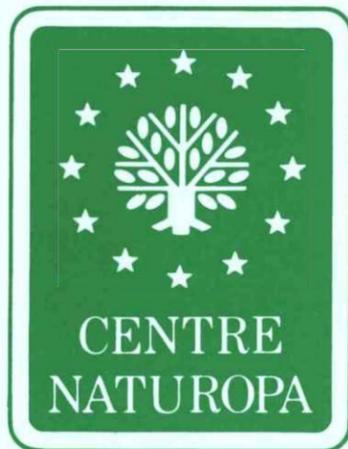


# Naturopa

COUNCIL OF  
CONSEIL DE L' Europe



# Naturopa

N° 65-1990

Editorial	M. Smet	3
Approche qualitative et quantitative	H. Hacourt	5
Cultiver sans labour	G. de Ploey	7
Intérêts divergents	M. Baschung	8
Espace et temps	G. P. Black - G. Gonggrijp	10
Sentier géologique	H. P. Schönlaub	14
Le glacier de Nigardsbreen	L. Erikstad	15
L'Europe de nos choix	C. Lalumière	16
De Zândkoele	G. Gonggrijp	18
Tourbières d'Irlande	D. Daly	20
Falaises danoises	A. Nielsen	22
Côte du Dorset	W. A. Wimbledon	24
Moraines suisses	B. Stürm	26
Eskers de Finlande	O. Kontturi	28
Au Conseil de l'Europe		30

Naturopa est publié en anglais, en français, en allemand, en italien, en espagnol et en portugais par le Centre Naturopa du Conseil de l'Europe, BP 431 R6, F-67006 Strasbourg Cedex.

Editeur responsable: Ing. Hayo H. Hoekstra

Conception et rédaction: Christian Meyer

Production: Koelblindruck, Baden-Baden

Les textes peuvent être reproduits librement, à condition que toutes les références soient mentionnées. Le Centre serait heureux de recevoir un exemplaire témoin, le cas échéant. Tous droits de reproduction des photographies sont expressément réservés.

Les opinions exprimées dans cette publication n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues du Conseil de l'Europe.

Couverture: R. Humler

Page 4: Illustration originale pour Naturopa de F. Schwebel (Strasbourg, France)

Pages 16-17: Paysage, muscardin - Klein-Huber/BIOS  
Bouquetin, ours, rainette, courlis - S. Cordier

## Elément fondamental

En publiant sa Charte des Sols, en 1972 déjà, le Conseil de l'Europe montrait sa préoccupation de cette matière de base que sont les sols. A l'instar de l'eau et de l'air, les sols ont toujours été considérés comme des éléments nécessaires, voire élémentaires, mais dont on n'avait pas à se soucier. Erreur.

Sous leur apparence d'infinité, les sols ont des limites que l'on découvre souvent trop tard. Ce sont les substances résiduelles présentes dans les eaux de boisson par exemple, qui permettent de se rendre compte que les sols n'ont pas pu, ou n'ont pas eu le temps, d'épurer les eaux qui alimentent les nappes phréatiques. Un sol en bon état est essentiel non seulement aux plantes qui y plongent leurs racines, mais aussi aux animaux et à l'homme qui en tirent leur subsistance. Passé le stade de la prise de conscience de la valeur de nos sols et des périls qui les guettent, devra venir notre réaction pour rendre aux sols,

comme à l'air et à l'eau, leur possibilité de régénération.

En octobre s'est déroulé à Bruxelles une conférence ministérielle qui s'est notamment penchée sur la sauvegarde des sols, tant qualitative que quantitative. Les résultats en seront significatifs.

Nous présentons dans ce numéro de Naturopa, une approche nouvelle de la problématique du sol: la science de la Terre (Earth-science conservation) qui étudie le sol dans ses 4 dimensions: longueur, largeur, profondeur et temps.

Naturopa 66, à paraître au printemps 1991, sera consacré aux poissons d'eau douce et à leur biotope et sera un support majeur de la campagne du Centre Naturopa qui leur est dédiée.

H. H. H.



Friess-Irrmann

## Editorial

Première organisation intergouvernementale européenne à s'être préoccupée des problèmes de l'environnement, le Conseil de l'Europe œuvre dans ce domaine depuis bientôt 30 ans. Aujourd'hui, il met son expérience au service d'un des problèmes majeurs de l'environnement pour notre société: la protection des sols.

Fondement de toute vie sur terre, base même de notre production alimentaire, support de toutes les installations humaines, élément clé du fonctionnement de nos écosystèmes terrestres, le sol est l'enjeu de conflits entre ses multiples fonctions et utilisations. De plus en plus menacé de pollution par les métaux lourds, les produits phytosanitaires, les décharges; menacé par le béton, l'urbanisation croissante, érodé par une exploitation abusive et de mauvaises techniques culturales, ses fonctions vitales de production et de filtre sont l'objet de préoccupations croissantes. Le sol, et l'eau qu'il contient, doivent être gérés tant du point de vue qualitatif que quantitatif.

Déjà en 1972, le Comité des Ministres du Conseil de l'Europe adoptait une charte des sols, donnant les principes de base d'une utilisation rationnelle de cette précieuse ressource naturelle.

A l'occasion de la 5<sup>e</sup> Conférence ministérielle de l'Environnement tenue à Lisbonne en juin 1987, les Ministres de l'Environnement demandaient à l'unanimité au Conseil de l'Europe « d'étudier les possibilités d'élaborer un projet de convention approprié sur la protection des sols ». En réponse à ce mandat, une étude de faisabilité a été réalisée sur les actions nationales et/ou internationales pour la protection des sols et des eaux souterraines.

Cette étude donne une définition du concept et des fonctions du sol, une description générale des causes de dégradations naturelles ou imputables à l'homme, ainsi qu'une analyse des divers instruments et mesures de protection existant au niveau national et international. Il ressort clairement de cette étude qu'un instrument international, considérant de façon cohérente tous les aspects de conservation des sols, fait gravement défaut. Pour remédier à cette situation, quatre possibilités sont envisageables:



La Belgique se réjouit d'avoir accueilli en octobre 1990, à Bruxelles, la Conférence ministérielle européenne sur l'Environnement au cours de laquelle ce problème a été discuté. Les Ministres ont examiné cette étude de faisabilité et se sont prononcés pour l'instrument de coopération en matière de protection des sols qui leur a paru le plus approprié.

Lors de cette Conférence, les Ministres ont également étudié le texte d'une Stratégie européenne de Conservation, déclaration visant à permettre aux gouvernements de soutenir une politique intégrée de protection de l'environnement, et de donner un cadre d'ensemble pour les activités futures du Conseil de l'Europe en la matière. La protection des éléments clés de notre écosystème terrestre, Air, Eau, Sol, y sont bien sûr défendus, mais également la protection de la biodiversité, les problèmes posés par les politiques d'aménagement, de transport, de loisirs et le génie génétique par exemple.

Enfin, la Conférence de Bruxelles aura été l'occasion pour les Ministres de débattre des progrès accomplis par la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Convention de Berne) ratifiée aujourd'hui par 21 Etats membres, le Sénégal, le Burkina Faso et la CEE et à laquelle les pays de l'Europe centrale s'intéressent de plus en plus. L'importance de tous ces travaux a fait, sans nul doute, de cette Conférence de Bruxelles une nouvelle étape dans l'affirmation de la volonté de coopération entre tous les pays européens, afin de garantir une Europe où qualité de vie et respect de la démocratie restent des valeurs fondamentales, celles qu'a toujours défendues le Conseil de l'Europe.

Miet Smet  
Secrétaire d'Etat à l'Environnement  
et à l'Emancipation Sociale de Belgique

- la révision et la mise à jour de la charte européenne des sols;
- l'élaboration d'un programme de travail spécifique à la protection des sols qui serait entrepris par le Conseil de l'Europe;
- la préparation d'une recommandation aux gouvernements des Etats membres pour mettre en place une politique cohérente de protection des sols;
- l'élaboration d'une convention européenne pour la protection des sols donnant un cadre international de coopération et qui pourrait être complétée par des protocoles en fonction de l'évolution des problèmes majeurs de protection des sols et des progrès techniques et scientifiques.



## Charte européenne des sols

1. Le sol est un des biens les plus précieux de l'humanité. Il permet la vie des végétaux, des animaux et de l'homme à la surface de la terre.
2. Le sol est une ressource limitée qui se détruit facilement.
3. La société industrielle utilise les sols aussi bien à des fins agricoles qu'à des fins industrielles et autres. Toute politique d'aménagement du territoire doit être conçue en fonction des propriétés des sols et des besoins de la société d'aujourd'hui et de demain.
4. Les agriculteurs et les forestiers doivent appliquer des méthodes qui préservent les qualités des sols.
5. Les sols doivent être protégés contre l'érosion.
6. Les sols doivent être protégés contre les pollutions.
7. Toute implantation urbaine doit être organisée de façon qu'elle ait le moins de répercussions défavorables sur les zones avoisinantes.
8. Lors de l'implantation d'ouvrages de génie civil et dès la conception des plans, leurs répercussions sur les terres environnantes doivent être évaluées et les mesures adéquates prévues.
9. L'inventaire des ressources en sol est indispensable.
10. Un effort accru de recherche scientifique et une collaboration interdisciplinaire sont nécessaires pour assurer l'utilisation rationnelle et la conservation des sols.
11. La conservation des sols doit faire l'objet d'un enseignement à tous les niveaux et d'une information publique toujours accrue.
12. Les gouvernements et les autorités administratives doivent planifier et gérer rationnellement les ressources en sol.

# Approche qualitative et quantitative

Hector Hacourt

Les 12 principes directeurs de la Charte européenne des sols, que tout responsable, à n'importe quel niveau, devrait tenter d'appliquer dans la sphère de ses activités, ont été adoptés par le Comité des Ministres en 1972.

S'il fallait brosser un tableau rapide de la Charte, on pourrait dire que ses différents principes reprennent la notion de ressource limitée du sol, son utilisation adéquate tant par l'agriculture, la sylviculture que par l'implantation urbaine et d'ouvrages du génie civil, les méthodes à appliquer pour sa protection (inventaire, recherche scientifique, collaboration interdisciplinaire, enseignement et information) ainsi que la responsabilité des gouvernements et des autorités administratives.

Vieille de quelques 18 années, la Charte européenne des sols est toujours, et malheureusement, d'actualité. Elle est peut-être même plus actuelle maintenant qu'en 1972, car les problèmes de l'environnement, particulièrement ceux ayant traités aux ressources naturelles, sont, en 1990, plus aigus encore en raison du développement foudroyant de notre société industrielle.

### Sujet oublié

On a beaucoup parlé de l'air, de l'eau, des espaces naturels, mais plus rarement du sol. Pourquoi? Parce qu'il était sans doute difficile de répondre à la question: qu'est-ce que le sol? Pour le commun des mortels, le sol est une surface où on cultive, plante, construit, fouille, creuse. Bref, le sol, sur lequel quotidiennement on se déplace, est le siège des activités humaines.

Pour les spécialistes, la notion de sol est beaucoup plus compliquée car cette ressource est un milieu très complexe, qui subit continuellement des transformations d'ordre naturel ou artificiel. Il existe différentes définitions du sol, bien souvent liées avec ses fonctions. Elles sont plus ou moins bonnes, mais donnent rarement une idée exacte de cette ressource naturelle à la fois complexe et fragile.

Un groupe de spécialistes sur la protection des sols, travaillant dans le cadre du programme d'activités du Conseil de l'Europe, est arrivé, après de nombreuses discussions, à la définition suivante:

«le sol fait partie des écosystèmes terrestres et se trouve à l'interface entre la surface de la terre et la roche en place. Le sol se subdivise en couches horizontales successives ayant des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques particulières et des fonctions différentes. Du point de vue de l'histoire de l'utilisation du sol, de l'écologie et de l'environnement, la notion de sol englobe également les roches sédimentaires et poreuses et d'autres matières perméables ainsi que l'eau qui y est incorporée et les réserves d'eau souterraine.»

Le sol ainsi défini peut atteindre de grandes profondeurs et inclut donc, selon les contextes, le concept des terres.

A partir de cette définition, l'on peut, schématiquement, distinguer six fonctions du sol:

- production de la biomasse,
- action de filtre, tampon et transformation,
- habitat biologique et réservoir génétique,
- support physique,
- source de matières premières,
- patrimoine culturel.

Jusqu'à récemment, le sol pouvait être considéré comme un milieu relativement en équilibre, faisant très peu appel à des énergies et des matières premières extérieures.

### Changements

Les dernières décennies voient s'installer la société de consommation, demander de plus d'emplacements pour les établissements humains et les infrastructures, de plus de produits alimentaires exigeant de ce fait des rendements supérieurs d'où plus de fertilisants et de produits phytosanitaires. Ces changements rapides ont eu une action sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et de ce fait sur ses fonctions qui sont ainsi mises à rude épreuve, causant dans certains cas des dommages irréversibles.

Tout ceci conduit à envisager le sol non seulement sous l'aspect de la protection de ses propriétés (protection qualitative), mais aussi sous l'aspect de l'utilisation qui en est faite (protection quantitative). C'est d'ailleurs ce qui découle des Résolutions adop-

tées respectivement lors des dernières réunions de la Conférence ministérielle européenne sur l'environnement (Lisbonne 1987) et la Conférence des Ministres responsables de l'Aménagement du Territoire (Lausanne 1988). Et c'est aussi dans cette perspective qu'est axé le programme d'activités du Conseil de l'Europe dans le domaine de la protection du sol, sur lequel nous reviendrons ultérieurement.

Etant un élément central de toutes les interrelations écologiques, le sol est une ressource primordiale. De plus, il représente un bien facilement identifiable et a un statut juridique admis, contrairement à d'autres ressources naturelles. Mais il est à constater que jusqu'à ces dernières années, le sol était, juridiquement parlant, le parent pauvre, n'étant pas pris en compte comme élément essentiel de l'environnement. Fait exception à cette règle, le sol considéré comme support de propriétés publiques ou privées (urbanisme, aménagement du territoire). Quelles sont les raisons de cette situation? Il y en a plusieurs:

- la complexité du problème: il est difficile de cerner juridiquement un tel nombre de facteurs qui se retrouvent dans le sol;
- les dangers menaçant le sol sont souvent diffus à leur début et ne se révèlent qu'à long terme et dans la plupart des cas, ne présentent pas de caractère spectaculaire comme les accidents naturels vécus ces dernières années;
- l'impression ressentie par la majorité des gens qui, certainement par ignorance, pense que le sol n'est pas un milieu dynamique et de ce fait ne peut subir des altérations dues aux pollutions;
- l'impression aussi que le sol n'est pas une ressource naturelle au sens strict du mot donc qu'il est inépuisable;
- contrairement à l'eau et à l'air dont chacun a besoin en permanence (on boit tous les jours, on respire continuellement), chacun ne ressent pas pour lui-même le caractère indispensable du sol.

### Approche sectorielle

Dans la majorité des pays, la protection du sol ne figure pas tel quelle dans la législation; elle est simplement intégrée dans la législation sur la protection de l'environnement en général qui, elle-même, est très souvent sectorielle. Suite à la prise de conscience de l'évolution de la pollution de certains sols, favorisée sans doute par la croissance de la pollution des eaux souterraines par les nitrates et les phosphates, il y a eu, ces dernières années, de nombreuses tendances à considérer les problèmes de la dégradation du sol en l'isolant des politiques générales de l'environnement. C'est ainsi que quelques pays ont intégré le sol dans leur politique d'environnement autrement que de façon indirecte ou passive.

De nombreuses organisations internationales, tant gouvernementales que non gouvernementales, se penchent sur les problèmes de protection des sols. Le Conseil de l'Europe n'a pas manqué à son devoir: le sol est une activité prioritaire dans son programme d'activités. Il est à noter que l'Assemblée parlementaire et la Conférence Permanente des Pouvoirs Locaux et Régionaux de l'Europe travaillent depuis longtemps dans ce domaine; ces deux organes ont produit un certain nombre de recommandations qui proposent des mesures concrètes en vue de considérer le sol comme une ressource naturelle au même titre que l'air, l'eau, les habitats, et de maintenir la qualité de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques.

Par ailleurs, les deux Conférences ministérielles déjà citées se sont penchées sur les problèmes du sol. Elles ont adressé au Conseil de l'Europe des résolutions requérant le Comité des Ministres, demandant, d'une part, de voir dans quelle mesure il serait possible d'élaborer un projet de Convention appropriée pour la protection des sols, et d'autre part, de tenir compte de certains principes pour une politique d'utilisation rationnelle du sol. Car l'urbanisation du sol doit être mieux réglementée par des plans d'aménagement nationaux, régionaux et locaux, amenant ainsi une consommation économe et réversible, en principe.

D'autres activités sont entreprises sur le plan intergouvernemental, qui ont une action directe sur la protection du sol. Dans le cadre de ses activités, la Commission des Communautés Européennes demande à ses Etats membres de diminuer la surface de ses terres cultivées en vue de tenter de réduire les stocks de produits alimentaires. A notre avis, toute terre agricole abandonnée aux fins de l'agriculture, devrait toujours être récupérable par celle-ci, personne ne pouvant prédire à moyen et long terme les besoins alimentaires nécessaires à la population humaine.

### Paysages naturels

Par ce biais, le Conseil de l'Europe tente de définir des principes à appliquer en vue de récupérer ces terres agricoles abandonnées à des fins de conservation de la nature. Le but

de l'opération est de rétablir le plus grand nombre possible de milieux naturels, principal moyen de sauver les espèces de flore et de faune sauvages, seul garant de la conservation du patrimoine génétique qui doit rester le plus diversifié possible. Le maintien du paysage rural traditionnel n'a pas seulement des conséquences sur le plan esthétique et culturel, mais aussi une influence directe sur la qualité des sols. Le Conseil de l'Europe oeuvre dans ce sens, en vue de maintenir, de créer ou de recréer des paysages naturels, entre autres des paysages ruraux, afin de garder à l'environnement européen toute la diversité qui le caractérise.

Comme l'on peut s'en rendre compte, la tâche est immense et loin d'être terminée. Il est capital de sauver cette ressource naturelle indispensable car elle est le support de nos activités agricoles et forestières, touristiques, sociales et économiques. Heureusement, il y a une prise de conscience de la valeur réelle du sol. Sans sol de qualité, capable de remplir les fonctions qui lui sont propres, l'humanité court à sa perte. L'Afrique, et principalement les pays du Sahel, avec la désertification de ses territoires, sont pour nous un signal d'alarme qui doit nous faire prendre conscience de l'état d'urgence des vrais problèmes de notre survie. ■

Ir H. Hacourt

Administrateur principal  
Direction de l'environnement  
et des pouvoirs locaux  
Conseil de l'Europe

Tulipes sauvages dans les vignes d'Alsace: protection des sols



G. Lacoumette



G. Lacoumette

Erosion du sol avec ravinement. Pendant 5 à 6 mois par an les couches superficielles sont pratiquement nues et exposées aux agents érosifs.

