SOLS AGRICOLES ET ENVIRONNEMENT : UNE RENCONTRE À MÉNAGER

LUC THIÉBAUT

Le rôle des sols dans les processus biologiques, physiques et chimiques qui sont à l'arrière-plan des problèmes environnementaux est très largement méconnu. L'agro-économiste explique pourquoi, de son point de vue, il en est ainsi. Ceci est dû à la non-coïncidence de deux grilles de lecture d'un problème d'environnement, l'une scientifique, l'autre sociale, et correspondant aux exigences de l'action publique.

Résumé en anglais p. 142.

Le sol comme substrat des écosystèmes est une composante fondamentale du milieu de vie des espèces et d'abord de la nôtre. À ce titre, il est pris en compte, aujourd'hui, dans le discours sur l'environnement comme il l'a été depuis des siècles en tant que ressource naturelle nourricière. Ces deux registres du débat social interfèrent. L'analyse, dans un premier temps, de la considération du sol par les institutions gérant l'environnement, est l'occasion de poser cette question de l'environnement quand elle concerne l'agriculture, activité productive très liée aux mécanismes "naturels". Ce survol de l'approche administrative du sol comme

élément de l'environnement montre beaucoup d'hésitation sur la place de ce "milieu physique" dans la question sociale de l'environnement. Il y occupe une place secondaire et variable, dessinée par une gamme éclectique d'indicateurs. Dans un second temps nous essayerons donc d'ordonner les problèmes correspondants selon une grille d'analyse qui tient compte de la diversité des acteurs en présence et ne prétend donc pas se substituer à la synthèse que pourrait faire un pédologue sur ce sujet. Ce regard, socioéconomiste, nous amènera à proposer une délimitation adaptée de cette question de l'environnement, délimitation dont le caractère volontairement restreint peut avoir une valeur heuristique et une pertinence pour analyser le statut de l'agriculture dans une société préoccupée par certaines dégradations de son environnement.

RÉSUMÉ : Sols agricoles et environnement : une rencontre à ménager

Les problèmes de sol apparaissent tantôt au dedans, tantôt au dehors du champ de la question sociale de l'environnement et du discours des institutions correspondantes. La prédominance, dans ces évocations, des qualités du sol relevant de la fertilité donc de l'agriculture rend peu lisible la variété des autres intérêts concernés. L'analyse des problèmes liés à la qualité physique du sol dégradée par l'érosion et à quelques qualités chimiques dont celles menacées par les métaux lourds permet de mettre de l'ordre dans les rapports qui se nouent, à propos du sol, entre l'agriculture et les autres utilisateurs du milieu. Cette lecture des phénomènes amène à délimiter la question sociale de l'environnement par l'altérité des activités qui modifient les milieux par rapport à celles qui sont sensibles à ces modifications.

LE SOL DANS L'INFORMATION ADMINISTRATIVE SUR L'ENVIRONNEMENT

La question sociale de l'environnement se pose avec plus ou moins d'évidence selon les éléments biophysiques qui y sont en jeu : la qualité de l'eau, de l'air, des paysages, la diversité des espèces sauvages en sont les entrées classiques.

Au contraire, le statut du sol, dans les préoccupations et l'administration de l'environnement, est assez instable et mal situé par rapport à l'ensemble des enjeux socio-économiques portant sur ce milieu et en particulier par rapport à son utilisation comme facteur de production agricole.

Cette ambiguïté se traduit par la dispersion des variables retenues par les institutions de l'environnement quand elles évoquent le sol. Pour ce qui concerne la France, elle est amplifiée par l'association fréquente du sol et des déchets dans une même catégorie d'action politique et de recherche.

En quoi le sol pose-t-il des problèmes d'"environnement" ? À quelles variables de la qualité¹ des sols peut-on relier ces problèmes ?

1. Nous n'aborderons pas ici les aspects quantitatifs de la ressource sol ou plutôt sa gestion en quantité de surface qui ressort des problèmes d'urbanisme et d'aménagement du territoire. Pourtant, cette évolution s'ajoute à celles qui nous intéressent ici quand on évalue les pertes de sol pour une activité comme le fait par exemple Buringh pour l'agriculture (1981, cité par Hénin et Fournier, 1982).

Pertes annuelles dans le monde :

par érosion :	3 M ha
par toxicité :	2 M ha
par désertification :	2 M ha
par usage non agricole :	6 M ha
Total :	13 M ha

De manière générale, les problèmes quantitatifs et qualitatifs des milieux physiques sont articulés très différemment : assez dissociés pour le sol, ils sont fortement corrélés par l'eau (douce). Quant à l'atmosphère et l'eau de mer, ils ne sont le siège que des problèmes qualitatifs... à ceci près que, pour tous les milieux, les "qualités" sont définies par des quantités de composants élémentaires.

LE CHAPITRE "SOL" DE DIVERS "ÉTATS DE L'ENVIRONNEMENT"

Nous avons analysé la partie consacrée spécifiquement au sol de dix-neuf recueils intitulés "L'État de l'Environnement" dont onze versions successives de l'État de l'Environnement (France), cinq documents d'autres pays : Suisse, Hongrie et trois versions successives pour la Wallonie et trois "État de l'Environnement" internationaux : Commission des Communautés Européennes (CCE, 1986 et 1992) et OCDE (1991).

Dans la plupart de ces documents, le sol est étudié à la fois globalement comme milieu et à propos des différentes activités qui l'influencent. Nous n'avons analysé que la partie intitulée "sol".

■ La surface rédactionnelle correspondante

(c'est-à-dire le nombre de lignes consacrées aux informations sur le sol) occupe de 3,5 % (Suisse) à 7,6 % (CCE, 1986) du document pour les "État de l'environnement" étrangers ou internationaux (exception : Hongrie : 23 %)².

Pour la France, une bibliométrie sommaire montre qu'après une apparition en 1976-1977, les rubriques sol (hors déchets) occupent les proportions suivantes de la partie "données statistiques" de l'État de l'Environnement (France) :

0 %	en 1981
2,7 %	en 1982
1,8 %	en 1983
1,6 %	en 1984
0,9 %	en 1985
0,8 %	en 1986
1,15 %	en 1987
0,94 %	en 1988
0,86 %	en 1989
0,79 %	en 1990
1,22 %	en 1991-1992.

