

# Érosion et dégradation des sols

Christian PAUTROT

Parmi les préoccupations environnementales du moment, les médias évoquent les changements climatiques liés à l'augmentation des taux atmosphériques de gaz à effet de serre, la pollution, la déforestation et accessoirement l'érosion des sols. Pourtant, avec une augmentation de la population mondiale quasi exponentielle, la perte de surfaces cultivables apparaît de loin comme étant le problème le plus fondamental pour l'avenir de l'humanité. L'accès aux ressources en eau est déjà à l'origine de multiples tensions, notamment au Moyen-Orient ; la lutte pour l'accès à la nourriture pourrait bien devenir source de déplacements de populations et de conflits d'une tout autre ampleur.



■ La Seille en crue à Metz, 2012.

Quelques chiffres montreront dans un premier temps l'ampleur du phénomène.

Les précipitations importantes du début du mois de janvier 2012 ont permis de mettre en évidence de manière très convaincante une conséquence de l'érosion des sols. Les eaux de la Seille et de la Moselle ont pris à ce moment une teinte ocre-café au lait très soutenue et qui ne se dissipa que plusieurs jours après le pic de crue. Un prélèvement effectué le 6 janvier 2012 au nord de Metz est très révélateur : il s'est avéré que l'eau trouble renfermait 0,15 g d'argile par litre donc, compte tenu du débit de la Moselle à ce moment (1500 m<sup>3</sup>/s), il passait 225 kg d'argile par seconde. La crue ayant duré trois jours, environ 50 000 tonnes d'argile sont passées au confluent de la Seille et de la Moselle durant cette période. Cette argile provenant du bassin versant de la Moselle qu'on peut évaluer à 5 000 km<sup>2</sup> en amont de Metz-nord, ce sont 100 kg d'argile par hectare qui ont quitté la région durant cette brève période.

Il s'agit là d'une estimation basse qui donne la mesure de l'ampleur du phénomène dans une région qui n'est pourtant pas connue pour être particulièrement dégradée. Au niveau du Bassin méditerranéen, zone très affectée, 15 tonnes/ha sont évacuées annuellement.

Au niveau mondial, on estime à 25 milliards de tonnes la masse de terre déplacée par an soit un volume approximatif de 16 km<sup>3</sup> de sol. Cela correspond à un volume ayant comme surface de base celle de Paris intra-muros et comme hauteur la moitié de celle de la tour Eiffel. Si l'on s'intéresse aux surfaces concernées par l'érosion, on peut estimer à dix millions d'hectares la surface de terres arables détruites par an, soit 0,5 % des terres cultivables.

## **Érosion des Sols**

Le sol est la partie superficielle de la terre susceptible d'être cultivée en raison de ses propriétés physiques et chimiques. Il résulte de l'interaction de la biocénose et du sous-sol sous certaines conditions climatiques. La plupart des plantes cultivées puisent l'essentiel de leur nourriture dans l'horizon supérieur du sol riche en matière organique qui lui donne une structure idoine.

Le fait même que cet horizon soit meuble le rend très vulnérable à l'action des agents d'agression et de transport que sont l'eau et le vent.

### ***L'érosion hydrique***

Elle est de loin la plus active. L'érosion en nappes, bien qu'étant la plus discrète n'en est pas moins redoutable. L'énergie cinétique d'une goutte de pluie se transforme à l'impact en énergie mécanique capable de déplacer les

## *Érosion et dégradation des sols*

particules du sol. Même sur une pente très faible, l'eau ruisselant en surface suit les lois de la gravitation et se dirige vers le bas de la pente. Une particule de sol retombant après un petit voyage aérien sera donc soumise au flux de l'eau et déplacée. De proche en proche, d'énormes quantités de terre migrent ainsi de manière insidieuse vers le bas des pentes. Les particules plus volumineuses de taille supérieure à 2 mm ne sont pas entraînées et restent donc sur place. C'est ainsi que les sommets des pentes débarrassés des portions fines laissent apparaître graviers et pierres déchaussés.

Des traces de billons apparues lors de décapages effectués par l'INRAP à Yutz en avril 2012 montrent l'accumulation des matériaux fins de teinte ocre au niveau d'anciennes rigoles d'écoulement dans des champs subhorizontaux de teinte générale plus foncée.

