 1992 ; Gsteiger P., 1995 ; Hirsch M., 1990 ; Hobléa F., 1995 ; Horat S., Brunner B. & Fuchs F., 1996 ; Kienholz H. et al., 1988 ; Kyburz W., 1983 ; Lagally U., Kube W. & Frank H., 1994 ; Lapo A. et al., 1993 ; Massoli Novelli R., 1996 ; Matschullat J. & Müller G., 1994 ; Monbaron M., 1993 ; Nature Conservancy Council, 1990 ; Rojssek D., 1994 ; Rojssek D., 1995 ; Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 1993 ; Schmalz K.L., 1986 ; Schweizerischer Bund für Naturschutz, 1978 ; Stuber A., 1993 ; Stuber A., 1995 ; Stuber A., 1997 ; Stürm B., 1983 ; Stürm B., 1994 (1) ; Stürm B., 1994 (2) ; Wilson C., 1994 ; Winbledon W.A. et al., 1995 ; Zarlenga F., 1996".

Source : Grandgirard V., 1998. - *Littérature sur le thème "Géotopes et protection des géotopes, situation au 17 juin 1998"*. <http://www.geoforum.ethz.ch/aktuell/geotope/>

Ces contributions ont permis de dégager des orientations tranchées dans la première partie. Mais elles sont ici insuffisantes pour résoudre tous les problèmes de développement d'un protocole de cotation géomorphologique.

Dans cette deuxième partie, la variété des tâtonnements permettra de saisir la complexité de la démarche : critiques ponctuelles sur un paradoxe, réflexions spontanées pour initier un débat, propositions de concepts inédits pour la gestion des sites. Toutes ces approches se grefferont sur l'analyse du protocole de cotation géomorphologique de Fribourg (Suisse), ce qui assurera une cohésion suffisante de l'ensemble.

Chapitre I. Justification du choix du protocole de Fribourg et présentation des principes généraux.

A. Plaidoyer pour la standardisation du protocole du groupe de Fribourg.

1. Le modèle britannique n'est pas transposable en France.

a. Présentation de la réussite des approches britanniques.

En matière de conservation des sites naturels d'intérêt géologique et géomorphologique, aucun pays européen n'est parvenu à ce jour à se doter d'une politique aussi cohérente et fonctionnelle que le Royaume-Uni. Son approche pragmatique est souvent érigée en exemple (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998 ; Duff, 1991 ; Leafe, 1998 ; Nature Conservancy Council, 1990).

Elle se fonde sur deux lois essentielles : la *National Parks and Access and Countryside Act 1949* et la *Wildlife and Countryside Act 1981*. Cette dernière définit les conditions de protection et d'inventaire des *Sites of Special Scientific Interest (SSSI)* pour leur intérêt scientifique général, c'est à dire à la fois en biologie et en sciences de la terre (Joint Nature Conservation Committee, 1996). L'inventaire systématique des sites remarquables, initié en 1977 et nommé *Geological Conservation Review*, a ainsi permis de recenser 3 002 sites dignes d'intérêt, dont 2 300 ont été classés en SSSI. En 1997, 1 300 d'entre-eux étaient protégés (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998).

La mise en place des *Regionally Important Geological/Geomorphological Site (RIGS)* a permis de compléter ce dispositif déjà particulièrement efficace (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998). Enfin, le concept de *Natural Area* intéressant le paysage "*fournit l'opportunité d'intégrer la préservation du patrimoine biologique et celle du patrimoine géologique*" (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998). Précisons que la position officielle et les objectifs de la Grande-Bretagne ont fait l'objet d'un rapport public détaillé par le Nature Conservancy Council en Angleterre (Nature Conservancy Council, 1990) avant sa scission en 1991 (Duff, 1991).

En 1997, en Angleterre, 1 300 sites étaient préservés et "*16 000 sites géologiques et géomorphologiques complémentaires ont été inventoriés comme étant intéressants d'un point de vue pédagogique*" (Conservatoire des Sites Naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998).

b. Les problèmes méthodologiques soulevés par ce type d'approche.

Aujourd'hui, la "*conception anglo-saxonne des faits de gestion*" (Miossec, 1999) est devenue une référence au niveau international. Elle sert de référence pour de nombreuses études comparatives en géomorphologie littorale (Meur, 1993 ; Meur-Férec, 1997 ; Miossec, 1993 ; Morel, 1997).

Mais la surestime des résultats britanniques peut conduire à des erreurs. Par exemple, il est vrai que seulement 51 réserves naturelles et réserves naturelles volontaires à caractère géologique étaient recensées en France en décembre 1997 (Jonin, 1997) ; mais parallèlement, 14 755 Zones Naturelles d'Interêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) étaient inventoriées, même si celles-ci n'incluent la géologie et la géomorphologie qu'accessoirement (Institut français de l'environnement, 1997).

La survalorisation des méthodes d'aménagement comme la gestion intégrée des milieux naturels ou l'établissement de groupes de coopération (Leafe, 1998) n'est pas non plus méritée. Incontestablement, la gestion française de l'environnement est sectorisée en de nombreux domaines. Mais nous relevons néanmoins des indices non négligeables en faveur d'une intégration possible du "patrimoine géologique et géomorphologique". Par exemple, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie travaille sur des projets de parcs hydrogéologiques pour délimiter "*les secteurs dont les eaux souterraines sont à protéger en priorité*" (Lovenstein, 2000).

Enfin, nous rappellerons que la conservation en sciences de la terre a été reconnue par le gouvernement britannique dès les années 1940 (Duff, 1991). L'objectif des responsables de l'époque était "*de s'assurer que les sites majeurs puissent être encore disponibles dans le futur pour la recherche, l'éducation et l'entraînement.*" En d'autres termes, la motivation initiale pour cette thématique s'inscrit dans une logique historique exceptionnelle qui rend la situation britannique incomparable avec les pays d'Europe continentale.

Pour tous ces éléments, les efforts de transposition de l'expérience britannique en France sont aussi peu justifiables que réalistes.

2. Les approches du canton de Fribourg (Suisse) sont transposables en France.

a. Présentation du contexte suisse.

Parmi les autres pays européens concernés par l'étude du concept de "patrimoine géologique et géomorphologique", la Suisse n'est pas beaucoup plus en avance que la France du point de vue des outils juridiques et des initiatives de terrain. Bruno Stürm (1994) précise à cet effet que *"même dans un système de planification moderne, relativement bien développé comme [celui de] la Suisse, le domaine de protection du patrimoine géologique n'est guère intégré dans l'aménagement du territoire"*. C'est ce qu'illustrent les deux extraits suivants.

L'état de la protection des sites en Suisse.

"Sur le plan national, il faut tout d'abord distinguer les activités des organisations non gouvernementales nationales et celles des instances fédérales.

De nombreuses organisations de protection de la nature ou de l'environnement incluent la protection des sites géologiques dans la protection de la nature et des paysages, ceci sans apporter d'attention particulière à la notion de géotope.

Bien que les bases légales soient suffisantes au niveau fédéral, il n'existe à ce jour que peu d'actions mises en œuvre pour étudier et protéger les géotopes d'importance nationale. Il faut cependant remarquer que certains objets peuvent être inventoriés à la fois comme biotopes et comme géotopes et que, dans ces cas-là, la protection du site en tant que biotope peut être considérée comme une garantie suffisante".

Source : Strasser et al., 1995. – *Géotopes et protection des objets géologiques en Suisse : un rapport stratégique*. Groupe de Travail Suisse pour la Protection des Géotopes, Académie Suisse des Sciences Naturelles, 27 p.

Synthèse des dispositions juridiques en Suisse.

"Pour le choix planifié des zones de protection des géotopes (paysages et objets isolés), il existe dans la Loi sur l'Aménagement du Territoire (LAT) des bases juridiques claires et utilisables. Le choix de zones de protection dans le processus de planification de l'exploitation rend possible la rédaction ciblée d'un règlement spécifique à l'objet de protection et (le cas échéant) d'exploitation. La procédure est longue et fastidieuse et doit être accomplie séparément pour chaque objet isolé. De plus, dans la LAT, l'indemnisation des dépenses pour la protection et l'entretien ou l'achat éventuel de l'objet protégé ne sont pas réglementés.

Ce qui manque clairement dans la législation fédérale actuelle, ce sont des prescriptions claires pour désigner les géotopes et les mettre sous protection, comme cela est réalisé pour les biotopes dans la [Loi fédérale sur la Protection de la Nature et du paysage (LPN)]. Il manque également un article plus général qui mentionne la protection des géotopes indépendamment de l'inventaire. Dans l'article concernant le but et dans le chapitre 1 de la LPN, on trouve différents passages qui peuvent être interprétés comme un encouragement à notre problématique ; cependant, la formulation explicite concernant les biotopes dans les articles 18 ff. LPN et 16 ff. [de l'Ordonnance sur la Protection de la Nature et du paysage (OPN)] a créé un déséquilibre qui doit absolument être corrigé. Enfin, en s'appuyant sur l'article cité, une réglementation claire du financement de la protection des géotopes est indispensable".

Source : Strasser et al., 1995. – *Géotopes et protection des objets géologiques en Suisse : un rapport stratégique*. Groupe de Travail Suisse pour la Protection des Géotopes, Académie suisse des sciences naturelles, 27 p.

b. Les avancées de la recherche fondamentale suisse.

Mais les travaux des chercheurs suisses sur le PGG peuvent être considérés comme les plus avancés d'Europe au regard d'autres pays dont la Russie (Lapo et al., 1993), la Slovénie (Rojsek, 1994) ou la France (Hobléa, 1995 ; Joly, 1998)). Le nombre des contributions

significatives ne s'élève qu'à quelques dizaines, mais elles constituent la première base scientifique et technique cohérente en la matière.

L'auteur déterminant est Stürm, premier utilisateur du concept de "géotope" dans le sens de "patrimoine géologique et géomorphologique" (Stürm, 1983). Celui-ci effectue un "travail militant" et dresse régulièrement un bilan de la prise en compte de cette problématique en Suisse à l'occasion de conférences internationales. Le Groupe de Travail pour la Protection des Géotopes (Strasser, 1995) et les chercheurs de l'Université de Fribourg (Monbaron, 1993 ; Grandgirard, 1997) ont donné une crédibilité scientifique à son approche. Leurs travaux portent sur les critères de cotation, les techniques de classement des sites, la réalisation d'inventaires ou encore la prise en compte du PGG pour la gestion des paysages. Nous retiendrons ces travaux pour la cotation des sites littoraux de la région du Nord-Pas-de-Calais.

Qu'il s'agisse ou non d'une coïncidence, le premier intérêt officiel pour le "patrimoine géomorphologique" a émergé en Suisse en 1867, au sujet de blocs erratiques dans le canton de Vaud (Du Pasquier, 1892 *in* Aubert, 1989 ; Martini, 1998).

c. Les avantages d'une contribution au perfectionnement du protocole de Fribourg.

Nous inscrire dans la continuité de travaux l'étude des travaux de l'Université de Fribourg se justifie aussi par la durée dissuasive de développement d'un protocole. Nous estimons par exemple le temps nécessaire à la production d'une nouvelle version d'un protocole déjà existant par cinq géomorphologues à cinq années. Ce travail comprend l'examen des approches antérieures, le cadrage conceptuel et terminologique, la formulation du protocole ou encore les tests. Il n'est pas concevable isolément.

B. Les principes de fonctionnalité recherchés dans le protocole de Fribourg.

1. La compatibilité.

a. La compatibilité avec les concepts d'espace et de temps.

La cotation géomorphologique passe par l'étude de formes hétérométriques. Sur le Cap Blanc-Nez, on recense à la fois des rides de sable et un cran rocheux. Comment traiter simultanément des éléments aussi dissemblables ?

Un démarche fréquente consiste à ranger les formes et les processus dans des "pas de temps" comme le "temps long", le "temps historique" et le "temps actuel" (Deboudt, 1997 ; Hobléa, 1999 ; Paskoff, 1993). L'idée est de dégager une hiérarchie.

Ce type de catégorisation des phénomènes physiques complique toutefois le problème. Si l'on introduit une "logique temporelle", un grain de sable formé en plusieurs milliers d'années peut se placer dans la même échelle de temps qu'un cran rocheux ; mais faut-il pour autant prendre un grain de sable en considération ? Et si l'on introduit une "logique spatiale" complémentaire, on choisira peut-être de retirer les rides de sable parce qu'elles sont trop petites pour l'analyse géomorphologique ; mais faut-il alors aussi retirer les mégarides, qui s'inscrivent dans la même échelle spatiale, en dépit de leur importance pour l'analyse de la dynamique de la zone intertidale ?

Les problèmes que pose notamment le temps n'ont pas de réponse évidente. Il s'agit tout d'abord d'une notion mal comprise que les géomorphologues n'abordent pas de façon standardisée (Brochu & Michel, 1994 ; Chorley *et al.*, 1972 ; Cullingford, Davidson & Lewin, 1980). Ensuite, le temps fait l'objet de manipulations arbitraires comme un découpage en sous-unités que l'on emboîte alors qu'il est *a priori* continu. Enfin, certaines relations entre l'espace et le temps sont presque prédéfinies ; par exemple, les grandes formes sont souvent associées aux grandes échelles de temps, et les formes de petite taille sont associées aux échelles de temps plus petites.

L'avantage du protocole de Fribourg est d'éviter l'étude de la problématique spatio-temporelle pour elle-même, sans considérations "conceptuellement paralysantes".

b. La compatibilité avec tous les modelés.

Le protocole de Fribourg a été développé et appliqué sur plusieurs modelés : le modelé fluvial, le modelé glacio-karstique, le modelé glaciaire, le modelé gravitaire, le modelé karstique et le modelé limno-palustre (Grandgirard, 1997).

La variété des modelés pris en compte par le protocole.

"Processus fluviale : accumulations alluviales, cascades, coudes de capture, cônes de déjection, deltas, gorges et canyons, plaines alluviales, terrasses, vallées à fond plat, vallées du Plateau, vallées des Préalpes.

Processus glacio-karstiques : dépressions glacio-karstiques, vallées glacio-karstiques.

Processus glaciaires : vallées en auge, blocs erratiques, collines d'érosion glaciaire, cirques glaciaires, cordons morainiques, drumlins, kames, sölle (dépression de culots de glace morte), vallums morainiques.

Processus gravitaire : éboulis, éboulements, glissements de terrain.

Processus karstiques : défilés (ou chuses), cavités souterraines, dolines, lapiés, ouvalas, vallées sèches.

Processus limno-palustre : accumulations lacustres, accumulations palustres, cordons littoraux, falaise d'érosion lacustre, lacs, zones humides."

Source : Grandgirard V., 1997. – Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg, Imprimerie Saint-Paul, Suisse, 210 p.

Pour tester sa polyvalence, des essais de transposition ont été réalisés de 1996 à 1998 sur le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais (Joly, 1996 ; Joly, 1998). Son adaptation ne pose pas de problème notoire, y compris dans les milieux dunaires et estuariens où les microformes et les mésoformes évoluent très rapidement.

c. Le cas particulier des sites contenant simultanément des formes reliques et actives.

Plusieurs sites littoraux de la région Nord-Pas-de-Calais présentent à la fois des formes actives et reliques. C'est le cas à Sangatte où l'on relève une falaise vive et une plage fossile "suspendue" couverte par une séquence sédimentaire continentale (Antoine, 1989). Un tel site présente donc à la fois un intérêt géomorphologique pour sa dynamique actuelle et les dynamiques passées. Le protocole de Fribourg intègre cette préoccupation sous le critère "valeur paléogéographique" (voir infra).

Ce choix peut cependant générer un problème si l'on pousse le raisonnement à l'extrême. On considère en effet qu'une forme est relictuelle si les processus qui sont à l'origine de sa genèse ne poursuivent plus leur action ; c'est le cas de rides de sable exhumées au pied de la falaise du Cap Gris-Nez. Mais si ces rides se trouvaient aujourd'hui sous l'influence simultanée des vagues et un climat tropical permettant la formation d'un *beach rock*, on trouverait des conditions favorables à la formation de rides morphologiquement semblables, mais génétiquement différentes. Il serait alors essentiel de ne pas les confondre pour l'application du critère "valeur paléogéographique". Bien que statistiquement insignifiante, la possibilité d'une telle situation mérite d'être soulignée.

d. Le cas spécifique des petits sites à dynamique perturbée.

Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais présente plusieurs petits sites séparés, totalement ou partiellement, d'espaces naturels plus vastes par des extensions urbaines ou périurbaines. Il s'agit de véritables "sites insulaires" (Schafer, 1990 *in* Delanoë, 1998).

Dans le cas des milieux dunaires, l'expression de formes claires est empêchée par les fortes pressions anthropiques et une surface de quelques centaines d'hectares, toujours inférieure à la taille critique. C'est le cas des dunes de Stella et de petits secteurs à l'ouest du massif de Leffrinckoucke (Joly, 1997 ; Joly, 1998 (3)).

Le protocole de Fribourg s'applique sans problème à ce type de site. Mais leur cotation revêt une dimension particulière car, paradoxalement, une faible cote ne signifiera pas pour autant qu'ils soient dépourvus d'intérêt. En effet, ces zones sont souvent indispensables à la préservation des espaces qui les jouxtent, notamment par leur rôle tampon. Leur faible intérêt n'est donc qu'apparent et appelle une logique complémentaire comme le zonage, moins discriminante que la cotation. C'est l'une des origines du concept de Zone de Protection Géomorphologique (ZPG) (Strasser *et al.*, 1995) (voir *infra*).

2. La crédibilité des résultats de cotation.

a. La possibilité de vérifier la vraisemblance des résultats sur des sites de calibrage reconnus.

A notre connaissance, aucun auteur n'a encore appliqué le protocole d'un autre auteur sur les mêmes sites. Du coup, la crédibilité des résultats obtenus dépend entièrement de la probité de l'homme d'étude. En termes scientifiques, la validité des travaux ne peut pas être totalement confirmée.

Pour limiter cette situation, nous proposons de définir des sites de calibrage. Il s'agit de sites de taille et de nature variable dont l'intérêt géomorphologique est indiscutablement reconnu. De cette façon, il sera possible de tester et d'étalonner un protocole.

Ce procédé est empirique et long à mettre au point. En particulier, l'éloignement géographique entrave la vérification d'un protocole *in situ*. Mais une documentation spécialisée de quelques centaines de pages sur ces sites, et mise à jour périodiquement, permettrait de pallier cet inconvénient.

b. La rédaction d'un mode d'emploi destiné à éviter les erreurs d'interprétation du protocole.

Aujourd'hui, l'apprentissage isolé d'un protocole complet peut durer plusieurs mois, dont une grande partie consiste uniquement à réunir les éléments bibliographiques qui y ont trait. Il est clair qu'un manuel synthétique permettrait de limiter ces problèmes pratiques et de se familiariser plus rapidement avec la démarche.

Sa rédaction peut être envisagée sur Internet sous la responsabilité d'un groupe de développeurs *ad hoc*. Ces derniers communiqueraient par l'intermédiaire de listes de diffusion. La plupart seraient ouvertes à quiconque veut lire les messages pour poursuivre l'avancement mais, pour la sécurité du projet, seuls ceux qui auraient démontré une certaine compétence ou connaissance seraient autorisés à poster des messages. Ce groupe déciderait des corrections à inclure dans chaque nouvelle version du protocole.

La clé d'un tel projet réside dans l'aptitude à animer un collectif scientifique et à exploiter les remarques extérieures pour cerner les lacunes et dégager de nouveaux points de vue.

C. Les phases souhaitées de conduite du protocole.

1. L'analyse préalable du terrain à l'aide des méthodes géomorphologiques conventionnelles.

Toute notre démarche ne serait pas possible sans une étude approfondie du terrain commencée en 1994. Elle est complétée par l'étude de cartes, de photographies aériennes et *in situ*, ainsi que de la bibliographie spécialisée sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais (AGUR, 1981 ; AGUR, 1983 ; Antoine, 1989 ; Augris, Clabaut & Vicaire, 1990 ; Bakker & Nienhuis, 1990 ; Battiau-Queney *et al.*, 1995 ; Battiau-Queney, 1998 ; Beun & Broquet, 1980 ; Beun & Broquet, 1981 ; Blérard & Vergne, 1985 ; Briquet, 1930 ; Bonte, 1966 ; Clique, 1986 ; Cuir & Van der Plaesten, 1983 ; Deboudt, 1997 ; Deboudt & Vergne, 1998 ; Decoupigny, 1995 ; Despeyroux, 1989 ; Despeyroux & Chamley, 1986 ; Duval, 1986 ; Fauchois, 1995 ; Fauchois,

1998 ; Géhu, 1992 ; Joly, 1995 ; Joly, 1996 ; Lanoy-Ratel, 1994 ; Lanoy-Ratel, 1998 ; Le Garzic, 1995 ; Picouet, 1993 ; Pinte, 1987 ; Seguin, 1995 ; Sommé, 1975 ; Vangilve, 1996 ; Vicaire, 1991 ; Wissocq, 1990).

2. L'étude des objets géomorphologiques et la surveillance des sites.

Le suivi des sites est important pour mieux connaître les sites et les coter plus précisément. Ce travail permet d'obtenir "*des séries d'observations et de mesures [pour] estimer les modifications et les évolutions*" (Delanoë, 1998). Il aide à identifier des phénomènes naturels, fournit des indications sur les améliorations ou les détériorations et permet de contrôler l'efficacité des mesures de gestion (Delanoë, 1998).

Mais cette surveillance géomorphologique n'est pas envisageable pour l'instant. Tout d'abord, il n'existe pas d'outils normalisés pour une comparaison diachronique rigoureuse sur cette problématique. Et surtout, il n'y a pas d'objectif suffisamment motivant pour impliquer davantage de géomorphologues, comme un programme étendu d'inventaire des sites d'intérêt géomorphologique.

3. L'incessante rectification des imperfections du protocole de cotation.

Le mode d'emploi n'est pas le seul élément du protocole à affiner. En amont, il y a évidemment l'amélioration du cadrage conceptuel et terminologique pour éviter de transmettre des erreurs d'approches. Il y a aussi l'ajustement de la philosophie des travaux aux évolutions de l'opinion publique sur l'environnement. Il peut encore s'agir de mettre au point des stratégies de médiatisation pour sensibiliser davantage de personnes et précipiter la découverte de solutions.

D. Premiers pas vers un recensement des Zones Naturelles d'Intérêt Géomorphologique (ZNIG).

1. De la ZNIG à la Zone de Protection Géomorphologique (ZPG).

La protection du périmètre d'un site côtier ne suffit pas à elle seule pour conserver son intégrité. Le milieu littoral est en effet sensible au point que l'altération d'un secteur peut se répercuter sur un autre site, proche ou éloigné, par un "effet domino" (Green & McGregor,

1989). Ce qu'il convient alors de nommer zone de protection d'un site littoral s'étend donc bien au delà du périmètre physique apparent du site. Elle comprend aussi la conservation des secteurs proches indispensables dont les secteurs qui garantissent son alimentation en sédiments et les sites insulaires contigus qui jouent un rôle tampon.

Pour chaque site, il faut donc distinguer deux périmètres, à savoir le site proprement dit et un secteur plus vaste autour de celui-ci. Pour simplifier, nous les nommons respectivement Zone Naturelle d'Intérêt Géomorphologique (ZNIG) (Joly, 1999) et Zone de Protection Géomorphologique (ZPG) (Strasser *et al.*, 1995) (Fig. 1).

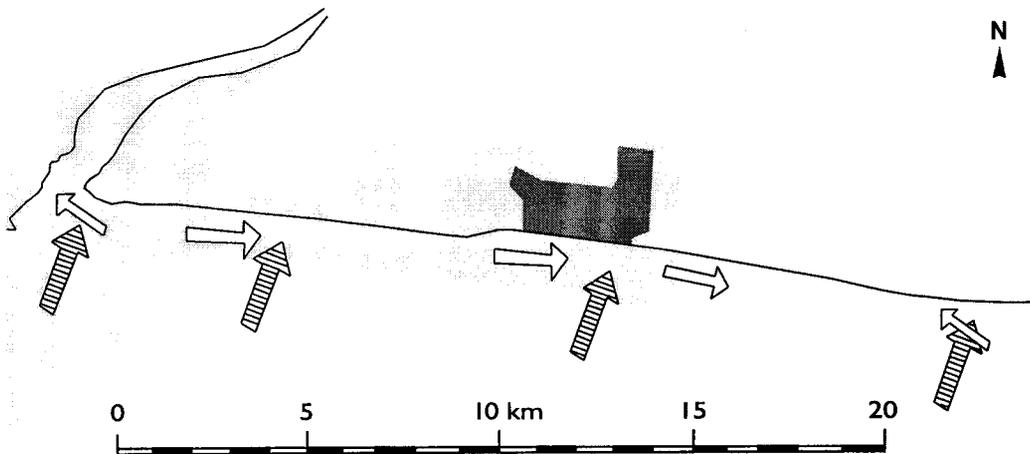


Fig. 1. ZNIG et ZPG. La différence de superficie entre une Zone Naturelle d'Intérêt Géomorphologique (ZNIG) (gris foncé) et sa Zone de Protection Géomorphologique (ZPG) (gris clair) ressort nettement en géomorphologie littorale. Sur la figure, les flèches hachurées et les flèches blanches indiquent respectivement la résultante des houles et la dérive littorale. Fond de carte adapté de Pinot (1998, (1)).

En termes administratifs, la ZNIG et la ZPG cadrent respectivement avec l'échelle communale et l'échelle inter-communale. Il est ainsi tentant de voir dans la ZNIG un outil adapté pour prendre en compte la géomorphologie dans un Plan d'Occupation des Sols (POS).

2. Les inconvénients d'une délimitation cartographique des ZNIG et des ZPG.

La délimitation des ZNIG exige un protocole de zonage qui reste à développer. Ce travail constitue une étude à part entière. Nous ne suggérerons ici que trois remarques.

En premier lieu, le zonage des ZPG nécessite des informations coûteuses devant être réactualisées périodiquement sur l'hydrodynamique ou les transits sédimentaires. Leur interprétation est difficile et il sera seulement possible de dégager des résultats généraux. La

délimitation à plus petite échelle risque donc d'être très imprécise et de réduire l'utilité de cet instrument. Ces obstacles scientifiques, financiers et techniques compromettent les chances d'une cartographie des ZPG.