Si l'on ne retient pas la carte des sites d'observation introduite en 1987 et 1988, on constate une régression régulière de la surface rédactionnelle consacrée aux qualités des sols entre 1982 et 1986 puis une stabilisation jusqu'en 1991-1992. L'impulsion avait été donnée dix ans auparavant par un bilan établi en 1981 et cité chaque année jusqu'à l'État de l'Environnement 1988. Malgré la relance suscitée par la création de l'Observatoire de la Qualité des Sols (annoncée dans l'État de l'Environnement, 1984), ces problèmes mobilisent peu l'information sur l'environnement.

■ La position du chapitre "sol" dans l'État de l'Environnement et dans la taxinomie des milieux

Le chapitre "sol" figure dans une partie qui peut s'appeler "l'État de l'Environnement" (OCDE, 1990 ; CCE, 1986 et 1992) ou "état et mesures à prendre" (Suisse) ou "basic resources" (Hongrie) par opposition aux parties décrivant les activités qui modifient cet état ("contexte économique" - OCDE ; "activités économiques" - CCE, 1986 ; "les causes de la dégradation" - CCE, 1992 ; "Economie, sciences sociales et environnement" - Suisse ; "Environment and Society" (Hongrie).

Cette dichotomie est classique³ et peut être lue en économie de l'environnement comme la description successive de l'état des ressources naturelles et des activités qui les utilisent, les dégradent et les gèrent.

1. ou "terres" pour la CCE (1986) ce qui est cohérent avec la vision centrée sur la fertilité que développe la commission dans ce chapitre. L'édition de 1992 se démarque de ce point de vue exclusif et a intitulé le chapitre "le sol".

2. OCDE, 1991 : 5 %. CCE, 1986 : 7,6 %. CCE, 1992 : 7 %. Wallonie 1988 : 6 %. Suisse 1990 : 3,5 %. Hongrie 1990 : 23 %.

3. On distingue souvent en matière d'environnement les indicateurs d'état, les indicateurs de pression et les indicateurs de réponses (de moyens mis en œuvre) : voir par exemple : Commissariat Général au Plan, 1993.

Quels en sont les indicateurs pertinents et les données utilement diffusables pour le débat social ? Ces questions peuvent être éclairées par l'analyse croisée de points de vue "environnementaux" sur le sol et de travaux de pédologues et d'agronomes sur les conséquences non agricoles de l'évolution des sols agricoles.

Ainsi la place du sol dans les don-

nées publiées sous le titre "État de l'Environnement" par différentes administrations nationales et internationales (voir encadré) révèle-t-elle une certaine hésitation sur les données à prendre en compte.

On peut considérer que la place accordée à un milieu dans ce type de document est un indicateur – certes discutable – de la préoccupation correspondante de l'administra-

tion ; on peut penser alors que la faible place réservée au sol dans ces documents est due à l'aspect peu spectaculaire des évolutions de ce milieu. Mais la discrétion sur ce sujet est due aussi à la difficulté de poser les dégradations du sol comme un problème d'environnement.

Le sol dans la taxinomie administrative des milieux

Dans les versions successives de « l'État de l'Environnement » (France), les qualités du sol font l'objet d'apparitions, de disparitions et d'associations plus ou moins conjoncturelles. Quand une section consacrée au sol existe, elle figure généralement dans un chapitre "milieux" (1982, 1983, 1984), parfois "milieux naturels" (incluant faune-flore en 1976-77) et depuis 1985 "milieux physiques" (1985 à 1990). Dans cette rubrique (en général chapitre) apparaissent toujours les milieux eaux et atmosphère. En 1991-92, le sol, ou plus précisément son observation, figure dans le chapitre "l'espace et le territoire". Auparavant, le sol quand il était mentionné, était toujours associé aux déchets (solides) qui peuvent même apparaître seuls (1981 et 1991-92) dans le chapitre "milieux physiques".

Apparaît ainsi une taxinomie des milieux qui conditionnent "l'état de l'environnement" : des "milieux naturels" (sous-entendus vivants) incluant écosystèmes et espèces et des "milieux physiques" composant le biotope avec obligatoirement l'eau et l'atmosphère et de manière moins assurée, moins permanente en tout cas, le sol. La faiblesse des informations sur le sol amène les informateurs à y associer un des éléments anthropiques de dégradation de ce milieu : les déchets (solides)².

Les paramètres du sol ressortant à l'État de l'Environnement

Tous les documents analysés distinguent bien les problèmes qualitatifs et les problèmes quantitatifs (occupation du sol, superficies...). L'OFEP suisse n'évoque ces derniers (aménagement du territoire) que dans leurs rapports aux menaces sur les qualités et la CCE 1992 inclut les "conflits d'utilisation"

(exprimés en surface). Par ailleurs, seule l'OCDE inclut les catastrophes naturelles, y compris climatiques.

Pour le reste, c'est-à-dire ce que nous retenons dans notre analyse, les qualités physiques (altérées par l'érosion) et les qualités chimiques sont inégalement traitées.

Les qualités physiques et l'érosion sont plus analysées que les qualités chimiques par l'OCDE (1991). Elles le sont autant que les aspects chimiques par la CCE (1986), par la Wallonie 1988 et la Hongrie 1992. Les dégradations physiques sont moins évoquées par la CCE (1992) et par l'OFEP suisse 1990.

Les qualités physiques altérées par l'érosion ne sont jamais mentionnées ni dans la rubrique "sol" ni dans la rubrique "agriculture" des "États de l'Environnement" (France). Ceux-ci ne concernent que les qualités chimiques de ce milieu. Selon les années, l'accent est mis sur les xénobiotiques et en particulier les pesticides, sur les métaux lourds ou depuis 1984 l'observation de ces qualités, ou sur la recherche.

Pour la Hongrie, l'accent est mis au contraire sur les dégradations chimiques "classiques" (acidification, salinisation...). Enfin la contamination radioactive des sols n'est étudiée que par la CCE (1986).

En France, l'Observatoire de la Qualité des Sols occupe une place importante dans l'information sur ce milieu. L'absence d'un programme de ce type est déplorée en Wallonie (1988). L'OFEP suisse accorde beaucoup de place à l'état de la réglementation et des dispositifs d'observation. Au contraire, la CCE (1992), dans son chapitre "sol", n'évoque pas le programme européen CORINE (Coordination de l'information sur l'environnement) et se limite, comme en 1986 et comme l'OCDE (1991), aux quelques données brutes existantes.