L'érosion en rigoles est déjà plus inquiétante et s'amorce sur des pentes un peu plus fortes quand un sol détrempé subit de fortes pluies. Dans ce cas, l'eau converge vers les points bas, les thalwegs, et prend de la vitesse. De ce fait, elle devient capable de prélever et de transporter davantage de particules ; sa densité augmente et corrélativement, sa puissance érosive. Elle creuse alors des rigoles pouvant atteindre plusieurs décimètres de profondeur, amorçant un phénomène d'érosion régressive. Dans ce cas, même des pierres de quelques centimètres peuvent être transportées.

Ces deux premiers types d'érosion hydrique sont très fréquents dans toutes les régions du monde, dès l'instant qu'existent des épisodes pluvieux, même si la pluviosité annuelle est faible.

Le ravinement est beaucoup plus grave puisque dans ce cas, le sol est entièrement évacué et la roche-mère, si elle est meuble, est profondément entaillée. Il se manifeste dans toutes les régions où ont lieu des épisodes pluvieux intenses et quand les pentes sont suffisamment fortes. Très fréquent dans les régions méditerranéennes et tropicales, il se rencontre aussi en France, dans les régions montagneuses et même en Lorraine puisqu'il est à l'origine des mini-torrents qui entaillent les côtes.

Les ravins atteignent couramment plusieurs mètres de profondeur et l'apothéose est parfois atteinte avec les remarquables cheminées de fées des zones de basses montagnes, telles celles qui jouxtent le lac de Serre-Ponçon.

Au niveau mondial, le ravinement est la principale cause de disparition des sols dans les régions tropicales. Des observations au Mexique et à Madagascar illustrent ce propos.



■ Le ravinement sous le plateau de Coiron (Ardèche).

### *L'érosion éolienne*

Bien que nettement moins importante, elle ne doit pas pour autant être sous-estimée. Certes, les phénomènes catastrophiques, tels le *dust bowl* de 1936, sont exceptionnels ; mais dès l'instant où un sol est mis à nu, il devient sujet à ce type d'érosion. Quelques vues anciennes montrent l'étendue spatiale et l'ampleur de la catastrophe qui toucha les grandes plaines américaines.

Il va sans dire que toutes les régions sèches sont éminemment vulnérables à ce type d'agression et les vents des zones tropicales sèches sont bien connus des voyageurs, qu'ils aillent sur place ou attendent que les poussières venues du Sahara retombent sur les voitures bien lustrées, au grand désespoir de leurs propriétaires lorrains.

La France n'est pas épargnée : il suffit de regarder la couleur du ciel lorrain en été en période anticyclonique, pour lui trouver un air ocracé et trouble dû aux énormes quantités de poussières en suspension arrachées aux terres agricoles. Il s'agit ici du ciel observé à la campagne et non du ciel chargé de poussières de caoutchouc et autres résidus d'hydrocarbures qui stagne au-dessus des grandes agglomérations.

La plupart des pays ont pris conscience de l'ampleur de ces phénomènes et commencent à réagir, ne serait-ce qu'en établissant des cartes de



■ Conséquences du *dust bowl* (Sud-Dakota), 1936.

vulnérabilité des sols. Celle réalisée par l'INRA-Gis Sol en est un exemple. La réalisation de telles cartes suppose des études lourdes à de nombreux niveaux : géologie, topographie, climat, pratiques culturales. Elle suppose avant tout une bonne connaissance des facteurs déclencheurs de l'érosion. Il apparaît ainsi que les régions les plus touchées sont logiquement les zones montagneuses telles Alpes et Pyrénées, celles de grande culture telles le Nord, la Brie et la Beauce, mais aussi d'autres auxquelles on ne s'attendrait pas, la Bretagne par exemple.

### **Facteurs déclencheurs de l'érosion**

Tout facteur susceptible de mettre le sol à nu est par là même générateur d'érosion puisque c'est la couverture végétale qui limite le plus la circulation des eaux superficielles et l'impact du vent.

### ***Le défrichement***

Pour quelque raison que ce soit, il est évidemment le principal agent initiateur. La déforestation pratiquée depuis la sédentarisation de l'homme et les débuts de l'agriculture est la cause essentielle de la destruction des surfaces

cultivables, notamment dans les zones sensibles. Où sont les fleuves, les vastes forêts ombreuses aimées d'Homère et déjà regrettées par Hérodote ? Et celles de la grande Syrte ? En 2500 ans, le pourtour méditerranéen est devenu un désert rocailleux où des bosquets rabougris et épineux survivent, quand ils n'ont pas été totalement éradiqués, parmi les cailloux et les crêtes rocheuses qui émergent du paysage tels des squelettes blanchis.