Le zonage des ZNIG est plus simple car il se résume à un détournement. Mais il requiert des techniques nationales standardisées de représentation cartographique. Elles portent notamment sur le choix de l'échelle, d'une représentation par patatoïdes ou plus précise et d'une intégration ou non des zones naturelles intersticielles (Institut Français de l'Environnement, 1997). Ces obstacles administratifs ne seront levés qu'au terme d'une phase de dialogue de un à deux ans entre les acteurs concernés.

Enfin, la technique du zonage véhicule malgré elle l'image d'une politique contraignante de préservation des milieux naturels (Mischlich, 1994). Dans la pratique, cela signifie qu'une carte des ZNIG pourrait être unanimement rejetée par les élus locaux. Il ne faut pas non plus exclure une opposition des partisans d'une "conception biologique de la gestion des milieux naturels" qui assimileront peut être la démarche à une concurrence, notamment sur le plan des crédits. Les obstacles sont ici politiques.

3. Discussion sur la pertinence de plusieurs degrés d'intérêt des ZNIG.

En ce qui concerne un éventuel zonage, Hobléa (1995) estime "*opportun de conserver [...] la démarche déjà adoptée pour les ZNIEFF*". Cela signifie que les ZNIG ponctuelles d'intérêt spécifique et/ou plus particulièrement concernées par une action de mise en valeur ou de protection seront rangées dans la catégorie des sites de type 1. Les sites "*globalement intéressants*" (Hobléa, 1995), mais non prioritaires, seront rangés dans la catégorie des sites de type 2. Quelque soit la décision, le nombre de niveaux doit être limité pour faciliter la représentation cartographique et l'interprétation du document final pour une prise de décision efficace.

Nous attirons d'ore et déjà l'attention sur un problème de cette démarche, à savoir la réactualisation du protocole de catégorisation. En effet, l'application d'une technique d'inventaire de seconde génération peut conduire au déclassement d'une ZNIG de type 1 en ZNIG de type 2. Par ailleurs, un site rangé en ZNIG de type 1 dans un inventaire national peut simultanément être mal classé dans un inventaire régional indépendant. La question du degré d'intérêt des ZNIG n'est donc pas anodine. Pour les deux exemples précédents, elle sous-

entend déjà la clarification d'une logique opérationnelle reposant sur les notions de non-rétroactivité des décisions et de "principe de subsidiarité" des inventaires.

Chapitre II. Désignation des éléments géomorphologiques concernés par la cotation.

A. Les objets géomorphologiques.

1. La catégorisation des objets géomorphologiques concernés par la cotation.

a. Premier niveau hiérarchique : la forme élémentaire.

La forme élémentaire constitue par définition l'élément premier du relief et résulte de l'action d'un processus dominant. Il peut s'agir d'une antidune sur le bas estran.

Chaque forme élémentaire témoigne d'une dynamique particulière. Toutes méritent beaucoup d'attention, mais toutes n'offrent pas la même signification pour l'analyse géomorphologique d'un site naturel. Par exemple, les dunes embryonnaires témoignent d'une dynamique importante pour la dune bordière. Mais ce n'est pas le cas des petites cuvettes d'obstacle pour l'étude de la dynamique de l'estran. Nous distinguons donc deux types de formes : les formes élémentaires mineures et les formes élémentaires principales (Joly, 1998). Les premières sont considérées comme de faible intérêt pour l'interprétation de la dynamique géomorphologique. Les secondes sont quant à elles considérées comme fondamentales pour l'analyse du site. A titre d'exemple, il peut s'agir respectivement d'une ride éolienne de sable et d'un croissant de plage.

b. Deuxième niveau hiérarchique : l'ensemble de formes.

Des ensembles de formes élémentaires de même type peuvent être identifiés parmi les formes élémentaires d'un site. Cette deuxième catégorie correspond au premier niveau d'emboîtement des formes. Elle devrait normalement être appelée "ensemble de formes élémentaires identiques", mais on lui préférera la dénomination plus pratique "d'ensemble de formes".

La distinction entre les formes élémentaires mineures et les formes élémentaires principales prend ici toute son importance. En effet, tous les types de formes élémentaires ne sont pas pris en compte dans la détermination des ensembles de formes. Si l'on reprend les exemples précédents, les dunes embryonnaires seront prises en considération, mais pas les rides de sable. Sur le terrain, cet ensemble de formes correspond à un champ de dunes embryonnaires.

Le nombre d'ensemble de formes sur un site naturel est évidemment plus faible que celui des formes élémentaires. Rappelons que ces ensembles de formes résultent de l'action d'un seul processus dominant.

c. Troisième niveau hiérarchique : le complexe de formes.

Le second niveau d'emboîtement correspond au complexe de formes, qui associe plusieurs types de formes élémentaires modelées par un seul processus dominant. Le complexe de dune parabolique, principalement soumis aux processus éoliens, rassemble plusieurs types de formes élémentaires comme les siffle-vent ou les pourrières, et peut être rangé dans la catégorie du complexe de formes.

d. Quatrième niveau hiérarchique : le système géomorphologique.

Enfin, le système géomorphologique constitue le dernier niveau d'emboîtement. Il englobe des types de formes différentes qui résultent de l'activité de plusieurs processus interagissant sur la même portion d'espace. Conforme à cette définition, le couple estran-dune bordière peut être qualifié de système géomorphologique. Le nombre d'objets inscrits dans cette catégorie est très faible dans chaque site.

2. Les éléments géomorphologiques exclus de la cotation géomorphologique.

a. La cotation ne concerne pas les formes mais les catégories d'objets géomorphologiques.

Certaines formes élémentaires peuvent se compter par millions, comme c'est le cas des rides de sable. Leur étude individuelle est non seulement impossible, mais aussi sans intérêt pour l'analyse de la dynamique du site où elles se trouvent. Cela justifie pleinement l'étude des

formes par type et non individuellement. En procédant ainsi, nous avons recensé 90 types de formes sur le site de l'estuaire de la Canche, 61 types de formes sur le site du Cap Blanc-Nez et 63 types de formes sur le site des dunes Marchand (Joly, 1996).

Chaque type de forme est ensuite rangé dans l'un des quatre niveaux hiérarchiques en fonction de sa taille. La cotation portera sur ces quatre niveaux et la valeur obtenue reflètera la qualité des types de formes qu'ils contiennent.

b. L'exclusion des formations primitives durant l'étape de la catégorisation.

Nous ne tenons pas compte des formations sédimentaires (éoliennes, marines, fluviales ou encore pédologiques) primitives, malgré leur importance dans l'analyse morphologique littorale. La raison essentielle est que si l'on intègre un amas de boue, il faudrait alors logiquement intégrer des dépôts comme la fine pellicule de vase que dépose quotidiennement la marée sur la végétation estuarienne. C'est un problème de limite. Dans cette étude, seules les formes "dérivées" par suite de l'érosion ou du remaniement de ces formations seront donc prises en considération.

B. Le recensement des objets géomorphologiques.

1. Du recensement au rangement des objets géomorphologiques.

Nous avons commencé un recensement photographique de chaque type de forme présente sur le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais en 1994. Cet aide-mémoire inclut des formes hétérométriques, de tout milieu, saisonnières ou éphémères. Nous avons adopté le principe de remplacer une photographie de forme déjà répertoriée à partir du moment où elle apparaît de façon plus expressive sur un nouveau cliché. C'est l'application concrète de la recherche de la forme type. Chaque forme a été définie à l'aide de références reconnues en géomorphologie littorale (Paskoff, 1998 ; Pinot, 1998 (1) ; Pinot, 1998 (2) ; Verger, 1968 ; Verger, 1971).

Cette investigation de détail a permis de découvrir huit microformes et mésoformes non relevées dans la bibliographie. Celles-ci ont été nommées provisoirement par l'expression ou le terme le plus approprié, puis définies. Le "sillon gris" désigne par exemple un "*fossé embroussaillé d'environ un mètre de profondeur tapissé d'une épaisse couche humique et*

inondé en automne et en hiver par la remontée de la nappe phréatique" (Joly, 1996). En poursuivant cette démarche sur le littoral régional, il est concevable de découvrir une dizaine de nouvelles formes. Leur étude permettrait d'affiner la reconstitution de certaines dynamiques encore confuses. C'est le cas de la dune grise, moins étudiée que la dune blanche, dont une analyse plus précise fournirait une précieuse source d'informations sur les systèmes dunaires peu mouvants.

Le rangement de ces formes s'est avéré délicat. Notre premier essai de classification reposant sur onze subdivisions emboîtées s'est vite révélé peu pratique (Joly, 1996). Les classifications morphologiques recensées dans la Bibliographie Géographique Internationale de 1980 à 1995 ne sont pas non plus satisfaisantes. Certaines consistent à différencier les paléo-formes d'érosion et les formes d'érosion actuelles (Anisimov, 1988), les formes d'ablation et les formes d'accumulation (Hu & Wan, 1987 ; Spiridonov, 1993), les formes naturelles et les formes non naturelles (Vincent, Haworth & Clarke, 1983). D'autres classifications, plus complexes, font appel à des combinaisons de paramètres comme les dimensions, la structure, la genèse et la lithologie (Horvâth, 1991 ; Bojnagrjan, 1987 ; Alalammi, 1986), la lithologie et les processus de formation (Silvestru, 1990), les agents et le degré d'évolutivité (Aranegui, 1978 ; Barrere & Koechlin, 1981), les processus morphogéniques (Lucas & Howarth, 1979 ; Bores, 1979) ou les caractères du contact des dépôts avec le substratum (Szcepankiewicz & Szponar, 1978).

2. Le relevé géomorphologique comme application pratique du recensement.

A lieu de ranger les formes dans une classification délicate à mettre au point, nous avons choisi de les présenter dans un relevé géomorphologique (Joly, 1998). Il s'agit d'un tableau dans lequel les formes recensées sur un site sont rangées en fonction des processus et de leur appartenance à l'un des quatre niveaux hiérarchiques présentés précédemment (Tab. 1).

En dehors des types d'objet et de leur séquençage, le relevé géomorphologique ne contient aucune autre information sur le site. Il ne "sert" qu'à se souvenir des objets identifiés sur le site pour l'étape ultérieure de cotation critériée. Nous le comparons à la carte d'identité géomorphologique du site.

RELEVÉ GEOMORPHOLOGIQUE DES DUNES MARCHAND / AVRIL 1998					
	Séquençage des formes	I. Formes élémentaires <i>Mineures</i> <i>Principales</i>	II. Ensembles de formes élémentaires <i>principales</i>	III. Complexes de formes	IV. Systèmes géomorphologiques
Processus marins dominants	mer ↓ terre	<i>Ride rhomboïdale</i> <i>Ride de courant</i> <i>Antidune</i> <i>Ride filamenteuse</i> <i>Fer à cheval</i> <i>Microentaille de jusant</i> <i>Rigole de ruissellement</i> <i>Eventail de ruissellement</i> <i>Curvette d'obstacle</i> Banc Bâche Chenal simple Chenal composite Croissant de plage Berme	Ensemble de bancs Ensemble de bâches Ensemble de chenaux simples Ensemble de chenaux composites Ensemble de croissants de plage	Complexe estran (marin dominant)	
Processus éoliens dominants	mer ↓ terre	<i>Rides éoliennes</i> <i>Dune embryonnaire</i> <i>Dune en queue de comète</i> <i>Echancrure de crête dunaire</i> <i>Gouttière de suppression éolienne</i> <i>Halocavité</i> Siffle-vent Croc Caoueyre de percée Caoueyre en soucoupe Pourière convexe Panne active en creuset Panne active en soucoupe Dune néoformée Terre	Champ de dunes embryonnaires Ensemble de dunes en queue de comète Ensemble de siffle-vent Ensemble de crocs Ensemble de caoueyres de percée Ensemble de caoueyres en soucoupe Ensemble de pourrières convexes Ensemble de pannes actives en soucoupe Champ de dunes néoformées	Complexe bordier (éolien dominant) Complexe parabolique (éolien dominant)	Système estran / dune bordière (interface marin / éolien)
Processus gravitaires dominants	Pas de séquençage évident	<i>Langue d'avalanche</i>			
Processus biologiques dominants	Pas de séquençage évident	<i>Biotubule</i> <i>Terrier</i>			
Processus anthropiques dominants	Pas de séquençage évident	<i>Empreinte</i> <i>Ornière</i> <i>Sillon de ratissage</i> <i>Levée sableuse artificielle</i> <i>Bourrelet sableux artificiel</i> <i>Trou de pelleuse</i>			

Tab. 1. Le relevé géomorphologique appliqué au site des dunes Marchand (Joly, 1998).

Chapitre III. L'approche critériée comme principe directeur du protocole de cotation géomorphologique de Fribourg.

A. Spécificités conceptuelles et fonctionnelles des critères de cotation.

1. L'intégrité.

L'intégrité désigne littéralement "[l']état d'une chose qui est demeurée intacte" (Rey & Rey-Debove, 1995). En géomorphologie, elle consiste à mesurer l'état de conservation des

particularités originelles d'une forme. Les quatre catégories de formes sont concernées par ce critère.

2. L'emboîtement.

Ce critère sert à comparer et valoriser les objets les uns par rapport aux autres (Grandgirard, 1997). L'emboîtement ne s'applique qu'aux ensembles de formes, aux complexes de formes et aux systèmes géomorphologiques. En effet, les formes élémentaires n'englobent aucun élément plus petit qu'elles.

3. La valeur didactique et la lisibilité.

Ce critère permet de coter les catégories de formes en fonction de leur aptitude à illustrer les dynamiques géomorphologiques typiques du littoral du Nord-Pas-de-Calais. On fait référence à la notion de forme type afin d'estimer l'écart à la forme idéale. Les quatre catégories de formes sont concernées par ce critère.

4. La rareté.

La rareté permet de coter ce "*qui se rencontre peu souvent, dont il existe peu d'exemplaires*" (Rey & Rey-Debove, 1995) sur un espace de référence. Il s'agit ici du littoral de la région Nord-Pas-de-Calais. On parle de rareté spécifique. Les quatre catégories de formes sont concernées par ce critère.

5. La valeur paléogéographique.

Le valeur paléogéographique fait référence à la qualité de l'information qu'un objet peut livrer sur l'histoire du site et de son environnement (Boyer & Fierz, 1996). Les formes susceptibles de révéler une information scientifique, mais n'ayant pas encore été étudiées sont *a priori* aussi importantes que les formes certifiées. Les quatre catégories de formes sont concernées par ce critère.

B. Discussion sur la formulation de critères plus sophistiqués.

1. La difficulté d'augmenter le degré de sensibilité d'un protocole.

La sensibilité d'un protocole dépend du nombre de critères utilisés. Dans les extraits suivants, Grandgirard (1997) et Meur-Férec & Ruz (1999) emploient une vingtaine de critères. Ce nombre est élevé et complique la phase de cotation car les nuances sont parfois faibles. Ces auteurs les rangent, selon leur importance, entre facteurs et indicateurs Grandgirard (1997) ou descripteurs et critères (Meur-Férec & Ruz, 1999).

Grandgirard (1997).

"Facteurs : intégrité, géotopes englobés, représentativité et exemplarité, rareté, valeur paléogéographique, site d'étude particulier. Indicateurs : dimensions et configuration géométrique, constitution, perturbation fonctionnelle, âge, géodiversité, association des formes, nombre de formes, distribution des formes, contexte et environnement, activité morphogénique et fonctionnalité".

Source : Grandgirard V., 1997. – Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg, Imprimerie Saint-Paul, Suisse, 210 p.

Meur-Férec & Ruz (1999).

"Descripteurs : limites géographiques, objets présents, configuration géométrique, faciès géologique, contexte dynamique, dynamique actuelle, tendance évolutive, âge des formes, couverture végétale, vestiges, artificialisation, gestion."

Critères d'évaluation : (1) critères les plus couramment utilisés : rareté, diversité, typicité, intégrité, naturalité, valeur pédagogique, valeur scientifique, (2) critères plus subjectifs : vulnérabilité, fonctionnalité, densité, accessibilité, notoriété, potentialité de gestion et de mise en valeur, esthétique, qualité du milieu, valeur sociale".

Source : Meur-Férec C. & Ruz M.H., 1999. - *Eléments de réflexion pour la préservation du patrimoine géomorphologique*. Notes inédites rédigées dans le cadre du programme LITEAU : "Rationaliser les connaissances pour préserver durablement le patrimoine naturel littoral." Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Marseille, le 25-26 novembre 1999, 13 p.

2. Les blocages soulevés par l'emboîtement des critères de cotation.

Ce rangement fait ressortir des familles de critères qui rassemblent des sous-critères. Pour le critère "intégrité", il peut s'agir des sous-critères portant sur la capacité de régénération du modelé après une perturbation, la capacité à absorber une perturbation sans altération de ses caractéristiques principales et le seuil de tolérance à une perturbation.

Dans ce cas, faut-il considérer les critères pour eux-mêmes ou comme un ensemble de critères "subordonnés" ? Si la cotation est concevable dans le premier cas, elle devient impraticable dans le second cas. La résolution de ce problème exige de nouvelles approches.

3. Les connaissances théoriques en géomorphologie sont insuffisantes.

Il est parfois difficile de fournir une définition plus précise pour un critère. C'est le cas du critère "intégrité".

Pour cela, nous considérons une dune composée d'innombrables particules. Chacune a une position instantanée unique résultant des actions des agents de la morphogénèse. La combinaison de ces myriades de particules définit une forme dunaire instantanée si complexe qu'elle peut être considérée comme unique. Et celle-ci évolue continuellement. Or, si la forme est sans cesse variable et toujours unique à chaque instant, la forme ne peut pas rester intacte (Fig. 2). Du coup, on s'aperçoit que la notion d'intégrité n'a pas de véritable sens en géomorphologie. Est-il alors possible d'en donner une définition plus précise ?

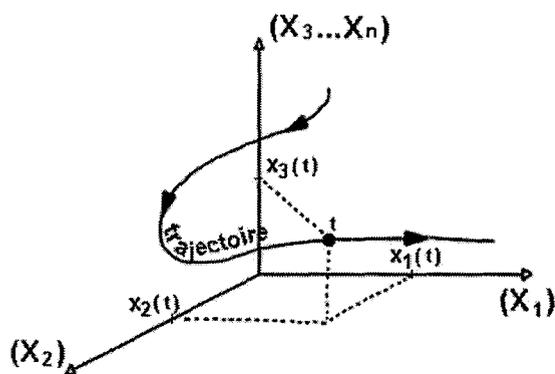


Fig. 2. Le continuum des positions d'une particule fictive en fonction du temps et des paramètres variables de la morphogénèse (adapté de Frontier & Pichod-Viale, 1995).

Pour une forme, comme une dune, chaque instant t se caractérise par la combinaison unique des positions des innombrables particules qui la composent. Il est normalement impossible que cette combinaison soit identique d'un instant t à un instant $t+1$. L'intégrité n'est donc pas une réalité géomorphologique.

Aujourd'hui, les études spécialisées sur ces concepts appliqués à notre problématique sont insuffisantes pour proposer une alternative à ce type de problème. Pour les besoins de l'étude, nous conservons le critère "intégrité" en lui donnant temporairement une autre signification. Il s'agira d'estimer l'importance des "préjudices anthropiques" sur la configuration actuelle des formes.

4. Les risques d'un acharnement à la recherche de critères parfaits.

Faut-il à tout prix chercher une solution à ce type de problème ? Dans le cas du critère "intégrité", on peut être tenté de trouver une alternative. Il s'agira peut être d'étudier un paramètre de l'histoire de la dynamique d'un site pour révéler des périodes de stabilité et d'activité plus forte. L'une de ces périodes sera peut-être utilisée comme référence pour être comparée à la situation contemporaine. On aura une idée de quelques modifications survenues sur le site.

Mais le paramètre choisi peut poser des problèmes et déboucher sur des approches discutables. On peut par exemple choisir d'étudier le nombre de dunes paraboliques, considérées ici comme un témoin de l'activité géomorphologique d'un site. Or, dans cette hypothèse, si l'on parvenait à identifier des phases d'activité de référence à l'échelle de quelques siècles, celles-ci seraient différentes une fois placées à l'échelle de quelques millénaires (Fig. 3 et Fig. 4). Que vaudrait alors cette alternative ?

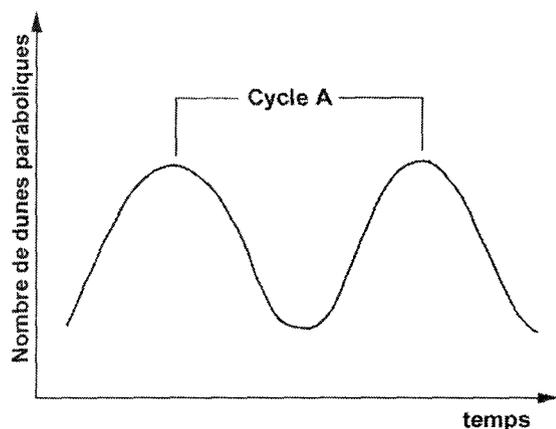


Fig. 3. Nombre fictif de dunes paraboliques par siècle. Cette étude peut aider à identifier des "dynamiques types" à l'aide de cycles (adapté de Frontier & Pichod-Viale, 1995).

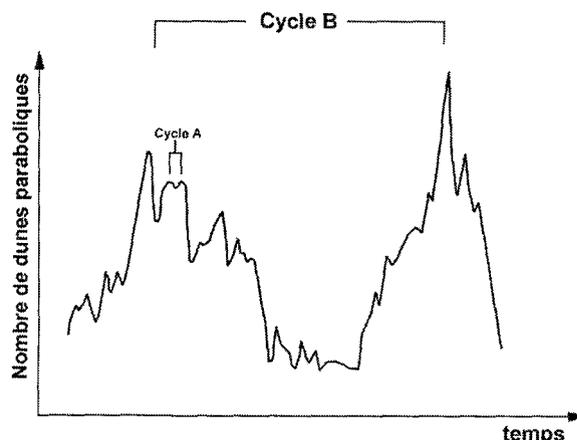


Fig. 4. Nombre fictif de dunes paraboliques par millénaire. Ce principe est remis en question une fois placé dans une autre échelle (adapté de Frontier & Pichod-Viale, 1995).

Loin d'être une vue d'esprit, ce type de raisonnement a servi de base pour identifier et réactiver "la dynamique traditionnelle" du système pannes-dune parabolique dans les massifs dunaires de type flamand à l'est de Dunkerque (Joly, 1998).

5. L'étude des critères est complexifiée par les notions de subjectivité et d'objectivité.

Le problème de subjectivité apparaît régulièrement au fil des étapes de cotation. C'est le cas pour la distinction entre les formes élémentaires mineures et les formes élémentaires principales dans le relevé géomorphologique.

Mais la recherche de normes indiscutables pour éviter le jugement personnel peut conduire au risque d'objectiver ce qui ne peut pas forcément l'être (Glazovskaya, 1979). Et un problème peut parfois ne pas avoir de solution pour la simple raison qu'il est mal posé. Par exemple, nous avons vu précédemment que le critère "intégrité" n'est pas adapté à la géomorphologie. Il n'est donc pas étonnant que la cotation de ce critère pose des problèmes. Le problème ne tient pas alors à la difficulté de formuler un résultat objectif mais plutôt à la

formulation claire du problème initial. En fin de compte, le problème est comparable à celui qu'a posé l'imprécision de l'expression "patrimoine géomorphologique" dans la première partie.

C. Comment coter les objets géomorphologiques à l'aide des critères ?

1. Le croisement des objets géomorphologiques avec les critères.

Le croisement des critères et des quatre objets géomorphologiques s'effectue de la manière suivante (Tab. 2). Nous rappelons que le facteur emboîtement ne s'applique qu'aux ensembles de formes, aux complexes de formes et aux systèmes géomorphologiques.

CRITERES	Intégrité	Emboîtement	Valeur didactique et lisibilité	Rareté	Valeur paléogéographique
OBJETS					
Formes élémentaire					
Ensemble de formes					
Complexes de formes					
Systèmes géomorphologiques					

Tab. 2. Le tableau de cotation géomorphologique type d'un site (d'après Grangirard, 1996).

2. Justification d'une cotation selon quatre niveaux.

Nous considérons quatre niveaux d'intérêt à attribuer aux catégories d'objets d'un site : sans intérêt (0), moyen (1), remarquable (2) et exceptionnel (3) (Tab. 3). Une échelle de mesure plus précise multiplierait les nuances. Mais les cotes seraient peut être plus difficiles à formuler et à interpréter (Boyer & Fierz, 1996).

CRITERES	Intégrité	Emboîtement	Valeur didactique et lisibilité	Rareté	Valeur paléogéographique
OBJETS					
Formes élémentaire	/3		/3	/3	/3
Ensemble de formes	/3	/3	/3	/3	/3
Complexes de formes	/3	/3	/3	/3	/3
Systèmes géomorphologiques	/3	/3	/3	/3	/3

Tab. 3. La mise en place des notes dans le tableau de cotation géomorphologique (d'après Grangirard, 1996).

3. Comment moyenner et arrondir les scores ?

Selon une formule empirique, les points sont ensuite additionnés et divisés par le nombre maximum de points pouvant être obtenu dans chaque colonne. Le résultat obtenu est ensuite multiplié par trois. La valeur des objets, est ainsi donnée sous la forme d'une note sur trois points. Les notes non entières sont arrondies. L'échelle de mesure reste sur quatre niveaux (0, 1, 2 et 3).

CRITERES	Intégrité	Emboîtement	Valeur didactique et lisibilité	Rareté	Valeur paléogéographique
OBJETS					
Formes élémentaire	2/3		2/3	1/3	0/3
Ensemble de formes	1/3	2/3	2/3	1/3	2/3
Complexes de formes	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Systèmes géomorphologiques	1/3	2/3	1/3	2/3	0/3
SCORES	1/3	2/3	1/3	1/3	1/3

Tab. 4. La grille de cotation et les scores pour le site des dunes Marchand.

4. Les procédés arbitraires du système de cotation : faut-il recourir à plusieurs juges ?

Le recours à plusieurs juges permettrait d'éviter des écarts de cote trop importants (Delanoë, 1998). Mais ce procédé ne garantit pas en soi la formulation d'une cote "plus objective".