Poids des préoccupations agricoles

Selon les "États de l'Environnement", le chapitre "sol" révèle un point de vue presque exclusivement agronomique ou une interrogation sur les différentes fonctions du

sol. L'État de l'Environnement en Hongrie se préoccupe surtout de la fertilité. C'était le cas en 1986 pour la CEE qui a notablement infléchi sa présentation en 1992. Cette évolution peut être reliée à la relative montée en puissance, entre ces deux dates, de la politique européenne de l'environnement et à la disqualification partielle des objectifs d'augmentation de la production agricole. Les autres documents abordent plus les fonctions de filtre du sol mais avec, nous l'avons vu, une grille de lecture assez limitée. Rappelons que l'intervention publique sur l'organisation de la production agricole et sur l'amélioration de son facteur sol bénéficie d'une longue et abondante production de connaissances permettant de disposer d'indicateurs efficaces et de cartographie détaillée des différents facteurs de la fertilité. Ce n'est donc pas dans les "États de l'Environnement" que les responsables agricoles viennent chercher des données sur ces facteurs productifs.

Ce rapport dominant du sol à la gestion de la fertilité (agricole) apparaît comme une cause importante de flou dans le statut du sol par rapport à l'environnement. Il est un des points au niveau duquel, nous le verrons, des problèmes peuvent être inclus ou exclus du champ de l'environnement en fonction d'intérêts catégoriels. Il contribue à cantonner le sol dans un statut marginal dans les débats sur l'environnement et à le configurer par une géométrie variable qui ne peut être favorable à la continuité des programmes de recherche et d'actions.

LES FONCTIONS DU SOL POUR LA SOCIÉTÉ

Dans le sol se produisent des phénomènes très importants pour l'environnement (Robert, 1992 ; Ruellan, 1993). Mais les conséquences sensibles pour l'homme de ces événements sont en général plus fortes, plus ressenties dans les autres milieux (air, eau et biosphère) où le phénomène se poursuit. L'évolution qualitative de la substance sol est rarement en rapport direct avec ses usagers ; d'une certaine manière, le sol fait partie du milieu³ pour beaucoup d'espèces qui intéres-

2. L'association fréquente a dû être favorisée par l'analogie "sol"- "solide" et par la double signification en anglais de "soil" à la fois "sol" et "ordure".

3. Le sol fait partie du milieu abiotique au sens de la prépondérance des caractères physiques et chimiques sur les caractères biologiques et non pas au sens de milieu sans vie. Le sol est couramment désigné comme "milieu physique" au même titre que l'eau et l'air, aussi bien par les administrations de l'environnement (comme nous l'avons vu ci-dessus) que dans une optique de comptabilité du patrimoine naturel ; « les milieux physiques sont les éléments renouvelables qui constituent le substrat de la vie : leur combinaison en un lieu donné... forme un biotope. Il s'agit de la couverture pédologique, des eaux continentales, des eaux marines et de l'atmosphère » (Weber, 1986). L'UICN (1976) quant à elle, définit un "milieu physique" comme l'"état physique et chimique de l'environnement abiotique".

Modification des qualités du sol	Activités et pratiques modificatrices		Activités sensibles et incidences sur elles	
	Agriculture	Autres	Agriculture	Autres
Érosion	Pratiques culturales, cultures à risque	Imperméabilisation des surfaces	Culture des terres en aval	<ul style="list-style-type: none"> - pêche - eau potable (superficielle) - voirie - navigation - ...
Contrôle de l'érosion	Aménagements, maintien d'une couverture hivernale	Opération de génie civil	Culture des terres en aval	Gestion du paysage Conservation de la faune Alimentation en eau potable (souterraine)
Matière organique	Pratiques accélérant la minéralisation	Traitement des déchets	Fertilisation et amendements	Conséquences globales de l'effet de serre (déstockage de carbone) et du relargage de toxique
Acidification	Apports d'engrais (acidifiants)	Activités émettant des acides et des photooxydants	Cultures souffrant d'une baisse de fertilité ou de phytotoxicité	Relargage d'éléments toxiques
Salinisation	Irrigation	Gestion des biotopes salés, aménagements cynégétiques	Cultures	Gestion de la faune et de la flore
Cuivre et Zinc	Complémentation animale	Industrie	Toxicité pour l'élevage (mouton) et les cultures	
Cadmium	Apports d'engrais phosphatés	Industrie, épandage de boues	Toxicité pour l'élevage et les cultures	Santé humaine

Tableau 1 – Pratiques et activités concernées par quelques modifications des qualités des sols (ce tableau récapitule quelques exemples que nous avons évoqués mais ne rend pas compte de la relation agriculture-autre usage à propos d'une pratique et d'un élément déterminé).

sent l'homme, mais il n'est que marginalement un facteur directement sensible pour l'homme lui-même.

Les qualités du sol sont cependant fondamentales en tant que telles pour un certain nombre d'activités : agriculture et sylviculture (fertilité), extraction (minéralogie)⁴, construction (géotechnique).

On assigne traditionnellement au sol cinq (Blum, 1987 et 1988) ou six (Hacourt, 1990) fonctions⁵ :

- production de biomasse ;
- support physique d'infrastructure ;
- source de matière première extractive ;
- patrimoine culturel ;
- habitat biologique et réserve génétique ;
- filtre et tampon.

Les trois premières fonctions intéres-

sent chacune un type d'activité productive :

- production agricole et sylvicole ;
- transport et logement ;
- matériaux de construction.

Les trois dernières intéressent divers champs de ce qu'il est convenu d'appeler l'environnement :

- le paysage dont le sol nu peut-être un élément important ;
- la protection de la nature bien que peu d'espèces gibier ou protégées soient plus (spalax) ou moins (marmotte, lapin...) liées au sol ;
- mais ce sont surtout les perturbations de la fonction physico-chimique de filtre, tampon... qui préoccupent les responsables de l'environnement quand ils évoquent cette catégorie technico-administrative du "sol".

Plus globalement les problèmes d'environnement découlent de la compétition entre les fonctions "écologiques" (filtre,

réserve, biomasse) et les autres et des rivalités au sein de ces catégories de fonctions (Blum, 1988).