La déforestation par le feu pour la mise en culture fut l'une des premières atteintes à l'intégrité des sols, suivie par les coupes destinées à l'industrie (verrière, métallurgie, salines, papeterie). Les traces de tas d'essartage vues en photo aérienne à l'ouest de Vigy (Moselle) illustrent cet aspect des choses. De manière plus anecdotique, on peut également signaler la disparition des forêts de cèdres au Liban pour la construction navale et l'établissement de charpentiers.

L'écobuage traditionnel, s'il est bien contrôlé, détruit la strate herbacée mais ne porte pas atteinte aux végétaux ligneux. Malheureusement, l'irresponsabilité de certains a conduit depuis quelques décennies à des catastrophes accidentelles. Le phénomène s'est encore accru quand des incendies ont été provoqués avec des arrière-pensées économiques voire politiques qui n'avaient plus rien de commun avec une gestion durable du territoire. L'alibi de la tradition était devenu arme de destruction susceptible d'obtenir le déclassement de zones boisées, préalable à des opérations immobilières illicites.



■ Après un incendie de forêt à La Tour d'Aigues (Vaucluse).

Heureusement, quelques décrets rendant inconstructibles les zones incendiées ont fait cesser de tels agissements, en France du moins.

Cette destruction du couvert végétal expose le sol aux agents d'érosion et en particulier à l'eau, particulièrement agressive en climat méditerranéen ; mais c'est actuellement dans les régions tropicales que ce type d'atteinte est le plus manifeste. Il ne s'agit plus de brûler quelques hectares de forêt pour la survie temporaire d'une communauté tribale, mais de détruire des dizaines de kilomètres carrés de forêt avec des engins de destruction massive, ensuite par le feu afin de donner le champ libre à des cultures d'exportation puis à de l'élevage extensif quand le sol aura été stérilisé. Cette pratique est parfois le préalable inavoué pour un accès facilité à des ressources minérales. Les gigantesques incendies de forêts survenus en Asie du Sud-Est en 1997 ont brûlé au moins 4,5 millions d'hectares et couvert la région d'une nappe de fumée et de brume. Des images satellitales montrent l'ampleur du phénomène dans l'État du Para au Brésil.

Ainsi, huit millions d'hectares (80 000 km<sup>2</sup>) disparaissent par an et, en 30 ans, 80 % des forêts primaires ont été détruites, pas seulement dans les pays tropicaux (Amazonie et Indonésie), mais aussi en région tempérée et froide : Norvège, Canada, États-Unis pour l'industrie de la pâte à papier ainsi qu'en témoignent des vues de la région de Seattle aux États-Unis.

Les conséquences de la déforestation sur les sols sont bien mises en évidence dans le Natal brésilien après les défrichements opérés dans les années 1930 pour la monoculture du café puis, en Haïti et Madagascar où les surfaces ravinées sont considérables. Actuellement, outre l'Amazonie, ce sont les grandes îles d'Indonésie qui perdent leurs forêts puis leurs sols à une vitesse effrénée. Ainsi, dans les années 1980, l'île Indonésienne de Java perdait 770 millions de tonnes de terre arable par an.

Dans les régions tropicales humides, l'évacuation de 90 tonnes de sols par hectare et par an est une moyenne basse.

### *Le surpâturage*

Il est la seconde cause de dégradation des sols. Son effet a été spectaculaire sur le pourtour méditerranéen et on aime citer le cas de l'Espagne dont d'immenses territoires sont devenus quasiment désertiques, depuis le xvi<sup>e</sup> siècle, suite au surpâturage ovin ayant suivi la création de grands domaines grâce à l'or des Amériques. Ce sont surtout les ovins et les caprins qui dégradent la couverture végétale puisque ces animaux tondent à ras les herbes, voire même les arrachent, et que les chèvres détruisent également les végétaux ligneux. L'arrière-pays montpelliérain et les zones montagneuses d'Afrique du Nord sont bien démonstratifs à cet égard.