## Cultiver sans labour

Jan de Ploey

La conservation des sols est une nécessité dans les régions de loess de l'Europe du nord-ouest situées juste au sud de la plaine de la Baltique. La ceinture de loess s'étend du sud-est de l'Angleterre à la Rhénanie-Westphalie et à la Basse Saxe en passant par le nord de la France et le centre de la Belgique. Elle couvre de 8 à 10 millions d'hectares, dont plusieurs millions d'hectares subiraient des taux de perte de sol inacceptables de l'ordre de dizaines de tonnes par hectare et par an. Cette ceinture de culture traditionnelle de céréales et de betteraves sucrières est un paysage vallonné de champs ouverts de collines de 50 à 100 m de hauteur. Les vallées effondrées au Quaternaire créent des potentialités d'érosion. Des raisons hydrauliques font qu'une érosion en rigoles se produit très fréquemment sur les pentes excédant 4 à 5%. Les terres arables, de consistance légère, se caractérisent souvent par de forts coefficients d'écoulement d'où une dégradation de la couche superficielle avec la formation d'une croûte épaisse bouchant tous les orifices. L'érosion des sols est très critique durant la période d'avril à juin, car la plupart des couches cultivées sont encore peu couvertes et les précipitations causent beaucoup de dégâts.

Dans certains bassins versants avec des pentes en moyenne de moins de 4 à 5%, le ruissellement est encore important et des ruisseaux temporaires peuvent creuser de véritables chenaux. On peut donc établir une certaine distinction entre les mesures de conservation des pentes et la protection des thalwegs.

### Dans la région de Huldenberg

Huldenberg est situé entre Bruxelles et Louvain dans la province belge du Brabant, au centre de la ceinture de loess précitée. La couche de loess y est souvent très fine – moins d'un mètre d'épaisseur – et recouvre des sédiments stériles. Le premier objectif de la lutte à long terme contre l'érosion doit être la préservation de la couche de loess, car dans certaines parcelles les agriculteurs labourent déjà dans les sables ou les argiles.

D'une manière générale, on ne peut supprimer l'érosion par des interventions simples comme le labour suivant les courbes de niveau, les cultures en bandes alternées parallèles ou un labour à grosses mottes. Des années de recherche sur le terrain et de discussions avec les agriculteurs ont abouti à la même conclusion. Si l'on suppose que les rotations de cultures demeureront essentiellement les mêmes dans un avenir proche, la lutte contre l'érosion passe obligatoirement par la mise en oeuvre d'un labourage «de conservation». La seule alternative passe par une restructuration complète des couches superficielles afin de limiter le risque d'érosion et d'accroître les taux d'infiltration. Cette dernière solution, techniquement faisable, est difficile à envisager en raison des contraintes financières. Une stratégie de reboisement ou de mise en pâture pose des problèmes encore plus aigus.

En 1985, le Laboratoire de géomorphologie expérimentale de Louvain a décidé de tester la technique de culture «sans labour» en commençant avec de l'orge d'hiver. La technique consiste à semer en lignes directement dans le chaume de la précédente récolte, qui, tel un écran, protège le sol. Toutes les expériences de culture «sans labour» ont été menées depuis lors en collaboration avec les agriculteurs locaux, sans tests préliminaires sur des parcelles expérimentales particulières.

Les pentes vont de 2 à 20%. Dans certaines parcelles, des rigoles formées par le labourage traditionnel ont dû être comblées avant les semences en lignes. L'orge d'hiver a été planté au début d'octobre et récolté vers le début d'août. L'application d'herbicides et de pesticides décidée par les agriculteurs était analogue à celle prévue pour les parcelles labourées de manière traditionnelle. Jusqu'à présent aucune mauvaise herbe ou maladie particulière n'est apparue, mais la période d'essai est évidemment beaucoup trop courte pour que l'on puisse s'attendre à une évolution significative. On peut obtenir des précisions sur cette opération en s'adressant au laboratoire de Louvain.

Le semoir «sans labour» employé en 1987 est le deuxième prototype construit en collaboration avec une usine locale. Les graines sont plantées à deux ou trois centimètres de

fondeur dans des sillons ouverts dans le chaume de la récolte précédente par une machine ressemblant à une série de burins. Les tuyaux du semoir sont très proches des lames qui ouvrent les sillons et les graines sont injectées pneumatiquement, en douceur, d'où une efficacité maximale.

Comme on s'y attendait, l'érosion en rigoles a été complètement éliminée sur les parcelles ainsi cultivées. Lors de gros orages, les coefficients d'écoulement sont encore élevés mais les eaux de ruissellement sont peu chargées en limon.

La campagne de culture «sans labour» peut se résumer ainsi:

1985-1986: 1 agriculteur, 1 parcelle de 1,4 ha, orge d'hiver

1986-1987: 3 agriculteurs, 3 parcelles totalisant 2,6 ha, orge d'hiver

1987-1988: 5 agriculteurs, 6 parcelles totalisant 8,2 ha, orge d'hiver et une parcelle de blé d'hiver

1988-1989: 4 agriculteurs, 4 parcelles totalisant 4,2 ha, orge d'hiver.

Les rendements d'orge d'hiver (5,6 à 7,2 tonnes/ha, mais 1987 a été une année humide) ont été égaux ou supérieurs aux valeurs moyennes obtenues dans les autres exploitations. Les agriculteurs apprécient la réduction évidente de l'érosion des sols et aussi l'économie de main-d'oeuvre, d'énergie et de temps.

Les expériences de culture «sans labour» ont favorisé la recherche fondamentale sur les effets différents de la compaction et du paillage sur l'érosion des sols. ■

Prof. J. de Ploey

Président de la Société européenne de conservation des sols  
Laboratorium voor Experimentele Geomorfologie  
Instituut voor Aardwetenschappen  
Redingenstraat 16 bis  
B-3000 Leuven



A. Labhardt

# Intérêts divergents

Marius Baschung

Les réflexions qui suivent reposent sur la réalité qu'on observe en Suisse, pays d'une superficie de quelque 41000 km<sup>2</sup>, dont environ 67,4% sont le domaine de la haute montagne, des rochers, de la glace et de la neige, des lacs, de la forêt, des alpages et des prairies à faible rendement. Les implantations humaines – c'est-à-dire, en particulier, l'habitat, les locaux professionnels, les transports, les services publics – ainsi que les espaces qui ont une fonction de ravitaillement ou de détente et de loisirs, occupent les 13500 km<sup>2</sup> restants. C'est là, pour l'essentiel, que vit la population. 90% des habitants vivent à une altitude égale ou inférieure à 800 mètres – sur 18% de la superficie du pays. Cela donne une densité de quelque 780 habitants au km<sup>2</sup>.

Un élément décisif pour l'organisation de l'occupation des sols est le principe, inscrit dans la Constitution fédérale, qui recommande «l'utilisation judicieuse du sol et l'occupation rationnelle du territoire».

La réglementation de l'utilisation des sols, qui est l'un des principaux objectifs de l'aménagement du territoire, est censée garantir une approche économe dans la relation avec le sol; telle est, en tout cas, la manière dont le législateur interprète, dans l'Article 1, paragraphe 1, de la Loi du 22 juin 1979 relative à l'aménagement du territoire, la mission inscrite dans la Constitution. C'est pourquoi il incombe à l'Etat fédéral, aux cantons et aux communes d'harmoniser mutuellement leurs activités spatiales et de mettre en oeuvre une politique de peuplement qui aille dans le sens du développement souhaité du pays. A cette fin, il faut coordonner les activités publiques dans leur contexte spatial; mais il faut aussi, et surtout, promouvoir des utilisations du sol équilibrées en fonction des divers besoins – publics, mais aussi, et dans une mesure beaucoup plus importante, privés. Partout où cela se produit, l'Etat fédéral, les cantons et les communes doivent être attentifs aux données naturelles, ainsi qu'aux besoins de la population et de l'économie. La loi dit expressément qu'en matière de réglementation des utilisations foncières – il suffit de songer aux schémas directeurs dans les communes – il faut toujours peser soigneusement les intérêts en jeu. Equilibrer les intérêts entre eux: telle est la tâche noble, ou disons simplement la mis-

sion éthique de l'aménagement du territoire. D'où l'obligation de garantir une pluralité d'utilisations – pour le logement, les activités professionnelles, l'agriculture, les loisirs etc.; et, dans ce contexte, on doit s'attacher à protéger autant que possible tous les intérêts, y compris ceux que ne défend aucun lobby. En outre, l'aménagement du territoire – qui est, de tout temps, un puissant moyen de protection de l'environnement – doit, plus que jamais, contribuer à préserver l'équilibre écologique au niveau de la commune, de la région et du pays tout entier.

## Absence de consensus

De telles idées sur l'aménagement du territoire, qui procèdent très clairement de la Constitution et de la loi, sont-elles, finalement, réalisables? Il n'est pas facile de répondre à cette question, car il n'existe pas de consensus social général au sujet des actions à entreprendre dans le domaine de l'aménagement du territoire. Les divergences commencent dès le stade de l'interprétation de l'objectif exprimé à l'Article 22 quater de la Constitution: «l'utilisation judicieuse du sol» et «l'occupation rationnelle du territoire». On est à peu près d'accord, aujourd'hui, sur la nécessité de lutter contre l'éparpillement de l'habitat. On s'accorde de plus en plus à reconnaître, également, qu'on doit se montrer économe dans la manière d'utiliser le sol. Mais comment doit-on, en définitive, agir pour poursuivre efficacement, et attein-

dre, des objectifs formulés de manière aussi générale? Cette question est assurément, et continuera d'être, vivement controversée. Non seulement parce qu'on observe, en ce qui concerne l'application des moyens, de grandes divergences d'opinion entre les «fondamentalistes» et les «réalistes»; et non seulement parce que l'illusion – nostalgiquement conservée – de l'autorégulation des intérêts ne cesse d'interférer avec le débat; mais tout simplement, parce que les données auxquelles est confronté quotidiennement l'aménagement du territoire se modifient constamment. Je songe ici essentiellement aux besoins de la population et de l'économie, auxquels l'Article 1, paragraphe 1 de la Loi d'aménagement du territoire renvoie expressément. A cela s'ajoutent les défis spécifiques, qui sont en quelque sorte immanents à l'aménagement du territoire. Quelques remarques à ce sujet:

– En matière de réglementation d'utilisations foncières, on assiste presque toujours à des conflits d'intérêts. Le droit suisse stipule que cette réglementation – d'ordinaire au plan communal – doit voir le jour dans le cadre d'une prise de décision démocratique. Mais la décision de la majorité ne peut se substituer à la sauvegarde, si impérieusement nécessaire, de la diversité des utilisations. L'équilibre des intérêts est une chose; une décision majoritaire en est une autre. Dans l'exécution de la mission inscrite dans la Constitution, il s'agit aussi de protéger des intérêts en faveur desquels aucune majorité ne s'est dégagée.

– En outre, le principe constitutionnel tendant à assurer l'équilibre des intérêts dans le cadre d'une pluralité d'utilisations – qui doit être garantie dans une optique écologique – ce principe n'est pas pleinement réalisable. En effet, celui qui, dans le débat concernant cet équilibre, a obtenu certains avantages n'est astreint à aucune contrepartie. En matière d'occupation des sols, les règlements pris en application de la Loi d'aménagement du territoire fixent les droits, mais non les obligations. L'heureux propriétaire foncier, dans la zone résidentielle, peut tout simplement surseoir à sa décision concernant le point de savoir s'il entend ou non se conformer aux conceptions urbanistiques de la collectivité. Cette attitude n'entraîne pour lui aucun inconvénient; ou, si inconvénients il y a, ils sont largement compensés par les avantages. S'il se conforme aux aspirations de la collectivité, et que, par exemple, il accepte que pour assurer une offre de logement suffisante on construise sur son terrain sis dans la zone constructible, – renonçant ainsi à «thésauriser» ledit terrain – il n'est pas sûr qu'il continuera, par la suite, d'avoir les mêmes sentiments en tant que citoyen.

– Il n'est donc pas étonnant que, de temps à autre, un aménagement qui va dans le sens de la Constitution et de la loi, et qui est conforté par décision démocratique, doive céder le pas à un comportement qui met au premier plan les intérêts particuliers. En d'autres termes, l'équilibre des intérêts, en matière d'aménagement du territoire, n'est possible que si l'on fait bien comprendre aux citoyens la nécessité de sauvegarder la diversité des utilisations – par exemple, la nécessité de réserver un pourcentage de surface minimum pour telle utilisation. Mais par rapport à la responsabilité que nous exigeons du citoyen, au niveau de la décision relative à un tel équilibre des intérêts, les efforts que nous avons déployés, à ce jour, pour assurer l'information qui devrait précéder la décision sont caractérisés par une insuffisance coupable.

Doit-on penser qu'en raison de toutes ces difficultés l'aménagement du territoire ne constitue pas un moyen valable d'équilibrer les intérêts afférents aux diverses utilisations du sol? La dépense d'argent et d'énergie ne serait-elle pas justifiée? Sera-t-on amené à recourir à des solutions qui empiètent davantage sur les droits des propriétaires fon-

ciers; à des solutions moins démocratiques, voire à des solutions qui ne laissent pas de place à la participation de la population? Face à ces questions, et à d'autres encore, il y a, en tout cas, une chose qu'on ne doit pas oublier: il n'existera jamais de formule universelle, valable en tout temps, qu'on pourrait appliquer au processus de l'aménagement du territoire. Celui-ci implique une confrontation permanente avec les données politiques, économiques, culturelles et écologiques. L'aménagement du territoire est une tâche politique à laquelle nous ne pouvons nous soustraire; car, à mon avis, il n'y a pas d'autre issue.

M. Baschung

Ancien Directeur de l'Office fédéral de l'aménagement du territoire  
Eigerstrasse, 65  
CH – 3003 Bern

«Conflits d'intérêts»



K. Amann

# Espace et temps

## Une approche nouvelle

George P. Black  
Gerard Gonggrijp

La planète Terre est née il y a quelque 4 milliards 600 millions d'années. Depuis sa naissance, elle a été à maintes reprises altérée par l'interaction d'un large éventail de processus naturels et les paysages que nous voyons aujourd'hui ne sont que la dernière et éphémère expression de leur fonctionnement incessant. Lorsqu'aux débuts de l'histoire de la Terre, la Vie a commencé elle a tiré profit des environnements qu'elle a trouvés et, ce faisant, a apporté sa propre contribution aux processus de façonnage de la Terre. Aujourd'hui ne diffère absolument pas d'un autre jour dans la longue histoire de la Terre car les processus physiques se poursuivent et la Vie sous toutes ses formes exploite encore leurs produits.

Le spécialiste des sciences de la Terre a pour tâche d'étudier la Terre dans l'espace et dans le temps. Tout d'abord, il faut déterminer la constitution actuelle de la planète puis, avec ce point de départ, on peut démêler son histoire grâce à une compréhension des processus qui en sont responsables. Dans cette quête, le Présent est la clé du Passé de sorte que les spécialistes des sciences de la Terre doivent consacrer beaucoup de temps et d'efforts à l'acquisition d'une compréhension complète de tous les processus naturels actuellement actifs avant de pouvoir entamer le travail d'interprétation. Certains processus opèrent à l'intérieur de la Terre et exercent leur action sur la croûte terrestre. A court terme, ils font connaître leur existence par des phénomènes tels que les séismes et les éruptions volcaniques. Toutefois, à long terme, leurs effets cumulatifs sont encore plus dramatiques. Le mouvement de l'intérieur fluide de la Terre s'est rompu et a réuni les continents à travers le temps géologique – processus initialement appelé dérive des continents mais réintitulé maintenant, pour sacrifier à la mode, tectonique des plaques – et ce faisant a soulevé de vastes chaînes de montagne telles que les Alpes et l'Himalaya. Entre-temps, la chaleur engendrée au sein de la Terre a entraîné l'activité volcanique qui a construit l'Islande et la plupart des autres îles océaniques.

À la surface, le changement est continu, tous les paysages étant modifiés par l'action de l'eau, du vent et de la glace. Les effets de ces processus extérieurs sont plus évidents et, partant, plus familiers. Dans les montagnes, les fleuves coupent des vallées profondes, brisant la roche et l'entraînant à l'aval pour la déposer en sédiments à l'endroit où ils se jet-

tent dans la mer. La pluie ruisselle sur le sol et s'écoule dans les fleuves ou, lorsque les conditions s'y prêtent, s'infiltre dans la Terre pour réapparaître plus loin en source. Lorsque la végétation est éparsée ou absente, les matériaux mobiles sont balayés par le vent et déposés ailleurs. Dans les climats froids, lorsque la neige tombe et s'accumule, des glaciers se forment et, près de leur source, creusent les roches pour former des fjords et des lacs. Les matériaux enlevés sont ensuite déposés sur les rives des glaciers où ils sont fréquemment retravaillés par l'eau provenant de la glace qui fond. La mer joue un rôle varié. Elle agit parfois comme puissant agent d'érosion rongant les falaises et les plages le long de son bord, alors qu'ailleurs elle recueille passivement les sédiments apportés par les fleuves, les glaciers ou transportés par le vent.

Enfin, il y a des agents extra-terrestres qui affectent notre planète. L'importance de certains d'entre eux fait encore l'objet de discussions, mais il ne fait aucun doute que la Terre continue à recevoir des matériaux de l'espace – sous la forme d'étoiles filantes et de météorites – et d'aucuns prétendent que certains événements significatifs de notre histoire tels que l'extinction du dinosaure doivent être attribués à des causes extra-terrestres.

### L'impact de l'homme

L'arrivée de l'homme a modifié l'équilibre entre les diverses forces naturelles qui ont façonné la Terre. Son impact a tout d'abord été faible, mais il a progressivement augmenté avec le temps jusqu'à ces dernières années où il est devenu un facteur d'une puissance considérable.