Ainsi, "l'étude de faisabilité d'un observatoire de la qualité des sols" (Périgaud et Mamy, 1983) pour le ministère de l'Environnement ne considère « que les sols susceptibles de remplir la double fonction de support et d'alimentation des végétaux, d'une part, de système épurateur ou récepteur de déchets (épandages, retombées atmosphériques, friches industrielles), d'autre part ».

En effet, cette diversité des acteurs concernés par un élément du milieu est une des caractéristiques de la question de l'environnement. Cette pluralité des intérêts multiplie les jugements de valeur possibles sur une même évolution physico-chimique.

Nous allons examiner, pour quelques qualités du sol, l'hétérogénéité des acteurs qui modifient ces qualités ou qui sont sensibles à leur évolution. Nous évoquerons un problème de qualité physique, l'érosion (qui affecte la quantité de la substance sol) et quelques problèmes de qualité chimique⁶ en privilégiant la teneur en métaux lourds. Les chiffres ne sont donnés que comme exemples. Ils seraient à confronter à d'autres sources.

ÉROSION ET ENVIRONNEMENT

Importance globale de l'érosion

L'érosion peut être la forme la plus spectaculaire de la dégradation (physique) des sols. Mais l'image largement diffusée des *badlands* méditerranéens détourne l'attention d'un phénomène plus complexe avec une grande diversité d'intérêts et de situations. D'abord l'érosion a aussi des conséquences positives⁷. Pour la culture *in situ*, Ruellan (1993) rappelle qu'elle régénère, rajeunit en permanence les sols appauvris par la vieillesse et l'épaississement, en particulier les sols volcaniques (de Ploey, 1991) ; en aval, elle apporte des limons fertilisants. Pour la construction, elle renouvelle les gravières des rivières, pour le tourisme elle "engraisse" les

plages du littoral, pour la navigation elle enraye l'approfondissement du lit⁸.

Pour nous limiter aux sols agricoles, l'érosion peut être caractérisée d'abord par son étendue mais les indicateurs de superficies concernés par l'érosion (« 25 millions d'ha touchés ou fortement menacés dans la CEE » (de Ploey, 1991) ; « l'érosion concerne 8 % du territoire français selon l'OCDE » (CCE, 1986)) nécessitent de préciser le degré d'érosion auquel se réfèrent ces surfaces. Le taux de perte acceptable dépend évidemment du renouvellement du sol, de la pédogenèse, mais aussi des activités humaines qui "supportent" cette érosion : un taux uniforme comme le retient parfois l'USDA (Département de l'agriculture des États-Unis) de 12 t/ha/an ne peut être appliqué à des situations très variables. Ainsi, dans la seule région des Ardennes, l'érosion va de 0,13 t/ha/an en forêt sur argile à 82 t/ha/an en jachère sur terrain.

Pour éclairer la place de l'érosion dans la question de l'environnement, il faut distinguer dans ses causes et dans ses conséquences, celles qui sont liées à l'agriculture et celles qui lui sont extérieures.

Les causes de l'érosion

Comme beaucoup d'évolution de milieux physiques, les causes anthropiques de l'érosion ou, au contraire son contrôle, se superposent à des facteurs naturels. L'imputation des causes ne peut être discuté en détail dans cet article et d'ailleurs on peut, (Godard, 1991 et Jollivet *et al.*, 1993), inclure dans la question de l'environnement non seulement les modifications des milieux par l'homme mais aussi les évolutions naturelles jugées négatives sur lesquelles l'homme pourrait agir. C'est pour cela que des indicateurs et même des cartes sont nécessaires aussi bien pour les facteurs naturels de l'érosion (érosivité des précipitations, érodabilité des sols...) que pour les facteurs anthropiques pouvant les aggraver. Ces derniers peuvent être liés à l'agriculture : cultures à risques (maïs, pomme de terre, vignes), façons culturales agressives (profondeur et pente des labours...). Mais les facteurs peuvent aussi être non agricoles : superficies

imperméabilisées, terrassements routiers, surpâturage par le gibier de montagne...

Les conséquences agricoles de l'érosion

L'érosion dégrade l'outil de production qu'est le foncier. Quand elle est due à des pratiques agricoles, cet impact est "interne" à l'agriculture. Cette restriction ne limite pas la pratique administrative française. C'est ainsi que le ministère de l'Environnement a animé avec le ministère de l'Agriculture de nombreuses actions de lutte contre l'érosion sans se limiter aux conséquences externes de l'érosion. Et pour cause : les inconvénients pour les agriculteurs eux-mêmes sont en effet un levier d'action potentiel pour les inciter à limiter ceux qu'ils occasionnent pour d'autres (externalités négatives).

Mais ces inconvénients ne sont pas toujours très perceptibles : que représente, en Champagne viticole, une perte de bénéfice net attribuée à l'érosion de 1 400 à 2 000 F par ha ou, *a fortiori*, un coût de réparation de 40 à 130 F par ha/an si on le limite à la remontée de la terre ! (Sallenave, 1987), pour citer des chiffres qui sont avancés dans ce débat. Dans un autre contexte et par une programmation linéaire dynamique, Smith et Shaykewich (1990) concluent, pour le Manitoba, à une valeur du sol (conservé par les pratiques les moins érosives) inférieure aux coûts supplémentaires ou aux baisses de recette inhérentes à ces pratiques.

Pour d'autres systèmes de production, la perte, même à court terme, peut être plus significative : on évoque une perte de rendement de 26 % en Lauragais (Chambre d'Agriculture, 1984), des pertes de bénéfice net de 18 à 27 % en Belgique (Bolline, 1982). Ailleurs dans le monde, le coût est beaucoup plus sévère, donnant lieu à des évaluations impressionnantes notamment aux États-Unis depuis les travaux de H.H. Bennett (1939). Cela justifie des travaux théoriques d'économie des ressources appliquées au sol (pour une revue de ces travaux, voir P.M. Combes, 1993). Qu'en est-il du coût pour les activités localisées en aval du site où est gérée cette ressource ?

5. Ruellan (1993) privilégie quatre fonctions : biologique, alimentaire, filtre et matériau.

6. La distinction physique/chimique est relativement arbitraire. Ainsi on peut définir les amendements comme des matières incorporées au sol pour agir sur ses propriétés physiques en modifiant certaines caractéristiques chimiques.