La charge en herbivores d'un pâturage est la masse de bétail que peut supporter un terrain sans risquer de voir son sol détruit. Il s'agit en fait de trouver un équilibre entre la productivité primaire et sa consommation par les herbivores. Ainsi, en France, 45 t/km<sup>2</sup> alors que dans une savane africaine, elle n'est que de 5 t/km<sup>2</sup>. Cette charge, largement dépassée dans des zones sahéliennes accentue leur désertification puisque la maigre végétation, détruite dès qu'elle pousse, ne peut en aucun cas protéger les sols. Le forage inconsidéré de puits pour abreuver le bétail accroît la densité de la population humaine et animale et accélère la destruction des sols, en même temps qu'elle abaisse le niveau de nappes d'eau souvent fossiles qui seraient bien mieux utilisées pour une irrigation raisonnée.

### **Conséquences de l'érosion des sols**

La mise en culture ne fait pas que mettre à nu les terres. Elle modifie aussi la composition chimique et la structure du sol. Parmi les conséquences de la mécanisation et des traitements phytosanitaires, on peut citer le tassement des sols et la perte de matière organique due à la disparition de la partie vivante ou biocénose de l'écosystème.

#### *Disparition de la terre arable*

La mise à nu de la roche-mère entraîne logiquement la stérilisation du terrain. La reconquête est très lente puisqu'il ne se forme qu'environ deux centimètres de sol par millénaire.

Les agronomes considèrent qu'une perte supérieure à 1 t/ha/an est irréversible au-delà d'une cinquantaine d'années. Le problème est donc hautement préoccupant pour des surfaces considérables essentiellement dans des régions tropicales et montagneuses.

#### *Modification de la structure*

La structure du sol est directement liée à sa texture et à la présence de matière organique. Elle peut être particulière si les éléments unitaires du sol n'adhèrent pas entre eux (sable, limon), grumeleuse ou en grains si des cations relient les minéraux argileux et les matières organiques, massives ou compactes, quand le sol riche en argile se débite en éléments polyédriques.

La perte de matière organique due à l'exportation des récoltes et à la destruction par pesticides de la microflore du sol productrice d'acide humique entraîne une perte de la structure grumeleuse stable, d'où phénomène de battance, surtout sur les sols à texture limoneuse. La battance est la formation



d'une croûte stratifiée à la surface du sol qui empêche l'infiltration, donc entraîne le ruissellement. Elle débute par le colmatage des pores du sol, qui s'oppose à l'infiltration de l'eau et à la circulation de l'air.

Une structure grumeleuse est très stable lors des épisodes pluvieux. Étant perméable, elle permet l'infiltration de l'eau et une bonne aération. Les sols à structure massive sont les sols lourds, difficiles à travailler, parfois asphyxiques dans les zones basses et formant de la boue par temps pluvieux s'ils sont écrasés. Par contre, ils résistent bien à la battance en raison de la cohésion des particules argileuses. À l'opposé, les sols limoneux n'y résistent pas du tout en raison de leur texture et de leur structure. Ils seront donc les plus sensibles au ruissellement et à l'érosion hydrique.



■ Érosion et sédimentation à Hayes (Moselle).

Le tassement des sols agricoles par les engins initie également les phénomènes de ruissellement et d'ablation. Ce n'est pas seulement le fait que l'écrasement par les roues crée de légères dépressions ou des ornières qui amorcent le phénomène, mais aussi le fait que, le sol étant tassé, l'eau ne peut plus s'infiltrer.

Cette érosion ne conduit pas toujours à l'exhumation de la roche-mère. Dans les sols rouges tropicaux, l'ablation des horizons A et la mise à nu de l'horizon B conduit à la précipitation des hydroxydes de fer entraînant la formation d'une cuirasse d'oxyde ferrique pouvant atteindre plus d'un mètre d'épaisseur. Cette cuirasse latéritique stérilise le sol pour des dizaines de milliers d'années, le temps qu'une nouvelle pédogenèse ait lieu, si le climat le permet.

L'hydromorphie ne correspond pas à une ablation du sol mais à une perte de sa fertilité. Le déboisement en zone humide diminue voire supprime la consommation d'eau du fait des végétaux ; on peut rappeler ici qu'un arbre de grande taille tel un chêne pédonculé de 25 mètres consomme environ 500 litres d'eau par jour. La conséquence immédiate est la remontée du niveau de la nappe phréatique avec asphyxie du sol gorgé d'eau qui devient impropre à toute culture rentable.

### *Inondations*

La disparition des ralentisseurs des eaux de ruissellement que constituaient les forêts et prairies en amont des bassins versants conduit logiquement à l'apparition d'inondations en aval. Celles de Morlaix en 1974 à la suite des remembrements massifs, celles de Vaison-la-Romaine, de Nîmes et tant d'autres sont là pour témoigner de l'impact des activités humaines sur le fonctionnement des réseaux hydrographiques.