En quelques milliers d'années, sur de vastes régions, l'homme a remplacé une grande partie de la végétation naturelle par des plantes cultivées. Dans certaines zones particulièrement vulnérables, cela a favorisé le processus de dénudation et d'érosion, occasionnant une expansion de certains types de paysages tels que les maquis et garrigues des pays méditerranéens. Les méthodes d'agriculture, plus intensives, ont demandé de plus en plus la suppression des formes de terre de faible étendue et ont détruit par un labourage en profondeur les profils de sols qui s'étaient développés sur des centaines, voire des milliers d'années. Le drainage a entraîné l'abaissement des niveaux des eaux souterraines ce qui peut occasionner une grave perte de données géologiques relatives au passé récent notamment lorsque celui-ci a été préservé dans des conditions anaérobies associées avec des sédiments organiques tels que la tourbe.

Les mesures prises pour régulariser les fleu-

ves perturbent le caractère naturel des réseaux hydrographiques. Ce processus est extrêmement avancé aux Pays-Bas où pratiquement toutes les rivières et les ruisseaux ont été endigués et plus ou moins régularisés. Bien que les canaux soient efficaces et ne soient pas dépourvus de beauté, ils sont dépourvus de l'attrait – et de l'intérêt scientifique – des rivières serpentantes qu'ils remplacent!

Le long d'une grande partie de la côte, les projets destinés à empêcher l'érosion marine ont eu un effet marqué en empêchant les processus naturels d'érosion et de dépôt marins d'opérer et en particulier en empêchant la dénudation naturelle et continue des rochers par la mer. De même, la stabilisation des systèmes de dunes côtières et intérieures met abruptement fin au fonctionnement des processus naturels.

L'extraction de minéraux tels que l'argile, le sable, le gravier, la tourbe et la craie exposent les couches extérieures de la croûte terrestre, le plus souvent là où ces expositions n'existaient pas auparavant. Dans cette mesure, l'extraction des minéraux est bénéfique pour les sciences de la Terre. Dans le passé, la plupart des excavations de minéraux étaient largement éparpillées et de petite étendue et jusqu'à récemment sauf dans les régions où l'on travaille la tourbe, elle n'influençait pas beaucoup la morphologie. Toutefois, au fur et à mesure que les minéraux devenaient plus faciles à transporter, l'extraction minière a eu tendance à se concentrer dans les petites régions où elle est particulièrement rentable. De ce fait, le nombre des excavations de minéraux a beaucoup diminué alors que leur dimension a beaucoup augmenté. Leur nombre en baisse et la localisation grandissante de leur distribution ont diminué les avantages qu'elles procurent aux sciences de la Terre, tandis que la dimension grandissante des chantiers d'exploitation a fortement accru leur impact sur les caractéristiques géomorphologiques, même celles de grande ampleur.

Dans la plupart des cas, la création d'expositions montrant la structure et la composition interne des formes de terrain dues à l'extraction minérale ne compensent que faiblement la destruction finale de la forme de terrain elle-même. De plus, ces expositions, même lorsqu'elles témoignent de phénomènes géologiques et pédologiques de grand intérêt ont tendance à n'être que temporaires car, comme toutes les expositions, naturelles ou artificielles, elles risquent d'être cachées par des processus naturels ou, comme c'est le cas pour de nombreux puits et carrières à l'abandon, par une «restauration» entraînant remplissage et remise en végétation.

L'impact de l'urbanisation est également défavorable en ce qu'il empêche l'accès aux couches qui sont situées en-dessous de la surface et masque, voire détruit, des formes entières de terrain.



1. Nigardsbreen (N)
2. Eskers (SF)
3. Tourbières d'Irlande (IRL)
4. Dorset (GB)
5. Lonstrup Klint (DK)
6. Hanklit (DK)
7. Bovbjerg (DK)
8. Stevn's Klint (DK)
9. Mons Klint (DK)
10. Bornholm (DK)
11. Heetveld (NL)
12. Zug (CH)

développement écologique. Même si la végétation n'est pas d'origine mais a été remplacée, les zones dont le sol reste largement intact peuvent encore être d'une valeur potentielle pour l'écologie.

On peut également ajouter des considérations éthiques. Devons-nous par exemple transformer partout le paysage géologique naturel qui s'est formé au cours de milliers voire de millions d'années en un paysage artificiel? Des considérations de ce genre viennent s'ajouter aux arguments largement objectifs en faveur d'une conservation basée purement sur les besoins des sciences de la Terre – et aussi ceux basés sur l'écologie – et aboutissent à la perception plus subjective du paysage en tant qu'agrément. Il est naturel que les spécialistes des sciences de la Terre donnent la priorité à leurs propres motifs particuliers de conservation mais, à l'instar des biologistes et des experts en agrément du cadre naturel, ils ne doivent pas oublier que la conservation peut être justifiée par d'autres raisons.

### Sélection de sites

Notre environnement naturel peut être utilisé à de nombreuses fins différentes dont la fourniture d'informations sur les processus géologiques et leurs résultats n'est qu'une des utilisations. En formulant une politique plus globale d'utilisation des sols, tous les autres usages potentiels et rivaux doivent être respectés et il faut assurer un équilibre – pour la conservation des sites de sciences de la Terre, des compromis doivent être réalisés notamment lorsque les alternatives possibles (par exemple l'extraction minière et la conservation de la géomorphologie) sont clairement incompatibles. Il est donc nécessaire de pouvoir sélectionner les caractéristiques qui méritent d'être conservées. Il est tout aussi impératif de pouvoir justifier cette sélection en étant en mesure de démontrer qu'elle a été fondée sur la bonne application d'une série de critères rationnels qui ont été mis au point pour s'adapter à la politique de conservation de la nature.

L'impact humain sur une échelle aussi grande peut entraîner une destruction partielle ou totale de sections géologiques ainsi que de caractéristiques et sols géomorphologiques entiers. On en trouve des exemples célèbres dans de vastes parties des moraines de Salpausselkä en Finlande et dans la construction d'un quartier urbain sur un réseau fluvial anastomosé «fossile» unique aux Pays-Bas. D'autres pertes sont produites avec le déclin des régions de tourbe en Europe du Nord-Ouest, avec l'expansion des régions d'exploitation de la houille brune en Allemagne et, sur une plus petite échelle, avec la perte d'un certain nombre de sections types – les normes nationales et internationales irremplaçables dont dépendent les sciences de la Terre – telle que la section type originale pour le Tiglian.

En résumé, la croissance rapide de la population et du développement technique a entraîné une augmentation tout aussi rapide des impacts subis par le paysage géologique qui, à de nombreux endroits, a subi des changements irréversibles. De nombreuses caractéristiques géologiques ont été formées il y a des milliers voire des millions d'années et sont, en fait, «fossiles» plutôt qu'en développement actif – une fois détruites, ces caractéristiques sont perdues à jamais. Même dans le cas de phénomènes associés à la période glaciaire récente – phénomènes qui constituent une part très importante des paysages géologiques d'Europe – il n'y a aucune chance pour qu'une fois détruits ou endommagés ils puissent être remplacés ou remis en état. Même dans l'hypothèse où il y aurait une nouvelle période glaciaire, il faudra très longtemps avant que la calotte glaciaire

scandinave avance à nouveau sur la Russie, la Pologne, l'Allemagne et les Pays-Bas pour réparer le dommage que nous occasionnons aux paysages produits par celle qui l'a précédée!

### Nécessité d'une conservation des sites de sciences de la Terre

Au cours des quelques décennies écoulées, la dégradation continue du paysage géologique par l'intermédiaire de laquelle des nombres grandissants de zones d'études traditionnelles et nouvelles ont été affectées de façon préjudiciable par tous les types d'activités humaines, a de plus en plus alarmé les spécialistes des sciences de la Terre. L'une après l'autre les caractéristiques géomorphologiques ont disparu en partie ou même complètement de sorte que le paysage a changé petit à petit. Des sections dans les puits, les carrières et les excavations, utilisées par les géologues comme référence ou appréciées en tant qu'exemple, ont disparu après avoir été remplies et remises en végétation. Toutes ces activités sont néfastes pour le but premier de la conservation des sites de sciences de la Terre qui est d'essayer d'assurer le maintien de toutes les formes de terrain et de toutes les expositions nécessaires pour la recherche, la formation et l'éducation.

Il y a, bien entendu, d'autres raisons pour lesquelles les sites des sciences de la Terre doivent être conservés. Par exemple, des zones intactes ou pratiquement intactes qui conservent leurs sols et leur végétation originaux sont très importantes pour l'étude du

Les critères utilisés dans la sélection d'importants sites de sciences de la Terre sont plus ou moins les mêmes dans la plupart des pays et englobent la rareté, l'état actuel, la représentativité, la diversité et l'importance scientifique et/ou éducative. En outre, d'autres aspects tels que la dimension, la clarté, l'accessibilité et la vulnérabilité sont jugés importants. La possibilité de recréer un site présente moins souvent de l'intérêt car il faut toujours se rappeler que la plupart des sites de sciences de la Terre sont irremplaçables. Après avoir été évalués grâce à divers critères, les sites doivent souvent être classés en sites d'importance internationale, nationale, régionale et locale, par exemple. Dans cette classification, les sciences de la Terre ont un grand avantage en ce qu'un système mondial identifiant les sections normalisées de statut international et national a déjà été établi il y a de nombreuses années.

### Conservation de sites en Europe

A la fin du XIXe siècle, l'impact humain grandissant sur le paysage a entraîné l'apparition dans le monde entier de mouvements de conservation de la nature dans lesquels les biologistes jouaient le rôle principal. Les spécialistes des sciences de la Terre, dont beaucoup étaient impliqués dans l'exploitation des ressources naturelles, n'étaient généralement pas animés par le même enthousiasme. De plus à cette époque, l'exploitation minière n'était pas extensive au regard des normes actuelles, était peu réglementée, et la «restauration» dommageable des installations désaffectées n'était pas couramment pratiquée. Néanmoins, les spécialistes des sciences de la Terre et les membres des sociétés de conservation de la nature ont progressivement pris une part de plus en plus grande dans la conservation des sites.

Les blocs erratiques transportés par la glace ont été une des premières caractéristiques à impressionner et défier les spécialistes des sciences de la Terre. Il n'y a donc rien de surprenant à ce que ces blocs aient été parmi les premiers à bénéficier d'une protection. En 1867 la Commission géologique de la société suisse de recherche sur la nature (Geologische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft) proposa de protéger les blocs erratiques et, peu après, l'Etat suisse acheta les plus importants. A peu près à la même époque, la ville d'Edimbourg protégeait le célèbre «rocher d'Agassiz» sur Blackford Hill, une paroi

striée où, en 1840, le géologue suisse Agassiz, avait trouvé des preuves de l'existence antérieure de glaciers en Ecosse.

Les sociétés de conservation bénévoles ont souvent eu une grande influence sur la politique des gouvernements. La première société néerlandaise de conservation de la nature créée en 1905 reconnut l'importance de la conservation des sites de sciences de la Terre. Peu après, en 1907, l'Etat établit ses premières réserves naturelles parmi lesquelles figurait une zone de dunes intérieures témoignant de processus éoliens actifs.

En 1909, la société géographique norvégienne recommanda que des dispositions pour la protection des sites minéralogiques et géologiques d'importance scientifique et historique soient incluses dans la première loi norvégienne sur la conservation de la nature. Cette loi entra en vigueur en 1910 et fut une des premières du genre en Europe. En 1905, lors d'une réunion de la société géologique de Stockholm, de Geer attira l'attention sur la nécessité de conserver les monuments naturels. Cela entraîna la préparation du premier inventaire officiel des sites de sciences de la Terre en Suède.

Ces exemples d'initiatives précoces dans le développement du mouvement de conservation des sites de sciences de la Terre en Europe étaient prometteurs, mais, dans la pratique, de nombreuses années s'écoulèrent avant que la conservation de ces sites puisse obtenir un statut égal à celui de la conservation archéologique et biologique. Entretemps, malgré d'excellentes intentions officielles, c'est essentiellement l'action individuelle qui a entraîné la protection des sites et, bien que dans certains pays des inventaires des sites de faible ampleur aient été dressés, ces initiatives n'ont pas abouti à l'adoption de politiques nationales efficaces pour la conservation des sites de sciences de la Terre.

En 1949, le Parlement britannique vota la loi sur les parcs nationaux et l'accès au monde rural qui a défini la politique de conservation de la Grande-Bretagne pendant plus de 30 ans. Cette loi faisait de la conservation des sciences de la Terre un partenaire égal de la conservation biologique et, lorsque peu après la commission de conservation de la nature (qui s'intitule actuellement le Conseil de conservation de la nature) a été créé comme organe officiel national de conservation, sa structure prévoyait une section géologie distincte chargée de la conservation des sites de sciences de la Terre, ce qui constituait alors un événement unique dans la conservation des sites de sciences de la Terre en Europe. La section et ses successeurs dressèrent de nombreux inventaires et exécutèrent un large éventail d'autres projets, mais il apparut bientôt que le fait d'être reconnu

comme un égal ne signifiait pas nécessairement d'être traité comme tel. En effet, les sciences de la Terre recevaient systématiquement bien moins que leur juste part des ressources disponibles.

### Prise de conscience tardive

Dans la plupart des pays européens, l'adoption d'une politique plus active de conservation des sites de sciences de la Terre date d'un peu plus tard, souvent de la fin des années 60 et du début des années 70, le choix du moment étant influencé par le réveil général de l'ensemble du mouvement de conservation de la nature.

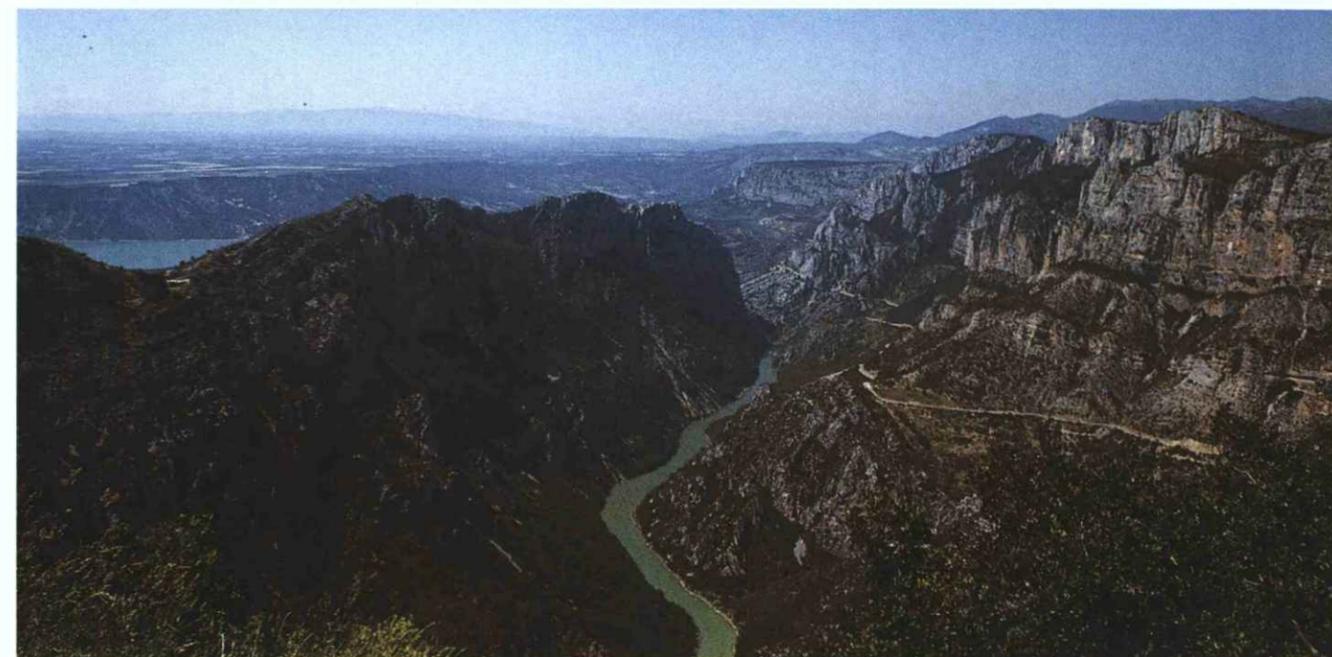
En Suède, un vaste débat sur la protection des eskers fit apparaître que l'importance pour les sciences de la Terre de certains eskers méritait bien un examen spécial. Cela entraîna la reconnaissance de la conservation des sites de sciences de la Terre dans la loi de 1952 sur la conservation de la nature et l'adoption d'un certain nombre d'initiatives. Plusieurs projets axés sur la conservation de ces sites furent lancés au cours des années 60 et 70 et ils se poursuivent encore. On peut citer à titre d'exemple l'inventaire géomorphologique de la Suède septentrionale.

A l'occasion de la création du ministère norvégien de l'environnement, on entama comté par comté, l'élaboration de plans, afin de montrer les zones et sites présentant de l'intérêt pour la conservation, y compris pour les sciences de la Terre, et ce programme se poursuit encore.

L'élaboration d'inventaires nationaux des eskers de Finlande a débuté en 1972. Ils sont destinés à fournir une base factuelle pour les décisions de planification physique telles que les crédits à affecter à l'extraction du gravier, à l'utilisation récréative et à la conservation. Un inventaire national d'autres types de sites des sciences de la Terre est actuellement en préparation.

L'élaboration d'un inventaire du patrimoine national en Irlande a commencé au début des années 70 et les résultats en ont été publiés en 1981. Cette publication englobe les sites de sciences de la Terre, mais ces localités ne sont pas couvertes par la loi sur la vie sauvage (loi sur la conservation de la nature). La protection de ces sites a été laissée à la réglementation de la planification par les pouvoirs locaux, système qui ne fonctionne pas de façon satisfaisante dans la pratique.

Le Groupe de travail néerlandais «GEA» a entamé la préparation d'un inventaire exhaustif à l'échelle nationale en 1969 et a achevé cette tâche en 1988. A la suite de ces activités, la conservation des sites de sciences de la Terre a été reconnue en 1982 dans un programme structurel pour la conservation de la nature et de l'environnement naturel. Bien que ce programme ne se soit pas directement traduit en une politique concrète de la conservation il a des implications pour l'avenir. Dans le plan de politique de la nature publié en 1989, la conservation des sites



Gorges du Verdon (France): remarquable exemple d'érosion fluviale

de sciences de la Terre est citée comme l'un des quatre objectifs de conservation et des propositions en vue de nouveaux projets dans ce domaine ont récemment été formulées.

En 1984, le ministère danois de l'Environnement a publié une liste de 197 sites d'intérêt national pour les sciences de la Terre devant servir de base à la conservation. D'autres inventaires à l'échelon du comté ont également été achevés.

L'étude géologique espagnole procède actuellement à l'annotation de plusieurs guides des sites de sciences de la Terre servant de base à la conservation et à l'éducation.