La véritable question serait plutôt de savoir comment faire pour éviter d'avoir à recourir à plusieurs juges. Selon nous, il faudrait envisager d'autres outils de cotation que les critères (voir conclusion de la partie 2).

Chapitre IV. Le recours à l'analyse multicritère pour classer les sites naturels.

A. Justification du choix de l'analyse multicritère de surclassement.

1. L'approche multicritère la plus adaptée pour traiter les tableaux de cotation.

Les grilles de données obtenues pour chaque site doivent ensuite être traitées. L'approche multicritère s'impose. Gandibleux (1996) distingue quatre familles d'approches

multicritère en fonction de la complexité des calculs mathématiques et de la possibilité d'intervenir au cours de l'analyse : les techniques d'intelligence artificielle, la programmation mathématique multicritère, l'agrégation des critères en un critère unique et l'approche du surclassement.

Dans les techniques d'intelligence artificielle, le logiciel traite l'ensemble de des préférences en simulant le raisonnement de "l'homme d'étude" (Bana e Costa, 1993). Mais les logiciels utilisés présentent l'inconvénient de se baser sur un algorithme qui n'est qu'une simplification imparfaite du raisonnement humain.

L'approche de la programmation mathématique multicritère consiste à intégrer progressivement les données une à une. Le traitement est recommencé après chaque nouvelle intégration d'information jusqu'à ce que le résultat soit jugé acceptable. Cette démarche est assez imprécise car les premières données traitées définissent des conditions dans lesquelles les derniers critères s'insèrent parfois difficilement.

L'agrégation des critères en un critère unique consiste à simplifier le problème en fusionnant tous les critères. Mais cette approche présente le défaut de réduire les nuances et produire un super critère dont il est difficile de se représenter la signification.

L'approche du surclassement est développée quand l'on refuse de comparer directement les sites et de fusionner les données. Cette procédure se distingue des analyses visant à produire un choix "rationnel" (Swets, Dawes & Monohan, 2000). Elle aide à mieux prendre connaissance du problème, ce qui ne signifie pas qu'elle débouche sur une décision définitive et indiscutable (Schärlig, 1985).

2. Une véritable démarche d'aide à la décision.

Le surclassement suppose l'existence chez le décideur de préférences suffisamment riches et cohérentes pour pouvoir dégager des avis. Or ce dernier ne maîtrise pas tous les concepts du PGG. Au début du processus, des solutions d'essai sont présentées au décideur. Ses réactions apportent des informations supplémentaires sur ses préférences. Ce dialogue permet de réfléchir au problème et d'élaborer de nouvelles pistes. Le processus s'arrête si aucune solution n'est possible ou "*lorsque le décideur a découvert les réponses aux questions qu'il se posait et qu'il est satisfait du compromis élaboré*" (Gandibleux, 1996).

Cette démarche permet de se forger une conviction personnelle. Elle ne fournit donc pas de "modèle" compatible avec les autres acteurs (Gandibleux, 1996). Du coup, la solution

optimale ne signifie pas que celle-ci soit unique. Et devant tant d'hésitations, d'étapes intermédiaires de discussion et d'ajout d'information modifiant constamment la donne initiale, la notion de "meilleure solution" devient alors très relative. C'est pourquoi Roy (1985) préfère parler "d'action satisfaisante" plutôt que de "solution unique et définitive".

Dans notre étude, il est difficile de trouver un acteur de terrain collectivement reconnu, concerné par cette thématique et disponible pour se prêter à cette longue étude. C'est malheureusement la raison pour laquelle elle n'a pas été conduite.

3. Une démarche évacuant la comparabilité des sites.

Dans le processus de calcul, les sites naturels ne sont pas directement comparés entre eux, mais par rapport à un optimum théorique défini en fonction de l'importance que le décideur accorde à chaque critère. Ce principe permet d'éviter de dire qu'un site est meilleur qu'un autre, ce qui est embarrassant car tout site est en soi digne d'intérêt.

Sur le principe, on dit qu'un site A est plus proche qu'un site B de l'idéal fixé par le décideur. Si l'on fixe un autre idéal, il sera possible de rencontrer une autre situation ; le site B sera alors peut être plus proche de l'idéal redéfini par le décideur que le site A. Le classement des sites est effectué en comparant l'écart des différents sites à l'idéal.

B. Le détail de la procédure de calcul du surclassement.

1. Construction de la matrice des performances.

Dans la pratique, on dresse un tableau récapitulatif des scores finaux obtenus pour chaque site pour les cinq critères. Le décideur attribue ensuite un poids à chaque critère en fonction de l'importance qu'il leur accorde. Une ligne est ajoutée à cet effet sur le tableau récapitulatif (Tab. 5).

Il fixe ensuite un seuil de véto pour chaque critère dans une nouvelle ligne dans le tableau récapitulatif (Tab. 5). Il s'agit d'une valeur butoir à partir de laquelle on décide que des opérations ne seront pas effectuées entre les sites. Par exemple, le seuil de véto du critère intégrité peut être fixé à trois. Cela signifie que si la différence de score de deux sites sur ce critère est supérieure à trois, les deux sites ne seront pas mis en rapport sur ce critère dans le

calcul. Il n'y aurait en effet peu d'intérêt à mettre en rapport un site intact et un site utilisé comme friche industrielle sur le critère "intégrité".

Enfin, on précise dans le tableau que l'on recherche la meilleure note sur tous les critères. C'est l'étape de maximisation. Dans certains cas, comme pour le critère "pollution", on déciderait au contraire d'en minimiser l'importance.

	Intégrité >	Emboîtement >	Valeur didactique et lisibilité >	Rareté >	Valeur paléogéographique >
POIDS	3	1	2	4	1
Les dunes Marchand	/3	/3	/3	/3	/3
La falaise de Sangatte	/3	/3	/3	/3	/3
...
L'estuaire de l'Authie	/3	/3	/3	/3	/3
SEUIL DE VETO	3	1	2	2	2

Tab. 5. La matrice des performances. Les poids et seuils de veto sont donnés ici à titre indicatif. Le symbole ">" sert à rappeler que l'on recherche la meilleure note sur les critères. C'est la maximisation.

2. Construction des matrices de concordance ou de discordance.

On peut indifféremment choisir de calculer la concordance ou la discordance. On choisit ici la concordance. Pour chaque couple de sites, comme les dunes Marchand et la falaise de Sangatte, on utilise la formule suivante :

$$\text{Concordance (site A, site B)} = \left(1 / \sum_{j=1}^n \lambda_j\right) \times \left(\sum_{j=1}^n \lambda_j\right)$$

où j définit les critères et λ_j définit le poids du critère étudié.

Les valeurs calculées sont placées dans la matrice des performances (Tab. 6). Lorsque l'une de ces valeurs dépasse le seuil de veto, on remplace automatiquement la valeur par zéro.

	Les dunes Marchand	La falaise de Sangatte	Les dunes de Merlimont	L'estuaire de l'Authie
Les dunes Marchand		0	0	0
La falaise de Sangatte	0,4		0,7	0,9
Les dunes de Merlimont	0,7	0,3		0,5
L'estuaire de l'Authie	0	0,2	0,5	

Tab. 6. Matrice de concordance de quatre site (les valeurs sont données ici à titre indicatif).

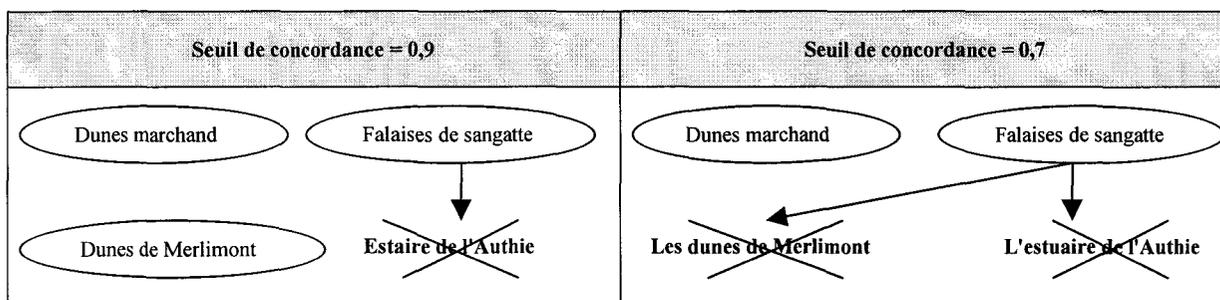
3. Les graphes de surclassement.

Un ou plusieurs seuils de concordance élevés sont choisis dans la matrice de concordance. L'objectif est de sélectionner les sites qui surclassent les autres sites.

On peut choisir le seuil de concordance de 0,9 (Tab. 7). Dans ce cas, les dunes Marchand, les dunes de Merlimont et l'estuaire de l'Authie ne surclassent aucun site ; la falaise de Sangatte surclasse l'estuaire de l'Authie. Dans cette situation, le choix final sera réalisé entre les dunes Marchand, les dunes de Merlimont et la falaise de Sangatte.

On peut aussi choisir un seuil de concordance de 0,7 (Tab. 7). Dans ce cas, les dunes Marchand et les dunes de Merlimont ne surclassent aucun site ; la falaise de Sangatte surclasse l'estuaire de l'Authie et les dunes de Merlimont. Dans cette situation le choix se fera entre les dunes Marchand et la falaise de Sangatte.

Les deux situations sont complémentaires pour le choix final. Par exemple, on remarque que les dunes de Merlimont ne font pas partie des solutions de la deuxième situation. Il s'agit d'une solution peu "robuste" à éviter dans le premier cas, ce qui limiterait le choix à deux sites : les dunes Marchand et la falaise de Sangatte.



Tab. 7. Graphe de surclassement obtenu à partir des valeurs fictives du tableau 6.

Conclusion.

Par les étapes qu'elle nécessite, l'application du protocole de Fribourg est complexe. C'est ce que montre la difficulté à réunir des acteurs de terrain pour l'analyse multicritère de surclassement.

Elle soulève aussi de nombreuses interrogations conceptuelles comme la difficulté à définir clairement le sens d'un critère. Parfois, il n'y a pas de solution et un changement d'approche semble indispensable.

Ce changement peut passer par l'introduction de nouveaux outils d'étude. Cela peut consister à remplacer progressivement les critères par des indices. Il peut aussi s'agir de développer des notions complémentaires comme la mesure de l'effort d'échantillonnage (Fig. 5) et de la dispersion des formes de terrain (Fig. 6). Ces conceptions constituent les bases possibles d'une seconde génération de protocole.

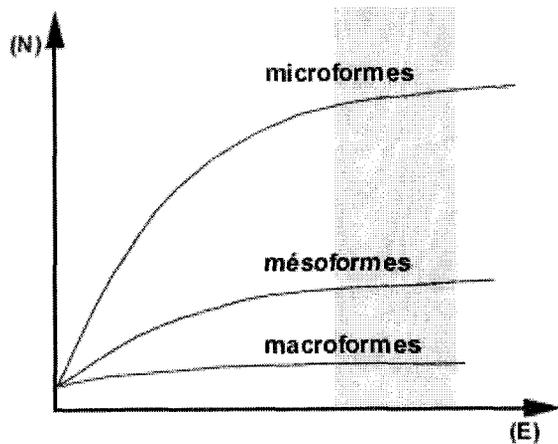
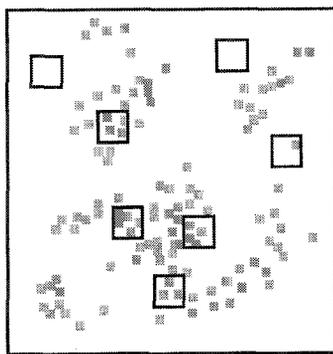
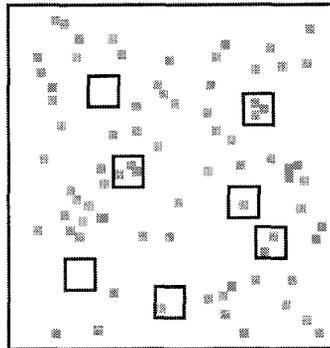


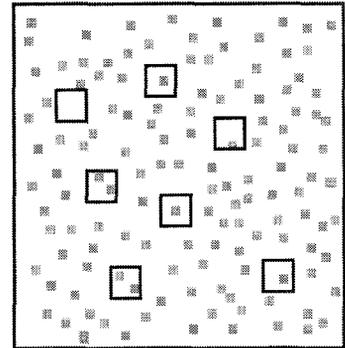
Fig. 5. La mesure de l'effort d'échantillonnage des formes (adapté de Frontier & Pichod-Viale, 1995). Cette mesure permet de définir un "seuil d'acceptabilité" (gris clair) à partir duquel le recensement des formes de terrain est considéré comme suffisamment poussé pour permettre la continuation de la cotation. Le nombre N de formes inventoriées augmente en fonction de l'effort d'échantillonnage E sur la surface de milieu prospecté



Dispersion de type 1



Dispersion de type 2



Dispersion de type 3

Fig. 6. Trois types de dispersion. La mesure de la dispersion d'un type de forme compléterait l'information collectée sur un site (adapté de Frontier & Pichod-Viale, 1995).

PARTIE 3.

QUELLES SOLUTIONS POUR FAIRE CONNAITRE LE "PATRIMOINE GEOMORPHOLOGIQUE" LITTORAL DU NORD-PAS-DE-CALAIS ?

"Malgré l'aisance et l'approche humoristique et légère du sujet, surtout évitez les erreurs. Nous essayons d'établir quelque chose de très sérieux tout en crevant quelques baudruches. Vous voyez ici quelques exemples de nouvelles approches, nouvelles idées [...] prouvant que nous ne sommes pas toujours collés [...] aux tendances dangereuses de l'homogénéisation sous l'apparence de "normes" [...]. Il est en quelque sorte de notre devoir de faire avancer un peu les choses, parce que les innovations viennent très souvent d'endroits inattendus, de petites équipes, qui parfois ne sont pas encore repérées sur l'écran du radar. Et tandis que certains peuvent écrire des tas de documents académiques sur des nouveaux concepts et designs, nous sommes heureux de faire quelque chose de plus difficile : [...] de le rendre suffisamment facile pour que même les enfants puissent l'utiliser [...]. Rien de ce qui a été mentionné ci-dessus ne doit être pris au pied de la lettre. Très souvent, les choses finissent par des discours intellectuels, ou sur des grandes boîtes en fer, ou dans un cours de formation d'une semaine. Réfléchissez-y..."

Kai Kreuzer, 1997, *Guide d'exploration Bryce 3D Metacreations*, The visual Computing Software Company.

"Les principes essentiels des développeurs de KDE sont : [1] Se concentrer sur l'objectif et faire en sorte que le logiciel existe et fonctionne le plus tôt possible. [2] Démarrer avec des fonctionnalités et des moyens de configuration acceptables, puis les améliorer régulièrement. [3] Utiliser des outils disponibles plutôt que de réinventer la roue [...]. [4] En faisant une suggestion, remplacer "nous devrions" par "je vais faire" ; les plans grandioses sont inutiles tant qu'on n'a pas la volonté de les mettre en œuvre".

Nicolas D. Wells, 1999, *KDE 1.1. De l'initiation à la maîtrise*, Campus Press.

Introduction.

Les deux premières parties de cette étude ont permis de présenter plusieurs initiatives françaises déterminantes en faveur du "patrimoine géologique". Nous retiendrons la création de plusieurs réserves géologiques, l'organisation de trois rencontres de niveau national, l'initiation d'un inventaire des sites naturels d'intérêt paléontologique et enfin la préparation d'un projet de loi visant à la protection du "patrimoine géologique".

Aussi importantes soient-elles pour les acteurs de ce domaine, ces actions bénéficient d'un impact restreint en comparaison de celles d'autres secteurs environnementaux. S'il était en effet nécessaire de le rappeler, l'adoption de la "Déclaration Internationale des Droits de la Terre" en 1991 (Coll., 1994) par plus de 120 spécialistes d'une trentaine de nationalités différentes est loin d'avoir produit les mêmes implications que la signature de la "Convention de Rio de Janeiro" en 1992 par 157 états (Coll., 1992 ; Glachant & Lévêque, 1993).

Ce problème de retentissement s'observe au sein même des spécialistes du "patrimoine géologique". Nous avons ainsi constaté que les responsables du projet d'inventaire national des sites naturels d'intérêt paléontologique méconnaissent les travaux de recherche théorique sur le "patrimoine géologique". Cette situation est embarrassante car elle limite les possibilités de développement de ce domaine ; par exemple, il est difficile de justifier l'intérêt d'un projet si celui-ci risque d'être largement ignoré des personnes qu'il est censé concerner prioritairement. Evidemment, le "patrimoine géomorphologique" est autant affecté par ce contexte défavorable que le "patrimoine géologique".

Aujourd'hui, l'amélioration de cette situation passe au moins par la promotion du "patrimoine géologique" et du "patrimoine géomorphologique". Et corrélativement, cette promotion ne peut être menée efficacement sans avoir cerné au préalable les causes de ce contexte défavorable.

Pour cela, les pistes sont innombrables. A grande échelle, le faible succès de ces domaines peut notamment résulter du manque de soutien de grands services environnementaux en dépit d'un engagement officiel en leur faveur. A plus petite échelle, cette situation peut aussi découler de la résistance passive de structures dont les financements sont essentiellement tributaires de projets liés à la protection de la faune et de la flore. Mais en pratique, il est illusoire de rechercher des confirmations de cette nature ; celles-ci seraient très difficiles à obtenir, à valider et à exploiter.

Par conséquent, nous commencerons par une piste réaliste. La démarche que nous allons donc privilégier repose sur le principe qu'un désinvestissement à grande échelle et à petite échelle doit transparaître indirectement sur certaines structures. Nous allons ainsi chercher des indices de ce désinvestissement en examinant la place que ces domaines occupent dans les articles de revues scientifiques grand public et dans les manuels scolaires depuis plus de 20 ans en France. Ces arguments seraient suffisants pour motiver des investigations complémentaires, dégager un essai d'explication et contribuer ainsi plus efficacement à la recherche de stratégies de promotion de ces domaines d'étude.

Dans le développement suivant, nous allons étendre cette démarche à l'ensemble des sciences de la terre pour obtenir un seuil de référence et y référer le "patrimoine géologique" et le "patrimoine géomorphologique". Bien entendu, nous n'oublierons pas d'examiner le cas spécifique du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Chapitre I. Le "patrimoine géomorphologique" : un concept ignoré du grand public.

A. Une géomorphologie méconnue et un "patrimoine géomorphologique" sous-estimé dans la plupart des structures nationales concernées par les sciences de la terre.

1. Les structures privées : l'exemple de la presse scientifique grand public à vocation commerciale.

a. Les revues *Pour la Science*, *Science et Vie* et *La Recherche* considérées comme de bons indicateurs.

L'intérêt d'une structure à vocation commerciale est de répondre à la demande de sa clientèle. En partant de ce principe, nous comptons étudier l'état d'exploitation commerciale des sciences de la terre et du "patrimoine géomorphologique" pour estimer indirectement la demande et la motivation du public pour ces thèmes.

Il existe beaucoup de structures à vocation commerciale ou semi-commerciale traitant des sciences de la terre. Il s'agit le plus souvent de musées ou de structures d'exploitation de

curiosités naturelles. Malheureusement, leur nombre est trop élevé pour envisager une étude au cas par cas, et ensuite en dégager une synthèse rapide. Mais surtout, leur étude ne répondrait pas à notre objectif car nous ne mettrions en rapport qu'un petit panel de thèmes liés aux sciences de la terre ; en clair, nous ne pouvons par exemple conclure que le public est intéressé par les musées de géologie si la fréquentation de ceux-ci n'est pas comparée avec celle d'autres musées.

Les revues scientifiques grand public de diffusion nationale ne soulèvent pas ces problèmes méthodologiques. En effet, celles-ci sont peu nombreuses, ce qui facilite leur étude. Enfin, chacune traite de thèmes variés, permettant ainsi de comparer les sciences de la terre avec d'autres sciences.

Nous avons choisi de ne retenir que trois revues à l'aide de cinq critères de sélection. Le premier est l'ancienneté, car il s'agit de disposer d'un nombre suffisant de numéros sur une longue période. Le second est l'importance et la régularité du tirage. Le troisième critère concerne la variété des sujets scientifiques abordés. Le quatrième vise la complémentarité des publics de ces trois revues. Enfin, le cinquième critère relève de la disponibilité des revues dans les bibliothèques publiques.

Evidemment, ces critères réduisent de façon significative le nombre des revues. La revue *Eurêka* a ainsi été écartée compte tenu de sa relative jeunesse. La revue *Mer & Littoral* n'a pas non plus été retenue du fait de son tirage trop faible. Finalement, nous avons choisi les revues *Pour la Science*, *Science et Vie* et *La Recherche*.

b. Les procédés de comptage et de classement des articles en sciences de la terre depuis 1970.

Les revues *Pour la Science*, *Science et Vie* et *La Recherche* ont été utilisées pour mener une étude statistique. Celle-ci a porté sur les numéros parus dans la période comprise arbitrairement entre le mois de janvier 1970 et le mois de décembre 1997. Cela amorce ainsi l'étude de *Science et Vie* au 628^{ème} numéro. Pour la revue *La Recherche*, nous n'avons réellement débuté qu'en 1971, c'est à dire au 8^{ème} numéro car les sept premiers magazines n'ont pas pu être examinés. Enfin, la revue *Pour la Science* n'a été éditée qu'à partir de 1977 et son étude débute au 1^{er} numéro.

La démarche que nous avons appliquée aux trois revues s'organise schématiquement en deux étapes.

La première étape a consisté à dénombrer la totalité des articles de fond par numéro, pour chaque année et pour l'ensemble de la période.

La seconde étape a ensuite consisté à renouveler cette opération, mais uniquement pour les articles de fond consacrés aux sciences de la terre. Ces dernières ont été considérées au sens large puisque nous avons inclus des articles dont les thèmes n'y sont associés qu'indirectement comme l'écologie ou l'épistémologie. Chaque article a ensuite été classé par discipline. Cette opération est délicate car les domaines sont parfois tellement imbriqués qu'il est difficile de ne dégager qu'un seul thème dominant. Mais dans une certaine mesure, ce problème est atténué par le fait que nous avons jugé uniformément avec notre propre système de valeur. Pour finir, signalons que des subdivisions ont été créées spécifiquement pour le "patrimoine géologique", le "patrimoine géomorphologique" et la géomorphologie littorale.

Le détail de cette analyse est présenté en annexe 5 sous la forme de 31 pages de tableaux (Joly, 1998 (2)) (annexe 5). Ces informations élémentaires ont notamment servi à calculer la fréquence de chaque discipline ou la proportion entre le nombre d'articles en sciences de la terre et le nombre total d'articles.

c. La géomorphologie ne fait l'objet que de 17 articles sur un total de 14 360 recensés et le "patrimoine géomorphologique" n'est jamais abordé.

Cette investigation détaillée a permis de répertorier 14 360 articles publiés depuis 1970 dans les revues *Pour la Science*, *Science et Vie* et *La Recherche*. Pour le cas spécifique des articles consacrés aux sciences de la terre, nous avons dénombré 194 articles dans *Pour la Science*, 229 articles dans *Science et Vie* et 328 articles dans *La Recherche*. Avec seulement 751 articles, les articles en sciences de la terre ne représentent donc que 5,23% du volume total des publications.

Dans le détail, ces 751 articles se répartissent en 29 disciplines. Celles-ci se distribuent de manière fortement hétérogène, aussi bien au sein de chaque revue qu'entre les trois revues. Nous observons en effet une fréquence maximale extrême de 19,21% pour l'écologie dans *Science et Vie* et une fréquence minimale extrême de 0,3% pour la minéralogie dans *La Recherche*. Par ailleurs, les cinq disciplines les mieux représentées dans chaque revue

atteignent une fréquence cumulée proche de 50% alors que les autres disciplines se partagent les 50% restant ; dans le cas de *Science et Vie*, l'écologie, la climatologie, l'océanographie, la télédétection et la volcanologie totalisent à elles seules davantage d'articles que les 20 autres disciplines réunies.

La géomorphologie ne représente jamais plus de 3% des articles consacrés aux sciences de la terre dans chaque revue. Nous n'avons finalement recensé que 17 articles pour les trois revues confondues (Archibald, 1996 ; BRGM, 1978 ; Briole, 1990 ; Coussot & Piau, 1993 ; Denis, 1978 ; Dolan & Lins, 1987 ; Dupont, 1987 ; Föex, 1991; Goguel, 1980 ; Larroque & Gaffet, 1995 ; Martin, 1977 ; Moinet, 1985 ; Paskoff, 1983 ; Paskoff, 1989 ; Pinter & Brandon, 1997 ; Pratson & Haxby, 1997 ; Wichereck, 1997). Nous notons toutefois que la géomorphologie littorale représente 9 de ces 17 articles.

Enfin, le concept spécifique de "patrimoine géologique" n'a fait l'objet que d'un article (Gaudant & Schaal, 1988). Aucun article sur le concept de "patrimoine géomorphologique" n'a été recensé.

De ces résultats, nous retiendrons que les responsables de ces trois revues scientifiques privilégient les "thèmes globaux" en sciences de la terre. Cette situation s'explique certainement par leur caractère gratifiant. Par exemple, un sujet général de climatologie sur le réchauffement climatique donnera probablement aux lecteurs une vision plus synthétique, accessible et immédiate sur l'atmosphère qu'un sujet spécialisé de malacologie détaillant la relation entre la taille des coquilles des mollusques et les variations régionales de la température atmosphérique.

2. Les institutions publiques : l'exemple des programmes scolaires du primaire et du secondaire.

a. Les programmes scolaires, un instantané des priorités de l'enseignement.

Les conclusions tirées des trois revues scientifiques fournissent un premier indice du manque de retentissement des sciences de la terre. Toutefois, ces résultats reposent sur un échantillon non représentatif de la population et des structures non représentatives des médias. Cela justifie donc une étude complémentaire que nous débiterons par une interrogation. Si les

individus concernés par les sciences disposent de rares occasions pour découvrir les sciences de la terre, qu'en est-il de ceux qui y sont peu sensibilisés ?