### *Alluvionnement*

Les particules fines ou moins fines arrachées aux terres défrichées sédimentent quand l'énergie du transporteur faiblit, donc quand les cours d'eau parviennent dans les lacs et la mer. Si l'envasement des lacs de barrage et autres bassins portuaires pose quelques soucis, la présence de particules argileuses dans les eaux a des conséquences écologiques bien plus préoccupantes. L'opacité des eaux amoindrit considérablement l'épaisseur de la zone photique susceptible d'accueillir les végétaux chlorophylliens producteurs d'oxygène et consommateurs de dioxyde de carbone. Il en résulte une asphyxie des milieux par eutrophisation, puisque d'une part les conditions deviennent anoxiques et d'autre part les ions minéraux en excès ne sont plus consommés, si ce n'est au départ par des bactéries qui épuisent le dioxygène restant, puis par des bactéries chimioorganotrophes anaérobies en général productrices de toxines.

Sous d'autres latitudes, la turbidité induite par l'apport des boues continentales participe à la mort des récifs coralliens, les polypiers qui sont une symbiose entre les cnidaires et des algues unicellulaires (zooxanthelles) ne pouvant vivre que dans des eaux limpides. Le problème est que les récifs sont les principaux producteurs d'oxygène et fixateurs de CO<sub>2</sub> des mers tropicales.

### *Pollution des eaux*

Une conséquence non pas étonnante mais peu connue est l'arrivée de substances dissoutes dans les bassins sédimentaires. Ainsi, une récente étude (*Pour la Science*, juin 2007) des récifs de l'océan Indien au large d'un fleuve kenyan a montré une augmentation significative du taux de baryum dans les coraux depuis les années 1920. Or, cette date correspond à l'installation de grandes plantations de caféiers sur des zones forestières défrichées. Le baryum présent dans les sols fut alors abondamment lessivé par les pluies et déversé dans les fleuves, accompagné bien sûr d'une multitude d'autres éléments.

En France, les observations sont beaucoup plus anciennes et l'apparition des algues vertes (ulves et entéromorphes) sur les plages bretonnes n'a pas

## *Érosion et dégradation des sols*

attendu que les journalistes les mettent à la une. Dans les années 1970 déjà, l'eau de la baie de Plestin-les-Grèves n'était accessible qu'après le franchissement d'une dizaine de mètres de fumier d'algues. Seuls les scientifiques médisants et politiquement incorrects savaient que ces proliférations étaient dues aux nitrates ruisselant des emprises agricoles. Plus près de nous, la couleur brune et l'opacité des eaux de la Moselle en été sont à mettre en relation avec le lessivage des engrais dans tout le bassin versant (mais aussi aux phosphates des produits ménagers) qui entraînent la prolifération de diatomées et autres algues unicellulaires.

En milieu marin, la toxicité des eaux rouges, estivales en particulier, est due à des algues rouges du groupe des péridiniens (Dinophycées) qui prolifèrent grâce aux apports de nutriments minéraux d'origine anthropique.

### *Pollution de l'air*

L'érosion éolienne amène dans la troposphère d'énormes quantités de particules fines qui troublent l'air et lui donnent une teinte ocre. En Lorraine et en période anticyclonique, ces particules minérales représentent environ 10 % des PM 10 détectées. Les PM 10 sont des particules de 10  $\mu\text{m}$ . Il est évident que les particules minérales ne sont pas seules à se retrouver dans l'air.



■ Poussières soulevées par le vent à Zagora (Maroc).

Toutes les substances épandues sur les terres agricoles les accompagnent et il se trouve que du point de vue toxicité, ces substances présentent beaucoup plus de danger pour la santé humaine que les résidus d'hydrocarbures résultant du chauffage et des transports. Paradoxalement, l'air des campagnes cultivées serait plus nocif que l'air des villes.

### *Changements climatiques*

Une région boisée présente une hygrométrie élevée du fait de l'évapotranspiration importante résultant du fonctionnement des végétaux chlorophylliens. L'évaporation étant consommatrice de calories, la température de l'air est donc localement plus faible. Cette fraîcheur ressentie en altitude est à l'origine de la condensation de la vapeur d'eau et génère des pluies fréquentes mais de faible intensité.