Dans les pays à structure fédérale, l'initiative de l'élaboration d'inventaires a principalement été prise à l'échelon provincial.

En Autriche, le Voralberg a pris la tête: un inventaire des sites de sciences de la Terre est en cours d'élaboration en collaboration avec l'université d'Amsterdam. A Saint-Gall, en Suisse, on a commencé à élaborer des inventaires à l'échelon municipal. Dans plusieurs Länder de la République fédérale d'Allemagne, les études géologiques et les instituts géologiques sont actifs dans ce même domaine.

Le bilan ci-dessus est loin d'être exhaustif et les données manquent pour de nombreux pays. Il servira néanmoins à donner une indication des activités actuelles dans le domaine de la conservation des sites de sciences de la Terre en Europe.

### Coopération internationale

Jusqu'en 1988, dans pratiquement tout le domaine de la conservation des sites de sciences de la Terre, les contacts bilatéraux et internationaux étaient uniquement fortuits, bien que depuis quelque temps il y ait eu des discussions axées sur la conservation à l'échelon international dans le cadre de plusieurs disciplines spécialisées.

Les enquêtes effectuées auprès des conservateurs des sites de sciences de la Terre par le second auteur en 1987 ont fait apparaître qu'il existe un grand besoin et un vif désir d'intensification des contacts internationaux. Sur la base des résultats de ces enquêtes, un premier atelier international a été organisé en 1988 à Leersum aux Pays-Bas. Au cours de cette réunion, les 12 participants venant d'Autriche, du Danemark, de Finlande, de Grande-Bretagne, d'Irlande, de Norvège et des Pays-Bas ont discuté de sujets concernant notamment la législation, la politique de conservation, la classification, le catalogage et la sélection des sites, leur gestion et l'éducation.

Au cours de la réunion il est apparu clairement que dans les pays participants la conservation des sites de sciences de la Terre a été traitée plus ou moins comme un parent pauvre comparé à la conservation biologique, bien que des dispositions juridiques rendent la conservation des sites de sciences de la Terre possible. De l'avis général, cette situation s'améliorerait si un groupe de travail actif était chargé d'opérer à l'échelon national et international. L'information des organisations et autorités nationales des sciences de la Terre, des organismes internationaux tels que le Conseil de l'Europe, la CEE, l'UICN et l'Unesco et bien entendu les organisations scientifiques internationales, a été jugée importante. On a également reconnu la nécessité d'éclairer et de sensibiliser le grand public sur le rôle que les sciences de la Terre jouent dans de nombreuses activités humaines.

La première réunion a abouti à l'instauration d'un groupe de travail européen sur ce thème en vue:

- de faciliter l'échange d'information,
- de fournir un soutien mutuel pour la conservation des sites menacés,
- de promouvoir la conservation des sites,
- d'identifier et d'exécuter les projets communs, c'est-à-dire des projets d'intérêt pour plus d'un pays.

Le premier projet commun a été l'élaboration d'un document d'information illustré par des exemples puisés dans les différents pays et qui figure dans la présente édition de *Naturopa*.

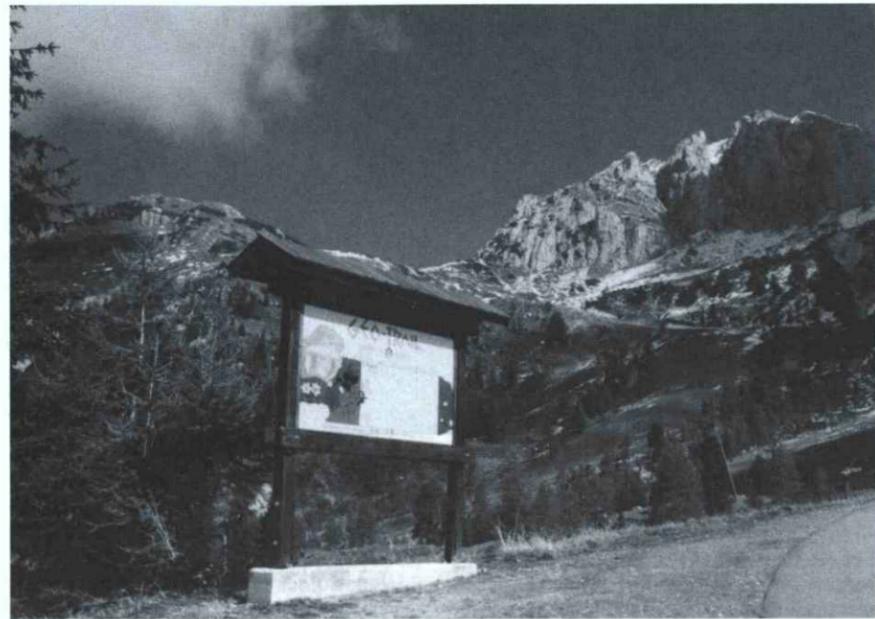
A la réunion suivante tenue en juin 1989 à Bregenz en Autriche, il a été décidé de publier un manuel sur la pratique de la conservation des sites de sciences de la Terre en Europe. Il traitera de la législation, des politiques et procédures pertinentes et indiquera les limites des études sur le terrain que l'on rencontre dans les divers pays. L'ouvrage est conçu comme un premier pas vers l'uniformisation et comme un stimulant pour les pays qui pour le moment, ne pratiquent pas la conservation des sites qui nous intéressent.

Un troisième projet, l'identification des principaux sites d'Europe, va commencer prochainement. Ce projet exigera bien entendu la formulation et la mise au point d'une série uniforme de critères permettant de juger les sites candidats dans un contexte européen. Le succès de ces initiatives dépendra dans une large mesure du plein appui d'un large éventail d'organisations et d'individus de tous les pays européens travaillant dans le domaine des sciences de la Terre et exigera également un soutien financier.

Les articles qui suivent sont destinées à donner un aperçu des différents types de sites et des problèmes que leurs conservateurs doivent traiter dans un certain nombre de pays. Ils montrent également que, bien que les premiers pas dans la conservation européenne de ce type de sites aient été accomplis, il y a encore un long chemin à parcourir. ■

G. P. Black  
G. Gonggrijp

Earth Science Conservation  
Rijksinstituut voor Natuurbeheer  
Postbus 46  
NL-3956 ZR Leersum



H. Schönlaub

Le départ du sentier géologique du Naßfeld

## Sentier géologique

Hans Schönlaub

Situés en Carinthie, province la plus méridionale de l'Autriche, le long de la frontière italienne, la vallée du Gail et les Alpes carniques qui l'entourent sont considérées par les géologues du monde entier comme l'un des sites les plus intéressants d'Europe pour les sciences de la Terre. C'est en effet le seul endroit des Alpes où l'on trouve une succession continue de terrains fossilifères représentant toutes les étapes de l'histoire du globe terrestre sans interruption, de l'Ordovicien moyen au Trias. Il n'est donc pas étonnant que depuis le milieu du 19<sup>e</sup> siècle, nombreuses aient été les publications qui décrivent très précisément les divers groupes de fossiles et les roches, qui présentent les données géologiques à l'aide de cartes périodiquement révisées, qui rendent compte des dernières découvertes en matière de fossiles et qui mettent à jour les études synoptiques des faciès de roche et de l'évolution tectonique.

### Faire comprendre

Toutefois, seuls les spécialistes des sciences de la terre avaient accès à la plus grande partie, sinon à la totalité, de ces connaissances et, qui plus est, ils étaient les seuls à pouvoir

les comprendre. Pour remédier à cette situation, il a été proposé de créer un sentier géologique qui présenterait certains des phénomènes géologiques les plus remarquables des Alpes carniques autrichiennes à un public intéressé, comprenant à la fois les visiteurs étrangers et les habitants de la région. Dès l'origine, il a été prévu que le sentier s'inscrirait dans le programme touristique local dont il constituerait une attraction supplémentaire.

Au début de 1985, le Service d'études géologiques a reçu l'approbation des localités concernées, de la province, de l'administration du tourisme de Carinthie et du Gouvernement autrichien. Les travaux se sont terminés à l'été de 1988, et depuis lors le sentier est ouvert au public et très fréquenté. A la fin de 1989, le coût de l'opération s'élevait à près de 1,5 millions de schillings autrichiens.

Le sentier géologique englobe une superficie d'environ 350 km<sup>2</sup> et se compose de cinq itinéraires différents, de 3 à 6 km chacun. Leur ensemble constitue un réseau de plus de 100 km de long, dont l'altitude varie entre 700 et 2 200 m. Chaque itinéraire comprend jusqu'à 13 haltes, dont chacune est signalée par un panneau de 50 x 40 cm monté dans un cadre en bois. Des haltes supplémentaires, aux carrefours des divers itinéraires, sont aménagées dans des sites géologiques ou paléontologiques intéressants.

Les panneaux sont faits de plaques dures d'aluminium de 3 mm d'épaisseur sur lesquelles est collée une feuille imprimée résistante aux ultraviolets. Pour une protection accrue, cette feuille a été recouverte d'une

couche d'émail. Chaque panneau donne des informations sur le paysage, la géologie, la stratigraphie, les fossiles, la tectonique, etc., dans un langage facile à comprendre. Aux belvédères des panneaux encore plus grands, de 1,5 x 0,7 m, ont été installés afin de donner des informations supplémentaires et de présenter l'ensemble du panorama qui, dans certains endroits, embrasse une grande partie des Alpes orientales.

### Informer

Des panneaux spéciaux d'une taille encore supérieure sont placés au point de départ de chaque itinéraire géologique. Ils indiquent la longueur et les autres caractéristiques de l'itinéraire et comprennent un schéma et d'autres informations générales.

Outre les informations fournies le long des sentiers, de petites expositions de fossiles et de roches ont été montées dans des chalets de montagne et des musées locaux. Un ouvrage de 167 pages, résumant toutes les données de terrain et d'autres encore, est en vente à un prix modique et l'on peut même obtenir sur demande des autocollants, un T-shirt et un badge. Depuis l'été 1990, une brochure contenant des informations succinctes sur le sentier géologique et de brèves indications sur chaque halte est disponible gratuitement.

Au terme de deux années de fonctionnement, le bilan de l'ensemble du programme est très positif. Les hôteliers et les particuliers hébergeant des touristes ont commencé à organiser des excursions pour leurs clients et leurs hôtes, tandis que d'autres visites guidées sont proposées par les offices locaux du tourisme. Toutefois, de nombreux visiteurs préfèrent construire eux-mêmes leur programme, qui peut comprendre des randonnées ou des ascensions difficiles dans les Alpes carniques, qui s'étendent d'ouest en est sur plus de 150 km.

La publicité faite autour du sentier géologique à la télévision, dans la presse et ailleurs ainsi que le succès rencontré par cette initiative n'ont, cependant, pas entraîné d'exploitation des zones fossilifères ni de dégradation des panneaux d'information. Les collectivités locales se sont engagées à assurer à l'avenir l'entretien du sentier. ■

H. Schönlaub

Geologische Bundesanstalt  
Rasumofskygasse 23  
A-1031 Vienne

## Le glacier de Nigardsbreen

Lars Erikstad

« Il est bleu comme le ciel, et il est plus dur que la pierre la plus dure. D'insondables crevasses l'entaillent sur toute sa surface. Nul ne connaît sa profondeur bien qu'on ait tenté de la mesurer. Quand par moments il avance, il gronde comme un orgue, et pousse devant lui d'énormes masses de terre, de graviers et de roches, plus grosses que des maisons, qu'il réduit ensuite en poussière. L'été il est parcouru par un terrible vent froid. La neige qui y tombe en hiver disparaît l'été mais le glacier ne cesse de grandir. »

Cette description imagée d'une avancée du Nigardsbreen date de 1744 et illustre encore parfaitement l'importance des glaciers dans le paysage montagneux de Norvège. Les glaciers méritent qu'on s'intéresse à eux non seulement pour leur valeur esthétique et, comme on l'a vu dans cette description, pour leur potentiel de destruction, mais aussi en tant que phénomènes importants pour les sciences de la Terre. Les possibilités qu'ils offrent d'observer et d'étudier les processus glaciaires en action sont un point de départ pour comprendre ceux qui ont fonctionné dans le passé pendant les périodes glaciaires. En outre, la réaction des glaciers aux modifications actuelles du climat permet de déterminer les changements climatiques qui ont eu lieu dans le passé. Ces études utilisent bien entendu les documents historiques existants, mais s'appuient également beaucoup sur les données tirées des sédiments fluvio-glaciaires et de dépôts glaciaires comme les systèmes de moraine. Comme les zones glaciaires attirent les touristes, elles offrent de grandes possibilités en matière d'éducation, de promotion des sciences de la Terre et de la conservation des phénomènes géologiques.

### Le plus vaste glacier d'Europe

La calotte glaciaire du Jostedal (487 km<sup>2</sup>) – la plus grande du continent européen – est située dans le sud-ouest de la Norvège, et se présente comme un glacier de plateau long et étroit qui donne naissance à de nombreux glaciers de vallée. Un des plus connus est le Nigardsbreen (48 km<sup>2</sup>), situé à l'est du plateau principal. Ce glacier n'est pas un vestige de l'époque glaciaire mais date probablement d'il y a environ 2 500 ans. Comme tous les autres glaciers scandinaves, il s'est fortement développé au cours de la « petite glaciation » des XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles. Sa plus grande avancée date de 1748 et le point extrême de celle-ci est marqué aujourd'hui par un grand rempart morainique. Depuis cette date, le

glacier a reculé et son front actuel se situe à près de 4 500 mètres en arrière, par rapport à sa position de 1748. De nombreuses moraines se trouvent sur le pourtour de la région autrefois couverte de glace, ce qui traduit un recul relativement lent du front de glace, interrompu par plusieurs arrêts suivis de nouvelles petites avancées, jusque dans les années 30. Entre ce paysage de moraine et l'extrémité actuelle du glacier, il n'y a pratiquement pas de couverture morainique et la plus grande partie du fond de la vallée est occupée par un lac. Le front du glacier se trouve aujourd'hui à quelques centaines de mètres en amont de ce dernier.

### Élément de référence

Le Nigardsbreen est un des glaciers les mieux étudiés de Norvège et l'histoire connue de ses avancées et de ses reculs s'est révélée très utile comme élément de comparaison pour étudier les avancées et les reculs d'autres glaciers. On dispose de beaucoup de documents sur son recul à partir de ses limites de 1748, car au 19<sup>e</sup> siècle, il a été observé à diverses reprises par des spécialistes et il a souvent inspiré des artistes. Au 20<sup>e</sup> siècle, toute la région a fait l'objet de recherches poussées et au cours des dernières décennies on a mesuré le front du glacier, le bilan de masse, l'écoulement et le transport des sédiments par le torrent glaciaire. Ces études montrent que la masse du glacier a augmenté au cours de cette période et que le recul du front s'est maintenant arrêté.

Esthétiquement, la vallée où se trouve le glacier du Nigardsbreen est impressionnante et attire depuis longtemps les touristes; une

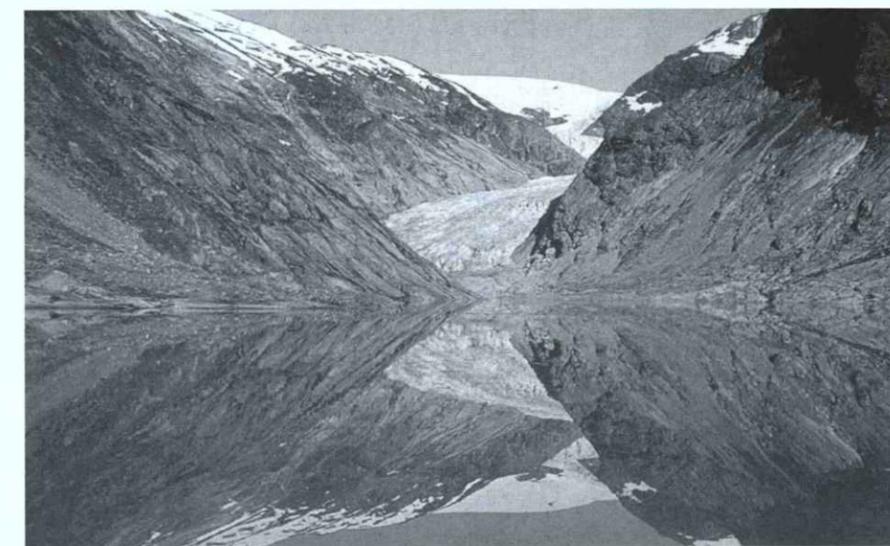
route touristique a donc été construite à travers le paysage de moraines et les remparts morainiques les plus proches de la route se sont trouvés menacés par un projet d'extraction de gravier. Il y a quelques années, un projet d'aménagement hydroélectrique a fait peser une menace encore plus grave sur le Nigardsbreen. Ce projet prévoyait le captage de l'eau en dessous du glacier et son détournement vers une vallée voisine, l'installation de barrages interceptant les sédiments et la construction de nouvelles routes, ce qui représentait une grave menace pour l'avenir du glacier et de ses environs en tant qu'élément de référence pour la recherche fluvio-glaciaire.

Heureusement, le Nigardsbreen a été exclu du projet au cours de la planification et la zone est devenue par la suite une réserve naturelle. Le Parlement norvégien a également décidé que les autres secteurs du Jostedal non touchés par l'aménagement hydroélectrique deviendraient un parc national. Ainsi, la vallée du Nigardsbreen a pu être sauvée pour le plus grand plaisir des visiteurs et pour servir aux scientifiques de zone de référence et d'éducation.

Il reste cependant aux autorités chargées de gérer les espaces naturels la tâche difficile d'élaborer une politique de gestion conciliant les objectifs scientifiques d'une réserve naturelle et les exigences, souvent contradictoires, du tourisme. Par exemple, lorsqu'on a montré aux touristes visitant le glacier les plans d'un futur centre d'information en leur demandant leur avis, la majorité d'entre eux ont estimé que les bâtiments proposés étaient trop grands et trop imposants et nuiraient à la beauté naturelle de la vallée. ■

L. Erikstad

Institut norvégien de recherche sur la nature  
PO Box 1037, Blindern  
N-0315 Oslo 3



S. Smith-Meyer

# L'Europe de nos choix



**L'**Europe se trouve en cette fin de siècle face à plusieurs défis majeurs et plus que jamais il faut réfléchir à notre avenir et savoir quelle Europe nous voulons.

Pour notre part, nous avons fait le choix d'une Europe fondée sur les droits de l'homme, la démocratie pluraliste et la prééminence du droit, une Europe solidaire qui place au premier rang de ses préoccupations les droits sociaux et économiques, et le droit à un environnement sain.