7. Nous ne parlons ici que de l'érosion en cours et non de ses résultats structurels que sont les modèles géomorphologiques, les "géotopes", supports des paysages et les formes les plus extrêmes qui ont donné les grottes, cheminées de fée et autres "monuments naturels" susceptibles d'être protégés par la loi du 2 mai 1930.

8. Ce qui permet de parler "d'érosion d'utilité publique" dans le Schéma régional d'aménagement des eaux de l'Allier (DRAE Auvergne, 9.12.1987).

Les coûts externes de l'érosion

Les coûts externes⁹ de l'érosion sont des dommages situés à l'extérieur du lieu d'ablation, généralement en aval, et infligés à d'autres activités que celle qui gère la parcelle érodée.

Ce coût externe de l'érosion est de plus en plus pris en compte notamment aux États-Unis si l'on en croit les évaluations monétaires publiées à cinquante ans d'intervalle. La célèbre et souvent citée (UICN, 1956) étude de H.H. Bennett (1939) avançait pour les États-Unis des dégâts en aval équivalents aux pertes subies par les agriculteurs. Cinquante ans plus tard, pour le même pays, on cite des coûts externes 1,5 à 9 fois (OCDE, 1989) et 3 à 26 fois (Juhász, 1989) supérieurs aux coûts sur place ou aux cultures. Ainsi Ribaud et al. (1989) décomposent les bénéfices (en \$/acre) du Programme de conservation des sols (CRP) Nord américain en :

Productivité agricole	\$ 36
Qualité de l'eau (récréation, pêche, navigation, irrigation, eau potable...)	\$ 79
Qualité de l'air (santé, propreté, air conditionné)	\$ 12
Vie sauvage	\$ 86
TOTAL par acre	\$ 213

Les évaluations sont donc très variables selon que l'on ne considère que les dégâts à d'autres activités économiques et aux infrastructures ou que l'on inclue les détériorations des milieux naturels (de l'eau en particulier) qui peuvent avoir ou non des utilisateurs repérables, payants (alimentation en eau potable) ou non. Les statistiques de routes coupées par engrèvement, de barrages comblés, de fossés colmatés¹⁰, sont plus faciles à collecter et à valoriser monétairement que celles sur la part de l'érosion dans la turbidité des rivières, dans les apports eutrophisants de phosphates, dans les apports toxiques de phytosanitaires. D'autant que les matières, même solides, apportées aux eaux superficielles par le ruissellement peuvent être dues à d'autres mécanismes que l'érosion comme le "rinçage" (selon la pente) des surfaces imperméables (parking, routes...).

La lutte contre l'érosion et les intérêts concernés

L'analyse des opérations de lutte contre l'érosion, de leurs localisations, de leurs partenaires permet de situer l'importance du problème, de chiffrer un consentement à payer, de déterminer les acteurs sensibles à ce phénomène (Agences de l'eau, pêcheurs, Équipement...) d'évaluer les efforts qu'ils consacrent à sa maîtrise. Des enquêtes ont déterminé dans d'autres pays l'acceptation de contribuer financièrement à la conservation du sol : ainsi les Australiens consentiraient à payer \$ 15 par an (sous forme d'une augmentation de prix du pain de \$ 0,106 par pain) pour diminuer l'érosion en zone à blé (Siden, 1987 cité par Leanne C. Wilks, 1990).

En France, la lutte contre l'érosion dans le cadre de la Restauration des terrains en montagne (RTM) a connu, depuis l'établissement du cadre législatif actuel en 1884, une évolution de la répartition géographique des intérêts concernés : si l'élevage n'est plus guère désigné comme cause de dégradation, les activités à protéger se sont rapprochées : au siècle dernier, c'était le port de Bordeaux qui s'ensaisait ; aujourd'hui, ce sont les stations touristiques de montagne dont il faut assurer la permanence de l'accès et dont il faut solliciter la contribution.

La délimitation du concernement¹¹ et *a fortiori* la révélation des préférences est d'autant plus délicate que le contrôle de l'érosion interfère avec d'autres paramètres de l'environnement.

Ainsi les aménagements anti-érosifs peuvent avoir un impact négatif par exemple sur le paysage (plastique pour couvrir les têtes de ravin et stopper leur remontée, en Belgique (de Ploey, 1991), bassin de rétention dans la côte viticole) ou sur l'érosion côtière en réduisant les apports de sédiments (CCE, *État de l'Environnement*, 1986).

La lutte contre l'érosion peut aussi avoir des effets positifs sur d'autres problèmes d'environnement. Un couvert végétal d'hiver à but anti-érosif permet d'éviter la percolation des nitrates et offre un couvert au gibier. L'enherbement des thalwegs diversifie les bio-

topes. Aux États-Unis, Dunn et al. (1993) a montré que le *Conservation Reserve Program* fragmente le paysage, maintient la biodiversité et des habitats, stocke le carbone. Ceci illustre non seulement l'imbrication des fonctions mais aussi celle des caractéristiques, des qualités, physiques et chimiques.

QUALITÉS CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DU SOL ET ENVIRONNEMENT

Le sol est à la fois récepteur, filtre, épurateur, stockeur, relargueur de substances chimiques et biologiques et cela aussi bien dans son utilisation agricole que pour les relations qu'il a avec d'autres activités humaines. Pour ces dernières, l'enjeu en général se situe dans les autres "milieux physiques" où vont, ou d'où viennent, ces substances. De l'atmosphère, le sol reçoit des acides, des métaux... ; vers elle, il relargue du gaz carbonique. De l'eau, le sol peut subir la salinisation mais il peut aussi lui restituer des micro-polluants. De la biosphère, il peut recevoir de la matière organique ou de l'acidité, mais il peut y exporter des métaux lourds ou des éléments xénobiotiques. Les substances citées déterminent les paramètres les plus sensibles aujourd'hui de l'évolution de la composition des sols et en particulier ceux qui figurent dans les "États de l'Environnement".

La qualité d'un sol peut être définie par différentes caractéristiques qui le rendent plus ou moins apte à remplir telle ou telle fonction. La capacité à assurer la fonction de production résulte de la combinaison de plusieurs caractéristiques chimiques (et physiques) que nous isolons pour les besoins de la discussion. Les différents états que nous examinons (teneurs en matière organique, en sel et en métal, pH ...) peuvent ne présenter en eux-mêmes aucun avantage, mais le fait que leur évolution soit regrettée ou combattue par rapport à un objectif donné, confère à l'état initial une valeur que l'économiste analyse comme telle. Mais ceci ne signifie pas qu'une même teneur en telle ou telle substance ait les mêmes conséquences selon qu'elle correspond à un état spontané, à une

dégradation (involontaire) ou à une bonification (amendement).