A notre niveau, le meilleur moyen pour y répondre consiste à examiner le contenu des programmes scolaires. L'instruction est en effet obligatoire jusqu'à 16 ans depuis quelques décennies et concerne plusieurs dizaines de millions de personnes. Du coup, la part qu'occupent les sciences de la terre dans les programmes scolaires récents peut fournir une estimation satisfaisante du degré de sensibilisation d'une importante partie de la population française.

Indirectement, l'étude des programmes scolaires peut apporter une idée de l'importance sociale de ces disciplines. Les programmes sont en effet conçus officiellement pour "*transmettre et [...] assurer la maîtrise des savoirs*", "*comprendre le monde contemporain*", "*permettre l'insertion des élèves dans la cité*" et "*acquérir des méthodes d'analyse pour une formation intellectuelle*" (Ministère de l'éducation nationale et de la culture, 1992). Il est donc logique que la part d'une discipline dans les programmes reflète aussi l'utilité collective qu'on lui suppose.

b. L'examen de 57 manuels de biologie, de géologie et de géographie.

Les programmes scolaires publiés au *Journal Officiel* se présentent sous la forme de directives. Il s'agit de recommandations méthodologiques et thématiques par niveau. Ces textes sont malheureusement peu pratiques pour mesurer l'importance d'une discipline dans l'enseignement au quotidien.

Nous avons donc choisi d'étudier la place des sciences de la terre dans les manuels scolaires. Mais cette solution soulève deux difficultés. Tout d'abord, un sujet présenté dans un livre ne signifie pas forcément que celui-ci soit étudié par les élèves ; de plus, le contenu d'un livre diffère d'un auteur à l'autre selon son interprétation du programme officiel. S'il n'existe pas de solution au premier problème, il est toutefois possible de limiter le second en consultant plusieurs livres par niveau et par version du programme. C'est pourquoi nous avons examiné un total de 57 livres édités de 1981 à 1997.

Ceux-ci traitent de biologie, de géologie et de géographie. Ils couvrent les classes du premier et du second degré, c'est à dire le cycle 2 (CE1), le cycle 3 (CE2, CM1, CM2), la sixième, la cinquième, la quatrième, la quatrième technologique, la troisième, la seconde, la première et la terminale.

Chaque manuel a fait l'objet d'une fiche descriptive. Elle contient des informations quantitatives comme le nombre total de pages et le nombre de pages consacrées à une discipline spécifique. Elle comprend également des informations qualitatives comme le nom de l'éditeur, l'année d'édition et du programme de référence, le nombre et le niveau des auteurs, le type de lectorat et le relevé d'éventuelles erreurs (annexe 6).

c. L'insignifiance de la géomorphologie dans l'enseignement depuis 20 ans.

Les 57 fiches révèlent l'absence ou la forte sous-représentation de branches des sciences de la terre. C'est notamment le cas de la géographie physique et de la géomorphologie littorale dans les manuels de géographie ; nous avons calculé l'importance relative de ces dernières pour chaque niveau scolaire (Tab. 8).

NIVEAUX	Cycle 2 (CE1)	Cycle 3 (CE2, CM1, CM2)	6 ^e	5 ^e	4 ^e	4 ^e techno	3 ^e	2 ^{de}	1 ^{ere}	T ^{le}
RAPPORTS										
Part de la géographie physique dans la géographie.	31%	16,3%	23,6%	2,4%	2,7%	11,1%	5,3%	32,6%	1,9%	0%
Part de la géomorphologie littorale dans la géographie physique.	10,4%	23,3%	1,7%	0%	0%	7,5%	22,2%	1,6%	0%	0%
Part de la géomorphologie littorale dans la géographie.	3,2%	2,2%	0,4%	0%	0%	0,8%	1,2%	0,5%	0%	0%

Tab. 8. Importance relative de la géographie, de la géographie physique et de la géomorphologie littorale dans les manuels de géographie.

Cet exemple montre que chaque degré de spécialisation se traduit par une forte baisse de représentativité. Si la géographie physique représente une faible part de la géographie, celle de la géomorphologie littorale devient insignifiante. Il n'est donc pas surprenant que la notion de patrimoine naturel littoral soit évoquée succinctement et que le concept de "patrimoine géomorphologique" ne soit jamais mentionné.

Nous mettrons surtout l'accent sur la position d'infériorité des sciences de la terre. Par exemple, la géographie physique sert à introduire d'autres sujets d'étude et se justifie rarement par son objet propre. Trois détails sont particulièrement révélateurs de cette situation : elle

disparaît l'année du baccalauréat, la complexité des informations de fond en géomorphologie littorale n'augmente pas du CM2 à la seconde, et enfin la géographie physique est deux fois moins représentée en quatrième classique qu'en quatrième technologique, une classe reconnue comme faible.

B. Une confirmation nuancée de la déconsidération du grand public pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique" à l'échelle régionale : l'exemple de la population du Nord-Pas-de-Calais.

1. Elaboration d'un questionnaire destiné à vérifier le désintérêt de la population pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique".

a. Formulation de réserves sur l'état apparent de désintérêt du grand public pour la géomorphologie et le "patrimoine géomorphologique".

D'abord, nous avons présenté la place négligeable des sciences de la terre dans trois revues scientifiques grand public. Puis nous avons montré leur faible part dans l'enseignement scolaire. Ces résultats permettent de conclure que la transmission des savoirs en sciences de la terre est largement insuffisante, particulièrement en géomorphologie.

Ce contexte limite indiscutablement leur connaissance par le plus grand nombre. Par précaution, nous avons mené des entretiens complémentaires (Bon & Boy, 1981) avec plusieurs dizaines de personnes étrangères aux sciences de la terre. Or, à l'inverse de ce que la situation générale laisse penser, près de 50% des personnes consultées connaissent les objets de la géomorphologie. Nous en déduisons que ces domaines ne sont pas méconnus de tous et qu'ils suscitent un certain intérêt.

En résumé, nous disposons d'un côté de deux indices d'un manque d'information considérable sur ces domaines d'étude. De l'autre, nos entretiens révèlent des connaissances et un intérêt réels de personnes pour ces domaines.

Ces remarques soulèvent deux interrogations immédiates. Tout d'abord, si quelques dizaines de personnes interrogées au hasard possèdent ces informations, il est probable que cela soit aussi le cas pour le reste de la population. Mais dans ces conditions, comment

expliquerait-on alors la proportion insignifiante de ces domaines dans les revues scientifiques si la moitié de la population est intéressée par ceux-ci ?

A ce stade, il faut invoquer d'autres facteurs que les règles de l'offre et de la demande pour les revues ou les qualités formatrices des sciences de la terre pour les programmes scolaires. Nous rechercherons ce complément d'informations à l'aide d'un questionnaire à distribuer auprès de la population. Il sera ciblé sur le Nord-Pas-de-Calais. Nous en profiterons pour obtenir des informations plus précises sur le concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

b. Justification du choix de développement d'une enquête pilote au lieu d'une enquête complète.

Sans rentrer dans le détail, une enquête peut se définir comme une "recherche méthodique reposant notamment sur des questions et des témoignages" (Rey & Rey-Debove, 1995). Le sondage se définit quant à lui comme "*le choix d'un certain nombre d'unités dans une population [...] afin d'étudier les caractéristiques de cette population, la distribution de certains caractères*" (Rey & Rey-Debove, 1995). Pourquoi choisir l'enquête ?

L'enquête répond davantage à notre recherche d'information. Javeau (1992) la décompose en une quinzaine d'étapes, dont la définition de l'objet de l'enquête, l'inventaire des moyens matériels, les recherches préalables, la détermination des hypothèses de travail, la détermination de la population de l'enquête, la construction de l'échantillon, la rédaction du projet du questionnaire, la réalisation d'une enquête pilote, la rédaction du questionnaire définitif, la formation des enquêteurs, la réalisation matérielle de l'enquête, le codage des questionnaires, le dépouillement des questionnaires, l'analyse des résultats et la rédaction du rapport. La réalisation d'une enquête est donc extrêmement complexe et repose sur des méthodes rigoureuses durant toutes les étapes de son élaboration.

Nous ne disposons malheureusement pas des moyens budgétaires, humains et temporels nécessaires pour conduire une démarche aussi complexe. Par défaut, nous la considérerons comme une enquête pilote, laquelle pourra servir de base pour organiser une enquête de fond ultérieure.

Nous tenons enfin à faire remarquer que le formulaire que nous avons conçu présente le terme "enquête" en en-tête de la première page (annexe 7). Ce choix est justifié par des raisons pratiques. Nous avons en effet considéré qu'il était plus convainquant de présenter un questionnaire à une personne avec l'appellation "enquête" qu'avec celle de "pré-enquête".

c. Rappel des principes élémentaires de conception d'un questionnaire.

La réalisation d'un questionnaire de pré-enquête obéit à des règles comparables à celles de l'enquête. Celles-ci sont innombrables et il n'est pas réaliste ni judicieux de toutes les rappeler en détail. De ce fait, nous préférons avant tout suggérer leur complexité et leur emboîtement. Pour cela, deux exemples de situations sont ici considérés.

La première situation concerne le choix d'une forme à donner à chaque question. Il existe trois options : la question fermée, la question ouverte et la question semi-ouverte. Les questions fermées sont des questions où *"les réponses sont fixées à l'avance et [où] le répondant doit obligatoirement choisir parmi l'éventail qui lui est proposé"* (Javeau, 1992). Les questions ouvertes sont des questions où *"la réponse n'est pas prévue et l'interrogé est libre de s'exprimer comme il veut"* (Javeau, 1992). Les questions semi-ouvertes sont des questions où *"les principales réponses possibles sont prévues, comme dans une question fermée, mais on laisse la possibilité d'ajouter des réponses libres, en dehors de l'éventail proposé, comme dans une question ouverte"* (Javeau, 1992). Dans le questionnaire, nous n'avons formulé que des questions fermées et ouvertes, les premières étant majoritaires (annexe 7). Cette proportion tient à leurs propriétés respectives. Ainsi, les questions fermées se prêtent plus facilement au dépouillement à l'inverse des questions ouvertes. Ces dernières ont été utilisées pour juger la bonne foi des individus. Par exemple, la question fermée "Savez-vous ce qu'est la géomorphologie ?" est immédiatement suivie de la question ouverte "Si oui (ou à peu près), donner une courte réponse" (annexe 7).

Le second exemple touche à la tournure et à l'organisation des questions. Pendant l'étape de rédaction des questions, il est notamment important *"d'éviter de provoquer [...] la crainte de se faire mal juger, le désir de se conformer à la norme sociale, le refus de se laisser impliquer personnellement [et] la suggestibilité au contenu des questions"* (Javeau, 1992). Cela fausserait en effet la qualité des réponses. Javeau (1992) recommande également de tenir compte des obstacles comme *"la défiance à l'égard de la technique du questionnaire"*

[...], la tentation de repli due aux changements de thèmes dans le questionnaire [...], la contamination des questions les unes par les autres ("effet de halo") [...], l'attrait exercé par les réponses [en tête de liste] [...], la longueur du questionnaire [...]". Javeau (1992) conseille ainsi "de ne pas commencer le questionnaire par des questions pouvant entraîner des réponses de façade [et] impliquant un engagement personnel du répondant [...], de ne pas utiliser de questions [...] pouvant faire préférer la réponse positive [et] rédigées dans un langage compliqué, [et enfin de veiller] à assurer harmonieusement les transitions (questions neutres, questions progressives, etc.) [et] à ce que le questionnaire ne dépasse pas une longueur optimale de 45 à 60 minutes, 20 à 30 questions au maximum" (De Singly, 1992 ; Javeau, 1992).

Nous retiendrons que ces prescriptions introduisent beaucoup d'empirisme et de subjectivité. C'est pourquoi Javeau (1992) précise qu'aucun questionnaire ne peut être considéré comme parfait. Son élaboration ne se résume pas à "*l'application de recettes*" infaillibles (Javeau, 1992).

d. Test de faisabilité du questionnaire sur une vingtaine d'individus et ajustement de celui-ci.

Nous avons rédigé une première version du questionnaire en respectant au mieux les diverses recommandations. L'ensemble du questionnaire est-il pour autant compréhensible par le plus grand nombre ?

Pour s'en assurer, celui-ci devait être mis à l'épreuve afin d'identifier et de résoudre les éventuels problèmes de remplissage. Le questionnaire a ainsi été distribué auprès d'une vingtaine de personnes de sexe, d'âge, de niveau d'étude et de situation professionnelle variés ; il s'agissait en grande partie de proches des membres de l'association multimédia Geotop (voir infra). Le test consistait à remplir le questionnaire et à répertorier tous les éléments gênants.

En ce qui concerne la forme, il est ressorti que les six niveaux de réponse de certaines questions n'ont pas posé de problème notoire. La durée de remplissage et l'espace réservé aux réponses libres ont été jugés satisfaisants. Nous précisons que certaines personnes se sont aidées de documents pour répondre aux questions ; mais peu d'entre elles disposaient de la bibliographie adéquate et aucune n'a entrepris de recherches complémentaires. Ce constat a

permis d'envisager des modes de diffusion dans lesquels les questionnaires sont conservés au domicile des individus, sans toutefois craindre d'irrégularité majeure.

Toutes les questions ont été comprises sur le fond. Elles ont tout de même suscité plusieurs dizaines de suggestions de modifications. Nous relevons par ailleurs que certaines questions ont été qualifiées d'ingénues. C'est le cas des questions "doit-on protéger un site fossile rarissime, même si une usine créatrice d'emploi désire s'y implanter ?" et de "[pensez-vous que] les chercheurs connaissent des secrets inquiétants qu'ils ne veulent pas révéler ?". En réalité, ces questions ont joué le "rôle d'exutoire" que nous souhaitions avant d'aborder les parties importantes sur les médias et le littoral du Nord-Pas-de-Calais.

La décision de correction d'une question a finalement été prise en fonction de la pertinence des suggestions, de la fréquence des remarques similaires et de la possibilité de la modifier sans altérer l'objectif qu'elle est censée remplir. Un seul remaniement général a été effectué.

2. Modalités du déroulement et du dépouillement du questionnaire.

a. Procédés et durée de diffusion du questionnaire dans la région Nord-Pas-de-Calais.

La version remaniée du questionnaire a été distribuée à travers la région Nord-Pas-de-Calais de mars 1998 à mai 1999. Trois procédés de diffusion ont été employés.

Il y a tout d'abord la diffusion par "boule de neige" (Javeau, 1992). Plusieurs personnes bénévoles se sont chargées de transmettre tour à tour des séries de questionnaires. Au total, quatre niveaux de transmission ont été relevés. Cette hiérarchisation explique pourquoi les questionnaires ont souvent été retournés trois mois après leur émission. Il est donc impératif d'en suivre le cheminement pour réaliser des relances régulières. Ce mode de diffusion est très efficace car plus de 200 questionnaires ont ainsi été obtenus.

Nous avons ensuite réalisé du porte-à-porte auprès d'artisans, de commerçants et de chefs d'entreprises. Ces catégories socio-professionnelles étaient en effet sous-représentées dans la série de questionnaires diffusés par "boule de neige". Les questionnaires ont ici été déposés durant deux semaines puis récupérés. Plus de quarante questionnaires ont été recueillis.

Un mailing a par ailleurs été mené auprès des chefs d'entreprises avant même de lancer la diffusion par "boule de neige" et par porte-à-porte. Cette démarche visait à prévenir une éventuelle sous-représentation de cette catégorie socio-professionnelle. Aucun des 40 questionnaires expédiés n'a cependant été retourné.

En dehors d'une vingtaine de questionnaires diffusés par "boule de neige", nous avons pu répertorier les communes dans lesquelles tous les questionnaires sont parvenus. Dans le département du Nord, les communes couvertes sont Armentières, Avesnes-sur-Helpe, Bailleul, Bavincove, Bergues, Berlaimont, Biernes, Cassel, Dunkerque, Ferrière-la-Grande, Fourmies, Grande-Synthe, Halluin, Haverskerque, Hazebrouck, Hem, Hondeghem, Hondschoote, Jeumont, Lille, Marcq-en-Baroeul, Maubeuge, Roubaix, Saint Hilaire-sur-Helpe, Valenciennes, Villeneuve d'Ascq, Wormhout et Zermezeele. Dans le département du Pas-de-Calais, les communes couvertes sont Arques, Arras, Calais, Carvin, Corbehem, Cucq, Liévin, Merck-Saint-Liévin, Montreuil, Saint-Omer et Wimereux.

Dans l'ensemble, le territoire régional a été correctement couvert. Nous relevons toutefois la sur-représentation de quelques communes rurales et semi-rurales ; une cinquantaine de questionnaires ont par exemple été dénombrés sur Lille, contre une quinzaine pour Wormhout.

b. Causes d'un taux de réponse approximatif de 35% pour un total de 700 questionnaires distribués.

Sur un total d'environ 700 questionnaires émis, 262 nous ont été retournés. Parmi ceux-ci, 12 ont été remplis partiellement ou incorrectement, ce qui réduit le nombre de questionnaires exploitables à 250.

Ce taux de réponse élevé s'explique par quatre facteurs essentiels.

En premier lieu, le mode de diffusion par "boule de neige" a eu un succès fortuit. Il était prévisible que les personnes seraient plus facilement convaincues de remplir le questionnaire si un proche le leur demandait. Nous n'imaginions cependant pas que ces rapports de confiance seraient aussi décisifs.

L'investissement des individus a aussi été plus important que prévu. Par exemple, plusieurs commerçants ont sollicité spontanément des questionnaires supplémentaires pour les soumettre à leurs employés.

Nous avons par ailleurs remarqué qu'un questionnaire imprimé sur un papier de qualité supérieure aurait suggéré une démarche commerciale pour laquelle peu de personnes se seraient investies. Or, l'utilisation de photocopies a précisément renforcé la crédibilité d'une démarche à vocation non commerciale.

Enfin, le questionnaire a souvent été considéré comme une distraction et un moyen d'expression inattendu. C'est aussi pourquoi les suggestions et les remarques diverses sont aussi abondantes (annexe 8).

c. Présentation du dépouillement des questionnaires.

Nous avons traité ces 250 questionnaires en dénombrant les réponses pour chaque case des différentes questions. Il ne reste au final qu'un questionnaire où les réponses sont synthétisées sous la forme d'un pourcentage par case ; cette valeur est parfois complétée d'une liste de réponses libres (annexe 8).

Cette technique présente l'inconvénient "d'écraser" les informations. En pratique, nous ne pouvons pas croiser les thèmes pour dégager des tendances plus fines. Il n'est par exemple pas possible de rapprocher l'âge et la connaissance de la définition de la géomorphologie ; il serait pourtant intéressant de connaître les tranches d'âge dans lesquelles cette discipline est la mieux connue. Pour cela, il faudrait coder informatiquement chaque questionnaire grâce à un logiciel spécialisé.

Il se trouve toutefois que ce degré de précision n'est pas utile pour notre démarche. En effet, notre objectif initial consiste uniquement à obtenir une confirmation sur l'intérêt de la population pour la géomorphologie ; par conséquent, il ne serait pas rigoureux de les manipuler pour servir un autre raisonnement ou une analyse *a posteriori*. En outre, certaines questions n'ont pas de fonction informative réelle ; leur croisement serait peu valable et peu précis. En revanche, ces résultats peuvent appuyer de nouvelles hypothèses. Celles-ci pourront ensuite donner lieu à une enquête spécifique dans laquelle les questions seront formulées pour permettre les croisements souhaités.

3. Mise en évidence de la méconnaissance de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" par la population du Nord-Pas-de-Calais.

a. Les objets de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" sont mal connus.

A ce stade du développement, il nous semble nécessaire de résumer l'objectif global de la démarche. Nous avons tout d'abord montré la sous-représentation des sciences de la terre dans trois revues scientifiques grand public et dans les manuels scolaires depuis 20 ans. Ces indices ont permis de confirmer l'existence d'un contexte défavorable pour ces sciences. Ils nous ont aussi conduit à suggérer l'existence d'un lien entre ce contexte défavorable et la méconnaissance des bases de ces disciplines. Durant la vérification de cette hypothèse, nous avons constaté un contre-exemple ; en effet, la moitié d'un échantillon de plusieurs dizaines de personnes extérieures à la recherche possédait des connaissances relativement pointues en géomorphologie. Cela nous a alors incité à vérifier si ce groupe était réellement représentatif du reste de la population. C'est le premier objectif du questionnaire mené dans la région Nord-Pas-de-Calais. Les questions fondamentales en géomorphologie ont été formulées sous couvert de nombreuses questions subalternes.

En réalité, les résultats du questionnaire aggravent la situation observée dans le contre-exemple. Si 45,8% des personnes interrogées ont déclaré connaître la géomorphologie, à peine la moitié d'entre-elles en a fourni une définition correcte (Joly, 1999 (2)). Cela signifie que moins de 20% des 250 individus questionnés connaissent plus ou moins clairement l'objet de cette science. Ce chiffre permet légitimement de supposer qu'entre 5 à 10% des individus seraient en mesure de présenter des exemples d'applications concrètes de la géomorphologie.

Par ailleurs, nous remarquons que 74% des personnes interrogées se sont déclarées intéressées par le concept de "patrimoine géologique et géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais (Joly, 1999 (2)). Cela peut sembler paradoxal si l'on considère que moins d'un cinquième de la population connaît à peine la nature de la géomorphologie. En fait, ce chiffre révèle les problèmes introduits par le terme "patrimoine", comme l'illusion de facilité du sujet et l'assimilation systématique à la conservation au point que le sens de la géomorphologie en devient même occulté.

Ces éléments ne permettent pas de conclure formellement à un lien entre, d'une part la sous-représentation de la géomorphologie dans les médias et à l'école, et d'autre part le manque de connaissance des bases de cette discipline. Il s'agit néanmoins d'un argument supplémentaire en faveur de cette hypothèse.

b. La plupart des individus ne s'investiront jamais spontanément en géomorphologie.

Le second objectif du questionnaire était de vérifier si le contexte défavorable aux sciences de la terre est compensé par une implication personnelle.

Cette démarche nous a permis d'identifier une base de 35% de personnes visitant des manifestations, consultant des documents spécialisés et ayant envisagé d'étudier la géologie (Joly, 1999 (2)). Il s'agit d'une proportion non négligeable mais encore minoritaire à l'échelle de la population. Par conséquent, nous ne pouvons pas conclure clairement en faveur ou en défaveur d'un investissement personnel à l'échelle de la population. De plus, les préférences pédagogiques de cette base de 35% incitent à distinguer plusieurs niveaux d'investissement. Par exemple, les premiers facteurs considérés comme motivants pour l'étude des sciences de la terre sont les reportages et l'enseignement. Or, il s'agit d'activités passives (Fouquier, 1987). En outre, ces préférences ne sont pas forcément mises en pratique. Par conséquent, nous ne pouvons pas non plus réellement conclure en faveur ou en défaveur d'un investissement personnel à l'échelle des individus les plus motivés.

S'il n'est pas possible d'apprécier l'investissement personnel des individus à l'échelle des sciences de la terre, ces doutes sont toutefois levés pour la géomorphologie. En effet, 99% des personnes ne connaissent pas le nom d'un géomorphologue. Une telle proportion permet logiquement de penser que l'investissement est très faible.

Qu'il existe un manque d'investissement ou non de la population, le besoin d'informations est réel. La demande observée ne se limite pas à la base des 35% de personnes intéressées par les sciences de la terre. En effet, 50,4% des personnes souhaitent que la télévision, la radio et la presse proposent davantage de reportages.

Ce besoin d'informations n'est pas satisfait correctement. Ainsi, près de 58% des personnes interrogées dans le Nord-Pas-de-Calais approuvent l'enrochement ou l'endiguement pour protéger un massif dunaire de l'érosion marine. Cette situation est défavorable pour faire

admettre des approches associées au concept de "patrimoine géomorphologique", comme le renoncement à la protection systématique du trait de côte.

Ces résultats relancent notre discussion. Par exemple, il n'est plus possible d'expliquer la faible part des sciences de la terre dans les revues scientifiques grand public uniquement par la demande trop faible des individus ; nous venons en effet de montrer qu'il existe un investissement modeste, mais tangible des individus et une demande d'informations importante.

Il nous semble à présent intéressant de chercher des explications complémentaires sur la manière dont ces informations sont produites. Comme pour les développements précédents, nous aborderons souvent le concept "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais par le biais de la géomorphologie et des sciences de la terre.

C. Les hypothèses explicatives de la méconnaissance de la géomorphologie et du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

1. La nature intrinsèque du concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

a. Ce domaine d'étude est extrêmement restrictif.

Les résultats du questionnaire révèlent que la population du Nord-Pas-de-Calais semble connaître les objets de la géologie. En revanche, 80% des individus ne connaissent pas ceux de la géomorphologie. Or, le concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais ne constitue qu'une approche bien spécifique de la géomorphologie. Il est donc logique que les objets de ce domaine particulier soient également méconnus.

Cette situation n'est pas propre aux sciences de la terre et à la géomorphologie. A titre de comparaison, il est probable que la majorité des individus connaissent les objets de la physique. Mais peu de personnes savent peut être que celle-ci se compose de "*l'acoustique, l'aérodynamique, l'astrophysique, la biophysique, la calorimétrie, la cryophysique, la dioptrique, l'électricité, l'électronique, l'hydraulique, le magnétisme, la mécanique, l'optique, l'optométrie, la thermodynamique*" (Rey & Rey-Debove, 1995). Un nombre encore plus faible

de personnes serait en mesure de préciser que l'optométrie est "*l'étude de la vision des yeux et de la netteté des images qu'ils reçoivent*" (Rey & Rey-Debove, 1995). Par conséquent, l'intitulé d'un sujet de recherche en optométrie sera certainement fort peu compréhensible par les non spécialistes.

Le caractère restrictif du "patrimoine géomorphologique" pour les non initiés peut sembler anodin. Dans la pratique, cette situation est embarrassante car ces derniers occupent parfois des responsabilités dans des structures environnementales susceptibles d'y donner des suites administratives et financières. C'est par exemple le cas de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie où "[X], 46 ans, normalien, agrégé de mathématiques, docteur en algèbre et théorie des nombres" fut nommé directeur scientifique en 2000 (Anonyme, 2000). Dans de telles circonstances, comme nous l'avons déjà constaté à plusieurs reprises, il est toujours impossible de faire passer correctement l'objet du propos.

b. Les recherches dans ce domaine n'ont pas de retombées directes sur la population.