Parmi les droits fondamentaux, l'environnement occupe une place essentielle.

Ainsi, bien avant l'évolution politique actuelle qui confirme les objectifs que nous avons patiemment poursuivis, le Conseil de l'Europe avait élaboré, dans le domaine de l'environnement, un instrument juridique international qui prenait en compte toute l'Europe et qui, dès 1979, prévoyait l'adhésion d'Etats non membres: la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.

Cette Convention, dite de Berne, contient une véritable stratégie pour la gestion des milieux naturels. Elle établit des principes fondamentaux qui doivent être pris en compte lors de la réalisation de toute activité pouvant contribuer à la conservation des habitats des espèces sauvages.

Je souhaite que cette Convention devienne l'outil essentiel de la coopération intergouvernementale en faveur de la conservation de la nature au niveau du continent européen, conformément aux souhaits des Ministres européens de l'environnement réunis par le Conseil de l'Europe en octobre dernier.

Dans le domaine des sols également, notre Organisation avait en 1972 déjà, lancé la Charte des Sols. Très récemment, à Bruxelles, le Conseil de l'Europe a entrepris l'examen des diverses actions à mettre en œuvre sur le plan national et international pour la protection des sols, en attendant l'élaboration d'une convention à cet effet.

Le Conseil de l'Europe accueille les 18 et 19 décembre 1990, une importante conférence pan-européenne sur la protection des forêts en Europe. Les Ministres d'Europe responsables de la gestion forestière, élaboreront notamment une politique européenne de conservation des ressources génétiques forestières.

L'information étant un élément essentiel des démocraties modernes, c'est le Centre Naturopa de notre Organisation qui, par sa vocation et avec ses moyens spécifiques, apporte sa contribution dans tous ces domaines. Tout naturellement la revue Naturopa continuera de diffuser le maximum d'informations intéressant la protection de l'environnement à l'échelle de toute l'Europe.

  
Catherine Lalumière  
Secrétaire Général du Conseil de l'Europe

# De Zândkoele

Gerard Gonggrijp

Par rapport à bien d'autres pays européens dont le relief se compose de montagnes, de vallées profondes et de côtes escarpées, les Pays-Bas sont un pays plat qui offre, par conséquent, peu de sites géologiques naturels à découvrir. Les scientifiques et les amateurs désireux de satisfaire leur curiosité concernant notre sous-sol doivent s'appuyer, pour l'essentiel, sur l'examen de terrains artificiellement mis à nu, tels que les fosses et les carrières.

La dépendance vis-à-vis de ce type d'excavations creusées par l'homme, ne va, cependant, pas sans poser des problèmes, car elles sont en général comblées très rapidement par suite du déversement de débris, du boisement ou tout simplement de l'abandon. Pour éviter de perdre ces sites et les informations exceptionnelles qu'ils fournissent, les écologistes spécialistes des sciences de la Terre s'efforcent avec succès d'en sauvegarder un nombre croissant et de les maintenir dans un état propice à l'étude géologique. L'un de ces bancs mis à nu par l'homme se trouve à Heetveld, hameau situé à 20 km au nord-nord-ouest de Zwolle, chef-lieu de la province d'Overijssel.



G. Gonggrijp

Sable de couverture avec podzol

Fissure due au gel remplie ultérieurement de sable de couverture

Dépôt erratique d'argile, de sable et de graviers dû aux glaciers



Après la fonte des glaces, les collines qu'elles avaient formées furent soumises au processus normal d'érosion et, lorsque le climat redevint assez semblable à celui que nous connaissons, elles furent recouvertes et stabilisées par une végétation dense. La terre, cependant, ne reste pas figée et le chaud climat interglaciaire ne dura pas. Les conditions climatiques de la dernière époque glaciaire lui succédèrent.

## Evolution du paysage

Heetveld est construit sur un ensemble isolé de petites collines formées par des matériaux apportés par les glaces venant de Scandinavie. Il y a quelque 150 000 ans, ces glaces recouvrirent les Pays-Bas pendant la période glaciaire antérieure à la dernière glaciation. Au moment de la progression du banc de glace, son front fonctionna comme un bulldozer et rencontrant les sédiments fluviaux, déposés à l'origine en couches horizontales, il les heurta et les déforma, provoquant l'apparition de collines. Il semble qu'ultérieurement ces collines aient été recouvertes par les glaces car elles ont à présent une forme profilée comme si elles avaient été sculptées par le mouvement des glaciers. Plus tard encore, à la fin de l'ère glaciaire, la fonte laissa un dépôt erratique composé d'argile, de sable, de graviers et de blocs de pierre amassés par les glaces lors de leur descente vers le sud.

Dans le nord des Pays-Bas, on rencontre plusieurs petites surélévations (jusqu'à 20 m de haut) ainsi formées. Certaines ont une forme fuselée parfaitement ovoïde, et sont connues des géologues sous le nom de drumlins, caractéristiques des terrains dont les roches ont été façonnées par les glaces. Dans le centre et l'est des Pays-Bas on trouve aussi, beaucoup plus nombreux, des dépôts morainiques qui donnent des élévations allant jusqu'à 120 m au-dessus de la mer et formant le plus haut relief des Pays-Bas autour de la province de Limbourg.

Au cours de cette dernière glaciation, les glaces n'ont pas atteint les Pays-Bas, mais le pays fut néanmoins affecté par le retour du froid climat arctique. En été, les couches supérieures du sol des collines se désagrégeaient et glissaient le long des pentes tandis que, pendant les périodes sèches, des vents violents arctiques emportaient le sable des vallées environnantes pour le déposer dans des zones protégées, où il formait, soit des couches plates (comme autour de Heetveld), soit de petites dunes atteignant parfois quelques mètres de haut. Ce type de dépôts amené par le vent est appelé «sable de couverture».

Avec le temps, les eaux de fonte et les vents violents balayant les collines ont emporté les éléments légers des dépôts erratiques, laissant les gros graviers et les blocs de pierre qui forment un «pavé du désert». Comme la direction des vents dominants est restée constante pendant de longues périodes, certains des cailloux et pierres exposés ont été façonnés par les projections naturelles de sable. Là où la couche de neige était mince, le sol, exposé à un froid très vif, s'est crevassé sous l'effet du gel; une fois formées, ces crevasses se sont élargies à chaque période successive de très grand froid.

A la fin de la dernière époque glaciaire, des sols podzoliques se sont constitués sous le couvert de bouleaux et de pins pendant une période de climat relativement chaud. A une époque récente, alors que les conditions cli-

matiques se rapprochaient de celles que nous connaissons, les collines ont peu à peu été dépouillées de leur végétation forestière naturelle en raison de cultures. Pour pallier l'épuisement de leur sol, assez pauvre, les agriculteurs ont épandu des engrais composés d'un mélange de fumier et de mottes de gazon. Cette pratique a favorisé la formation, à certains endroits, de sols profonds, noirâtres et humiques.

## Monument géologique

En 1981, l'auteur a examiné une sablonnière qui servait d'aire de stockage municipal. Elle avait été creusée dans l'une des collines modelées par les glaces et appelée «haute terre de Vollenhove», d'après le nom d'une petite ville voisine. Bien que la paroi de la carrière mise à nu ait été sérieusement endommagée, on pouvait malgré tout discerner la formation géologique du terrain typique de la région. On pouvait voir le dépôt erratique formé lors de l'avant-dernière glaciation et recouvert par le sable de couverture constitué lors de la dernière. Cette superposition n'a rien de particulièrement remarquable, mais c'est un phénomène rarement observé et qui présente donc un grand intérêt pédagogique.

Une fois les propriétaires du site contactés et informés de sa valeur scientifique, l'on s'aperçut qu'ils avaient déjà autorisé l'utilisation du terrain pour des épreuves de cyclo-cross. Toutefois, les propriétés physiques des dépôts erratiques se révélèrent inadaptées aux exigences de ce sport, ce qui donna une nouvelle chance au projet de conservation. Or, à quelque chose de malheur est bon, puisque pour préparer la piste il avait fallu dégager de nouvelles parois dont la structure confirmait les découvertes antérieures!

Sur une paroi de 2,5 m de haut, on peut ainsi observer des éléments portant la trace de 150 000 ans de l'histoire géologique d'une grande partie du nord des Pays-Bas. Le dépôt erratique craquelé par le gel est le plus ancien, sa partie supérieure ayant depuis longtemps disparu sous l'effet de l'érosion. Au-dessus de cette surface érodée s'étend le sable de couverture avec un pavé de désert comportant des pierres façonnées par les projections naturelles de sable, les vestiges d'un sol podzolique décoloré et le sol cen-

dreux actuel en partie mélangé à un sol humique. Bref, une exposition unique de roches tendres!

L'intérêt du site une fois démontré au maire et aux conseillers municipaux, des propositions pour la gestion de la carrière en vue de sa conservation ont été élaborées et mises en oeuvre en 1984. Afin de rendre le site plus instructif pour le grand public, on a tracé sur le sol de la carrière une carte schématique de la Scandinavie de 30 m sur 30, délimitée par de petits blocs de pierre. On y a disposé des blocs plus gros, apportés par les glaces et découverts dans plusieurs régions des Pays-Bas, plaçant chacun d'eux à son lieu d'origine sur la carte, afin que les visiteurs puissent apprécier la distance que les glaces ont fait parcourir à chacun de ces blocs. Pour plus de commodité, l'on a installé une plateforme d'observation et présenté deux expositions expliquant la carte et la composition des strates mises à nu sur les parois de la carrière (photo ci-dessous). L'endroit constitue à présent l'une des étapes du sentier nature conçu pour les cyclistes.

Attractif pour le grand public



## Gestion

Des sites géologiques du type «De Zândkoele», peuvent souvent être aménagés grâce à des démarches à l'échelon local, notamment lorsque les possibilités de les affecter à un autre usage sont minces et qu'il n'y a guère de conflits concernant leur exploitation. Une étroite coopération avec les habitants et les pouvoirs locaux est indispensable pour réaliser l'aménagement de tels sites, et leur prise en charge par une société géologique locale ou un conservatoire constitue une bonne garantie de gestion pour l'avenir. Dans les deux cas, plus est grand le sentiment de fierté locale que suscite le monument géologique, plus ces perspectives d'avenir seront bonnes.

G. Gonggrijp

Research Institute for Nature Management  
PO Box 46  
NL-3956 ZR Leersum

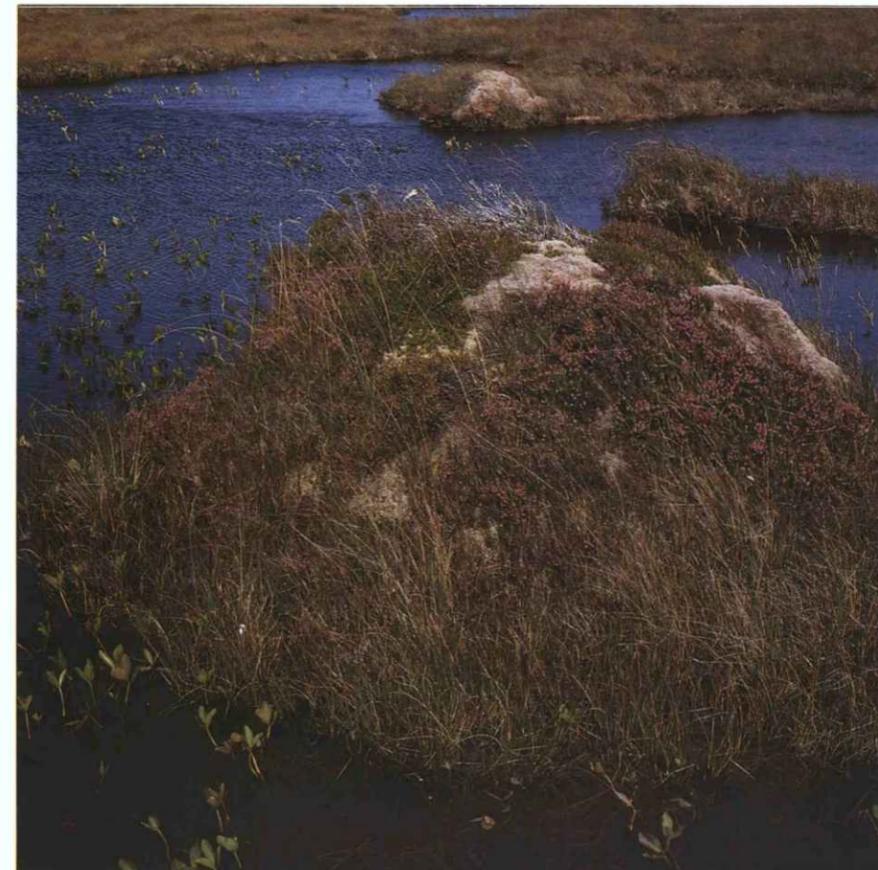
# Tourbières d'Irlande

## Héritage précieux

Donal Daly

Quand on évoque la beauté de la nature irlandaise, que nous vient-il à l'esprit? Peut-être des prairies vertes et vallonnées, les lacs de Killarney, ou les calcaires surréalistes du Burren dans le comté Clare, mais quelle que soit l'image mémorisée, elle inclut sans doute les tourbières sauvages, et c'est bien compréhensible. Elles constituent un élément important et magnifique du paysage et, bien que soumises à des pressions croissantes, beaucoup sont encore relativement préservées.

Le mot «tourbières» entraîne automatiquement pour les Irlandais de multiples associations d'idées: terres agricoles improductives; exploitation de la tourbe pour le chauffage et la production d'électricité; paysages magnifiques; source d'inspiration des poètes et autres artistes; régions austères, humides et détrempées; écosystème unique en son genre; obstacle ou développement; le brun et le violet de la nature sauvage; le potentiel touristique. L'avenir des tourbières irlandaises dépend de toutes ces réactions, qui sont le reflet d'expériences et d'opinions conflictuelles face à l'utilisation de cette ressource naturelle, et détiennent en germe la réponse à toute une série de questions. Qui l'emportera de la conservation ou de la destruction? S'ils ressentaient davantage de fierté à l'égard de cet aspect de leur patrimoine naturel, les Irlandais réussiraient-ils à le



P. Foss

conserver dans de bonnes conditions? Le souci de protéger l'environnement et les avantages économiques d'un tourisme culturel et écologique permettront-ils d'éviter sa destruction? Certains indices le font espérer, mais il reste peu de temps, trop peu peut-être!

### Formation et répartition

Les tourbières sont une accumulation de matières végétales gorgées d'eau recouvertes en surface par une couche de végétaux vivants. L'eau joue un rôle essentiel dans la formation des tourbières car elle empêche les végétaux de se décomposer en faisant écran entre eux et l'oxygène. Les tourbières se forment donc dans les zones humides, là où le rythme de production végétale dépasse celui de la décomposition naturelle.

Il existe en Irlande trois types de tourbières: les tourbières hautes (raised bogs), les tourbières de couverture (blanket bogs) et les tourbières topogènes et de transition (fens). Le mot anglais «bog» sert à décrire une tourbière uniquement alimentée par l'eau de pluie; les tourbières de ce type sont donc acides et pauvres en minéraux. Les «fens» au contraire, sont moins acides et même souvent alcalines, étant principalement alimentées par des eaux souterraines ou des eaux de surface riches en minéraux (généralement en calcium).

Les tourbières hautes sont remarquablement nombreuses en Irlande où elles couvrent de larges secteurs de la plaine calcaire

du Midland. La plupart se sont formées à partir de «fens» – l'accumulation des matières constituant un dôme aplati, légèrement surélevé par rapport aux alentours – d'où leur nom. Leur tourbe comprend surtout des mousses de type sphaignes *Sphagnum* et peut atteindre une épaisseur de 15 m.

Les tourbières de couverture, quant à elles, recouvrent de vastes régions, surtout dans l'ouest du pays, plus humide, et dans les zones montagneuses. La tourbe y est moins épaisse et, contrairement à celle des tourbières hautes, plus «herbeuse» avec peu de sphaignes.

### Extraordinaire dépôt géologique

La tourbe est un matériau géologique extraordinairement fascinant, pourtant rarement étudié par les géologues irlandais. C'est le seul sédiment qui, à l'état naturel, comprend des plantes vivantes poussant sur les restes accumulés de leurs ancêtres morts. Aussi la tourbe est-elle un matériau à la fois vivant et mort!

Une caractéristique remarquable de la tourbe est sa forte teneur en eau: 5 m de tourbe peuvent comprendre jusqu'à 4,7 m d'eau et seulement 30 cm de végétaux solides. Comme c'est le cas pour d'autres roches, l'eau est présente dans la tourbe à l'état libre dans les pores mais, contrairement aux autres roches, elle fait intégralement partie de la structure de la tourbe. Une petite partie seulement de cette eau est courante, dans une proportion qui varie selon les caractéris-



Fricess-Irrmann

de, fournissant des emplois, du combustible, de l'électricité, des produits à l'exportation et des substituts à des importations. De nouveaux produits fondés sur la tourbe et destinés à prévenir la pollution ont été mis au point par l'agence d'exploitation de la tourbe (Bord na Mona). La tourbe sert actuellement à traiter les effluents des fosses septiques, à limiter les mauvaises odeurs et à absorber les métaux lourds provenant d'effluents industriels.

### Rôle culturel et social

Les influences historiques, culturelles et sociales des tourbières sont diverses et complexes. Des tourbières en formation ont recouvert des établissements de l'âge de pierre et de l'âge de bronze dans certaines régions de l'ouest du pays, ensevelissant et conservant les anciennes limites des champs et les traces de cultures. Les tourbières faisaient obstacle aux communications et aux déplacements et limitaient l'exploitation du sol, mais elles servaient également de défense naturelle contre les ennemis, de caches pour les trésors et les cadavres, de réservoir de combustible (méthodes traditionnelles de découpage de la tourbe) et de lieux de conservation des aliments périssables, comme le beurre. Les poètes, artistes, écrivains, musiciens et d'autres y voyaient une source d'inspiration, mais pour beaucoup de paysans irlandais, les tourbières non exploitées évoquaient plutôt la dureté de la vie, la misère ou d'autres idées péjoratives. Toutefois, l'amélioration de la situation économique et des possibilités d'éducation et de voyages amènent une évolution progressive des attitudes, si bien que, maintenant, les Irlandais sont de plus en plus fiers de leurs tourbières et comprennent mieux qu'elles font partie de leur patrimoine national. L'aménagement des tourbières, notamment depuis le début de leur exploitation commerciale dans les années 40, a apporté, notamment dans les Midlands une certaine prospérité qui s'est accompagnée de nombreux avantages sociaux, mais qui est maintenant menacée en raison de l'épuisement progressif de la tourbe.