L'échauffement d'une zone défrichée et cultivée est beaucoup plus rapide puisque l'effet tampon induit par une couverture végétale importante disparaît. Il en résulte un mouvement ascendant rapide de l'air échauffé par convection et un apport important de vapeur d'eau dans les couches supérieures plus froides de l'atmosphère. La condensation de cette vapeur est à l'origine de précipitations orageuses violentes qui accentuent l'érosion des sols. Une recrudescence des épisodes orageux eut lieu en Bretagne peu après les grandes campagnes de remembrement avec arrachage des haies du bocage et mise en culture de grandes parcelles.

Dans les régions méditerranéennes et sahéliennes, les défrichements massifs ont toujours conduit, après une érosion importante des sols à un assèchement climatique régional. La sécheresse inédite sévissant actuellement en Aragon (mars 2012) n'a pas d'autre origine.

Plus anciennement, la déforestation de la forêt amazonienne au Natal (Brésil) au début du xx<sup>e</sup> siècle pour y installer des plantations de caféiers a été suivie non seulement d'une érosion massive mais aussi d'un assèchement climatique catastrophique.

Les sols constituent, par la matière organique qu'ils renferment (biocénoses et humus) d'importants réservoirs de carbone.

La raréfaction de la matière organique dans les horizons supérieurs des sols a un impact sur la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique et par conséquent sur le changement climatique global. Moins le carbone est piégé dans la matière organique du sol, plus il se retrouve sous forme de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. De 4 % de matière organique dans les sols européens en 1950, nous sommes descendus à 1,4 %. Si cette conséquence peut sembler négligeable à l'échelle d'une région, il ne faut pas oublier que l'on peut extrapoler à l'ensemble des

terres cultivées mondiales ce qu'on observe localement en Europe. Cette diminution de la fixation du carbone dans les sols participe à l'accroissement de l'effet de serre et au changement climatique global.

## **Préventions et remèdes**

La prévention peut être menée dans deux directions : il s'agit avant tout de laisser le moins de surface de sol nu le moins longtemps possible d'une part et de ralentir la vitesse des agents érosifs que sont l'eau et le vent d'autre part.

### *Réduction du temps de dénudation*

En ce qui concerne la réduction du temps de dénudation des sols cultivés en zones tempérées, les agronomes préconisent diverses solutions :

- travail de la terre par des moyens mécaniques immédiatement après la récolte, ce qui pose le problème d'une consommation accrue de carburant puisque l'émottage obtenu traditionnellement par labour, action du gel puis hersage, est réalisé en quelques jours par la charrue et les herses rotatives très énergivores ;

- semis précoce de céréales d'hiver et de colza, qui réduit considérablement la période de dénudation mais ne va pas sans poser problème quand de longues périodes de fortes gelées surviennent comme ce fut le cas en février 2012 ;

- non-labour avec semis direct sur chaumes qui tend à se répandre avec à la clé quelques soucis phytosanitaires ;

- mise en place de semis intermédiaires en période hivernale, ce qui suppose deux fois dans l'année l'établissement d'un cycle semis-croissance-récolte, donc une utilisation supplémentaire de carburant. Les cultures intermédiaires de légumineuses présentent l'avantage de fournir de l'engrais vert riche en azote qui n'a pas besoin d'être récolté puisqu'il est enfoui par labour. Le choix des cultures intermédiaires n'est pas anodin : la chambre d'agriculture de la Moselle fournit une liste d'espèces plus ou moins couvrantes, alimentaires pour les insectes et la petite ou la grande faune, mellifères etc. : lin, caméline (crucifère), phacélie (borraginacée violette), vesce, sarrasin (polygonacée), trèfle, etc.

Dans les régions plus sèches, le mélange de cultures à cycles végétatifs différents est une solution utilisée traditionnellement sur les petites parcelles. Une vue prise dans une oasis marocaine montre dattiers, grenadiers, figuiers, fèves et céréales. Au Togo, ce seront palmistes, bananiers, manioc, canne à sucre et autres légumineuses.



■ Cultures superposées dans une oasis marocaine.

Bien qu'en zone tempérée, le non-respect de la charge en herbivores des pâturages soit la règle, les conséquences ne sont pas désastreuses, à la différence de ce qu'on observe dans les zones méditerranéennes et sahéliennes où le bétail constitue parfois un signe extérieur de richesse. Dans ces dernières, une modification des pratiques ancestrales, à défaut d'obtenir une évolution des mentalités, est urgente si l'on veut sauver les derniers lambeaux de sol non encore dévastés et épargner aux populations locales la déchéance de l'assistanat.