De nombreux domaines scientifiques connaissent actuellement un net dynamisme. Celui-ci se mesure aussi bien en termes d'avancées techniques qu'en termes d'impact socio-économique. C'est le cas de la médecine ou de l'informatique. Ces retombées concrètes contribuent fortement à leur notoriété et à l'investissement des individus pour ces disciplines.

Malheureusement, la géomorphologie n'a pas autant d'impact concret et bénéfique. Elle ne permet pas réellement de prévoir les catastrophes naturelles ; elle présente une faible valeur ajoutée en terme d'innovation et d'exploitation commerciale des découvertes. Le concept de "patrimoine géomorphologique" offre encore moins de possibilités de retombées tangibles.

Le problème réside autant dans le manque de retombées sur la population que dans le manque d'initiatives tangibles pour remédier à cette situation. D'importantes avancées sont ainsi réalisées en termes de connaissance des milieux naturels ; mais celles-ci ne sont pas assez relayées sur le terrain. Par exemple, s'il existe des plans d'exposition aux risques, il existe trop peu de groupes scientifiques déconseillant fermement à chaque habitant d'une commune de construire sur un terrain à risque.

c. Le concept de "patrimoine géomorphologique" reflète une image surannée.

L'intérêt des individus pour le "patrimoine géomorphologique", et plus largement pour les sciences de la terre, peut être limité par l'image même qu'elles donnent. La représentation que le public s'en fait est loin d'être positive. Nous prendrons trois exemples.

En premier lieu, ces disciplines sont associées aux activités du secteur primaire comme l'industrie extractive. Or, ces activités sont minimisées par le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les techniques de pointe comme les forages profonds ou la télédétection ne permettent probablement pas de se détacher suffisamment des représentations traditionnelles qui y sont associées.

De plus, l'enseignement des sciences de la terre peut avoir été vécu plus ou moins bien selon les personnes. C'est notamment pourquoi Bergeron (1994) avance que *"pour le profane, la géologie est le plus souvent associée [...] à des classifications, à des collections de fossiles, à des examens de pierres à la loupe, à des noms barbares, dont on ne voit pas vraiment l'utilité et qui sont synonymes [...] d'ennui à l'école"*. Dans ces conditions, certaines personnes ne seront peut être pas enthousiasmées à l'idée de se plonger ultérieurement dans des documents spécialisés, surtout si ceux-ci sont encore présentés de façon didactique.

Enfin, les initiatives en sciences de la terre peuvent aussi véhiculer des impressions morbides. Gourarier (1984) pense que c'est le cas pour les musées qu'il dépeint comme un univers entre le monde des morts et celui des vivants. Et il est aussi possible que la diffusion de reportages télévisés de géologues célèbres disparus accentue ce sentiment.

Ces facteurs affectent peut être encore plus les concepts de "patrimoine géologique et géomorphologique". En effet, le terme "patrimoine" rajoute les idées de conservation et d'immuabilité. Cela peut dissuader les individus de s'y investir.

Dans tous les cas, il est important que les initiatives pour éviter ou se débarrasser de cette image ne contribuent pas malgré elles à la conforter dans l'opinion publique.

2. La combinaison d'erreurs et d'insuffisances en matière de faire savoir sur le "patrimoine géomorphologique".

a. Les initiatives sur le "patrimoine géologique et géomorphologique" sont trop institutionnalisées.

Selon Milliez (1998), la capacité à promouvoir des innovations constitue le principal défi d'une structure. Elle représente l'élément décisif lui permettant de s'adapter aux évolutions. Et "*l'innovation organisationnelle [...] est encore plus nécessaire et plus difficile que l'innovation technologique*" (Milliez, 1998).

Cela semble évidemment indispensable pour les structures à vocation commerciale, lesquelles sont soumises "*à la pression de la clientèle et de la concurrence, doivent impérativement avoir un regard créatif, et faire de l'innovation autre chose que de l'incantation*" (Milliez, 1998). C'est également le cas pour les structures à vocation non commerciale, comme c'est souvent le cas dans le domaine de l'environnement.

A l'échelle du "patrimoine géologique et géomorphologique", une innovation peut simplement consister à imaginer une initiative porteuse pour faire face à un type de problème, au lieu de créer une structure supplémentaire pour tenter d'y répondre.

A l'échelle d'une association environnementale, une innovation peut par exemple consister à lancer les principes d'un réseau de formation destiné à partager gratuitement ses connaissances en informatique, plutôt que de se contenter de réaliser un site Internet individuellement en faisant appel à un prestataire privé extrêmement coûteux.

D'innombrables facteurs font obstacle à l'intégration de l'innovation. Il peut évidemment s'agir de la difficulté à se positionner "*dans un monde où la lisibilité et de la prévisibilité vont [actuellement] décroissant*" (Milliez, 1998). Plus grave, les obstacles peuvent aussi être posés par des monopoles ou des responsables "*parfois enclins à bloquer ce qu'ils ne comprennent pas*" (Milliez, 1998). Il peut aussi s'agir de "schémas mentaux" pouvant déboucher sur des risques de mimétisme et de certitudes identiques qui évoluent peu dans le temps.

Ces facteurs permettent de comprendre pourquoi certaines initiatives sont parfois peu proportionnelles à la taille des structures qui les proposent. Il ne s'agit en effet pas nécessairement d'un manque de moyens budgétaires. Nous citerons par exemple la récurrence des structures de rang national à se limiter à des projets comme des maquettes pédagogiques, alors que celles-ci disposent des capacités logistiques pour réunir les ressources humaines et financières pour mettre au point les bases d'un projet Internet de télévision thématique consacré à l'environnement et au "patrimoine géologique et géomorphologique".

De ces contradictions, un écart peut alors apparaître entre "*un pays légal*" et "*un pays réel*" (Milliez, 1998). Le premier, relativement peu mobile, réglementé et conformiste. Le second, évolutif, libre et inventif. Lorsque des initiatives de terrain intéressantes sont bloquées par des règles figées, celles-ci occasionnent des pertes indirectes inestimables.

b. La communication scientifique est davantage présentée comme un savoir que comme une pratique.

En ce qui concerne le "patrimoine géologique et géomorphologique", l'acquisition de l'information passe davantage par une acquisition de connaissances théoriques que par une expérimentation personnelle. Il existe en effet beaucoup d'initiatives ne faisant pas participer directement les individus, comme un article, un film ou une plaquette. Par contre, il existe moins d'initiatives permettant de faire participer directement le public, comme un stage pratique sur le terrain. La communication scientifique destinée au public est donc beaucoup plus passive qu'active.

Ce problème touche aussi les auteurs des projets de faire-savoir. Les conseils techniques pour conduire des projets sont souvent théoriques et peu utiles (Authier, 1982 ; Barrère, 1984 ; Bastide *et al.*, 1988 ; Baudouin, 1975 ; Casse, 1990 ; Chouchan, 1995 ; Coppens, 1988 ; De Cheveigné & Véron, 1994 ; Dercourt, 1991 ; Désautels & Larochelle, 1989 ; El Hadj & Bélisle, 1985 ; Fayard, 1988 ; Fouquier, 1987 ; Giordan & Raichvarg, 1986 ; Guinier, 1979 ; Gouguenheim, 1989 ; Jacques & Raichvarg, 1991 ; Kunth, 1994 ; Laszlo, 1993 ; Latour, 1997 ; Meunier, Presvelou & Rauget, 1995 ; Postel-Vinay, 1997 ; Roqueplo, 1974 ; Thuillier, 1991). Les deux extraits suivants montrent que cette situation concerne les auteurs de projets simples et complexes.

Exemple de conseils techniques inexploitable pour la rédaction d'un poster.

"L'image de marque, la "publicité" nécessitent un écrit soigné, simple, sans "verbiage". Les phrases sont courtes et le texte, le plus concis possible. Le raisonnement ne s'emball pas. La traduction doit être correcte, en évitant les faux-amis (penser à faire relire par une personne connaissant parfaitement la langue corespondante).

Le langage peut être technique, mais avec des termes compréhensibles par tous lorsque le public est scientifique sans être spécialiste. Par contre, pour un public "de tous les jours", il faut respecter sa relative ignorance en utilisant des tournures communes, en évitant les termes spécialisés, en alimentant le texte par des comparaisons, des images nombreuses et faciles à comprendre.

Les tableaux de chiffres doivent être évités au maximum (les mettre en annexe) et chaque auteur doit garder à l'esprit qu'un graphique simple vaut mieux qu'un long discours. Une plaquette de présentation privilégiera les présentations imagées aux textes et comprendra le minimum de pages.

Tout document "publicitaire", en particulier le poster, devra pouvoir être lu "en diagonale". Les messages principaux doivent être accessibles au premier coup d'œil pour un lecteur pressé. La relecture par une personne caractéristique du public visé est une solution à utiliser à chaque fois que possible".

Source : Ferret J.C., 1994. - Technicien et communication. *Géologues*, 102, 15-18.

Exemple de conseils techniques inexploitable pour le montage d'une exposition multimédia.

"[...] le travail sur exposition est [...] complexe : ce n'est plus un dialogue, c'est un pluri, un multilogue !, multiplicité des dialogues avec les architectes, les graphistes, les maquettistes, toute la chaîne de réalisation d'un film, du scénariste à celui qui cale la bande son, les techniciens informatiques, comme les programmeurs, de plus, il faut établir des dialogues entre chacun des spécialistes. Le problème est de gérer ce charivari pour en faire une symphonie plus qu'une cacophonie ! Cette multiplicité des intervenants qui se fait, circonstance aggravante, dans la presse des dernières semaines, induit en effet des risques de dérives de contenu et même des risques de ratages sur le plan esthétique comme communicationnel. Quand une information scientifique est prise dans cette moulinette géante de la réalisation, un adjectif qui paraît important en phase de conception ne pèsera pas lourd par rapport à l'obligation d'équilibrer tel panneau ou de réaliser un film à visionner debout, c'est à dire qu'il ne doit pas durer plus de trois minutes !".

Source : Sabouraud C. 1994. - Livres et/ou expositions pour communiquer la Terre. La conception au risque des pratiques, *Géologues*, 102, 37-41.

Cette situation constitue un obstacle aux porteurs de projets de communication sur le "patrimoine géologique et géomorphologique".

c. Les projets ambitieux d'ampleur nationale ou européenne sont insuffisants.

Aujourd'hui, les grands projets de médiatisation en sciences de la terre sont rares à tous les niveaux. Par exemple, il n'existe pas de magazine grand public en sciences de la terre de rang national. De plus, les émissions télévisées et les CD-ROMs spécialisés sont peu nombreux. Et à notre connaissance, il n'existe pas de groupe de pression actif pour accroître la part des sciences de la terre dans les manuels scolaires.

L'objectif n'est pas en soi de réaliser des projets importants. Leur intérêt réside surtout dans la dynamique qu'ils induisent. Ils peuvent avoir un rôle moteur pour d'autres projets. Ils sont en eux-même un moyen de promotion.

Le problème réside moins dans le coût ou la capacité à développer ces projets que dans le dépassement de certains automatismes. Nous avons par exemple constaté que la proposition d'un projet de magazine grand public en sciences de la terre de rang national est systématiquement considérée comme impossible alors qu'il serait préférable de la considérer d'abord comme potentiellement faisable avant de la refuser. Nous sommes persuadés qu'une telle revue permettrait de consacrer 5% du nombre total d'articles au "patrimoine géologique

et géomorphologique", c'est à dire la même représentation que l'ensemble des sciences de la terre dans les trois principales revues scientifiques grand public.

Cela passe notamment par une réévaluation du poids des projets avec l'expérience et les moyens réels des structures et des personnes. Au niveau national, la valorisation du "patrimoine géologique et géomorphologique" ne peut donc pas se limiter à des colloques ou à la diffusion de posters pédagogiques.

d. Les intérêts du public ne sont pas assez pris en considération.

La quatrième hypothèse explicative de la méconnaissance de la géomorphologie peut également tenir au fait que les informations ne sont pas présentées avec le soin qu'elles mériteraient.

Nous avons par exemple constaté que certaines informations transmises dans les manuels scolaires sont souvent simplifiées. Les trois exemples suivants montrent ainsi que l'érosion des falaises n'est attribuée qu'à la mer.

Exemple 1.

"L'action de la mer façonne les côtes : elle attaque les rochers et les creuse. Les vagues usent le pied des falaises et les font reculer."

Source: Baillat G. et al., 1995. - *Histoire, géographie, éducation civique*. Nathan, Paris, 159 p.

Exemple 2.

"Toute la puissance de la mer apparaît pendant les tempêtes. Par ses attaques incessantes, elle réussit à faire éclater les rochers et à les user. Au pied des falaises, les vagues parviennent même à creuser des grottes. Quand celles-ci sont assez profondes, leur plafond s'effondre et tout un morceau de la falaise s'éboule dans la mer. Les pierres et les rochers sont à leur tour attaqués par les eaux : sans cesse agités, ils se cognent, se cassent, s'usent. Ils deviennent peu à peu ce sable fin que l'on voit au pied de la falaise."

Source : Bordes J., Polivka P. & J.L. Nembrini, 1987. - *Géographie CE2*. Hachette, Paris, 80 p.

Exemple 3.

"La nature de la roche joue également un rôle important : les roches en saillie dans le relief forment des pointes rocheuses prolongés par des écueils à fleur d'eau. Au contraire, les roches les moins résistantes, plus vite détruites, sont en creux dans le relief (vallons) et donnent naissance à des anses. Dans les calcaires, la falaise est provoquée par le recul de tranches de roches attaquées à la base et qui s'écroulent".

Source : Beaucire F., Bry M., Denizeau R., Harend G. & Perrier B., 1987. - *Géographie seconde*. Bordas, Paris, 288 p.

La mer y est présentée comme agressive et des éléments comme l'érosion sub-aérienne sont oubliés. Ces exemples nous laissent croire qu'une grande partie de la population française a appris que les processus marins sont les seuls responsables du recul du trait de côte. Dans

ces conditions, il est logique près de 60% des habitants du Nord-Pas-de-Calais considèrent l'enrochement et l'endiguement comme une bonne réponse au recul d'un massif dunaire (voir supra) (Dufresne, 2000). Cette situation peut poser un problème pour justifier la non-intervention sur un site.

Nous retiendrons finalement la nécessité de transmettre les informations de manière plus profitable pour le public.

Chapitre II. Pour une médiatisation du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

A. Mise en place du projet "Geotop" comme base expérimentale d'une conception originale de faire savoir.

1. Justifications du choix de l'utilisation du réseau Internet.

a. Un canal permettant une présentation optimale d'un sujet avec le minimum de ressources.

Nous venons de montrer que le contexte est défavorable à la diffusion des connaissances en sciences de la terre. Il affecte encore plus un domaine aussi spécialisé que le "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais. C'est pour cette raison que nous avons décidé de contribuer à la médiatisation de ce domaine d'étude.

Cette initiative repose sur trois objectifs initiaux. Le premier est de faire découvrir l'utilité du concept. Le deuxième est d'empêcher la perpétuation et la banalisation de sa sous médiatisation. Le troisième est d'éviter la redondance de travaux et d'approches similaires sur le domaine.

La solution la plus intéressante a consisté à élaborer un site Internet. Ce média offre en effet la possibilité d'accéder à un public potentiellement illimité. De plus, le nombre annuel d'internautes est en accroissement constant. Enfin, les outils informatiques permettent des présentations de qualité satisfaisante à des coûts peu élevés.

Nous avons donc constitué progressivement une suite de logiciels. Les premiers utilitaires ont consisté en MS-Windows, le Pack MS-Office et Photoshop. Cette gamme initiale s'est élargie d'applications telles que WinOnCD, Norton, McAfee, WinZip, Cute FTP,

Bryce 3D, Dreamweaver, Flash, Poser et Cannoma. Des freewares et sharewares ont permis de compléter ou de remplacer des logiciels plus coûteux. Sous MS-Windows et Linux-KDE, nous citerons ainsi Universe, Xara 3D, Blender, Terragen, StarOffice et The Gimp. Au total, plusieurs dizaines de logiciels ont été utilisés de 1996 à 2000.

Ce projet sous-entend un long apprentissage des logiciels et un suivi régulier de l'actualité informatique. Il a aussi nécessité le montage de l'association multimédia Geotop pour en gérer le développement (Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, 1996 ; Coll., 1998) (annexe 9). Les deux approches représentent respectivement 40% et 60% du temps global de production.

b. Un moyen de contribuer à la définition d'une culture multimédia de la géomorphologie.

Pour satisfaire les trois objectifs précédents, nous avons commencé par appliquer des méthodes pragmatiques et par définir des actions de fond.

Ces méthodes pragmatiques consistent par exemple à étendre les offres de coopération (Nowak & Sigmund, 1999) à tout porteur d'initiative, bien au-delà du cercle des structures courantes. Elles reposent aussi sur l'introduction systématique du free-lance pour adapter les projets de médiatisation au gré des tendances naissantes (Joly, 1999 (3)).

Les actions de fond visent la pérennisation des initiatives. Elles passent par exemple par la création d'une section payante du site pour la traduction d'articles en sciences de la terre. Une telle activité donne un intérêt pratique au site ; elle permet aussi de replacer le concept de "patrimoine géomorphologique" dans une perspective plus vaste.

La principale préoccupation est de ne pas se limiter à un "site plaquette" cloisonné et coupé des dynamiques externes. En effet, ces dynamiques peuvent appuyer en retour le site au point d'en justifier l'existence. Un site qui ne tiendrait pas compte de ces éléments, même soutenu par des structures importantes, peut être difficile à légitimer et à mettre en place. C'est le cas du projet CPPG-NET, présenté dans l'extrait suivant, en attente de réalisation depuis 1997.

"Conçu et géré par la communauté scientifique anglosaxonne, "PALEONET" est un gigantesque réseau Internet concernant le patrimoine géologique et plus particulièrement paléontologique. Le système du "PALEONET" est tout à fait transférable à notre problématique nationale. Il permettrait d'obtenir la mise en place d'un réel réseau, qui seul pourrait assurer une véritable gestion collégiale et partenariale d'une politique innovante. L'outil de base de la CPPG pourrait

devenir la "CPPG-NET" ! Pour que la "CPPG-NET" existe, il suffit : d'obtenir un espace suffisant sur un serveur préexistant (serveur d'Université, BRGM,...) ; de construire les pages du "CPPG-NET" (quelques semaines pour un technicien compétent) ; d'avoir un ensemble d'animateurs (webmaster) prêts à gérer à tour de rôle le réseau (les cellules spécialisées CPPG des têtes de réseau...) ; des moyens financiers réduits pour les coûts de connection, de location ou d'achat d'espace sur le serveur, de formation des webmasters et de conception des pages. D'ores et déjà, une large majorité des têtes de réseau potentiellement membres de comité national permanent de la CPPG est dotée des outils nécessaires. Quel que soit le cas et en l'absence de l'outil ad hoc il reste possible de se connecter sur Internet par minitel.

Les pages "CPPG-NET" seraient conçues par le comité national permanent CPPG et permettraient l'accès à : des organismes de recherche ; des chercheurs en fonction de leurs différentes spécialités ; des banques de données (collections, biblio, carto, etc.) ; des revues spécialisées ; des Musées d'Histoire Naturelle ; des sites protégés, des partenaires (BRGM et ses SGR,...) ; d'autres réseaux spécialisés dans le domaine du patrimoine géologique ; des groupes de discussion CPPG ; les comptes rendus des réunions des forums CPPG ; des comités régionaux, du comité national permanent ; les annonces de réunions de journées régionales, nationales, internationales ; les webmasters du réseau "CPPG-NET".

Les consultants des pages ou les partenaires directs de la CPPG pourraient envoyer tout type d'information (comptes rendus, etc...) par courrier électronique au gestionnaire des pages du "CPPG-NET". Celui-ci, par la simple fonction "copier-coller", pourrait les intégrer dans les pages "CPPG-NET" pour les rendre consultables pour tous assurant ainsi une actualisation permanente du réseau.

De nombreuses publications sur les sciences de la terre sont potentiellement intéressées par la dynamique du patrimoine géologique (Géochronique, Geole, journal FFAMP, Lettre des Réserves Naturelles, journal APF, Europa, Géologie de la France, etc...). Les gestionnaires de ces publications intéressées par l'animation d'une rubrique spécifique à la CPPG n'auront qu'à se connecter aux pages "CPPG-NET". Avec la simple fonction "copier-coller" ils pourront saisir à partir des pages du "CPPG-NET" les textes, les annonces, comptes rendus pour les intégrer directement dans leur revue sans interface papier".

Source : Estève et al., 1997. - Vers une politique nationale de protection et de valorisation du patrimoine géologique. La lettre des réserves naturelles, **44-45**, 66-71.

En définitive, un site ne se réduit pas seulement à des textes ou à des images. Sa qualité repose sur la capacité à éviter les schémas de développement figés, à en tirer des applications fonctionnelles et à définir un projet d'ensemble cohérent. Ces recommandations sont évidemment complexes à mettre en oeuvre. Et elles ne signifient par pour autant que le site ait du succès.

2. Présentation du magazine électronique *Geotop*.

a. Précisions préalables sur le nom et les procédés de diffusion du magazine.

Le site a été conçu sous le format d'un magazine thématique. Il porte le nom de "Geotop" pour des raisons évidemment évocatrices des sciences de la terre ; il n'existe toutefois aucun lien avec le terme "géotope", que nous avons préféré éviter tout au long de cette étude.

Deux volumes ont été diffusés de janvier 1999 à janvier 2000. Leur consultation est gratuite. Nous n'avons pas pu diffuser simultanément *Geotop 1* et *Geotop 2* par manque d'espace sur le même compte Internet. Cela signifie que *Geotop 1* a été remplacé par *Geotop 2*.

Pour pallier ce problème, les deux numéros sont aussi disponibles sur CD-ROM. Un formulaire téléchargeable sur *Geotop 2* permet de les commander. Chaque CD-ROM est gravé en multi-sessions pour permettre de mettre à jour les nouvelles versions de *Geotop* à la demande. Plus accessoirement, la diffusion sur CD-ROM se justifie aussi par l'impossibilité d'exécuter un programme Javascript d'animation cartographique sur le fournisseur d'accès. Nous avons utilisé ce support pour intégrer les fichiers du projet Geotools (voir infra).

L'amélioration des techniques permet d'envisager la diffusion intégrale des productions sur le réseau et l'abandon du support CD-ROM.

b. Les objectifs recherchés dans les rubriques de *Geotop*.

Geotop 1 se compose de 3 thèmes principaux subdivisés en rubriques (annexe 10).

Le premier thème s'intitule "Articles". La rubrique "Recherche" permet de présenter des articles d'universitaire portant sur le "patrimoine géologique et géomorphologique". La rubrique "Science et société" est consacrée à la vulgarisation scientifique des sciences de la terre. La rubrique *Entretien* est destinée à recueillir les opinions de décideurs locaux sur les enjeux liés à l'environnement et au "patrimoine géologique et géomorphologique".

Le deuxième thème s'intitule "Photos". La rubrique "Suivez le guide" est une visite virtuelle d'un site naturel à l'aide de photographies et de cartes animées. La rubrique "Arrêt sur image" a pour objectif de promouvoir les activités d'une association environnementale en une dizaine de photographies.

Le troisième thème s'intitule "Initiation". La rubrique "Bac to nature" propose un petit parcours pédagogique pour les enfants. La rubrique "Elément terre, mon cher" sert à définir cinq notions techniques de géomorphologie évoquées dans les rubriques précédentes.

L'organisation de *Geotop 2* (annexe 11) est inspirée de celle de *Geotop 1*. La rubrique "Bac to nature" a été renommée "360°".

Nous avons souhaité un ton général convivial, sobre, ludique et divertissant. Il permet de faire cohabiter des sujets à la fois destinés aux enfants et aux chercheurs. Les thèmes sont rangés par ordre de difficulté décroissante.

c. Quelle place accorder au concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais ?

Le concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais occupe une place limitée dans le magazine *Geotop*.

Nous justifions d'abord cette proportion par le fait qu'un site consacré spécifiquement à ce domaine ne concernerait qu'un nombre assez limité de personnes.

Par ailleurs, peu d'individus et de structures travaillent spécifiquement sur le "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais ; il est de ce fait difficile de diffuser régulièrement un magazine uniquement sur ce domaine et cet espace. C'est pourquoi nous avons ouvert le magazine à des domaines environnementaux complémentaires. Nous avons aussi sollicité des spécialistes du "patrimoine géologique et géomorphologique" de plusieurs pays européens. C'est en procédant de la sorte qu'il nous semble possible de constituer un magazine pour y introduire régulièrement des éléments sur le concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Nous sommes également convaincus que l'incorporation de ce domaine dans un ensemble de sujets variés est beaucoup plus efficace pour sa promotion. Pour donner un exemple, les demandes de contribution pour la conception de *Geotop 1* et de *Geotop 2* ont permis à eux seuls de présenter directement ce domaine à plus de trois cent personnes en France, en Allemagne, en Italie, en Suisse, en Espagne et au Royaume-Uni.

d. Les sujets traités dans *Geotop* version 1 et 2 et *Geotop* version 3.

Les sujets traités dans les rubriques de *Geotop 1* portent essentiellement sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais.

"Geotop 1 / Janvier 1999. Les dunes de Merlimont : un patrimoine paysager à protéger. Une synthèse sur un des massifs dunaires les plus intéressants du littoral de la région Nord-Pas-de-Calais. Méthode pour un inventaire et un classement du "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais. L'occasion de citer les pionniers de la recherche sur le "patrimoine géomorphologique". Etude statistique portant sur les articles en sciences de la terre dans les revues Pour la Science, La Recherche et Science & Vie. 29 disciplines concernées qui

ne représentent que 5% des 14 360 articles répertoriés. **Monsieur Dubois, Maire de la commune de Leffrinckoucke.** Les enjeux liés à la politique d'aménagement du massif dunaire de la commune. **Visite virtuelle de l'estuaire de la Canche.** Surfez dans l'estuaire ou empruntez notre itinéraire fléché. **Des dunes blanches aux dunes noires.** Neuf photos illustrant la métamorphose du littoral dunkerquois depuis l'après-guerre. **Parcours découverte pour les enfants : Dunkerque, un port, une histoire.** Une petite plaquette pour montrer le visage d'un port industriel. **Pourquoi les géologues utilisent-ils les anciennes cartes marines ? Comment fonctionnent les sables mouvants ?...** Des réponses concises à cinq questions sur le littoral".