Depuis quelque temps, avec le développement du tourisme culturel et du tourisme vert dans le monde entier on commence à comprendre le potentiel touristique que les tourbières représentent. Des visiteurs, notamment des scientifiques, viennent maintenant en Irlande pour découvrir un écosystème unique, de magnifiques paysages et, dans certaines régions de l'ouest du pays, un espace sauvage accessible.

### Tourbières menacées

Le découpage de la tourbe, le drainage, le reboisement et le développement de l'agriculture ont détruit la plupart des tourbières de l'Europe du nord-ouest. L'Irlande demeure l'un des derniers bastions des tourbières, mais cette situation est maintenant gra-

vement menacée par les activités humaines. Par suite du drainage et de l'extraction de la tourbe, 7% seulement des tourbières hautes restent relativement intactes. Au rythme actuel de disparition, à l'exception de six tourbières déjà partiellement protégées, toutes les autres tourbières hautes humides d'intérêt scientifique encore plus ou moins intactes, seront détruites avant 1997. Les tourbières de couverture disparaissent plus lentement mais, là aussi, le reboisement, le surpâturage et d'autres activités humaines continuent de les dénaturer au point qu'il est difficile d'y trouver de vastes étendues encore intactes. La conservation des tourbières est la question la plus urgente qui se pose en Irlande aux défenseurs de la nature et aux spécialistes des sciences de la terre.

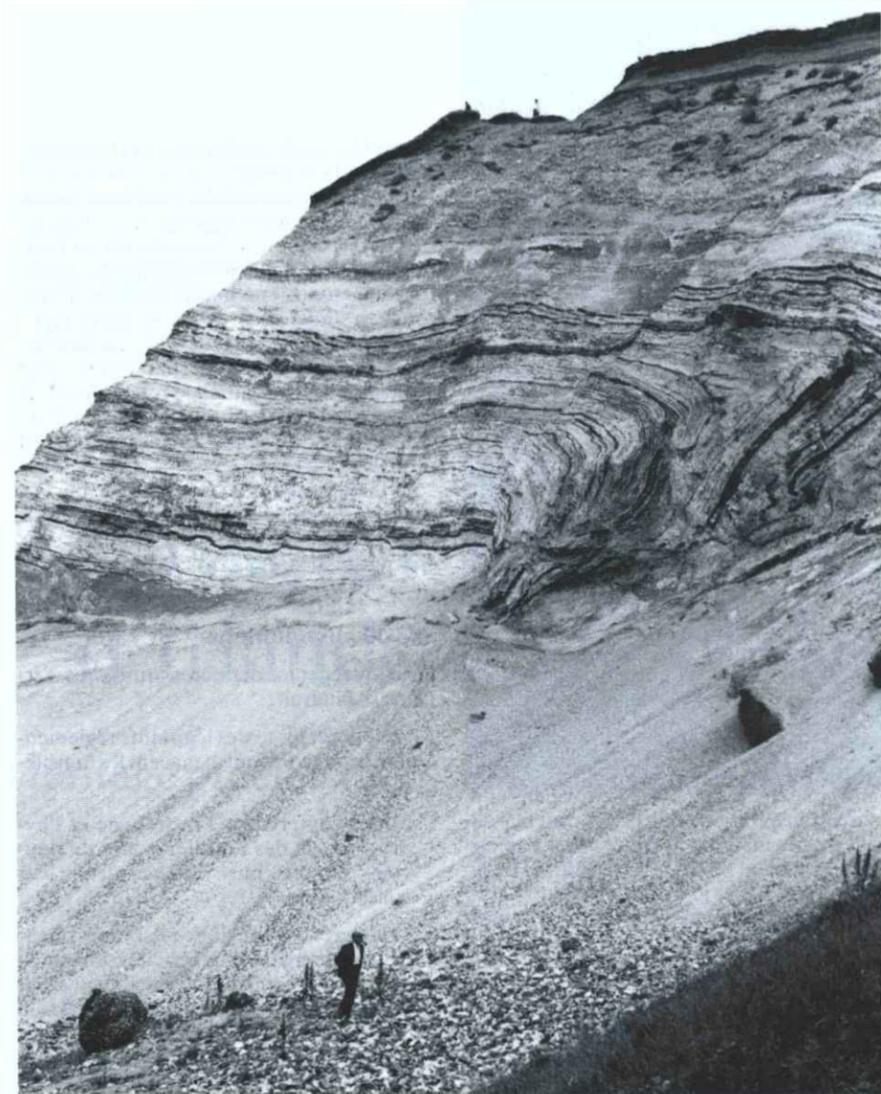
### Sauver nos tourbières

Pour protéger les dernières tourbières d'Irlande, il faudrait:

1. Améliorer les textes législatifs réglementant les activités qui menacent les tourbières.
2. Mieux comprendre l'hydrologie et l'hydrogéologie des tourbières afin de pouvoir assurer plus efficacement leur conservation.
3. Consacrer davantage de ressources financières et humaines aux activités suivantes: achat de tourbières et versement d'indemnités si nécessaire dans l'intérêt de la conservation, surveillance et gestion des sites protégés, amélioration de la promotion et des facilités d'information explicative.
4. Encourager les spécialistes et les responsables de la conservation à faire prendre conscience au public de la valeur de nos tourbières d'intérêt scientifique.
5. Développer des activités touristiques soigneusement planifiées et contrôlées basées sur les tourbières protégées et offrant une solution alternative à l'extraction et à l'utilisation de la tourbe.
6. Obtenir un encouragement et un soutien accrus, sur le plan national et international.

D. Daly

Inventaire géologique de l'Irlande  
Beggars Bush  
Haddington Road  
IRL-Dublin 4



A. Nielsen

La plus grande partie du territoire danois est composée de sédiments déposés depuis 2,5 millions d'années, au cours de l'ère que les géologues appellent le Quaternaire. Cette ère a été caractérisée par de nombreuses périodes de froid intense où une couche de glace, un peu semblable à celle qui recouvre encore l'Antarctique aujourd'hui, s'est formée au-dessus de la Scandinavie et s'est étendue vers le sud, recouvrant le Danemark. Ces glaciations ont eu une influence déterminante sur la géologie et les paysages du Danemark. Le pays a, pour l'essentiel, été façonné dans des matériaux apportés du nord par les glaces.

Lors de sa progression vers le sud, la calotte de glace est passée par-dessus des dépôts plus anciens de sable, d'argile, de craie et de calcaire. La glace a délogé certaines de ces masses rocheuses et les a transporté loin de leur site d'origine pour les déposer plus tard tels d'énormes trains de flottage mêlés à ses propres dépôts glaciaires. Comme on l'imagine aisément, ces masses ont été déformées par la pression des glaces pendant le transport et leur étude est riche d'informations sur le cheminement des glaciers.

A la fin de chaque période de glaciation, la couche de glace fondait et les eaux de fonte remaniaient les sédiments glaciaires sur lesquels elles s'écoulaient donnant naissance à de nouveaux reliefs fluvio-glaciaires. De plus, l'expansion et la rétraction de la calotte de glace entraînaient chaque fois des fluctuations du niveau de la mer dont témoignent les formations produites à l'époque par l'érosion marine et la sédimentation.

Aujourd'hui, les falaises du littoral danois portent la marque de ces bouleversements d'un lointain passé. Ces affleurements en façade doivent beaucoup de leur importance et de leur intérêt à l'action permanente de la mer. C'est l'érosion marine actuelle qui les dégage et leur donne leur netteté. Les exemples cités ci-après donneront une idée de la diversité et de l'importance des phénomènes géologiques que l'on peut observer le long du littoral danois.

Hanklit

# Falaises danoises

Arne Nielsen

Le Danemark est un petit pays au relief peu accusé. La péninsule du Jutland et les quelque 450 îles danoises de toutes dimensions ne représentent qu'une superficie de 45 000 km<sup>2</sup> et ne s'élèvent jamais plus de 173 mètres au-dessus du niveau de la mer. Pourtant, malgré sa faible superficie, le littoral, très long, s'étend sur quelque 7 325 km, presque 100 fois plus long que la frontière terrestre avec l'Allemagne.

Le littoral danois est extrêmement varié avec ses plages, ses dunes et ses veys (zone plate intertidale), ainsi que ses falaises taillées dans des roches tantôt dures, tantôt tendres. De nombreuses parois de falaises dénudées par l'érosion présentent un grand intérêt sur le plan scientifique et pédagogique et certaines sont reconnues sur le plan international comme ayant valeur de coupes de référence.

En vertu de la loi sur la sauvegarde de la nature, toutes les plages sont accessibles au public. De plus, une bande littorale de 100 mètres de large est interdite à la construction et à toute autre ingérence humaine. Ces dispositions ont permis de protéger de nombreux sites géologiques importants, tout en préservant les attractions touristiques du littoral.

## Lonstrup Klint

Cette façade côtière de 12 km se trouve sur le littoral occidental du Vendsyssel, dans le nord du Jutland. Sa partie centrale – Rubjerg Knude – s'élève de 90 m au-dessus de la mer et offre une coupe où apparaissent 50 m de sédiments glaciaires et fluvio-glaciaires, déposés à l'origine horizontalement, mais déformés et plissés par la suite, par les mouvements des glaces au cours de la dernière glaciation. Ils sont recouverts d'environ 40 m de sable déposé par le vent, accumulé en grande partie au cours des 50 dernières années. Un phare désaffecté depuis 1956 est presque entièrement recouvert par ces nouvelles dunes de sable. La falaise recule à cet endroit d'environ 1,50 m par an, ce qui laisse les roches affleurantes accessibles pour la recherche et l'enseignement.

## Hanklit

Les falaises de la côte ouest du Limfjorden dans le nord-ouest du Jutland présentent des couches d'argiles blancs riches en diatomées intercalées avec des cendres noires, phénomène que l'on appelle «Mo-Formation», qui date de bien avant le début des glaciations. Ces strates ont été déformées et plissées de manière spectaculaire par les glaces venues du nord au cours de la dernière glaciation. Le site le plus spectaculaire se trouve à Hanklit, falaise haute de 60 m située sur le littoral nord de l'île de Mors.

## Bovbjerg

On trouve un autre site intéressant à Bovbjerg, sur la côte occidentale du Jutland. La falaise présente une section transversale nord-sud extrêmement instructive, longue de près de 6 km, qui montre ce que l'on appelle la limite des glaces, notion importante pour le paysage danois. Cette ligne sépare le sud-ouest du Jutland, qui n'a pas été recouvert de glace lors de la dernière glaciation, du nord et de l'est de la région, qui l'ont été. La limite des glaces va de Bovbjerg à Viborg, puis descend vers le sud. Hauteur de 40 m sous le phare, la falaise de Bovbjerg présente, au nord, des sédiments déposés et déformés par les glaces à diverses périodes, et au sud des sédiments et des sables apportés par la fonte des glaces et non perturbés depuis lors.

## Stevns Klint

Cette falaise, qui s'étend sur le littoral oriental de la péninsule de Stevns dans le sud-est du Sjaelland et s'élève à plus de 30 m fait apparaître des calcaires du Crétacé supérieur, traversés par des couches horizontales de rognons de silex noirs, sous le calcaire du début du Tertiaire riche en Bryozoaires, avec des couches de rognons de silex gris recouvertes d'une fine pellicule de dépôts glaciaires. Ce site – le plus remarquable existant au Danemark – a une importance internationale car il marque dans l'histoire de la terre la limite entre l'ère mésozoïque et l'ère tertiaire, plus récente, limite matérialisée par un lit de marne foncée (dite «Fish Clay»). Les roches que montrent Stevns Klint couvrent donc la période à laquelle les dinosaures (et beaucoup d'autres) ont disparu et ont été remplacés par de nouvelles espèces animales, essentiellement des mammifères.

## Mons Klint

Mons Klint, la falaise la plus célèbre et la plus pittoresque du pays, s'étend sur la côte orientale de l'île de Mons. Haute de plus de 100 m, sa paroi de chaux blanche est parsemée de taches vertes correspondant aux endroits où des matériaux, couverts maintenant de végétation, sont tombés des dépôts glaciaires situés au-dessus. Les roches ont été déformées et tordues par les glaces et la craie s'est cassée en une cinquantaine de plaques ou davantage, qui se chevauchent et dont la stratification est fortement inclinée, voire verticale, comme le montrent bien les bandes de silex et de rognons de silex. Entre les plaques de craie apparaissent des éléments de la succession de dépôts glaciaires qui recouvraient autrefois la craie avant que celle-ci ne soit fracturée et déplacée par le mouvement des glaces.

## Bornholm

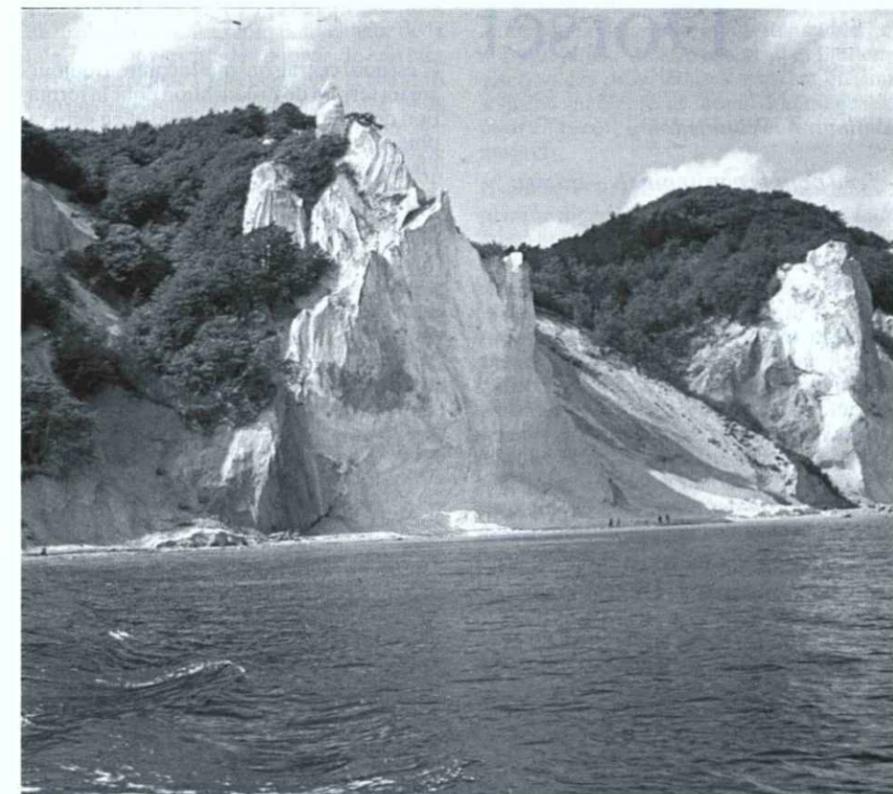
L'île de Bornholm est située dans la mer Baltique entre la Suède et la Pologne. Ses roches beaucoup plus anciennes que celles du reste du Danemark, ont été poussées à la surface par des mouvements de l'écorce terrestre. Sur le littoral nord-ouest la mer a entaillé des granites anciens et les falaises du littoral sud-est racontent l'histoire de l'île depuis plus de 500 millions d'années – du dépôt des roches contenant les fossiles les plus anciens aux dépôts crétacés.

Ces exemples suffisent à montrer l'importance de la contribution des falaises du littoral danois à l'étude de l'histoire géologique de l'Europe du nord. En outre, ces falaises jouent un rôle important dans la formation des futures générations de géologues. Heureusement, de nombreuses coupes de référence sont protégées par la loi sur la sauvegarde de la nature et les autres figurent sur la liste des sites géologiques danois présentant un intérêt national et international.

Pour que ces falaises conservent leur valeur scientifique, elles doivent absolument rester soumises à l'action de nettoyage de la mer, car c'est grâce à l'érosion marine qu'elles gardent tout leur intérêt. Il ne faut pas que les mesures de protection du littoral empêchent cette action de la nature. En effet les phénomènes naturels constituent le fondement de toute culture et les roches qui forment l'épine dorsale de nos paysages sont la base de tous les autres phénomènes naturels. La conservation de nos sites géologiques est donc un devoir d'ordre culturel.

A. Nielsen

Danmarks Geologiske Undersøgelse  
Thoravej 8  
DK - 2400 NV Copenhagen



Mons Klint

Danmarks Geologiske Undersøgelse



W. A. Wimbleton

## Côte du Dorset

William A. Wimbleton

«*Tout pour le patrimoine!... ou rien?*»

Le comté de Dorset est l'une des perles de la côte sud de l'Angleterre, et son paysage typique du Wessex a inspiré de nombreux artistes et romanciers. Son attrait tient, en partie du moins, à ses rochers affleurants, et ses 120 kilomètres de côtes, comprises entre les éboulis de roches massives d'Axmouth et Bournemouth, les plus grandes villes du comté, montrent une partie des paysages et des formations géologiques les plus diverses de l'Europe du nord-ouest.

Les altérations subies par les roches dures et tendres ont créé tout un éventail de configurations côtières souvent pittoresques, parmi lesquelles la côte chantournée de Poole Harbour, l'un des plus grands ports naturels qui soient, les arches rocheuses et les cavernes de la forêt fossile de Lulworth et, plus à l'ouest, le long tombolo de galets de Chesil Beach, décrit comme étant l'une des merveilles naturelles du monde.

C'est pour ces raisons que le comté a toujours été un terrain de prédilection pour la formation des étudiants en géologie et en géographie. Pour les chercheurs s'intéressant à l'histoire de la Terre (stratigraphie), le Dorset est l'une des régions les plus importantes d'Europe, car on y trouve quelques uns des meilleurs sites qui soient pour voir des roches qui datent de l'époque des dinosaures et dont la plupart tapissaient le fond de mers anciennes entre 200 et 60 millions d'années avant notre ère.

La géologie du Dorset proclame que la Grande-Bretagne fait bel et bien partie de l'Europe, en dépit des opinions politiques tendant à accrédiéter le contraire, car ses roches et ses fossiles exigent d'être comparés, par exemple, à ceux de Normandie, du Boulonnais, ou du Wurtemberg. Au siècle dernier, des géologues continentaux tels que D'Orbigny sont venus visiter des sites britanniques. Le dossier particulièrement complet offert par les roches et les fossiles du Dorset a conduit D'Orbigny à faire des falaises côtières de ce comté des références comparatives générales pour de longues périodes de temps géologique (appelées stades par les géologues) matérialisées par des couches successives représentant l'énorme millefeuille qu'est la croûte terrestre.