La reconquête des zones affectées par l'abrasion des sols ou susceptibles de le devenir n'est pas simple s'il faut reconstituer un sol ; la lenteur de la pédogenèse a déjà été évoquée.

La France a connu de telles entreprises avec les reboisements opérés en Champagne pouilleuse, dans les Landes (pin maritime), sur la zone rouge des Côtes de Meuse (pin noir d'Autriche) et maintenant en montagne. L'Espagne et la Chine ont lancé récemment, mais un peu tard, des campagnes de reboisement massif.

Dans les régions à saisons sèches, le reboisement avec des espèces pionnières suppose un suivi de tous les instants avec souvent l'utilisation des

dernières ressources en eau disponibles. Ces actions ne sont malheureusement guère compatibles avec la fréquente inertie des populations locales et demandent des investissements à long terme impossibles à assurer.

### ***Ralentisseurs d'écoulement***

Le maintien permanent d'une couverture végétale est le moyen le plus efficace, mais il est impossible dans les champs cultivés. Toutefois, même dans ce cas, diverses pratiques permettent une limitation bénéfique de la vitesse d'écoulement des eaux de ruissellement.

Tout d'abord, le sens du labour parallèle aux courbes de niveau et un hersage tardif, après la saison hivernale. L'établissement de paliers dans les zones pentues existe depuis l'antiquité aussi bien en Europe, avec les cultures en terrasses limitées par des murets de pierre sèche, qu'en Asie du Sud-Est avec les célèbres rizières en terrasses limitées par des levées de terre.

Le respect de bandes herbeuses le long des ruisseaux, initialement prévues pour lutter contre la pollution des eaux par les produits de traitement, est également un bon ralentisseur d'écoulement.

Toujours sur les terrains en pente, la mise en place de fascines dans les rigoles d'écoulement des champs ou de barrages dans les thalwegs est



■ Anciennes terrasses (Ardèche).

pratiquée avec fruit. Le remembrement massif effectué en France dans les années 1960, pour faciliter la mécanisation des exploitations et augmenter les surfaces exploitées, fut l'une des principales causes de l'érosion des sols dans les zones à climat océanique. Depuis quelques années, on assiste localement à des replantations de haies, mais avec un maillage moins dense que ce qui existait dans un bocage traditionnel. Cette action n'est malheureusement pas du goût de la plupart des aménageurs et exploitants pour qui une haie reste synonyme de négligence et de perte de revenu. Un préjugé du même ordre est encore à l'origine de la destruction des dernières zones humides et du redressement et nettoyage des ruisseaux et bords de rivières, ce qui concourt évidemment à l'accélération des eaux de crues avec toutes les conséquences érosives que cela suppose auxquelles s'ajoutent les inondations catastrophiques en aval.

La lutte contre l'érosion est incompatible avec une exploitation à courte vue, à tel point que des aides doivent être allouées aux agriculteurs pour qu'ils acceptent de protéger leur gagne-pain. Ainsi, en Belgique, dans les parcelles reconnues comme sensibles, des mesures agro-environnementales (MAE) sont proposées aux agriculteurs avec une aide financière qui va de 80 €/ha/an pour le non-labour à 200 €/ha/an pour le semis direct, et même 1 300 €/ha pour la mise en place d'une bande enherbée.

### ***Brise-vent***

Conçues à l'origine pour protéger les cultures de l'action néfaste des forts coups de vent, les haies jouent également un rôle fondamental dans la lutte contre l'érosion éolienne.

On les rencontre logiquement dans les régions exposées telles la Bretagne et la Provence mais les haies bretonnes ont beaucoup souffert des technocrates des années 60 ainsi que signalé plus haut.

Il s'agit soit de plantations linéaires de végétaux ligneux : chênes, ormes, cyprès et autres soit de plantes herbacées telle la canne de Ravenne.

### **Réduction de la pression anthropique**

L'homme, qu'il soit financier, technocrate ou philanthrope a oublié qu'il est un animal et par là même est censé se plier aux dures lois de l'écologie.