Source : Joly F., 2000. - *Compte rendu de la réunion du 24 juin 2000.* Note interne de l'association Geotop, 3 p. Inédit.

Les sujets traités dans les rubriques de *Geotop 2* portent essentiellement sur le bassin minier du Nord-Pas-de-Calais.

"*Geotop 2 / Novembre 1999. L'évaluation des géotopes. Un aide mémoire incontournable pour le développement de toute méthode d'évaluation scientifique des géotopes. La protection des géotopes, un important exercice des sciences de la terre. Histoire des politiques et des initiatives de protection des géotopes en Allemagne. L'intérêt de la population du Nord-Pas-de-Calais pour le patrimoine géologique et géomorphologique. Une enquête montrant la méconnaissance et l'estime du grand public pour ces sujets. Madame Marie-Christine Blandin, Conseiller régional du Nord-Pas-de-Calais. Le cheminement difficile vers le développement durable. Monsieur Jean-Pierre Decool, Conseiller général du Nord, Président de l'Association des Maires du Nord et Maire de Brouckerque. Comment améliorer le cadre de vie d'une commune ? Visite virtuelle de la Mare à Goriaux. Histoire de l'effondrement d'un bassin minier, de son inondation et de son aménagement. Les activités traditionnelles de l'estran picard (volume 1 et 2). La pêche à pied. Parcours découverte des principaux terrils de l'ancien bassin minier du Nord-Pas-de-Calais. Le pays noir se met au vert. Pourquoi trouve-t-on des plantes méditerranéennes sur les terrils du Nord-Pas-de-Calais ? Comment voir en relief avec deux photographies aériennes ?...* Cinq réponses concises à cinq questions sur le bassin minier."

Source : Joly F., 2000. - *Compte rendu de la réunion du 24 juin 2000.* Note interne de l'association Geotop, 3 p. Inédit.

Les sujets souhaités dans les rubriques de *Geotop 3* sont plus variés. Ils ne se limitent plus à la région du Nord-Pas-de-Calais.

"*Geotop 3 / Sujets en préparation pour 2002 (les sujets en caractères gras sont déjà réalisés ou en cours de réalisation). Introduction à l'étude du "patrimoine géologique et géomorphologique" par le biais des expériences françaises, britanniques et suisses. (Un article en langue allemande sur le "patrimoine géologique" - sujet à définir). (Un article en langue anglaise sur le "patrimoine géologique" - sujet à définir). (Un entretien avec un élu d'une commune littorale de la région Nord-Pas-de-Calais - sujet à définir). (Un entretien avec un administrateur national en environnement - sujet à définir). Entretien avec Monsieur Pierre Charlet, ingénieur infographiste à Toutenkartoon (Paris). Entretien avec des anciens collaborateurs de Madame Katia Krafft et de Monsieur Maurice Krafft. La place des sciences de la terre dans 57 manuels scolaires de l'enseignement primaire et secondaire. Visite virtuelle de la carrière de Wallers-Trélon. La plongée subaquatique en carrière. Parcours découverte sur les carrières du Nord-Pas-de-Calais. (5 réponses à 5 questions sur la géographie physique et l'environnement - sujets à définir)".*

Source : Joly F., 2000. - *Compte rendu de la réunion du 24 juin 2000.* Note interne de l'association Geotop, 3 p. Inédit.

B. Vers une structure de production multimédia en sciences de la terre : le projet "Geotools".

1. Essai de mise au point d'un développement de *Geotop* inspiré de la philosophie des logiciels libres.

Le magazine *Geotop* est destiné à faire connaître le "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais. Mais ce site risque de ne pas être visité s'il ne s'insère pas dans un projet dynamique de fond à fortes retombées collectives.

C'est dans cette perspective, que nous avons formulé le projet Geotools (Baudet & Joly, 2000). En préparation depuis 1998, ce projet reprend les principes de développement coopératif de certains logiciels libres (Bailly, 2000 ; Esser & Förster, 1999 ; Lévy, 1994 ; Levy, 1997). Cette démarche offre l'avantage de pouvoir développer rapidement et à moindre coût des projets qu'il serait difficile de mener isolément.

Nous avons ainsi proposé le principe d'une "mutuelle multimédia". Elle a été initiée en proposant de donner l'intégralité des fichiers de l'architecture de *Geotop 1* et de *Geotop 2* à toute personne ou structure environnementale ne disposant pas de son propre site Internet. En retour, nous demandions d'adhérer à l'association Geotop et d'enrichir régulièrement la base de fichiers partagés. L'intérêt de la démarche est évidemment proportionnel au nombre de participants. Le résumé du règlement est présenté dans l'extrait suivant.

"Lancé et coordonné par l'association multimédia Geotop, le projet Geotools® a pour but de récolter et d'organiser des informations (photographies, images de synthèse, sons, interfaces graphiques, programmes informatiques, textes de lois, concepts, etc.) pour le montage de créations multimédia en environnement. Il est illimité dans le temps et peut être développé dans d'autres pays.

L'objectif sur le long terme est d'acquérir assez d'expérience et de ressources pour développer des projets de grande envergure sur Internet : une bibliothèque de sons naturels, un réseau de Webcams implantés sur des sites naturels européens majeurs, une revue internationale scientifique sur le patrimoine géologique, un site de documentaires on-line, etc.

Dans la première phase du projet, ne peuvent participer à Geotools® que des associations françaises à but non lucratif de type loi 1901. Toute association intéressée peut prendre contact avec l'association Geotop afin d'obtenir un contrat d'adhésion officiel au projet Geotools® (Geotop, 49 rue de Vérone 59670 Zermezele (France), Email : geotop@wanadoo.fr).

Toute association adhérente au projet Geotools® reçoit un CD-ROM. Elle peut disposer librement de tous les fichiers du répertoire <Geotools> qu'il contient pour faciliter le montage de son projet multimédia. Ces fichiers ne peuvent en aucun cas être exploités pour un usage personnel et un but lucratif.

Le projet Geotools® étant basé sur la coopération et l'échange d'expériences, chaque association adhérente doit s'engager à contribuer, à la hauteur de ses capacités, à l'enrichissement du répertoire <Geotools> du CD-ROM. Les innovations inédites que chacune produira seront mises à la disposition des autres associations dans un délai de 6 à 12 mois à compter de leur première date de diffusion. Chaque fichier cédé au projet Geotools® doit être un original libre de droit et développé à partir de logiciels sous licence.

Toute association adhérente au projet Geotools® ayant réalisé une création multimédia pourra

solliciter le label Geotools®. Celui-ci sera attribué par l'ensemble des participants en fonction de critères tels que la valeur scientifique de l'information, le Webdesign et l'ergonomie. Les associations labélisées feront l'objet d'un site Internet destiné à promouvoir leurs activités et leur savoir-faire".

Source : Baudet K. & Joly F., 2000. - Le projet Geotools. Résumé du poster présenté à la Commission Géographique de la Mer et du Littoral, Dunkerque, 1^{er} juin 2000. Inédit.

Le projet a été proposé sans succès à une centaine de personnes et de structures environnementales durant l'année 2000. Ces refus sont partiellement dus à des réticences pour l'adhésion à Geotop. Mais il résultent surtout d'un attentisme. En dehors du cadre de Geotools, nous avons ainsi proposé de prendre en charge bénévolement l'intégralité de la création du site de petites associations souhaitant disposer d'un site Internet, mais ne pouvant pas le développer. Or aucune n'a accepté. La valeur moyenne du service proposé est de 10 000 euros (Rémy, 1999).

Dans ces conditions, la mise au point de projets élaborés comme la mise au point d'un label est encore moins concevable. Il s'agit pourtant d'une priorité actuelle (Anonyme, 2000 (2)).

2. Essai de création d'un réseau de nouvelles associations en multimédia environnemental.

Aujourd'hui, la piste que nous avons privilégiée consiste à poser les bases d'un réseau de nouvelles associations tournées exclusivement sur le multimédia environnemental. Sur le long terme, il s'agit de développer une culture d'associations environnementales aptes à appréhender l'intérêt du multimédia et à en maîtriser les usages.

Cette nouvelle approche nous conduit à soutenir des projets plus entreprenants, même si ceux-ci ne traitent pas nécessairement du "patrimoine géomorphologique".

Nous comptons par exemple proposer des idées de services environnementaux en ligne. Il peut s'agir d'un service de traduction d'articles scientifiques ou d'une photothèque destinée à réaliser un suivi photographique pluri-décennal de sites naturels (évolution du trait de côte, etc.) et urbains (chantiers de construction, etc.). A condition d'être bien organisés, ces services peuvent être rétribués forfaitairement.

L'objectif de cette démarche n'est pas en soi de porter chacune de ces idées à terme.

Nous souhaitons obtenir davantage d'informations pour la poursuite du projet Geotools. Il nous semble notamment important de savoir si la perspective d'une rentrée financière, même modeste, permettrait de convaincre une structure d'initier un projet multimédia.

3. La création d'un site portail en sciences de la terre.

L'objectif sous-jacent des initiatives précédentes est de construire un site portail en sciences de la terre. Ce type de site s'apparente à première vue à un moteur de recherche. En effet, il recense et présente d'autres sites par catégories comme les sites associatifs, les sites gouvernementaux, les sites de collectivités locales ou les sites de magazines spécialisés en sciences de la terre.

Mais à la différence d'un moteur de recherche, un site portail véhicule une identité forte et offre un véritable espace d'expression. Blondeau & Chatignoux (2000) en résument les trois finalités. Il favorise tout d'abord "*l'identification des acteurs intervenant sur un thème et repère les éléments clé de leur motivation et de leur positionnement*" (Blondeau & Chatignoux, 2000). Il facilite également "*le repérage par l'internaute des informations utiles et des sites qui expriment les expériences et les points de vue des divers interlocuteurs concernés*" (Blondeau & Chatignoux, 2000). Le site portail cherche enfin "*à encourager et impulser un débat, à confronter les opinions, les certitudes, les tâtonnements, les formalisations idéologiques ou méthodologiques*" (Blondeau & Chatignoux, 2000).

C'est dans ces principes théoriques que peuvent prendre place une grande variété de projets concrets. Il peut s'agir de rubriques réservées respectivement à un service payant de traduction d'articles scientifiques (voir supra), à un service payant de suivi photographique de sites naturels (voir supra) ou à un service bénévole de création de sites Internet. Un site portail permet également de présenter un catalogue des créations des structures partenaires, de gérer une bourse aux stages, de diffuser un courrier hebdomadaire de l'actualité des colloques ou des projets de loi.

Un tel site peut être réalisé facilement, sans financement particulier, comme en témoigne le site portail EchosLeader.

"L'accès au site est entièrement gratuit, y compris pour les forums. Le financement pour amortir le prix de revient est lié à notre propre auto-financement, aux référencement de divers acteurs, à l'usage par certains interlocuteurs du flash d'accueil pour valoriser telle manifestation ou telle expérience, à la mise en ligne de publi-rédactionnel. A la différence d'autres sites Internet, nous n'avons pas voulu faire usage de la publicité qui pénalise la lisibilité et le chargement des pages.

De même, le recours au financement public ou partenarial n'a pas été retenu pour vérifier si l'économie du site est viable en tant que telle [...]".

Source : Blondeau & Chatignoux, 2000. - Les échos du développement local durable. *EchosLeader*, <http://www.developpement-local.net/>.

C'est dans ce projet d'ensemble que peut s'insérer le site *Geotop* consacré à la promotion du concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais. L'intérêt du site portail *Geotools* est d'autant plus grand qu'il n'existe à notre connaissance aucun projet similaire en France. Sa mise en service immédiate en ferait *de facto* le site français de référence des sites en sciences de la terre.

Conclusion.

Notre étude dresse un bilan peu flatteur de la médiatisation de la géomorphologie. Cette discipline ne représente ainsi que 17 articles sur un total de 14 360 articles recensés dans trois revues scientifiques grand public depuis 20 ans. De plus, elle ne représente qu'une part négligeable des manuels scolaires récents. Enfin, seulement 17% de la population du Nord-Pas-de-Calais déclarent en connaître la signification. La situation de cette discipline n'est pas un cas isolé, car les sciences de la terre semblent presque toutes connaître les mêmes tendances.

Cette maîtrise insuffisante des techniques de communication joue en la défaveur de projets spécialisés, comme ceux sur le "patrimoine géologique et géomorphologique".

Par exemple, la plupart des responsables scientifiques de l'inventaire national des sites naturels d'intérêt géologique ignorent l'existence de travaux de recherche sur ce domaine. De plus, mal informée depuis 20 ans, l'opinion publique ne peut aujourd'hui constituer un réel secours pour appuyer une proposition de loi visant à la protection du "patrimoine géologique".

Il est préoccupant de démontrer que la mise au point de stratégies de faire savoir, dont le lobbying et le marketing sont des expressions abouties, ne constitue pas un agrément ou une activité mineure. C'est une compétence qui peut décider des activités futures de l'ensemble d'un groupe scientifique.

Mais les freins culturels et structurels restent forts.

De novembre 1996 à juin 1998, nous avons ainsi proposé sans succès de développer bénévolement le site Internet d'organismes nationaux sur le "patrimoine géologique". Ce projet n'a pas été développé (voir supra), faisant de *Geotop* le seul véritable site Internet français sur le domaine. Depuis janvier 2000, nous avons encore proposé sans succès le projet Geotools.

Cette situation nous a par conséquent invité à des solutions pragmatiques ne faisant plus systématiquement appel aux structures classiques du "patrimoine géologique" et des sciences de la terre. Cette démarche d'ouverture nous a permis d'obtenir rapidement une demande d'information d'un petit club scientifique franco-japonais et d'une fédération française.

En définitive, nous sommes persuadés que tous les éléments sont réunis pour faire de Geotools un collectif scientifique important, soudé autour d'un projet dynamique et reconnu.

C'est l'approche de fond qui nous semble la plus intéressante pour faire connaître le concept de "patrimoine géomorphologique" littoral du Nord-Pas-de-Calais.

Conclusion générale.

"Peut-être les grandes questions qui agitent actuellement la science [...] cesseront-elles un jour de hanter les esprits, non parce qu'on les aura résolues, mais parce qu'elles auront disparu du champ intellectuel" (Nordon, 2000).

Sur bien des plans, il tentant de transposer cette remarque au "patrimoine géomorphologique". Des préoccupations sans justification et sans solution ont en effet ponctué cette étude. L'expression éponyme "patrimoine géomorphologique" et le concept "d'intégrité géomorphologique" sont significatifs des difficultés rencontrées.

La clarification de cette problématique n'est pas seulement affaire de temps car ces conceptions sont largement employées. Pour donner un exemple, Coque (1998) conclut un manuel de géomorphologie par deux paragraphes dans lesquels apparaissent certains concepts à l'origine du "patrimoine géomorphologique" (et qui consistent paradoxalement des obstacles à son développement) : la conservation, l'intervention, la maîtrise et le patrimoine. Ces termes doivent être clairement évités.

Le développement d'un protocole de cotation appelle aussi une démarche de fond qui dépasse le seul cadre terminologique. Celle-ci porte sur quatre thèmes que nous synthétisons sous l'expression de "principe de géocomplexité".

(1) Le terme "complexité" sert uniquement à rappeler que le milieu ne peut pas être simplifié. Chaque résultat doit être replacé dans un contexte global, sujet à la variabilité chaotique et à des paramètres encore inconnus (Lurçat, 1999).

(2) Pour rendre compte de cette complexité, il faut disposer d'une base conceptuelle souple et facilement évolutive. Nous évitons approches techniques comme le paysage, le géosystème et l'emboîtement spatio-temporel à partir du moment où elles n'aident pas à résoudre directement le problème.

(3) Par ailleurs, l'étude du milieu est encore trop déformée par les conceptions anthropocentriques. Si l'homme est une espèce parmi d'autres, il n'existe pas de raison objective pour l'individualiser par rapport au reste du milieu. Cette nuance est importante, car si l'on cesse d'introduire une conception anthropique du milieu, il n'y a plus de raison de parler de préjudice des activités humaines sur une forme ou sur la qualité du milieu (Barbosa &

Canan, 1993 ; Bourg, 1993 ; Boyer, 1988 ; Chauvet, Olivier & Cauderon, 1993 ; Demangeot, 1994 ; Ferrand, 1989 ; Gauthier & Rochon, 1991 ; Guillon, 1995 ; Mol & Opschoor, 1989 ; Murphy, 1995 ; Remond-Gouillou, 1990 ; Pearce, 1994 ; Pinna, 1991 ; Sentis, 1983).

(4) Enfin, notre problématique ne peut pas se conformer aux préoccupations politiques. Sous prétexte de chercher un cadrage dans la législation environnementale, nous avons vu que l'utilisation du terme "patrimoine" introduit l'idée de conservation, fort peu adaptée à la géomorphologie.

La conduite d'un projet de médiatisation de 7 000 heures a permis de prendre la mesure de l'investissement collectif sur le domaine. Son développement est aujourd'hui bloqué par trois obstacles.

Il n'existe tout d'abord pas de politique nationale claire sur le PGG. La seule structure française officielle susceptible de satisfaire cette attente est la CPPG. Elle se compose d'acteurs publics nationaux qui se sont placés spontanément en position d'interface avec le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. Mais la motivation et les statuts de ces structures ne leur permettent pas de s'impliquer à la hauteur de ce que les petits acteurs de terrain exigeraient. Les actions de la CPPG, conduites sans véritable concertation nationale, ont soulevé le mécontentement de plusieurs dizaines d'associations et de particuliers. Ces derniers se sont fédérés en un groupe de pression qui s'impose déjà comme un interlocuteur de rang national (Geopolis, 2000 (1) ; Geopolis, 2000 (2)).

A un autre niveau, les besoins et les aides aux projets sont mal estimés. Le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a "*exprimé le souhait de ne pas [...] impliquer de fortes lignes budgétaires*" (Coll., 1998) pour le "patrimoine géologique". Or, un inventaire sommaire des ZNIG incluant la géologie peut être théoriquement mené dans chaque région par deux étudiants stagiaires pour un coût inférieur à 15 000 euros. Plus que le manque d'argent, il faut invoquer ici un manque de pragmatisme. C'est ce qui permet de comprendre pourquoi la CPPG a refusé le projet Téthys (annexe 12), devenu Geotop-Geotools, malgré son intention de disposer d'un site Internet.

Enfin, les initiatives concrètes entreprenantes en géomorphologie et sur le "patrimoine géomorphologique" sont insuffisantes pour pallier ces manques. Pourtant, dans chaque région littorale, il serait par exemple possible d'organiser un groupe d'une dizaine de personnes pour éditer un rapport technique périodique de référence sur le littoral. Il pourrait être

commercialisé sur CD-ROM au prix de 1 500 euros pour les organismes et de 150 euros pour les particuliers. Un projet de cette nature permettrait d'intégrer des résultats de travaux de recherche sur la Bunkerarchéologie (Lanoy-Ratel, 1998) ou le "patrimoine géomorphologique".

Références bibliographiques.

AGUR, 1981. - *Propositions d'aménagement pour la réserve naturelle de la dune Marchand*. Inédit, 71 p.

AGUR, 1983. - *Aménagement des dunes Marchand*. Inédit, 66 p.

Alalammi P., 1986. - *Atlas of Finland. Relief and landforms*. Su omen Maantieteellinen Seura, 5^e ed., 28 p.

Amir S., 1990. - The use of geomorphological elements for evaluation of visual quality of israeli coast. *Geojournal*, **21-3**, 233-240.

Amir S. & Gidalizon E., 1990. - Expert-based method for the evaluation of visual absorption capacity of the landscape. *Journal of environmental management*, **30**, 251-263.

Anisimov V.I., 1988. - Etude morphométrique locale du relief. La région de Sarstov d'Outre-Volga sert d'exemple. *Geomorfologija*, **3**, 19-24.

Anonyme, 2000. - Nominations : entreprises, groupements d'entreprises et institutions. *Décision environnement*, **84**, p. 17.

Anonyme, 2000 (2). - Le commerce électronique. *Autrement dit Economie*, **382**, p. 24.

ANTEA, 1995. - *Inventaire des sites géologiques d'intérêt majeur en région Rhône-Alpes*. Etude commanditée par la DIREN Rhône-Alpes et la région Rhône-Alpes, 12 p.

Antoine P., 1989. - Stratigraphie des formations pleistocènes de Sangatte (Pas-de-Calais), d'après les premiers travaux du tunnel sous la Manche. *Bulletin de l'association française pour l'étude du Quaternaire*, **1**, 5-17.

Aranegui P., 1978. - La classification de las costas. *Bol. R. Soc. Geogr.*, **1-12**, 7-31.

Archibald J.D., 1996. - L'impact du retrait des mers. *La recherche*, **293**, 67-69.

Aubert D., 1989. La protection des blocs erratiques dans la canton de Vaud. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, **79/3**, 185-205.

Augris C., Clabaut P. & Vicaire O., 1990. - *Le domaine marin du Nord-Pas-de-Calais. Nature, morphologie et mobilité des fonds*. IFREMER, 93 p.

Authier, 1982. - La mise en scène de la communication dans des discours de vulgarisation scientifique, *Langue française*, **53**, 34-47.

Avocat C., 1984. - Essai de mise au point d'une méthode d'étude des paysages. *In : Lire le paysage, lire les paysages*, Colloque Univ. de Saint-Etienne, CIEREC, 11-36.

Baillat G. *et al.*, 1995. - *Histoire, géographie, éducation civique*. Nathan, Paris, 159 p.

Bailly A.S., 1989. - L'imaginaire spatial. Plaidoyer pour la géographie des représentations. *Espace-Temps*, **40-41**, 53-58.

Baillly Y., 2000. - Linux, exercices KDE, installation et configuration, prise en main, Mandrake Gold 2000. *Compétence Micro*, **2**, 72 p.

Bakker T.W.N. & Nienhuis P.R., 1990. - Geohydrology of les dunes du Mont Saint-Frieux, Boulonnais, France. *Catena*, supplément n°18, 133-143.

Bana e Costa C.A., 1993. - *Les problématiques dans le cadre de l'activité d'aide à la décision*. Document n°80 du Laboratoire d'analyse et modélisation de systèmes pour l'aide à la décision, Université de Paris Dauphine, 56 p.

Barbosa L.C. & Canan P., 1993. - The greening of the ecopolitics of the world-system : Amazonia and changes in the ecopolitics of Brazil. *Journal of political and military sociology*, **21/1**, 107-134.

Barrere P. & Koechlin J., 1981. - *Atlas des types de dunes littorales*. Patronné par l'Office National des Forêts, Université de Bordeaux III, Laboratoire de géographie physique appliquée, 22 p.

Barrère M., 1984. - La culture scientifique et technique entre le mot et la chose. *La Recherche*, **156**, 854-856.

Bastide F. *et al.*, 1988. - Comment traduire la science ? En la trahissant... *Education permanente*, **93-94**, 71-81.

Battiau-Queney Y. *et al.*, 1995. - Un patrimoine paysager à protéger : les dunes littorales de Merlimont et de Berck (Pas-de-Calais). *Hommes et terres du Nord*, **1-2**, 21-30.

Battiau-Queney Y., 1998. - 1998. - La géomorphologie littorale du Nord-Pas-de-Calais. L'état des recherches. Les objectifs du GREMIL. In : Le littoral du Nord-Pas-de-Calais, géomorphologie, biogéographie et aménagement, *Cahiers de géographie physique*, **12**, 5-19.

Baudet K. & Joly F., 2000. - Le projet Geotools. Résumé du poster présenté à la Commission Géographique de la Mer et du Littoral, Dunkerque, 1^{er} juin 2000. Inédit.

Baudet N. & Joly F., 1999. - Madame Marie-Christine Blandin, Conseillère régionale du Nord-Pas-de-Calais (France). *Magazine électronique Geotop*, **2**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Baudouin J., 1975. - La vulgarisation scientifique. *La Recherche*, **53**, 141-149.

Baumgartner R., 1982. – Einige Überlegungen zur Anwendung geomorphologischer Methoden für Praxis, oder Landschaftsorientierte Untersuchungen. *Materialien zur Physiogeographie*, **4**, 41-45.

Beaucire F., Bry M., Denizeau R., Harend G. & Perrier B., 1987. - *Géographie seconde*. Bordas, Paris, 288 p.

Beckary S., Junique S. & Robazynski F., 2000. - Préface. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **7** (2), 4, 151-152.

Bergeron A., 1994. – Exposer la Terre : une mission impossible ?. *Géologues*, **102**, 47-48.

Bertrand G., 1968. - Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Rev. Géogr. Pyrénées et S.O.*, **39**, 3, 249-272.

Beun N. & Broquet P., 1980. - Tectonique quaternaire (Holocène ?) dans la plaine picarde des Bas-Champs de Cayeux et de leurs abords orientaux. Incidences possibles sur le réseau hydrographique régional. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, **1-2**, 47-52.

Beun N. & Broquet P., 1981. - La sédimentation holocène dans les Bas-Champs de Cayeux (Somme). Evolution des lignes de rivage et du réseau hydrographique. *Ann. Soc. Géol. Nord.*, **C**, 31-41.

Billet P., 1997. - La protection juridique du patrimoine géologique en France : bilan (provisoire) d'un siècle de protection. *La lettre des réserves naturelles*, **44-45**, 43-53.

Blandin, 1998. - Allocation d'ouverture des journées régionales Nord / Pas de Calais du patrimoine géologique. *Actes des Premières Journées Régionales Nord / Pas de Calais du patrimoine géologique*. Lille, 20-23 novembre 1997, publication n°28 de la Société Géologique du Nord, 109 p.

Blérard C. & Vergne V., 1985. - Les dunes du littoral picard, 1947-1981. *Hommes et terres du Nord*, **4**, 258-267.

Blondeau & Chatignoux, 2000. - Les échos du développement local durable. *EchosLeader*, <http://www.developpement-local.net/>.

Bojnagran V.R., 1987. - Klassifikacija vulkaniceskih sklonov Armjanskoj SSP i nekotorye ih osobennosti. *Geomorfologija*, **3**, 30-35.