La réputation géologique du Dorset remonte à cette étude et même à des études menées auparavant, à la fin du 18<sup>e</sup> siècle et au début du 19<sup>e</sup> siècle, lorsque les premières découvertes de traces de vie ancienne ont révélé que la terre était beaucoup plus âgée qu'on ne le croyait jusqu'alors et que les âges relatifs des roches pouvaient être déterminés à l'aide des divers fossiles que l'on y trouvait. Le Dorset reste un sujet de recherches intensives et de grand intérêt. Depuis l'aube de la science, plus de 3 000 documents et ouvrages ont été publiés sur la géologie du comté.

### Tourisme et science

Le tourisme, pris dans son sens le plus large, est arrivé dans le Dorset en même temps ou presque que les premières révélations géologiques. Les visites de Georges III à Weymouth ont incité les classes supérieures à venir prendre l'air dans le comté. De grands hôtels sont sortis de terre. A l'époque victorienne, le développement du rail a entraîné la construction de très nombreuses maisons de vacances et de retraite pour une classe moyenne de plus en plus nombreuse et l'on y a vu fleurir, au 20<sup>e</sup> siècle, les terrains de caravaning. Au cours des 15 dernières années, l'amélioration des liaisons routières a mis le

La falaise de Lyme Regis vieille de 190 millions d'années est réputée depuis plus de 2 siècles pour ses fossiles de reptiles géants et d'ammonites

Dorset à quelques heures des grandes agglomérations, et l'augmentation du nombre des visiteurs a encouragé la construction spéculative de logements, de marinas, de centres de planches à voile, etc. Ces aménagements ont naturellement pour effet d'altérer et, parfois, de changer complètement les côtes si pittoresques qui avaient attiré les premiers visiteurs.

A l'heure actuelle, la géologie et les paysages subissent les effets de la promotion immobilière et de la protection des bâtiments contre des processus naturels tels que l'érosion des pentes, les éboulements et l'action des vagues, qui ont toujours agi et qui agiront toujours sur la côte. En certains endroits, comme par exemple au pied des falaises de Bournemouth, les plages sont maintenues artificiellement, les murs de soutènement et les promenades sont continus. Quant aux falaises, elles sont nivelées, on y fait pousser des plantes de façon artificielle, bref, il ne reste plus rien de naturel. Dans d'autres endroits, dont certains sont les plus importants au monde pour leurs roches et leurs fossiles, ce genre d'aménagement n'est pas allé aussi loin, mais les priorités locales continuent à prendre le pas sur la sauvegarde de nos paysages et de notre patrimoine scientifique.

Le fait que l'on ait construit indûment près du sommet des falaises est maintenant présenté comme justifiant la mise en place de défenses contre la mer, ainsi que le nivellement et la dégradation des falaises naturelles. Les segments de côte non bâtis sont de plus en plus rares à proximité des villes, ils sont de plus en plus convoités par la spéculation immobilière. Le calme bucolique ne règne plus que dans les zones appartenant à l'armée ou dans les vastes domaines privés.

### Exemples

Je ne citerai que trois exemples de sites importants sur le plan international où la nature et la géologie sont entrées en conflit avec la société moderne. Le premier est celui de Chesil Beach, énorme levée de plage, qui a été recouverte, bien des fois dans l'histoire, par des tempêtes exceptionnelles. On raconte que de grands navires marchands auraient été emportés par-dessus son sommet pour se retrouver à flot dans le port de Portland! Pour faire face à ces tempêtes qui se reproduisent tous les 50 ans, l'homme moderne n'a rien trouvé de mieux que de construire un canal d'écoulement parallèle à la crête arrière de la plage, détruisant les contours de celle-ci et contaminant cette formation géologique originale avec des rochers étrangers introduits sur le site aux fins de construction. L'ironie de la chose, c'est que nul ne sait si le canal d'écoulement fonctionnera lorsque viendra la prochaine tempête exceptionnelle, mais que l'on sait avec certitude qu'un paysage unique remontant peut-être à une époque antérieure au premier âge glaciaire, a été irrémédiablement endommagé.



La plage de Chesil a souffert d'aménagements divers

Le deuxième exemple est celui des falaises jurassiques de 100 mètres de haut de l'île de Portland, dont D'Orbigny a estimé qu'un segment méritait d'être érigé en références mondiales, des productions de cette époque géologique (étage Portlandien). Les pouvoirs locaux ont décidé, sans consultation, de protéger le sentier longeant le haut de la falaise en déversant des débris de carrière au pied de celle-ci. Evidemment, cela a suffi non pas à soutenir la falaise et le sentier mais à masquer un étage géologique que des scientifiques viennent voir du monde entier. Le pied vierge de la falaise de Portland est désormais inaccessible, et seules les marées pourront nettoyer avec le temps les restes de cette opération dérisoire.

Le troisième exemple est celui de la baie de Durlston. Dans cette baie, les roches de Purbeck ont enregistré le changement spectaculaire qui s'est produit dans de vastes régions d'Europe à la fin du Jurassique et au début du Crétacé, qui lui a succédé. Ce qui avait été sous la mer pendant 60 millions d'années est devenu terres émergées, avec lacs et lagons grouillant de vie. Durlston a été une source célèbre de premiers mammifères uniques (parmi les premiers dont on ait trouvé la trace dans des roches datant de l'époque des dinosaures), ainsi que des fossiles de tortues, de crocodiles, de reptiles volants, de lézards, de dinosaures et de poissons.

Il y a 20 ans, néanmoins, un immeuble a été construit à proximité du bord de la falaise et, de plus, sur une importante ligne de faille située au milieu de ce qui est par ailleurs une baie à falaises naturelle. Cette opération a

été menée en dépit de l'opposition des géologues et des organismes de conservation. Les falaises se sont érodées, et en 1989, il a fallu dépenser 2 millions de livres pour étayer l'immeuble, ce pourquoi on a déversé un énorme cône de débris de roches au pied de la falaise. Nombreux sont ceux qui ont dit alors que la démolition d'un immeuble qui n'aurait jamais dû être construit et l'indemnisation des propriétaires auraient été une solution meilleure et moins dommageable pour cette côte qui fait partie du patrimoine naturel.

Il semble à l'heure actuelle que le système de planification (aménagement) ne puisse faire face à une situation créée par les menaces qui pèsent sur des paysages et des sites géologiques d'importance internationale. Les responsabilités quant à la conservation d'un tel patrimoine ne cadrent pas avec une situation locale dans laquelle les pouvoirs et les conseillers locaux considèrent comme des priorités absolues une croissance économique incessante et tout ce qui peut attirer davantage le tourisme. Malheureusement, de tels objectifs ne sauraient être compatibles, en dernier ressort, qu'avec une urbanisation totale et la perte de tout ce qui compose l'environnement naturel. ■

W. A. Wimbleton  
Nature Conservancy Council  
Northminster House  
GB - Peterborough PE1 1UA

W. A. Wimbleton

# Moraines suisses

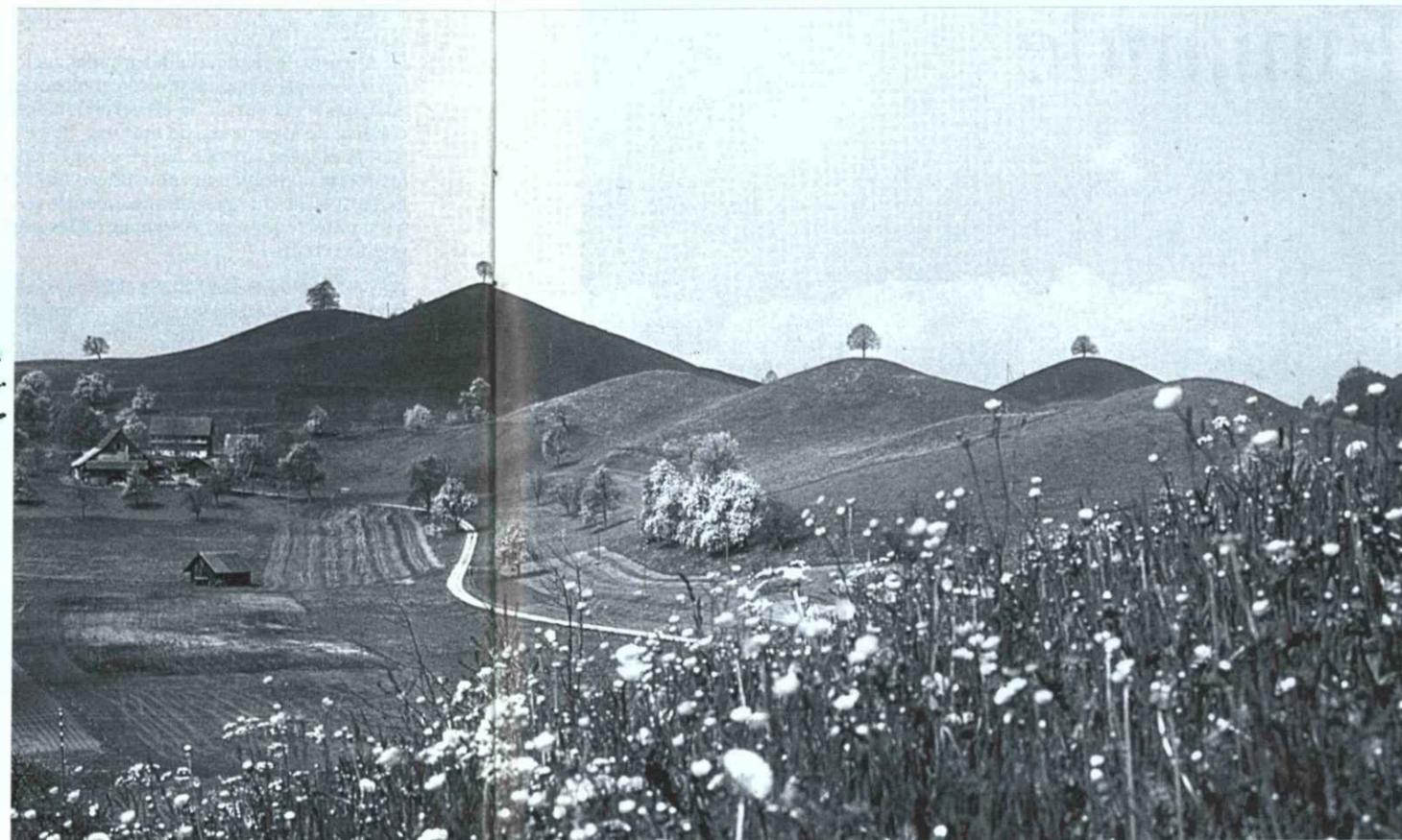
Bruno Stürm

## Géotope méritant d'être protégé

Prenons pour exemple le paysage de moraines qui bordent entre les rivières Sihl et Lorze la Suisse Centrale (Canton de Zug).

Cette région était aux yeux du célèbre géologue suisse Albert Heim le plus grandiose paysage de moraines du pays. Dans les endroits préservés, elles se présentaient sous l'aspect d'un paysage agreste et « intact », parsemé de belles et anciennes maisons typiques, de superbes vergers de cerisiers et de poiriers, de cuvettes marécageuses. Les nombreux coteaux couronnés de tilleuls, les « Höger » dans le langage simple mais affectueux des autochtones, sont tout particulièrement caractéristiques et ne manquent pas d'attirer l'œil. Cette forme de terrain, impressionnant et à nul autre pareil, est le résultat de l'action concertée d'importantes coulées de glaces.

Avant même les périodes glaciaires, le ravinement profond du socle rocheux favorisait la descente, depuis le bassin du Lac de Zürich jusqu'à celui du Lac de Zug, comblé par le glacier du Reuss, du glacier où le Linth et le Rhin prenaient leur source. A mesure que les glaciers pénétraient des deux côtés dans la région, des lacs de barrage glaciaire, dans lesquels se déposaient des varves, se formaient dans l'espace intermédiaire. Les eaux de fonte affluent en quantité entraînaient un alluvionnement massif. Les masses de neige en déplacement recouvraient en fin de compte les dépôts constitués dans l'espace intermédiaire. La plupart des « Höger » sont des collines elliptiques constituées par des moraines latérales datant de la phase de progression et recouvertes par la suite.



P. Studer

Les fronts des deux glaciers se soudèrent l'un à l'autre sur une distance d'environ cinq kilomètres sous l'influence de leur extension maximale survenue pendant la période glaciaire tempérée. Dans le sud-ouest de la région, l'on trouve ainsi quatre de ces extensions maximales du glacier du Linth et du Rhin. Les moraines terminales, plaines alluviales pro-glaciaires et rigoles creusées par les eaux de fonte ont marqué cette région de leur empreinte.

Par suite du réchauffement du climat, les glaciers ont recommencé à se retirer. Comme la pente du fond du glacier Linth-Rhin était, à l'inverse de celui du glacier de Reuss, très faible, ces gradins de rétraction sont plus prononcés et plus fortement segmentés. Les moraines terminales, les plaines alluviales pro-glaciaires et les dépressions à glaces mortes en partie comblées sont les marques laissées sur le paysage par cette phase de rétraction.

## Conflits

Situé en bordure de Zürich et niché entre le Sihl et le Lorze, ce paysage morainique est soumis à un développement croissant. L'essor de la construction a donné une impulsion sans précédent à la demande de gravier et de sable. Ces cinq dernières années, un million

de mètres cubes ont été extraits en moyenne par année. Dans le cadre des projets d'exploitation autorisés, les réserves sont actuellement comprises entre 10 et 15 millions de mètres cubes environ. D'après les paramètres économiques et techniques actuels, les réserves exploitables du fait de leur volume et de leur constitution, mais qui n'entrent pas dans le cadre des projets d'exploitation autorisés, se situeraient selon les estimations entre 40 et 50 millions de mètres cubes, ce qui représente, le marché étant très tendu, une énorme source de conflits.

Il est certes possible, grâce au choix judicieux des emplacements des gravières et à l'aménagement du paysage, d'atténuer les conséquences des interventions dans ce dernier, mais cet art connaît des limites: le manque de remblai ou de matériaux propres à cet usage, les impératifs de la protection des eaux et l'intérêt pour l'agriculture de disposer de terres peu accidentées et faciles à cultiver, imposent des restrictions aux possibilités d'aménagement; les précieux éléments géotopiques tels que Drumlins et les moraines terminales, peuvent tout au plus être rétablis aux mêmes endroits et dans leurs formes primitives; la substance et la structure interne n'en sont pas moins perdues sans retour.

C'est seulement depuis quelques années qu'une bonne partie de la population a pris

conscience de l'importance particulière et de l'originalité de ce paysage morainique, ainsi que des menaces qui pèsent sur lui. Les nouveaux projets d'exploitation se heurtent à une opposition de plus en plus vive.

## Amorces de solutions

Sous la pression de l'opinion publique, on améliore successivement les instruments d'orientation et de coordination dont disposent les pouvoirs publics.

Les périmètres d'exploitation des gravières ont été strictement délimités par le biais de moyens d'aménagement du territoire. Ils se limitent pour l'essentiel à des superficies où cette exploitation est d'ores et déjà autorisée.

Pour permettre une utilisation aussi rationnelle que possible des réserves exploitables, les quantités de gravier pouvant être extraites chaque année ont été légalement contingentées. Dans les limites du paysage morainique situées entre le Sihl et le Lorze, la quantité est fixée à l'heure actuelle à quelque 800 000 mètres cubes.

En vertu de la loi de 1988 sur la protection et la préservation du paysage morainique, aucune nouvelle autorisation d'exploitation ne peut être accordée. Des dérogations peuvent cependant être octroyées quand l'intérêt général le justifie.

Pour que tous les intérêts puissent être dûment pris en considération, le paysage morainique situé entre le Sihl et la Lorze a été inscrit à l'inventaire fédéral des paysages d'intérêt national, ce qui lui vaut d'être protégé au maximum en vertu de la loi fédérale sur la protection de la nature et les sites. Son avenir n'en reste pas moins incertain, car l'approvisionnement en gravier pourrait être déclaré d'utilité publique en raison de la pénurie croissante de matières premières.

## Conclusions

De même que les paysages intacts, ces ressources naturelles que sont le gravier et le sable ne se renouvellent pas, aussi importe-t-il de les ménager.

Les bases juridiques et les instruments de planification dont disposent les autorités compétentes leur permettent de maîtriser l'exploitation du gravier dans les limites du paysage morainique et d'assurer la protection de ce précieux géotope. Toutefois, les problèmes que soulève l'approvisionnement en gravier n'en sont pas pour autant résolus dans le fond, mais simplement déplacés dans d'autres secteurs. Nul ne sait comment le système d'intervention ainsi établi réagira à la prochaine poussée exercée par le développement.

Les concepts suprarégionaux d'une exploitation des matières premières qui soit rationnelle et propre à protéger les paysages et l'environnement ne peuvent manquer de s'imposer. Il faut favoriser par tous les moyens possibles l'emploi de matériaux de remplacement du gravier pour détendre le marché.

B. Stürm  
Lämmlisbrunnenstr. 62  
CH - 9001 St Gallen

# Eskers de Finlande

Osmo Kontturi

Tous les pays ont leurs paysages caractéristiques dont l'évolution résulte de l'interaction de facteurs naturels, historiques et humains. Toutes les régions du monde sont touchées aujourd'hui par l'activité humaine et il devient donc de plus en plus intéressant de conserver les paysages naturels dans leur état actuel, surtout s'il s'agit d'exemples d'un type rare. Tel le cas des paysages fluvio-glaciaires de Finlande, les eskers (ou ôs), qui se sont formés au cours des douze derniers millénaires par le jeu de processus géologiques, biologiques et socio-économiques.

Ces paysages datent de la fin de la dernière glaciation et se sont constitués à une époque où la couche de glace recouvrait la Scandinavie était en régression. Ils sont nés de l'action des eaux de fonte sous la glace ou en bordure de la calotte glaciaire. Le dépôt de sables et de gravier et l'érosion ont produit des reliefs fluvio-glaciaires extrêmement divers, cônes aplatis, croupes et crêtes, mais le plus étonnant est sans doute l'esker, crête sinuée de sable et de gravier, longue parfois de dizaines de kilomètres, qui s'étend parallèlement à la direction de l'écoulement des glaces.