Les paramètres classiques de la qualité des sols

La nature de la roche mère participe à la définition du terroir et à la délimitation des Appellations d'Origine Contrôlée. Cette certification de la qualité des produits est souvent associée abusivement à la qualité de l'environnement et notamment du paysage (Thiébaud, à paraître). D'autres qualités du sol sont plus vulnérables et à ce titre rentrent dans le champ de l'environnement.

La matière organique du sol permet de mettre "hors d'état de nuire" les métaux et les xénobiotiques et de diminuer l'érodabilité¹². À l'inverse, elle rend plus difficile la gestion des nitrates car elle les libère en fonction des événements climatiques et non quand on en a besoin. En situation anaérobie, en particulier hydromorphe, elle libère du méthane, gaz à effet de serre majeur. Mais elle représente surtout un stockage de carbone¹³ faisant donc ainsi des sols, agricoles ou non, un des puits principaux de gaz carbonique, rôle qui devient fondamental pour les sols dans la crainte croissante de l'aggravation de l'effet de serre. Le suivi de la teneur des sols en humus est donc très important tant localement dans les zones sensibles (à l'érosion, à la contamination, aux nitrates...) que globalement (effet de serre additionnel).

Constituant sensible du sol, la matière organique peut aussi être un effluent que l'on demande à ce milieu, ou plutôt aux agriculteurs, de traiter ; le pouvoir épurateur en sol peut atteindre jusqu'à 500 kg de m.o./ha/j et 10 fois plus si l'oxygénation est favorisée (Germon, 1985). La capacité de "recycler les déchets urbains" est une des données que devrait intégrer l'inventaire *Gestion et Conservation des Sols* (INRA, 1992). Dans ce contexte, la qualité bactériologique des sols est délibérément mise en jeu pour un assainissement qui vise à réduire globalement le risque microbien¹⁴. Sur ce théâtre du pouvoir épurateur du sol, on a pu assister ces derniers temps au développement d'un rapport de force jouant

sur l'inclusion-exclusion des phénomènes liés au sol dans le champ administratif de l'environnement¹⁵. Le marchandage peut être ainsi résumé : si les déjections animales (agricoles) sont incluses dans la réglementation de l'environnement, la profession agricole menace d'exclure de ses sols le service environnemental de recyclage des déchets urbains (Thiébaud, 1993).

Réduisant les effets positifs de la matière organique, l'acidification représente une dégradation des sols par des facteurs dénoncés depuis plus ou moins longtemps. De la classique podzolisation aux précipitations atmosphériques de protons par les pluies acides, des apports de fumier ou d'eaux usées à l'abaissement du pH par les sels d'ammoniaque et par l'urée, l'acidification emprunte des itinéraires qui sont mis en cause dans d'autres dégradations de l'environnement : dépérissement forestier, pollution azotée des eaux... Il existe plusieurs évaluations de l'extension territoriale du phénomène. Robert (1992, citant Wright, 1989) considère « qu'au moins 20 % des sols du globe sont "acides" » ; d'autres estimations se réfèrent non à l'état (acide) mais à l'évolution (acidification). Pour le point de vue que nous avons adopté au début, il convient de préciser par rapport à quel objectif, à quelle activité, cet état ou cette évolution posent un problème. Ainsi en Hongrie, c'est 14,3 % de la surface agricole et forestière pour lequel l'acidité est le facteur limitant de la fertilité (*State of the Hungarian Environment*, 1990). Dans d'autres situations, on se souciera plus particulièrement de la mobilisation d'éléments toxiques.

De la Mésopotamie antique à la mer d'Aral, la salinisation est souvent citée comme un problème d'environnement. C'est une évolution chimique qui a des répercussions physiques beaucoup plus sensibles que l'acidification. Elle peut donc être lue comme limitation de la fertilité (pour 12 % de la surface agricole et forestière hongroise, *ibid.*). Mais c'est aussi un état du sol qui peut correspondre à des écosystèmes et paysages appréciés (cf. ci-dessous) parce que "naturels" contrairement à la contamination par des substances issues d'activités industrielles.

9. Le coût non agricole correspond au coût externe pour l'érosion due à l'agriculture. Mais il faut faire attention à la terminologie : on parle parfois de l'érosion externe pour le déplacement des particules en surface, par opposition à l'érosion interne correspondant au déplacement dans le sol même (P. Henensal, 1986).

10. Il existe quelques données sur les boues de curage des rivières : dans le département du Nord, on extrait chaque année par km de cours d'eau 100 m³ de boues soit 60 t de MS. En tout, cela représente 2,4 fois la quantité de boues d'épuration. Dans 8 ou 9 cas sur 10, les teneurs en un ou plusieurs métaux dépassent les teneurs limites fixées. (D. Robbe, P. Six, D. Demare, 1989).

11. En économie, le concernement est un élargissement de la notion de consommation et s'applique à la réception des effets externes. On peut dire que le concernement est le fait qu'un problème soit en rapport avec un certain nombre d'acteurs dont il fait varier la satisfaction.

12. Catégorie définie chimiquement, la matière organique a des conséquences importantes sur les qualités physiques du sol (stabilité...) et même sur la quantité de sa substance : la minéralisation des sols tourbeux par le drainage aboutit à un amincissement du sol. Ceci illustre la relativité de la distinction chimie/physique que nous avons adoptée pour l'analyse.

13. Une diminution de 1 % par an du stock de carbone des sols concernés par l'activité agricole serait équivalente, pour la France, au quart des émissions annuelles de carbone fossile par les combustions (chauffage, transport) (Martin, 1990).

14. Il s'agit ici de l'utilisation moderne d'une fonction du sol reconnue depuis longtemps. Cette capacité de la terre et de la pierre à purifier est à la base du *Tayammum* qui permet de remplacer l'eau par du sable pour l'ablution rituelle islamique (Glassé, 1991).