Bon F. & Boy D., 1981. - Les Français et la science. *La Recherche*, **120**, 344-352.

Bonnet-Bidaud J.M., 2000. - Alerte aux explosions cosmiques. *Ciel & espace*, **357**, 42-49.

Bonte A., 1966. - Le Quaternaire de la Pointe aux Oies, entre Wimereux et Ambleteuse (Pas-de-Calais). *Annales de la société géologique du Nord*, **86**, 183-186.

Bordes J., Polivka P. & J.L. Nembrini, 1987. - *Géographie CE2*. Hachette, Paris, 80 p.

Bores P.S., 1979. - Classification de formas costeras. *Estud. Geogr. Madrid.*, **155**, 165-190.

Bourg D., 1993. - *Les sentiments de la nature*. La découverte essais, Paris, 246 p.

Boyer A., 1988. - Le respect de la nature est-il un devoir ?. *Cahiers philosophiques*, **34**, 7-20.

Boyer L. *et al.*, 1995. Evaluation des vallées sèches de l'Ajoie, aspects hydrologiques et géomorphologiques. *Regio Basiliensis*, **36/2**, 165-173.

Boyer L. & Fierz S., 1996. - Evaluation multicritère du patrimoine géomorphologique et géologique. Actes du colloque commun de la Société Suisse de Géomorphologie et de l'Association Française de Karstologie, 5-8 octobre 1995. *Rapports de recherche de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg*, éditeurs : M. Monbaron et S. Fierz, **8**, 154-179.

BRGM, 1978. - Alerte aux mouvements de sol. *La recherche*, **92**, 791-794.

Briole P., 1990. - L'Etna, une éruption pédagogique. *La recherche*, **222**, 776-780.

Briquet A., 1930. - *Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique*. Paris, Colin, 439 p.

Brochu M. & Michel J.P., 1994. - *Dictionnaire de géomorphologie à caractère dimensionnel*. Guérin universitaire/Editions Eska, Québec, 298 p.

Buffetaut E. & Martin M., 1984. Dinosaures et protection des sites géologiques en Angleterre. *Géochronique*, **11**, p. 9.

Cabrol P., 1997. – Brève histoire de la protection du patrimoine géologique en France. *La lettre des réserves naturelles*, **44-45**, 38-42.

Campbell S. & Bowen D.Q., 1989. *Geological Conservation Review, Quaternary of Wales*. Peterborough : Nature Conservancy Council, 237 p.

Carton *et al.*, 1994 - Ricerche ambientali per l'individuazione e la valutazione dei beni geomorfologici, metodi ed esempi. *Quaternario*, (7)**1**, 365-372.

Casse M., 1990. - Il faut réenchanter la science. *Dossiers de l'audiovisuel*, **31**, 56-59.

Casto L. *et al.*, 1991 - Protezione ambientali beni geologici. *Energia e Innovazione*, **1-2**, 64-69.

Chardigny F. & Lebreton P., 1994. - La politique française de protection des paysages et sites naturels, réflexion sur l'efficacité de la Loi de 1930 sur le classement des sites. *Revue de géographie de Lyon*, **69/4**, 287-304.

Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, 1996. - *L'actualité réglementaire économique de l'entreprise. Aide-mémoire du créateur d'entreprise*, inédit, 31 p.

Chastel A., 1986. - La notion de patrimoine in *Les lieux de la mémoire*, sous la direction de P. Nora, Gallimard, t. 2, La Nation, vol. 2, p.405.

Chauvet M., Olivier L. & Cauderon A., 1993. - *La biodiversité, enjeu planétaire. Préserver notre patrimoine naturel*. Sang de la Pierre, Paris, 413 p.

Chorley R.J. *et al.*, 1972. - *Spatial analysis in geomorphology*. Ed. British geomorphological research group, London, 393 p.

Chouchan D., 1995. - Sciences et images. *La Recherche*, **272**, 86-89.

Clique P.M., 1986. - *Catalogue sédimentologique des côtes françaises, côtes de la Mer du Nord et de la Manche, de la frontière belge au Mont Saint-Michel*. Eyrolles, Paris, 133 p.

Coll., 1930. - Loi du 2 mai 1930 ayant pour objet de réorganiser la protection des monuments naturels et des sites de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. *Journal Officiel de la République Française*, 4 mai 1930.

Coll., 1976. - Loi n°76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. *Journal Officiel de la République Française*, 13 juillet 1976.

Coll., 1979. - Décret n°79-1108 du 20 décembre 1979 relatif aux autorisations de mise en exploitation des carrières, à leur renouvellement, à leur retrait et aux renoncations de celles-ci. *Journal Officiel de la République Française*, 22 décembre 1979.

Coll., 1985. - Loi n°85-30 du 9 janvier 1985 relative au développement et à la protection de la montagne. *Journal Officiel de la République Française*, 10 janvier 1985.

Coll., 1986. - Loi n°86-2 du 3 janvier 1986 relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral. *Journal Officiel de la République Française*, X janvier 1986.

Coll., 1988. - *Inventaire du patrimoine naturel de Provence-Alpes-Côte d'Azur. Programme national d'inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)*. Notice de présentation, zones terrestres, inédit, 35p.

Coll., 1992. - Déclaration de Rio sur l'environnement et la développement, CNUED Rio de Janeiro, 3-14 juin 1992, A/CONF. 151/5.

Coll., 1994. - Déclaration internationale des droits de la mémoire et de la terre. *Mém. Soc. Géol. France*, **165**, N.S., 271-274.

Coll., 1995. - Loi n°95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. *Journal Officiel de la République Française*, 3 février 1995.

Coll., 1998. - Vers une politique nationale de protection et de valorisation du patrimoine géologique. *Géochronique*, **66**, 25-26.

Coll, 1998 (2). - *Législation et réglementation - Associations*. Les éditions des Journaux officiels, Edition mise à jour au 15 juin 1998, 232 p.

Coll., 1999. *Agir pour le patrimoine géologique*. Document d'information-poster réalisé à la suite des Deuxièmes Journées Nationales du Patrimoine Géologique (Lille, Juin 1999).

Coll., 2000. - Programme des deuxièmes journées nationales du patrimoine géologique, Lille 16-17-18 juin 1999. *Annales de la Société Géologique du Nord*, **7** (2), 4, 155-157.

Conseil Général du Nord, 1999. - *Rapport à la Commission Permanente. Fonds pour l'Amélioration du Cadre de Vie, évolution de la procédure FACV*. Rapport n° DDR 2 / 99 - 18, inédit, 21 p.

Conservatoire des sites naturels du Nord-Pas-de-Calais, 1998. - *Sites géologiques remarquables du Nord-Pas-de-Calais, inventaire et stratégie régionale de préservation et de mise en valeur*, inédit, 133 p.

Coppens Y., 1988. - Le devoir d'informer. *Dossiers de l'audiovisuel*, **31**, 34-35.

Coque R., 1998. - *Géomorphologie*. Armand Colin, Paris, 503 p.

Corten-Gaultier P. & Huynen A.M., 1995. - Le dessin d'humour, catalyseur de la réactivation du réseau conceptuel de l'apprenant. *Aster*, **20**, 165-191.

Coussot P. & Piau J.M., 1993. - L'écoulement des boues. *La recherche*, **258**, 1084-1092

CPPG, 1998. - *Bases pour une politique nationale de protection et de valorisation du patrimoine géologique*. Plaquette de présentation, inédit.

Crofts R.S., 1975. - The landscape component approach to landscape evaluation. *The institute of british geographers transactions*, **66**, 124-129.

Cuir P. & Van der Plaesten P., 1983. - *Les dunes du Nord de la France*. Centre national de documentation pédagogique, Lille, 190 p.

Cullingford R.A., Davidson D.A. & Lewin J., 1980. - Available and appropriate timescales in geomorphology. *Timescales in geomorphology*. Wiley, Chichester, 360 p.

Dearden P., 1980. - Aesthetic encounters of the tidal statistical kind. *Area*, **12/2**, 171-173.

Deboudt P., 1997. - *Etude de géomorphologie historique des littoraux dunaires du Pas-de-Calais et du Nord-Est de la Manche*. Thèse de doctorat, USTL, Villeneuve d'Ascq, 457 p.

Deboudt P. & Vergne V., 1998. - Les milieux humides des plaines maritimes du Nord de la France : formation, cadre géomorphologique et dynamique. *Cahiers de géographie physique USTL*, **11**, 28-39.

De Cheveigné S. & Véron E., 1994. - La science sous la plume des journalistes. *La Recherche*, **263**, 322-325.

Decoupigny J., 1995. - *Comparaison de l'apport d'images SPOT et radar ERS 1 pour l'étude des régions littorales : l'exemple de l'estuaire de la Canche*. Mém. maîtrise, USTL, Villeneuve d'Ascq, 59 p.

Découdu C. *et al.*, 1998. - Patrimoine géologique, vers une politique nationale de protection et de valorisation du patrimoine géologique. *Géochronique*, **66**, 25-26.

Delanoë O., 1998. - *Evaluation et surveillance de la biodiversité dans les espaces naturels*. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement et Institut des aménagements régionaux et de l'environnement, Atelier technique des espaces naturels, 145 p.

Demangeot J., 1994. - *Les milieux "naturels" du globe*. Masson, Paris, 313 p.

Denis J., 1978. - Le Mont Saint-Michel cessera-t-il d'être une île ?. *Science et vie*, **730**, 84-86.

Dercourt J., 1991. - Le livre scientifique, un mal aimé ?. *La Recherche*, **233**, 810-812.

Despeyroux Y., 1989. - *Hydrodynamique sédimentaire dans la baie de la Canche*. Thèse de doctorat, USTL, Villeneuve d'Ascq, 93 p.

Despeyroux Y. & Chamley H., 1989. - Distribution des sédiments récents dans l'estuaire de la Canche (Pas-de-Calais). *Ann. Soc. Géol. Nord.*, **CV**, 179-186.

Désautels J. & Larochelle M., 1989. - *Qu'est-ce que le savoir scientifique ? Points de vue d'adolescents et d'adolescentes*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 173 p.

De Singly F., 1992. - *L'enquête et ses méthodes : le questionnaire*. Nathan Université, Paris, 127 p.

Di Fidio M., 1982. - *Tutela dell'ambiente naturale*. Ed. Pirola, Milan, 302 p.

DIREN, 1995. - *Application de la loi littoral dans le département du Nord (hors port autonome). Bilan provisoire pour les communes concernées*, inédit, 6 p.

Dolan R & Lins H., 1987. - Plages et îles-barrières. *Pour la science*, **119**, 70-79.

Dollinger F., 1985. - Zum problem der Bewertung von Naturlandschaften, ein Plädoyer für eine geomorphologische Naturschutzarbeit. *Natur und Land*, **1**, 15-20.

Duff K., 1991. - Earth science conservation in Great Britain. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, **100**, 3-4, 265-270.

Duffaut P., 1989. - Mines et carrières, le devenir des sites. *Géochronique*, **31**, p. 9.

Dufresne A., 2000. - La digue de Wissant s'effrite. *La Voix du Nord*, édition de Maubeuge, 20 janvier 2000, p. 3.

Du Pasquier. L., 1892. - La conservation des blocs erratiques. *Bull. Soc. Neuch. Sc. Nat.*, **XX**, 3-43.

Dupont G., 1987. - Et si les stalactites étaient vivantes ?. *Science et vie*, **839**, 86-90.

Duval J., 1986. - *Aménagement et gestion des dunes du nord de la France*. Atelier central de l'environnement, Neuilly-sur-Seine, 60 p.

El-Etr & Sinanbantu, 1992. - Geology of the National Parks of Uganda. *Annals of the Geological Survey of Egypt*. V, **XVIII**, 409-425.

El Hadj & Bélisle, 1985. - *Vulgariser : un défi ou un mythe ? La communication entre spécialistes et non-spécialistes*. Chronique Sociale, Coll. "Synthèse", Lyon, 163 p.

Elizaga, Gallago & Garci-Cortes, 1994. - Inventaire national des sites d'intérêt géologique en Espagne : méthodologie et déroulement. *Mémoire de la société géologique de France N.S.*, **165**, 103-109.

Esser H.G. & Förster T., 1999. - *Kit de démarrage Linux*. Micro Application, Paris, 456 p.

Estève *et al.*, 1997. - Vers une politique nationale de protection et de valorisation du patrimoine géologique. *La lettre des réserves naturelles*, **44-45**, 66-71

Fauchois J., 1995. - *Etude et cartographie géomorphologique de la dune Dewulf (communes de Leffrinckoucke, Ghyvelde, Zuydcoote : Nord)*. Mém. DEA, USTL, Villeneuve d'Ascq, 128 p.

Fauchois J., 1998. - *L'intérêt de la cartographie à grande échelle dans l'étude géomorphologique des littoraux dunaires du littoral du Nord-Pas-de-Calais*. Thèse de doctorat, USTL, Villeneuve d'Ascq, 266 p.

Fayard P., 1988. - *La communication scientifique publique. De la vulgarisation à la médiatisation*. Chronique Sociale, Coll. "l'Essentiel", Lyon, 149 p.

Ferrand J.P., 1989. - L'accès à la nature. *Penn ar Bed*, **20/132**, 189-198.

Ferret J.C., 1994. - Technicien et communication. *Géologues*, **102**, 15-18.

Föex J.A., 1991. - Les troublants trous bleus. *Science et vie*, **880**, 68-71.

Fouquier E., 1987. - Petite typologie des préférences en matière d'émissions scientifiques télévisées. *Education permanente*, **90**, 23-38.

Fourneau R., 1980. - Les sites naturels d'intérêt géographique du sud de la région de Thuin. *Bulletin de la commission royale des monuments et des sites*, **9**, 353-384.

Fourneau R., 1985. - Les sites naturels d'intérêt géographique du sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bulletin de la commission royale des monuments et des sites*, **14**, 32-47.

Frontier S. & Pichod-Viale D., 1995. - *Ecosystèmes. Structure, fonctionnement, évolution*. Masson, Paris, Collection d'écologie, 2^e édition, 447 p.

Gall J.C., 1986. - Le gisement fossilifère de Holzmaden. *Pour la science*, **105**, 43-51.

Gandibleux X., 1996. - *Syllabus de cours "aide multicritère à la décision"*. Fascicule photocopie du DESS Compétence Complémentaire en Informatique, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 40 p.

Gasquez F., 1998 - Utilité et gestion des collections : la banque d'images Trans'Tyfpal. *Actes des premières journées régionales du patrimoine géologique, Lille, 20-23 novembre 1997*, publication n°28 de la Société Géologique du Nord, 109 p.

Gaudant J. & Schaal S., 1988. - Il faut sauver le gisement de Messel !. *La recherche*, **200**, 854-860.

Gauthier A., 1997. - *Le patrimoine minéral et fossilifère en Corse ; historique, état des connaissances, réflexions sur sa valeur patrimoniale, mesures de protection*. Etude commanditée par la DIREN de la Corse. Inédit.

Gauthier G. & Rochon C., 1991. - *La méthode de détermination de valeur hypothétique : en quoi consiste-t-elle et quelles erreurs de mesure risque-t-on de rencontrer ?*. Travaux de l'Ecole des Hautes Etudes Commerciales (HEC) et du Centre d'Etudes en Administration Internationale (CETAI) de Montréal, 76 p.

Geopolis, 2000 (1). - *Confédération Française des Acteurs en Sciences de la Terre, Editorial*. <http://www.geopolis-fr.com>, 4 p.

Geopolis, 2000 (2). - *Confédération Française des Acteurs en Sciences de la Terre, statuts adoptés par l'assemblée générale constitutive du 20 mai 2000 à Paris*. <http://www.geopolis-fr.com>, 7 p.

Gerber E. & Tenthorey G., 1993. – Gestion des formes de relief : un prototype d'inventaire géomorphologique. *Travaux et recherches*, **9**, 53-58.

Geys J., 1991. – Geosite typology and the role of collecting in conservation. *Bulletin de la société belge de géologie*, **100**, 3/4, 261-265.

Géhu J.M., 1992. - *Bilan écologique des dunes Marchand*. CREPIS, 160 p.

Giordan A. & Raichvarg D., 1986. - Quelques conditions pour vulgariser la science à des enfants. *Revue française de pédagogie*, **76**, 57-67.

Glachant M. & Lévêque F., 1993. - *L'enjeu des ressources génétiques végétales. Aspects scientifiques, écologiques et économiques*. Les éditions de l'environnement, Paris, 209 p.

Glazovskaya M.A., 1981 - Quality and quantity in the classification of geographical objects. *Soviet Geography*, **22**, 3, 175-183.

Goguel J., 1980. - Les risques des grands éboulements. *La recherche*, **111**, 620-680.

Gonggrijp G.P. & Boekschoten G.J., 1981. - Earth science conservation : no science without conservation. *Geologie en Mijnbouw*, **3/60**, 433-445.

Gonggrijp G.P., 1993. - Monumentos geológicos en Holanda. *Tierra Tecnol.*, **4**, 65-68.

Gonggrijp G.P., 1994. – Two geological monuments in the Netherlands : De Zândkoele and Wolterholten. *Geological and Landscape Conservation, Proceedings of the Malvern International Conference '93*. O'Harran D., Green C., Harley M., Stanley M. & Knill J. eds., Geological Society, London, 323-329.

Gordon J.E. & Campbell S., 1992. - Conservation of glacial deposits in Great Britain : a framework for assessment and protection of sites of special scientific interest. *Geomorphology*, **6**, 89-97.

Goubet P., 1998. - Stratégie régionale de préservation et de mise en valeur des sites géologiques remarquables du Nord-Pas-de-Calais. *Actes des premières journées régionales du patrimoine géologique, Lille, 20-23 novembre 1997*, publication n°28 de la Société Géologique du Nord, 109 p.

Goughenheim L., 1989. - Enseigner autre chose autrement ?. *Pour la science*, **143**, 7-10.

Gourarier Z., 1984. - Le musée entre le monde des morts et celui des vivants. *Ethnologie française anc. arts et traditions populaires*, **14/1**, 67-76.

Grandgirard V., 1995 - Méthode pour la réalisation d'un inventaire de géotopes géomorphologiques. *Ukpik*, **10**, 121-137.

Grandgirard V., 1996. - Gestion du patrimoine naturel, l'inventaire des géotopes géomorphologiques du canton de Fribourg. *Ukpik*, **8**, 181-195.

Grandgirard V., 1997. - Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage. Thèse de la Faculté des Sciences de l'Université de Fribourg, Imprimerie Saint-Paul, Suisse, 210 p.

Grandgirard V., 1998. - *Littérature sur le thème "Géotopes et protection des géotopes, situation au 17 juin 1998"*. <http://www.geoforum.ethz.ch/aktuell/geotope/>

Grandgirard V., 1999. - L'évaluation des géotopes. *Magazine électronique Geotop*, **2**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Green P. & Mc Gregor D.F.M., 1989 - Oxfordness: geomorphological conservation perspectives. *Trans. Inst. Br. Geogr.* N.S., **15**, 48-59.

Grube A. & Wiedenbein. F.W., 1992. - Geotopschutz, eine wichtige Aufgabe der Geowissenschaften. *Die Geowissenschaften*, **8**, 215-219.

Gsteiger P., 1995 - Die Bewertung von Oberflächenformen und reliefgestaltenden Prozessen im Rahmen einer Kraftwerfs-UVP. *Region Basiliensis*, **36/2**, 153-164.

Guillon B., 1995. - *Essai de formalisation de l'influence de l'environnement naturel sur la stratégie des décideurs économiques. De l'incertitude libérale à la nécessité d'un interventionnisme public modéré.* Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle (tutelle), Paris, 411 p.

Guinier A., 1979. - Le devoir d'informer. *La Recherche*, **100**, 431.

Haaf B. & Tosatti G., 1996. - A methodology for geomorphological asset evaluation in a study area near Gerardmer, Vosges (France). *Italian Journal of Quaternary Science*, **9/1**, 155-166.

Harley M., 1994. - The RIGS (Regionally Important Geological/Geomorphological Site) challenge - involving local volunteers in conserving England's geological heritage. *Geological and Landscape Conservation, Proceedings of the Malvern International Conference '93.* O'Harran D., Green C., Harley M., Stanley M. & Knill J. eds., Geological Society, London, 313-319.

Hawkins C.A., 1981. - Can an evaluator be neutral ?. *Programmed learning and educational technology*, **18/2**, 100-102.

Hobléa F., 1995. - *Fondements méthodologiques pour un inventaire des sites karstiques remarquables*. Inventaire des sites d'intérêt géologique et géomorphologique pour la DIREN de la région Rhône-Alpes, inédit, 18 p.

Hoblea F., 1999. - *Contribution à la connaissance et à la gestion environnementale des géosystèmes karstiques montagnards : études savoyardes*. Thèse de Doctorat, Université Lumière-Lyon 2, 2 vol., 995 p.

Horváth G., 1991. - A domborzat formainak osztályozosa és ti pizalasa. *Foldrajzi Ertesito*, **40**, 1-2, 39-54.

Hu J. & Wan Y., 1987. - The origins and classification of earthquakes landforms in the alluvial plains of eastern China. *Zeitschrift für Geomorphologie - Supplementband*, **63**, 167-171.

Institut Français de l'Environnement, 1997. - *Guide méthodologique pour la modernisation de l'inventaire ZNIEFF*. IFEN (ed.), Note de méthode, n°9, 51 p.

Jacques J. & Raichvarg D., 1991. - *Savants et ignorants. Une histoire de la vulgarisation des sciences*. Editions du Seuil, Paris, 295 p.

Jarzembowski E. A., 1989. - Writhlington geological nature reserve. *Proceedings of the geologist's association*, **100/2**, 219-234.

Javeau C., 1992. - *L'enquête par questionnaire*. Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, 158 p.

Joint Nature Conservation Committee, 1996. - *An introduction to the geological conservation review*. Joint Nature Conservation Committee, N.V. Ellis (eds.), 127 p.

Joly F., 1995. - *Dynamique dunaire et végétale du système bordier des dunes Marchand, Zuydcoote-Bray-Dunes*. Mém. Maîtrise, USTL, Villeneuve d'Ascq, 66 p.

Joly F., 1996. - *Essai méthodologique d'évaluation de l'intérêt géomorphologique et géologique des sites naturels littoraux, étude des dunes Marchand, du Cap Blanc-Nez et de l'estuaire de la Canche*. Mémoire de D.E.A., USTL, Villeneuve d'Ascq, 232 p.

Joly F., 1996 (2). - *Synthèse des éléments justifiant la protection des sites naturels littoraux du Nord-Pas-de-Calais*. Direction Régionale de l'Environnement du Nord-Pas-de-Calais, rapport préfectoral inédit, 72 p.

Joly F., 1997. - *Impact d'un projet de construction de digue sur le littoral de Leffrinckoucke*. Direction Régionale de l'Environnement du Nord-Pas-de-Calais, inédit, 20 p.

Joly F., 1998. - Méthode pour un inventaire et un classement du patrimoine géomorphologique littoral du Nord-Pas-de-Calais. In : Le littoral du Nord-Pas-de-Calais, géomorphologie, biogéographie et aménagement, *Cahiers de géographie physique*, **12**, 100-112.

Joly F., 1998 (2). - Etude statistique portant sur les articles en sciences de la terre dans les revues *Pour la Science*, *La Recherche* et *Science et Vie*. *Magazine électronique Geotop*, **1**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Joly F., 1998 (3). - Monsieur Dubois, Maire de la commune de Leffrinckoucke. *Magazine électronique Geotop*, **1**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Joly F., 1999. - *Introduction à l'étude du patrimoine géologique et géomorphologique par le biais des expériences françaises, britanniques et suisses*. Notes inédites rédigées dans le cadre du programme LITEAU : "Rationaliser les connaissances pour préserver durablement le patrimoine naturel littoral." Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Marseille, le 25-26 novembre 1999, 10 p.

Joly F., 1999 (2). - Sondage sur l'intérêt que la population du Nord-Pas-de-Calais porte au patrimoine géologique et géomorphologique. *Magazine électronique Geotop*, **2**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Joly F., 1999 (3). - *Le magazine électronique Geotop* - <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>. Résumé du poster présenté par l'association multimédia Geotop aux deuxièmes Journées Nationales du Patrimoine Géologique, Lille, 16-18 juin 1999, sous presse.

Joly F., 1999 (4). - Monsieur Jean-Pierre Decool, Maire de Brouckerque, Président de l'Association des maires du Nord et Conseiller général du Nord (France). *Magazine électronique Geotop*, **2**, <http://perso.wanadoo.fr/geotop/>.

Joly F., 2000. - *Compte rendu de la réunion du 24 juin 2000*. Note interne de l'association Geotop, 3 p. Inédit.

Jonin M., 1997. - Les réserves naturelles : un réseau de protection du patrimoine géologique. *La lettre des réserves naturelles*, **44-45**, 5-9.

Joyce E.B., 1994. - Assessing the significance of geological heritage sites : from the local level to world heritage. *Mém. Soc. Géol. France*, **165**, N.S., 37-43.

Joyce & McBriar, 1992. - Protecting our inestimable earthly heritage. *Geological society of Australia Abstracts*, **32**, Ballarat, 277-279.

Kienholz H. *et al.*, 1988 - Zur Beurteilung geomorphologischer Aspekte in Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen. *Z. Geomorph. N.F.*, Supl-Bd. **70**, 187-203.

Kirchner K., 1992. - Príspevek k hodnocení reliéfu okresu Ceske republiky. *Sbornik Ceskoslovenske společnosti zemepisme*, **98/1**, 13-24.

Krieg W., 1994. - Conditions of protection of geo-sites in Austria. *Mém. Soc. Géol. France*, **165**, N.S., 81-83.

Krustky N., 1992. - Ochrana geologických památek severních čech. *Cas. mineral. geol.*, **37/2**, 170-171.

Kunth D., 1994. - La place du chercheur dans la vulgarisation scientifique. *Sciences*, **94-1**, 64-77.

Kyburz, 1983. – Die Aufnahme des Inventars der geologischen und geomorphologischen Objekte des Kantons Zuerich als Beispiel angewandter physischer Geographie. *Physische Geographie*, **11**, 7-16.