## Un atout de valeur internationale

Les paysages fluvio-glaciaires sont par définition limités aux régions autrefois recouvertes par les glaces. En Finlande, ils constituent quelques-uns des plus beaux paysages, notamment lorsqu'ils abritent des lacs, des marais et des rivières. Leur végétation, tout à fait unique, comporte des espèces rares. Malgré sa pauvreté et le peu de variété de ses biotopes, la végétation typique de ces formations offre des habitats à un certain nombre d'espèces animales / le renne sauvage ou

semi-domestiqué, par exemple, ainsi que divers oiseaux comme le pipit des arbres et l'engoulevent d'Europe. Ces éléments ont été pris en compte dans la réflexion sur la conservation des reliefs fluvio-glaciaires.

Les pentes des eskers portent, souvent à diverses hauteurs, des traces d'anciennes lignes de rivages, qui révèlent des fluctuations du niveau de la Baltique ou de lacs. On connaît l'importance de ces sites importants pour l'homme de l'âge de pierre qui y pratiquait la pêche et construisait ses habitations à proximité. Les recherches sur l'histoire naturelle de ces anciens rivages donnent souvent des indications utiles pour l'évaluation des dates des habitats préhistoriques.

## Conflits autour de l'utilisation du sol

Bien que les activités humaines dans les zones d'eskers remontent à la préhistoire, l'impact de l'homme sur les paysages fluvio-glaciaires date essentiellement des derniers siècles, la plupart des bouleversements majeurs étant intervenus au cours des 20 ou 30 dernières années.

De nos jours, les dépôts fluvio-glaciaires de sables et de graviers font l'objet de très nombreuses formes d'exploitations pour partie incompatibles et pour partie conciliables, notamment l'exploitation des gravières, l'alimentation en eau souterraine, la construction, les loisirs et la conservation de la nature.

De nombreux terrains de camping, centres sportifs et touristiques se sont installés dans des sites fluvio-glaciaires, dont la beauté et les reliefs extrêmement variés n'ont malheureusement pas bien résisté à ce traitement. D'où un certain antagonisme entre tourisme et protection de la nature.

L'extraction de gravier est à l'origine de conflits plus graves en matière d'environnement. Bien que la consommation totale de gravier soit très faible par rapport aux ressources brutes, l'exploitation des gravières a causé des dommages considérables à l'environnement, en défigurant de magnifiques paysages d'eskers, en augmentant les risques de pollution des eaux souterraines et en

empiétant sur la vocation récréative de ces sites. Pour des raisons économiques, le gravier ne peut être transporté à plus de 60 ou 70 km (et parfois beaucoup moins). Par ailleurs, les ressources en gravier de la Finlande sont assez inégalement réparties entre les régions, de nombreuses régions riches en gravier n'ayant qu'une faible demande. De fortes pressions vont donc dans le sens d'une exploitation intensive des ressources limitées situées à proximité des grandes villes, si bien que les paysages naturels fluvio-glaciaires ont pratiquement disparu dans un rayon de 40 à 60 km autour des grands centres urbains du sud et du centre du pays, comme Helsinki.

C'est dans ce contexte qu'a été effectuée l'évaluation scientifique des eskers, versée au dossier de leur conservation et qu'a été reconnue la nécessité de sauvegarder des exemples de paysages naturels fluvio-glaciaires pour les générations futures.

## Etudes et plans d'aménagement

Les premières mesures effectives pour la conservation des paysages fluvio-glaciaires de Finlande datent de 1972, année où a été lancée une enquête nationale sur les eskers, financée par l'Office national pour la conservation de la nature. Il s'agissait essentiellement de réunir toutes les informations nécessaires pour planifier, à l'échelon national, l'utilisation future des zones fluvio-glaciaires. L'enquête a été menée en deux phases: la première - préparation d'un inventaire - a été réalisée en 1970 en vertu des instruments législatifs existant en matière de conservation de la nature, et la seconde - élaboration de nouvelles méthodes d'enquête et d'analyse et mise à jour de l'inventaire - a eu lieu après le vote en 1982 de nouvelles lois régissant l'extraction de sable et de gravier.

La première étape de préparation de l'inventaire a consisté à identifier les paysages fluvio-glaciaires sur la carte de la Finlande, étape suivie de l'habituel travail sur le terrain, lui-même complété par des photographies aériennes obliques et, pour partie, par des images du satellite Landsat. Chaque zone a été classée en fonction de ses caractéristiques géologiques, géomorphologiques, biologiques et de ses paysages et a fait l'objet de recommandations concernant les formes appropriées d'utilisation du sol. Des données ont été réunies sur 1 765 sites d'eskers, couvrant une superficie totale de quelque 240 000 ha, soit environ 25% de la superficie totale des paysages fluvio-glaciaires de Finlande. Ces paysages se trouvent pour la plupart dans le nord et l'est du pays, qui sont les régions les plus éloignées et les moins peuplées.



A. Lyytikäinen

Avant même l'entrée en vigueur, le 1er janvier 1982, de la loi sur les ressources minières terrestres, deux ministères s'occupaient de gérer la conservation des paysages fluvio-glaciaires. De 1977 à 1980 un groupe de travail au ministère de l'Agriculture et des Forêts avait recueilli des données en vue d'établir un programme national coordonné pour la conservation des eskers et le Département de l'aménagement et de la construction du ministère de l'Intérieur avait de 1976 à 1980 dressé un inventaire des zones d'eskers d'importance nationale. Les résultats de ces travaux ont été rassemblés et révisés par le nouveau ministère de l'Environnement constitué en 1983. Le programme national coordonné pour la conservation des eskers qui en est issu a été ratifié par le Conseil d'Etat en 1984 et concerne 159 sites d'une superficie totale de 96 000 ha. En plus des sites couverts par le programme national, de nombreux paysages fluvio-glaciaires sont reconnus à l'échelon régional et figurent, par exemple, sur les listes des zones de conservation et de loisirs établies par les associations d'aménagement régional.

## Conservation en pratique

Légalement, les zones fluvio-glaciaires protégées en Finlande sont:

1. des parties de réserves naturelles ou de parcs nationaux qui appartiennent à l'Etat;
2. des propriétés privées déclarées zones naturelles protégées;
3. des zones forestières spéciales, désignées comme telles par une instance gouvernementale, le plus souvent l'Office national des forêts. Les zones protégées couvrent au total environ 15 000 ha, soit 1,5% de la superficie totale des paysages fluvio-glaciaires en Finlande. Par rapport aux objectifs fixés au départ, ce chiffre est évidemment tout à fait insuffisant.

Par exemple, les moraines frontales qui forment les Salpausselkä - la formation d'intérêt international, la plus importante de Finlande en ce qui concerne la géologie du Quaternaire - ne sont représentées que dans cinq zones protégées, toutes situées dans le sud-ouest du pays. Puisque des sites de ce

type intéressent tous les pays nordiques, la Carélie soviétique et l'Amérique du Nord, et puisqu'ils risquent d'être détruits dans la plupart des pays nordiques, leur protection, proposée dès 1973 par le Conseil ministériel nordique, est un sujet de préoccupation et doit faire l'objet d'une coopération internationale. Le fait que cette proposition n'ait pas eu de suite est donc un véritable défi à tous les spécialistes des sciences de la terre partisans de la conservation, notamment ceux qui s'intéressent aux pays nordiques et à la Carélie. Le peu d'intérêt manifesté pour la conservation des paysages fluvio-glaciaires doit également préoccuper leurs collègues d'Europe centrale, où il existe des vestiges de paysages et de géotopes fluvio-glaciaires produits par des déglaciations antérieures.

O. Kontturi  
Université de Joensuu  
Faculté de géographie  
PO Box 111  
SF-80101 Joensuu

# Au Conseil de l'Europe



Un nouveau projet de la Commission de l'agriculture vise à mettre fin à la pollution du sol et de l'eau par les nitrates, les phosphates, les métaux lourds et autres polluants résultant du fumier et du lisier produits par les élevages intensifs. Dans son rapport, la Commission souligne l'importance de retrouver ou de préserver des sols et des eaux souterraines non pollués qui ont une importance essentielle pour la production d'aliments de qualité. Elle demande notamment une amélioration des règles de stockage et de traitement des cultures dans les Etats membres afin d'éviter que l'application de fumier sur les terres agricoles entraîne une dégradation de l'environnement mais améliore au contraire le sol et la fertilité. Il faut pour cela fixer des limites maximales sur les quantités utilisées en fonction des cultures et de la qualité du fumier. Il faut également des règles pour le stockage, des périodes d'application et des techniques d'application en fonction de la situation géographique, du climat et de l'habitat.

La pollution des sols et ses conséquences pour l'agriculture formaient également une des principales préoccupations du premier Forum agricole européen organisé du 2 au 4 mai par la commission, en collaboration avec le Ministère fédéral autrichien de l'Agriculture et des Forêts et la Confédération européenne de l'Agriculture. La manifestation a rassemblé quelque 200 représentants des gouvernements, des parlements et des agriculteurs d'Europe centrale, orientale et occidentale. Ils ont dit leurs préoccupations devant la menace que représentent la pollution et l'érosion des sols non seulement pour la production agricole en Europe, mais aussi pour la sécurité alimentaire mondiale.

Le souci de la qualité du sol n'est pas nouveau pour la commission. Elle a présenté en 1986 un rapport à l'Assemblée parlementaire contenant une recommandation aux gouvernements membres d'accorder bien plus d'importance à leur politique de protection des sols.

La Charte européenne de l'aménagement du territoire, dite Charte de Torremolinos, adoptée en 1983 par les Ministres européens responsables de l'aménagement du territoire défini, entre autres, les objectifs fondamentaux de l'aménagement du territoire.

En ce qui concerne le sol, elle stipule notamment que l'aménagement vise à assurer une gestion responsable du cadre naturel, des ressources du sol et du sous-sol, de l'air et des eaux et qu'il assure en outre l'utilisation rationnelle du territoire.

Lors de leur 8<sup>e</sup> session en 1988, sur la base de ces lignes directrices, les Ministres responsables de l'aménagement du territoire ont examiné les problèmes du sol, notamment les aspects quantitatifs de sa consommation. Lors de leurs délibérations, ils se sont inquiétés «de voir que dans les dernières années, l'homme a eu une tendance accrue à utiliser le sol, le consommant selon ses besoins, sans se soucier suffisamment de ceux de ses descendants, ni de ceux de la nature».

Ils ont constaté que le sol est une ressource limitée, non extensible, de récupération difficile et coûteuse, et qu'il mérite par conséquent, une protection adéquate. Ils ont également souligné l'interdépendance de la protection quantitative et qualitative du sol et l'interaction entre les politiques de l'aménagement du territoire et de l'environnement.

## Conflit pesant sur le sol

Les hommes commencent à prendre conscience du caractère limité du sol, de sa rareté et de sa valeur en tant que ressource quantitative limitée. Dans un certain nombre des pays on s'est rendu compte que le développement socio-économique consomme quotidiennement des grandes quantités de sol et que ces tendances doivent être contrôlées pour éviter tout gaspillage et disparition définitive des sols de qualité. D'où la demande d'utiliser le sol d'une façon rationnelle. Mais ceci ne devrait pas non plus freiner l'activité et le développement économiques, éléments-clé de notre bien-être et du niveau de vie. Ainsi il faut trouver un équilibre acceptable entre les politiques de protection et de conservation de l'environnement et les contraintes du développement socio-industriel actuel.

Les Ministres se sont rendu compte de la situation conflictuelle qui devrait être résolue par une politique volontariste de l'utilisation rationnelle du sol, en vue de faciliter la mise en œuvre d'une politique appropriée au plan national, ils ont adopté, dans le cadre de leurs résolutions finales, un catalogue de principes traitant des surfaces bâties, de l'agriculture et de la nature.

## Analyse des instruments de l'utilisation rationnelle du sol

Après analyse des grands problèmes résultant de la consommation du sol, les Ministres ont décidé de poursuivre leurs travaux et de

se pencher sur les instruments permettant d'atteindre les objectifs esquissés à Lausanne. Ainsi, ils ont estimé qu'il est prioritaire de déterminer sur la base des principes arrêtés, les instruments de stimulation, de mise en œuvre et de gestion d'une politique d'utilisation judicieuse et mesurée du sol.

L'amélioration des instruments de l'utilisation rationnelle du sol fera l'objet de leurs discussions en octobre 1991 à Ankara (Turquie). Au cours de cette 9<sup>e</sup> session, ils examineront notamment :

- les instruments de connaissance (par exemple, la cartographie, la télédétection, les banques de données) et de surveillance;
- les instruments administratifs normatifs et actifs (tels que les instruments fiscaux, les études d'impact);
- les instruments socio-politiques (tels que la politique intégrée de développement local et régional, la coopération entre les pouvoirs publics et le secteur privé).

## Problème international

La complexité et la nouveauté du sujet – traité dans le passé seulement au plan national – rend nécessaire une coopération au niveau continental. Ceci concerne l'échange d'information et d'expérience tant au plan des études qu'au plan des politiques appliquées. Il n'existe pas encore, dans ce domaine, de structures de coopération et de documentation à l'échelle européenne. Au plan national, certains pays se sont dotés d'observatoires fonciers. L'expérience acquise par ces structures pourraient intéresser d'autres pays.

Les travaux ministériels pourraient alors aboutir aux conclusions suivantes :

- les instruments ne prendront leur pleine mesure que lorsque le sol aura été reconnu par les individus et les institutions comme entité propre à la ressource naturelle limitée;
- les instruments d'utilisation rationnelle du sol conceptuels et opérationnels peuvent faire cohabiter l'expansion urbaine et industrielle et la protection des sols, à partir du moment où l'intégrité physique du sol est respectée, et que des notions de souplesse fonctionnelle, de recyclage ou de facilité de démolition des bâtiments sont prises en compte;
- une bonne coordination verticale et horizontale des instruments d'utilisation rationnelle du sol devrait permettre une meilleure efficacité de ceux-ci, dans laquelle la notion d'un développement durable doit primer;
- en vue de sensibiliser les populations aux problèmes décrits et de promouvoir la mise en œuvre des politiques nationales en la matière, il serait possible d'envisager une campagne européenne pour l'utilisation rationnelle du sol et le développement durable.

# Agences nationales du Centre

## AUTRICHE

Mr Peter SONNEWEND-WESSENBERG  
Naturupa-Zentrum Austria  
Stiftgasse 16  
(Swarovski-Haus), II. Stock  
A-6020 INNSBRUCK

## BELGIQUE

M. Jean RENAULT  
Ministère de l'Agriculture  
Administration de la Recherche Agronomique  
Manhattan Center 7<sup>e</sup> étage  
Avenue du Boulevard 21  
B-1210 BRUXELLES

## CHYPRE

Mr Andreas PISSARIDES  
Nature Conservation Service  
Ministry of Agriculture and  
Natural Resources  
CY-NICOSIA

## DANEMARK

Ms Lotte BARFOD  
Ministry of the Environment  
The National Forest and Nature Agency  
Slotsmarken 13  
DK-2970 HØRSBOLM

## FINLANDE

Mrs Mirja RUOKORANTA  
National Board for Waters and the Environment  
Environmental Data Centre  
Haapaniemenkatu 5  
SF-00530 HELSINKI

## FRANCE

Mme Sylvie PAU  
Direction de la Protection  
de la Nature  
Ministère de l'Environnement  
14, boulevard du Général Leclerc  
F-92524 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX

## ALLEMAGNE

Mrs Helga INDEN-HEINRICH  
Deutscher Naturschutzring e.V.  
Kalkuhlstraße 24  
Postfach 320210  
D-5300 BONN-OBERKASSEL 3

## GRÈCE

M. Gregorio L. TSUNIS  
Société hellénique pour la protection  
de la nature  
24, rue Nikis  
GR-10557 ATHENES

## HONGRIE

Mrs Louise LAKOS  
Department for International Relations  
Ministry of Environment  
PO Box 351  
H-1394 BUDAPEST

## ISLANDE

Mr Sigurdur Á. THRÁINSSON  
Nature Conservation Council  
Hverfisgötu 26  
ISL-101 REYKJAVIK

## IRLANDE

Mr Michael CANNY  
Wildlife Service  
Office of Public Works  
Leeson Lane  
IRL-DUBLIN 2

## ITALIE

Dr. ssa Elena MAMMONE  
Ministero dell'Agricoltura  
Ufficio delle Relazioni internazionali  
18, via XX Settembre  
I-00187 ROMA

## LIECHTENSTEIN

Mr Wilfried MARKER-SCHÄDLER  
Liechtensteinische Gesellschaft für Umweltschutz  
Heiligkreuz 52  
FL-9490 VADUZ

## LUXEMBOURG

Mme Maryse SCHOLTÈS  
Ministère de l'Environnement  
5A rue de Prague  
L-LUXEMBOURG-VILLE

## MALTE

Mr Joe SULTANA  
Secretariat for the Environment  
M-BELTISSEBH

## PAYS-BAS

Drs P. W. BOS  
Ministry of Agriculture and Fisheries  
Department for Nature Conservation,  
Environmental Protection  
and Wildlife Management  
PO Box 20401  
NL-2500 EK 's GRAVENHAGE

## NORVÈGE

Mrs Irene SIGUENZA  
Ministry of Environment  
Myntgaten 2  
PO Box 8013 DEP  
N-0030 OSLO 1

## PORTUGAL

Prof. Miguel Magalhaes RAMALHO  
Liga para a Protecção da Natureza  
Estrada do Calhariz de Benfica, 187  
P-1500 LISBOA

## SAINT MARIN

Mme Antonietta BONELLI  
Département des Affaires Etrangères  
Contrada Omerelli  
Palazzo Begni  
Via Giacomini  
47031 SAN MARINO

## ESPAGNE

Mme Carmen CASAL FORNOS  
Dirección General de Medio Ambiente  
Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo  
Paseo de la Castellana 67  
E-28071 MADRID

## SUÈDE

Mr Ingvar BINGMAN  
National Swedish Environment  
Protection Board  
PO Box 1302  
S-171 25 SOLNA

## SUISSE

Dr. Ulrich HALDER  
Ligue Suisse  
pour la Protection de la Nature  
Wartenbergstraße 22  
CH-4052 BAILE

## TURQUIE

Mr Hasan ASMAZ  
Turkish Association  
for the Conservation of Nature  
and Natural Resources  
Menekse sokak 29/4  
Kizilay  
TR-ANKARA

## ROYAUME-UNI

Mr M. W. HENCHMAN  
Nature Conservancy Council  
Northminster House  
GB-PETERBOROUGH PE1 1UA

Tout renseignement concernant Naturopa, le Centre Naturopa ou le Conseil de l'Europe peut être fourni sur demande adressée au Centre ou aux Agences nationales respectives dont la liste figure ci-dessus.