15. Lors des discussions sur la taxation des nitrates d'origine agricole, la FNSEA veut « sortir du système » la dispersion des déjections animales en avançant que « les collectivités et les industries font un large usage des terres agricoles pour épandre leurs boues résiduelles » (Agra-France, 1993). Dans des situations plus conflictuelles, le syndicat majoritaire brandit la menace d'une grève de cet épandage des boues urbaines. « Les agriculteurs prêtent leurs sols à titre de filtre (...) ; Devant la menace de boycott des boues d'Achères (...), l'Agence de bassin Seine-Normandie est (...) prête à réviser sa position, non seulement sur les boues mais aussi sur la redevance pollution » (ISA Environnement, 1991). L'enjeu est en effet perçu par les responsables de l'environnement : « À défaut, ce seront des millions de tonnes par an que la campagne obligera la ville à conserver chez elle » (M. Rostagnat, chef du service des déchets au ministère de l'Environnement, SRETIE-Info, 1990, pp. 12-15, à propos de la nécessité d'études sur les micropolluants).

Les polluants modernes du sol

Ces dernières décennies ont connu une dénonciation croissante de la pollution des sols (en particulier agricoles) par diverses activités : production énergétique (radioactivité), industrie et transports (hydrocarbures aromatiques, plomb, produits contre le verglas). Ces polluants industriels s'ajoutent à des contaminants naturels et à des intrants agricoles comme les pesticides qui constituent une fraction importante de la pollution xénobiotique.

Dans cette catégorie de micro-polluants, les métaux lourds occupent une place importante. L'agriculture en est à la fois la victime et le vecteur. Sous le nom de métaux lourds, on englobe généralement plusieurs familles de substances : des métaux lourds au sens strict, à masse atomique élevée, à forte toxicité et dont la présence en faible quantité n'est pas nécessaire à la vie : cadmium, mercure, plomb ; d'autres métaux moins lourds, indispensables à la vie (oligo-éléments) mais qui deviennent très vite toxiques quand leur concentration augmente : cuivre, zinc, molybdène, manganèse, cobalt. On y rattache parfois l'aluminium, métal pourtant léger mais phytotoxique dans certaines conditions. Ces métaux forment avec quelques métalloïdes (arsenic, fluor...) et les composés organiques "xénobiotiques", les éléments traces toxiques ou micro-polluants.

En amont, les métaux lourds arrivent aux sols agricoles par différentes voies que l'on peut classer ainsi, du plus naturel au plus intentionnel :

- des phénomènes naturels (éruptions volcaniques, érosion de roches métalloïdes, pédogénèse) ;
- des vecteurs non souhaités de pollution par les activités humaines : retombées atmosphériques ;
- des épandages délibérés de produits susceptibles d'en contenir : boues, phosphates naturels (cadmium) ou scories (chrome, vanadium) ;
- des apports intentionnels de métal en tant qu'oligo-élément, phytosanitaire (mer-

cure, cuivre) ou additif alimentaire (cuivre, zinc).

En aval, les métaux lourds, après avoir transités par le sol, peuvent quitter le sol dans des conditions plus ou moins désirables.

Parfois désignés comme "bombes chimiques à retardement" (par exemple dans les sédiments), ils peuvent être malencontreusement "relargués" par saturation ou par diminution de la capacité de rétention après acidification, salinisation, assèchement des zones humides, dragage des sédiments et même amélioration de la qualité de l'eau (oxygénation).

Ils peuvent, au contraire, être extraits délibérément : c'est la décontamination des sols (bioremédiation) qui peut utiliser divers procédés dont des organismes biologiques (*Bacillus thuringiensis*) et en particulier des plantes agricoles (tabac manipulé). Ce traitement, malgré son coût élevé, est de plus en plus souvent pratiqué notamment sur les friches industrielles aux Pays-Bas.

D'une façon plus chronique, les métaux lourds ont des conséquences négatives sur :

- les espèces sauvages ;
- l'agriculture ;
- *in fine* et surtout la santé humaine.

L'enjeu global peut être double :

■ commercial : la faible teneur de leurs produits agricoles en cadmium, mercure et plomb est utilisée par les Finlandais comme argument commercial pour les productions agricoles de leur pays : la Finlande fait valoir sa position géographique et attribue la réussite de ses exportations biologiques ("le pur du Nord") à une matière première poussant sur un "site reculé"¹⁶.

■ territorial : à l'autre extrême des teneurs mais toujours à l'est, la Pologne se pose la question d'exclure les cultures alimentaires des zones les plus contaminées. En France, dans quarante ans, un million d'hectares sera pollué soit 2 % du territoire ; 25 % de la surface contaminée en France par les éléments-traces le serait par le lisier de porc d'après Godin (1983). Le plus souvent évidemment, la pollution métallique n'est pas due à l'agriculture mais la pénalise : dans le Pas de

Calais, 45 km² sont contaminés par le plomb ; Métaleurop (ex Pennaroya) n'y indemnise que les cultures fourragères (*Tableau de bord de l'environnement Nord-Pas-de-Calais*, 1989).

Parmi les métaux qui peuvent être apportés par des épandages agricoles, ceux dont on parle le plus sont le cuivre, le zinc et surtout le cadmium.

Le cuivre est apporté, entre autres, comme supplément à l'alimentation porcine et comme phytosanitaire ; c'est même un des deux fongicides utilisés en agriculture biologique où il pourrait être remplacé par des composés organiques dégradables (Vez, 1986). "En aval", les productions les plus sensibles aux excès de cuivre sont les agrumes, le trèfle, la luzerne (Loué, 1986) et le mouton.

Le zinc, autre additif alimentaire qui se retrouve dans le lisier de porc, est dangereux pour certaines variétés de soja (Lemée, 1967), certaines pommes de terre (Loué, 1986).

Le cadmium (CECAD, 1992) est le métal qui pose le plus de problème toxicologique à l'agriculture. Étudié depuis les années soixante-dix, il est très utilisé depuis les années trente (et avant en joaillerie) : piles, traitement de surfaces, pigment rouge, antialgue, agent de démoulage du PVC. Dans la biosphère, il se concentre dans les feuilles (épinards, tabac) plus que dans les fruits (haricot), dans les viscères plus que dans les muscles. Il est particulièrement dangereux pour les espèces aquatiques, les lombricoles (taupe, hérisson) et piscivores (loutre). Les mammifères sont moins sensibles que les oiseaux mais l'homme est particulièrement exposé du fait de son niveau trophique et de sa durée de vie.