Lacoste B., 1998. - *Courrier BL/MR n°98088 du 22 juin 1998*. Direction Départementale de l'Équipement, Arrondissement d'aménagement de Boulogne sur mer et Calais, inédit, 2 p.

Lagally U., 1994 - Grundlagenforschung zum Geotopschutz, eine Aufgabe der Geologischen Dienste am Beispiel Bayerns. *Geowissenschaften und Umwelt*, J. Matschullat und Müller (Hrsg.), Springer-Verlag, 253-259.

Lanoy-Ratel P., 1994. - *Etude du complexe de dunes bordières de la réserve domaniale de Merlimont*. Mém. Maîtrise, USTL, Villeneuve d'Ascq, 116 p.

Lanoy-Ratel P., 1998. - Les vestiges militaires : des points de repère utiles à la connaissance de l'évolution du trait de côte. In : Le littoral du Nord-Pas-de-Calais, géomorphologie, biogéographie et aménagement, *Cahiers de géographie physique*, **12**, 89-99.

Lapierre J.W., 1992. - *L'analyse de systèmes*. Syros, Collection Alternatives, Paris, 229 p.

Lapo A. *et al.*, 1993. - Methodic principles of study of geological monuments of nature in Russia. *Stratigraphy and geological correlation*, **1/6**, 636-644.

Larroque C. & Gaffet S., 1995. - Des mouvements de sol majeur. *La recherche*, **279**, 930-931.

- Lassus B., 1993. - Apprivoiser l'hétérogène. *Actions et recherches sociales*, **3-4**, 53-69.
- Laszlo P., 1993. - *La vulgarisation scientifique*. Presses Universitaires de France, Coll. Que sais-je ?, 124 p.
- Latour B., 1997. - Médias et controverse scientifique. *La Recherche*, **302**, 96.
- Leafe R., 1998. - Conserving our coastal heritage - a conflict resolved ? *Coastal defence and earth science conservation*, The Geological Society, J. Hooke eds., 10-19.
- Le Garzic S., 1995. - *Protection du pied de dune en arrière de la digue submersible sise en rive droite de l'estuaire de l'Authie*. Note de l'ingénieur remise au Syndicat intercommunal de la Basse Vallée de l'Authie, inédit, 5 p.
- Lévy P., 1994. - *L'intelligence collective. Pour une anthropologie du cyberspace*. La Découverte / Poche, Paris, 246 p.
- Lévy P., 1997. - *Cyberculture. Rapport au Conseil de l'Europe dans le cadre du projet "Nouvelles technologies : coopérations culturelle et communication"*. Odile Jacob / Editions du Conseil de l'Europe, Paris, 313 p.
- Lovenstein S., 2000. - La pollution grignote les réserves. *Environnement magazine*, **2**, p. 24-26.
- Lucas A.E. & Howarth P.Y., 1979. - A process model for moraine classification. *Area*, **11/4**, 298-304.
- Lurçat F., 1999. - *Le chaos*. Presses Universitaires de France, Coll. Que sais-je ?, 127 p.
- Marchetti M. *et al.*, 1995. - An assessment of impacts on landforms in the Italian dolomitic area. *ITC Journal*, **4**, 312-315.

Marchetti M. & Panizza M., 1995. – Methodologic approach for the assessment of impacts on landforms. *ITC Journal*, **4**, p. 311.

Martin J.M., 1977. - Le milieu estuarien. *La recherche*, **78**, 425-435.

Martini G., 1997. - Art, développement économique et culturel au service d'un nouveau concept dans les sciences de la terre. *La lettre des réserves naturelles*, **44-45**, 54-57.

Martini G., 1998. - Historique de la protection du patrimoine géologique en France et dans le monde. *Actes des premières journées régionales du patrimoine géologique, Lille, 20-23 novembre 1997*, publication n°28 de la Société Géologique du Nord, 109 p.

Massoli Novelli R., 1996. - Geotopi e siti minerali. *Geologie dell'ambiente*, **4/2**, 6-9.

Mattauer M., 2000. - Plaidoyers pour le patrimoine géologique. *Deuxièmes Journées Nationales du Patrimoine Géologique. Annales de la Société Géologique du Nord*, **7/14**, 160 p.

McBriar & Mooney, 1988. - *Geological monuments in South Australia Part 7*. Geological monuments subcommittee of S.A. Division of the Geological Society of Australia Inc., 66 p.

Megnien C., 1994. - Valorisation du patrimoine géologique souterrain. *Géochronique*, **51**, p. 2.

Meilliez F., 1985. - Inventaire des sites géologiques classés. *Géochronique*, **15**, p. 11.

Melero J.M., 1987. - Estudio previo de puritos de interes geologico e itinerarios geologico didacticos en la provincia de Burgos. *Reunion nacional de geologia ambiental y ordonacion del territorio*, 3/1987-02, Valencia, vol. 1, 625-641.

Meunier J.P., Presvelou C. & Rauget A., 1995. - Les médias et le savoir. *Recherches sociologiques*, **26/1**, 17-27.

Meur C., 1993. - *Géomorphologie, protection et gestion des dunes de Bretagne septentrionale. Eléments de comparaison avec d'autres régions de la Manche occidentale : Cotentin, Devon et Cornwall (Royaume-Uni)*. Thèse de doctorat en Géographie, Université de Brest, 353 p.

Meur-Férec C., 1995. - La préservation des espaces naturels littoraux dans le Nord-Pas-de-Calais. *Hommes et Terres du Nord*, 1/2, 2-10.

Meur-Férec C., 1997. - A comparative review of coastal conservation policies in France, and England and Wales. *Journal of Coastal Conservation*, 3, 121-132.

Meur-Férec C. & Ruz M.H., 1999. - *Eléments de réflexion pour la préservation du patrimoine géomorphologique*. Notes inédites rédigées dans le cadre du programme LITEAU : "Rationaliser les connaissances pour préserver durablement le patrimoine naturel littoral." Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, Marseille, le 25-26 novembre 1999, 13 p.

Mezősi G., 1982. - Kömpezetértékelés a domborsat minősítésre. *Foldrajzi Ertesito Budapest*, 31/2-3, 177-189.

Mician L., 1978. - Hodnotenie prirodneho prostredia Hornej Nitry (okr. Prievidza) z hladiska rekreacnych cinnosti. *Acta Fac. Rerum Nat. Univ. Comenianae Form. Prot. Nat. Tcheosl.*, 3, 215-223.

Milliez D., 1998. - Combattre l'effet Gulliver. *Système T*, 31, 2-5.

Minier C., 1998. - *La protection du patrimoine géologique dans la région Nord-Pas-de-Calais à travers l'exemple des carrières : un enjeu scientifique, pédagogique et culturel*. Mémoire de D.E.A., USTL, Villeneuve d'Ascq, 62 p.

Ministère de l'éducation nationale et de la culture, 1992. - *Enseignement modulaire en classe de seconde générale et technologique. Histoire-Géographie. Document ressource (version 2)*. Direction des lycées et des collèges, 170 p.

Miossec A., 1993. - *La gestion de la nature littorale en France atlantique. Etude comparative (Royaume Uni, Pays-Bas, Espagne, Etats-Unis)*. Thèse de doctorat d'Etat, Brest, 3 tomes, 1 092 p.

Miossec A., 1999. - La France a-t-elle construit une politique de gestion intégrée de son littoral ?. *Bull. Assoc. Géogr. Franç.*, **2**, 212-220.

Mischlich F., 1994. - *La préservation des espaces naturels par le zonage*. Thèse de doctorat, Université de Toulon, X p.

Moinet M.L., 1985. - Dunes : la chirurgie esthétique. *Science et vie*, **815**, 94-106.

Mol A.P.J. & Opschoor J.B., 1989. - Developments in economic valuation of environmental resources in centrally planned economics. *Environment and planning A.*, **21/9**, 1205-1228.

Monbaron M., 1993 - La géomorphologie, élément indispensable de toute étude d'impact sur l'environnement. *Ukpik*, **9**, 113-130.

Morel V., 1997. - *De la géomorphologie à la gestion des cordons de galets littoraux du bassin de la Manche et de ses abords : études de cas (Bretagne, Haute-Normandie, Picardie, Sud Angleterre) et réflexions générales*. Thèse de Doctorat Nouveau Régime de Géographie, Brest, 2 vol., 386 p.

Murphy R., 1995. - Sociology as if nature did not matter : an ecological critique. *The british journal of sociology*, **46/4**, 668-707.

Nangeroni. G., 1969. - Protezione dei fenomeni geologici e geomorfologici in Italia. *Natura*, **60/1**, 10-22.

Nature Conservancy Council, 1990. - *Earth science conservation in Great Britain : a strategy*. Nature Conservancy Council, Peterborough, 84 p.

Nordon D., 2000. - *Bloc-Notes*. Pour la Science, **276**, p. 6.

Nowak M.A. & Sigmund K., 1999. - Aux racines de la coopération. *La Recherche*, **325**, 38-39.

Oxford & Jennings, 1998. - The importance of different time-scale controls on coastal management strategy : the problem of Porlock gravel barrier, Somerset, UK. *Coastal defence and earth science conservation*, The Geological Society, J. Hooke eds., 87-102.

Panizza M., 1988. - Beni morfologici e tutela. *Rivista bimestrale dell'Istituto per i Culturali della Regione Emilia-Romagna*, **1/2**, 73-74.

Panizza M., 1990. (1) - Beni geomorfologici nel bacino del fiume Panaro. *Il sistema fluviale Scoltenna/Panaro : storie d'acque e di uomini*, Serafini e Manicardi (eds), 49-53.

Panizza M., 1990. (2) - *Geomorfologia applicata al rischio e all'impatto ambientali, un esempio nelle Dolomiti (Italia)*. 1 Reunion Nacional de Geom., sept. 1990, Teruel, 1-16.

Panizza M., Marchetti M. & Patrono A., 1995. - A proposal method for assessing impacts on landforms. *ITC Journal*, **4**, p. 324.

Panizza M. & Piacente S. 1993. - Geomorphological assets evaluation. *Zeitschrift für Geomorphologie*, (Suppl.-Bd), **87**, 13-18.

Parc Naturel Régional des Ballons des Vosges, 1998. - *Méthodologie pour un inventaire et une hiérarchisation des sites géologiques, annexe 1*. Inédit, 28 pages.

Paskoff R., 1983. - L'érosion des plages. *La recherche*, **140**, 20-30.

Paskoff R., 1989. - Les dunes du littoral. *La recherche*, **212**, 888-896.

Paskoff R., 1993. - *Côtes en danger*. Pratique de la géographie, Masson (ed.), Paris, 250 p.

Paskoff R., 1998. - *Les littoraux. Impact des aménagements sur leur évolution*. Armand Colin/Masson, Paris, 260 p.

Pearce D.W., 1994. - The great environmental values debate. *Environment and planning*, **26/9**, 1329-1338.

Pecsi M., 1984. - Magyarország domborzati formainak minősítése. *Foldrajzi Közlemenyek Budapest*, **32/2**, 81-94.

Penning-Roswell E.C., 1975. - Constraints on the application of landscape evaluations. *The institute of british geographers transactions*, **66**, 149-155.

Picouet P., 1993. - L'estuaire de la Canche : un modèle picard rajeuni. *Norois*, **40**, 443-445.

Pinna M., 1991. - Les géographes et la protection de l'environnement : pour l'écologie, mais contre les écologistes. *Annales de géographie*, **557**, 65-75.

Pinot J.P., 1998 (1). - *La gestion du littoral. Tome 1 - Littoraux tempérés : côtes rocheuses et sableuses*. Institut océanographique, Collection "Propos", Paris, 399 p.

Pinot J.P., 1998 (2). - *La gestion du littoral. Tome 1 - Littoraux tempérés : littoraux vaseux et embouchures*. Institut océanographique, Collection "Propos", Paris, 354 p.

Pinte P., 1987. - Essai de cartographie des risques naturels du littoral de Wissant à Wimereux (Bas Boulonnais). *Hommes et terres du Nord*, **3**, 160-178.

Pinter N. & Brandon M., 1997. - Comment l'érosion construit les montagnes. *Pour la science*, **236**, 78-85.

Pomerol C., 1982. - Sites géologiques, protection et aménagement de la carrière Lambert à Corneilles-en-Parisis (Val d'Oise). *Géochronique*, **2**, p. 2.

Postel-Vinay O., 1997. - Georges Charpak : changer les sciences à l'école primaire. *La Recherche*, **304**, 109-112.

Pratson L. & Haxby W. 1997. - Les reliefs sous marins. *Pour la science*, **238**, 42-47.

Praturlon A., 1996. - *Problems of the conservation of geotopes in Italy*. Notes personnelles préparatoires pour le second Symposium International SISEA, Rome, septembre 1996, 9 p.

Prieur M., 1996. - *Droit de l'environnement*, Dalloz, 3^e édition, **71**, p X.

Prinetti F., 1994. - Patrimoine géologique. *Géochronique*, **49**, p. 6.

Quaranta G., 1993. - *Biens et risques géomorphologiques : évaluation culturelle et promotion touristique de la région de Cortina d'Ampezzo (Dolomites)*. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg, Université de Strasbourg, 2 tomes, 186 p.

Remond-Gouillou M., 1990. - Le prix de la nature : l'évaluation du patrimoine naturel. *Revue française d'administration publique*, **53**, 61-68.

Rémy C., 1999. - Combien va coûter votre site Internet ?. *L'Entreprise*, **168**, 144-150.

Rey A. & Rey-Debove J., 1995. - *Le nouveau Petit Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Maury Imprimeur (Malesherbes), 2251 p.

Ricour J., 1997. - Note sur la géologie de Sainte-Victoire jointe au dossier de demande d'inscription de ce massif sur la liste du patrimoine mondial de l'UNESCO. *Géochronique*, **64**, p. 20.

Rojsek D., 1991. - Geography and natural heritage. *Geografski vestnik*, **63**, 117-118.

Rojsek D., 1994. - Inventarisation of natural heritage. *Acta Carsologica*, **23**, 111-121.

Roqueplo P., 1974. - *Le partage du savoir. Sciences, culture, vulgarisation*. Editions du Seuil, Paris, 255 p.

Rougerie G. & Beroutchachvili N., 1991. - *Géosystèmes et paysages, bilan et méthodes*. Armand Colin, Paris, 302 p.

Rousset C., 1991. - Patrimoine géologique. *Géochronique*, **40**, p. 6.

Rousset C., 1992. - Protection du patrimoine géologique. *Géochronique*, **41**, p. 12.

Roy B., 1985 - *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Economica, Collection Gestion, Paris, 423 p.

Sabouraud C. 1994. - Livres et/ou expositions pour communiquer la Terre. La conception au risque des pratiques. *Géologues*, **102**, 37-41.

Sabouraud C., 1999. - Le grand public, une raison supplémentaire de préserver le patrimoine. *Actes des Deuxièmes Journées Nationales du Patrimoine Géologique*. Lille, 16-17 juin 1999, Sous presse.

Saut C., 1995. - *Evaluation de l'application de la loi littoral, articles L. 146-6 à L. 146-9, sites des Caps et ses environs*. Mém. I.U.P. Génie de l'environnement, Université de Provence, septembre 1995, 58 p.

Schafer C.L., 1990. - *Nature reserves. Island theory and conservation practice*. Smithsonian Institution, Washington, 189 p.

Schärlig A., 1985 - *Décider sur plusieurs critères, panorama de l'aide à la décision multicritère*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 304 p.

Seguin A., 1995. - *La dynamique de formes dunaires à grande et petite échelles dans la réserve biologique domaniale de Merlimont*. Mém. DEA, USTL, Villeneuve d'Ascq, 98 p.

Sentis P., 1983. - *Fortune ou richesse ? La comptabilité du patrimoine*. Economica, Paris, 298 p.

Silvestru E., 1990. - Propositions pour une classification lithogénétique des phénomènes karstiques. *Karstologia*, **15**, 55-57.

Sommé J., 1975. - *Les plaines du nord de la France et leur bordure. Etude géomorphologique*. Thèse ès Lettres, Paris, éd. 1977, 2 vol., 810 p.

Spiridonov A.I. , 1993. - K classifikacii lednikovogo rel'efa. *Geomorfologia*, **2**, 108-109.

Stäblein G., 1990. - Inventarisierung des Reliefs als eine Voraussetzung zur großräumigen geökologischen Planung. *Geographische Rundschau*, **42/11**, 613-617.

Strasser *et al.*, 1995. – *Géotopes et protection des objets géologiques en Suisse : un rapport stratégique*. Groupe de Travail Suisse pour la Protection des Géotopes, Académie Suisse des Sciences Naturelles, 27 p.

Stuber A., 1995. - Geotopschutz. Dynamic bringt Vielfalt. Exemples d'applications cartographiques. In : Schweizerischer Bund für Naturschutz (Ed) : *Mehr Raum für die Natur. Ziele, Lösungen, Visionen im Naturschutz*. Ott Verlag, Thun, 79-88.

Stuber A., 1997. - Protection des géotopes. La dynamique engendre la diversité. In : ProNATURA (Ed.) : *Manuel de protection de la nature en Suisse*. Delachaux et Niestlé, Lausanne, 83-91.

Stürm B., 1983. - Anwendungsmöglichkeiten und Anforderungen an geomorphologische Karten seitens der Raumplanung. *Materialien zur Physiogeographie*, **5**, 29-32.

Stürm B., 1993. - Geotop. Grundzüge der Begriffsentwicklung und Definition. Naturschutzzentrum Wasserschloss Mitwitz. *Materialien*, **1**, 13-14.

Stürm B., 1994 (1). - Intégration de la protection du patrimoine géologique dans l'aménagement du territoire en Suisse. *Mém. soc. géol. F., N.S.*, **165**, 93-97.

Stürm B., 1994 (2). - The geotope concept : geological nature conservation by town and country planning. *Geological and Landscape Conservation, Proceedings of the Malvern International Conference '93*. O'Harran D., Green C., Harley M., Stanley M. & Knill J. eds., Geological Society, London, 27-31.

Swart R., 1994. Conservation of geological monuments in South Australia. *Geological and Landscape Conservation, Proceedings of the Malvern International Conference '93*. O'Harran D., Green C., Harley M., Stanley M. & Knill J. eds., Geological Society, London, 319-323.

Swets J., Dawes R. & Monohan J., 2000. - Comment rationaliser les décisions. *Pour la Science*, **277**, 52-57.

Szcepankiewicz S. & Szponar A., 1978. - Formy i osady kemowe w Polsce południowo-zachodniej. *Acta Univ. Wratislav. Pr. Inst. Geogr. Soc. A.*, **340**, 21-29.

Tabouelle J., 1998. - *Le patrimoine géologique normand. Nature, promotion, protection*. Projet de thèse, inédit, 1 page.

Thuillier P., 1991. - Un débat de fin de siècle : la "faillite de la science". *La Recherche*, **234**, 950-956.

Todorov T., 1994. - Conservation of geological monuments in Bulgaria. *Mém. Soc. Géol. France*, **165**, N.S., 89-92.

Tys S., 1991. - Bescherming van geologische objecten in het Vlamse gewest. *Bulletin de la société belge de géologie*, **100**, 3/4, 299-303.

UNESCO, 1997. - *Patrimoine mondial, bref historique*. Fascicule libre, 8 p.

UNESCO, 1998. - *Convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel, brèves descriptions des sites du patrimoine mondial*. Edition de janvier, 95 p.

Unwin K.I., 1975. - The relationship of observer and landscape in landscape evaluation. *The institute of british geographers transactions*, **66**, 130-134.

Urbanisme et environnement, 1999. - *Tract d'invitation de l'association "Urbanisme et environnement" à la réunion du 6 juillet 1999*. Inédit, 1 p.

Van Ash T.W.J. et al., 1995. - *The application of GIS in geomorphology and environmental impact assessment*. Joint european conference and exhibition on geographical information in The Hague, 27-31 mars, 2 p.

Vangilve J.F., 1996. - *Etude morphologique des falaises du cap Gris Nez : évolution et dynamique littorale*, Mém. maîtrise, USTL, Villeneuve d'Ascq, 113 p.

Verger F., 1968. - *Marais et wadden du littoral français, étude géomorphologique*. Biscaye frères, Bordeaux, 541 p.

Verger F., 1971. - Présentation taxonomique des formes des marais maritimes tempérés. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, **2**, 163-171.

Vicaire O., 1991. - *Dynamique hydro-sédimentaire en Mer du Nord (du Cap Blanc-Nez à la frontière belge)*. Thèse de doctorat, USTL, Villeneuve d'Ascq, 255 p.

Vincent P., Haworth J. & Clarke J.V., 1983. - The classification of morphological features. *Geogr. pol.*, **45**, 5-17.

Waterlot M., 1998. - Histoire de l'évolution des connaissances en géologie régionale. *Actes des premières journées régionales du patrimoine géologique, Lille, 20-23 novembre 1997*, publication n°28 de la Société Géologique du Nord, 109 p.

Wichereck S., 1997. - L'érosion mesurée par la radioactivité. *La recherche*, **294**, 40-42.

Wieber. J.C., 1977. - Dynamique érosive et structure des paysages. Thèse d'Etat, Univ. De Paris VII, Librairie H. Champion, Paris, 1980.

Wiedenbein F.W., 1994. - Origin and use of the term "geotope" in German-speaking countries. *Geological and Landscape Conservation, Proceedings of the Malvern International Conference '93*. O'Harran D., Green C., Harley M., Stanley M. & Knill J. eds., Geological Society, London, 117-120.

Willis K.G. & Garrod G.D., 1993. - Valuing landscape : a contingent valuation approach. *Journal of environmental management*, **37**, 1-22.

Willmott, 1984. - *Geological sites in Brisbane, nominations for the Brisbane Conservation Atlas*. Geological Society of Australia Incorporated, Queensland Division, 55 p.

Wissocq L., 1990. - *Etude géomorphologique de la région du Blanc-Nez : évolution et dynamique littorale*. Mém. maîtrise, USTL, Villeneuve d'Ascq, 191 p.

Zarlenga F., 1996. - I geotopi, dalla ricerca scientifica alla pianificazione, controllo e gestione. *Geologie dell'ambiente*, **4/2**, 3-6.

Sigles et abréviations utilisés

B.R.G.M.	Bureau de Recherche Géologique et Minière.
C.E.1	Cours élémentaire première année.
C.E.2	Cours élémentaire deuxième année.
C.M.1	Cours moyen première année.
C.M.2	Cours moyen deuxième année.
C.P.P.G.	Conférence Permanente du Patrimoine Géologique.
D.D.E.	Direction Départementale de l'Équipement.
D.I.R.E.N.	Direction Régionale de l'Environnement.
F.F.A.M.P.	Fédération Française des Amateurs de Minéralogie et de Paléontologie.
L.A.T.	Loi sur l'Aménagement du Territoire (Suisse).
L.P.N.	Loi fédérale sur la Protection de la Nature et du paysage (Suisse).
m	Mètre.
N.A.	Dans un P.O.S., zone naturelle d'urbanisation future.
N.D.	Dans un P.O.S., zone naturelle à protéger selon la qualité du site, du milieu naturel, du paysage, ou de l'existence de risque.
O.P.N.	Ordonnance sur la Protection de la Nature et du paysage (Suisse).
P.G.G.	Patrimoine Géologique et Géomorphologique.
P.O.S.	Plan d'Occupation des Sols.
R.I.G.S.	Regionally Important Geological / Geomorphological Site.
S.A.G.E.	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

S.S.S.I.	Sites of Special Scientific Interest.
T.U.	Temps Universel.
Z.A.C.	Zone d'Aménagement Concerté.
Z.N.I.E.F.F.	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique.
Z.N.I.G.	Zone Naturelle d'Intérêt Géomorphologique.
Z.P.G.	Zone de Protection Géomorphologique.

Liste des figures

Figure 1	ZNIG et ZPG	p. 60
Figure 2	Le continuum des positions d'une particule fictive en fonction du temps et des paramètres variables de la morphogénèse.	p. 69
Figure 3	Nombre fictif de dunes paraboliques par siècle.	p. 70
Figure 4	Nombre fictif de dunes paraboliques par millénaire.	p. 70
Figure 5	La mesure de l'effort d'échantillonnage des formes.	p. 77
Figure 6	Trois types de dispersion.	p. 77

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Le relevé géomorphologique appliqué au site des dunes Marchand.	p. 66
Tableau 2 :	Le tableau de cotation géomorphologique type d'un site.	p. 71
Tableau 3 :	La mise en place des cotes dans le tableau de cotation géomorphologique.	p. 71
Tableau 4 :	La grille de cotation et des scores pour le site des dunes Marchand.	p. 72
Tableau 5 :	La matrice des performances.	p. 75
Tableau 6 :	Matrice de concordance de quatre sites.	p. 75
Tableau 7 :	Graphe de surclassement obtenu à partir des valeurs fictives du tableau 6.	p. 76
Tableau 8 :	Importance relative de la géographie, de la géographie physique et de la géomorphologie littorale dans les manuels de géographie.	p. 85

Liste des annexes

Annexe 1 : Localisation des sites naturels littoraux de la région Nord-Pas-de-Calais.	p. 155
Annexe 2 : Questionnaire réalisé par le Groupe de Travail Suisse pour la Protection des Géotopes.	p. 159
Annexe 3 : Enquête sur la protection du “patrimoine géologique et géomorphologique” auprès des 22 DIREN de France métropolitaine.	p. 161
Annexe 4 : Résultats de l'enquête sur la protection du “patrimoine géologique et géomorphologique” auprès des 22 DIREN de France métropolitaine.	p. 167
Annexe 5 : Bilan de l'analyse de 14 360 articles recensés dans trois revues scientifiques grand public.	p. 188
Annexe 6 : Fiche descriptive type pour l'analyse des manuels scolaires.	p. 217
Annexe 7 : Enquête sur le patrimoine géologique réalisée dans la région Nord-Pas-de-Calais.	p. 219
Annexe 8 : Résultats de l'enquête sur le patrimoine géologique réalisée dans la région Nord-Pas-de-Calais.	p. 224
Annexe 9 : Statuts de l'association multimédia Geotop.	p. 237
Annexe 10 : Magazine électronique <i>Geotop</i> 1.	p. 242
Annexe 11 : Magazine électronique <i>Geotop</i> 2.	p. 258
Annexe 12 : Le projet Téthys.	p. 278