Une surface donnée de territoire peut produire durant une année une certaine quantité de matière végétale qui constitue sa production primaire. Celle-ci est conditionnée par des facteurs naturels incontournables qui sont la nature du sol et le climat. Cette matière végétale peut être consommée





■ Alignement de chênes formant haie brise-vent (Bretagne).

directement par l'homme végétarien ou servir de fourrage à du bétail qui sera alors consommé par l'homme carnivore. Or, dans des écosystèmes équilibrés, le passage d'un niveau trophique au niveau supérieur s'accompagne d'une perte de 90 % de la matière ou de l'énergie. Prenons l'exemple d'un terrain d'un hectare qui fournit 50 quintaux de céréales par an ; ces céréales pourraient permettre la vie de 500 kg d'homme ne mangeant que cela durant un an s'il les consommait directement ou de 50 kg d'homme s'il consommait du bétail ayant consommé ces céréales. Ces calculs sont évidemment très simplistes ; mais ils permettent de conclure que la population humaine pouvant vivre sur une surface donnée n'est pas extensible et qu'elle est soumise à des lois quasi mathématiques. La surpopulation d'une région peu productive est synonyme de famine endémique. Cette situation ne peut qu'être amplifiée quand des pratiques culturelles aberrantes détruisent les sols et affaiblissent encore les potentialités de la région.

L'amélioration de l'état sanitaire des populations à l'origine de la dégradation de l'état des sols de telles contrées ne peut alors que s'accompagner d'une émigration massive vers des régions moins surpeuplées. L'écologie ne peut que confiner au malthusianisme.

Nous n'avons survolé ici que des cas d'érosion involontaires découlant d'actes irréflectifs. Il conviendrait d'y ajouter les surfaces considérables de

terres arables détruites volontairement lors des aménagements des infrastructures que nos technocrates pensent être indispensables au progrès et à la croissance. Il est malheureusement évident que la croissance dans son acception actuelle est synonyme de destruction des sols mondiaux avec toutes les conséquences que cela suppose.

Des cartes de la région messine établies à une cinquantaine d'années d'intervalle, sont une bonne illustration de l'artificialisation du territoire. On assiste à une urbanisation massive sur les alluvions anciennes et modernes de la Moselle et de la Seille, alors que ces terres sont d'excellente qualité agricole. Je n'ajouterai pas à cela les sols stérilisés par diverses pollutions industrielles, ceux qui sont salinisés par l'irrigation (vallée du Nil) et tant d'autres.

### **Quel avenir ?**

Divers documents consultables sur Internet montrent une évolution possible des surfaces cultivables si la température mondiale s'accroît de quelques degrés : des régions entières deviendront stériles. Ces modélisations sont manifestement connues des grands pays surpeuplés ou dont les capacités agricoles se sont réduites à la suite d'une mauvaise gestion des sols. L'achat de terres potentiellement cultivables devient pour eux une solution logique. Ainsi, 203 millions d'hectares (2 millions de km<sup>2</sup>) sont passés sous contrôle étranger entre 2000 et 2010, par l'intermédiaire de ventes ou de locations de longue durée. Les pays les plus demandeurs sont la Chine, l'Inde, la Corée du Sud et les émirats du Golfe. Les pays vendeurs se situent surtout en Afrique, Asie du Sud-Est, États-Unis et Brésil.

Le développement de l'agriculture hydroponique, voire également de l'élevage hors-sol est une autre voie qui conviendra sans doute aux investisseurs. La mainmise sur les moyens de production de nourriture par les producteurs de semences OGM obtenue avec l'accord des pouvoirs politiques ne parviendra sans doute pas à compenser la perte des sols cultivables pour les milliards de nouveaux terriens que feront naître les progrès de l'hygiène et de la médecine. Dieu veuille que la sélection naturelle ne redevienne pas alors le seul recours pour la survie de l'humanité. ■

## **Bibliographie**

DAJOZ, *Précis d'écologie*, Paris, 1982.

SOLTNER (Dominique), *Les bases de la production végétale*, Angers, 1982.

## **Documents issus de divers organismes, consultables sur Internet**

- Agence Régionale pour l'Environnement (ARPE) - Midi-Pyrénées ;
- Base de données analyse des terres (BDAT) ;
- Chambre d'agriculture de la Moselle ;
- Commission européenne, rapports 2002 ;
- *Food and agriculture organization* (FAO) ;
- *Global agro-ecological zoning* (GAEZ) ;
- Groupement d'intérêt scientifique sur les sols (GIS Sol) ;
- Institut National de Recherche Agronomique (INRA) d'Orléans ;
- Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) ;
- SAGE : *center for sustainability and the global environment*.