Les apports aux sols agricoles viennent de diverses sources. Les retombées atmosphériques sont 2 à 5 fois plus élevées en banlieue qu'en zone rurale (Vez, 1986). Une partie des émissions atmosphériques de cadmium peut venir, ailleurs, de l'agriculture : les cultures sur brûlis seraient responsables de 12 % des émissions atmosphériques mondiales (Holdren, 1990).

L'érosion des roches contribue à la dispersion du cadmium (170 t/an aux États-Unis) (CECAD, 1992).

La fertilisation phosphatée apporte des métaux lourds : chrome et vanadium pour les scories et surtout cadmium pour les phosphates bruts et leurs dérivés. Même si ces derniers ne constituent qu'une source accessoire de contamination (1 tonne de cadmium sur les 17 reçues annuellement par le territoire helvétique), leur réduction peut être envisagée par l'instauration de norme de concentration. C'est ainsi que la Suisse a instauré en 1990 une norme de 100 mg pour les super-phosphates et de 50 mg pour les autres engrais. Le respect de ces normes (par "décadmiumisation") entraîne le doublement du prix de l'engrais.

La norme finlandaise de 22 mg de cadmium/kg d'engrais a été soupçonnée de protectionnisme en faveur de la firme Kemira

Oy (86 % du marché finlandais). Le Danemark a proposé cette norme à la CEE. Seules la Finlande, la Russie, la Floride et l'Afrique du Sud extraient en effet des phosphates respectant cette teneur (de Jouvencel, 1988). Mais les phosphates pauvres en cadmium seraient riches en arsenic (Morel, 1993).

Les phosphates enrichissent les sols agricoles français de 2 à 6 g de cadmium/ha/an (CECAD, 1992) et apportent ainsi 82 t/an à l'ensemble des sols cultivés en France. Le gypse, sous-produit de la fabrication des super-phosphates, constitue la principale source de pollution cadmique anthropique des eaux de surface (CECAD, 1992) ; la teneur en cad-

Figure 1 – Agriculture et métaux lourds

16. Centre d'information agricole, vitalité nordique, l'agriculture en Finlande, Helsinki, 1991, 21 p.

mium de ces phophogypses empêche leur utilisation comme amendement.

Au niveau de la CEE, les sols agricoles reçoivent 545 t de cadmium/an dont 168 t de poussières, 62 t par l'eau, 52 par les boues et 263 t par les phosphates (CECAD, 1992).

Les boues de station d'épuration constituent un autre mode important d'apport de métaux lourds et en particulier de cadmium : leur apport aux sols agricoles de France est estimé à 5,8 t/an (CECAD, 1992). Mais ici la contamination est issue d'une autre activité, l'assainissement urbain. L'agriculture, en les épandant, n'agit que comme relais, en réponse à une demande non agricole. Un autre mode d'élimination aboutirait à d'autres formes de contamination métallique sans valoriser la matière organique et les macro éléments (phosphore et autres). La maîtrise de cette contamination passe par la normalisation (AFNOR) et surtout par la réglementation de divers paramètres ; ainsi pour le cadmium, les normes portent :

- sur la teneur des boues : France 40 mg/kg (Pays Bas : 10, Suisse : 30) ;
- sur les flux : France 60g/ha (Danemark : 15, Finlande : 20, Grande-Bretagne 167, USA : 1250) ;
- sur la teneur du sol : France 2 mg/kg (pour une moyenne mondiale des teneurs initiales de 0,2 mg/kg).

Le problème des métaux lourds illustre deux aspects importants de la questions de l'environnement :

- la place d'une activité, l'agriculture, dans l'ensemble des activités sensibles et des activités contaminantes ;
- pour ces dernières, le degré d'intentionnalité qui préside aux apports du métal ou de la substance les contenant (figure 1).

Des handicaps à protéger !

Les évolutions chimiques, que nous avons passées en revue, sont considérées comme négatives du point de vue de la fertilité agricole et de plusieurs aspects de l'environnement. Mais une évolution en sens

inverse peut parfois être une perte de diversité biologique car beaucoup de sols handicapés par les caractéristiques chimiques ci-dessus (sel, acidité, métaux) ont développé des flores particulières correspondant parfois à des espèces rares et même à des écosystèmes et des paysages appréciés¹⁷.

Les pelouses métalliques (Mériaux, 1983) et les pelouses à calamine (Zucchi, 1989), dont ces auteurs demandent la préservation, comme l'ensemble des métallophytes (Duvigneaud, 1958) sont liées à la présence de métaux lourds.

Les sols acides sont porteurs d'espèces d'écosystèmes et de paysages appréciés : landes, châtaigneraie, suberaie... conditionnant certaines productions très demandées : miel de callune, liège...

L'état de salinité (50 millions d'hectares en Europe d'après Szabolcs, 1986, cité par Robert, 1992) peut conditionner une richesse biologique ou paysagère, par exemple dans les 100 000 hectares de "zones humides agricoles en eau salée ou saumâtre" recensés en France par l'ONC (1987)¹⁸ et comprenant entre autres les prés salés, les sansouires et enganes. La salinité du sol est ainsi un critère de valeur des réserves naturelles de Moëze ou des Prés Salés d'Arès et de Lège Cap Ferret ou des paysages labellisés des marais de Guérande ou des prés salés du Mont Saint-Michel. Le contrôle de la salinité a plusieurs fois opposé saliculteurs, agriculteurs et protecteurs de la nature, que ce soit autour des réserves naturelles de Camargue (Picon, 1985) ou du Bagnas. À l'occasion des inondations de novembre 1993 qui ont abaissé la teneur en sel du Vacarès, les biologistes rappellent les menaces de banalisation des milieux camarguais par les apports délibérés et réguliers d'eau douce par l'agriculture et les aménagements cynégétiques.

Ces paradoxes illustrent la variété des points de vue et des utilisations des milieux. Il sont permis par la diversité des problèmes désignés comme d'environnement.

Mais que recouvre ce champ de l'environnement dont nous avons évoqué quelques bornes dans les survols précédents ?

DÉLIMITER LE CHAMP DE LA QUESTION DE L'ENVIRONNEMENT

Quels points communs y a-t-il entre les problèmes disparates que nous avons évoqué à propos du sol ? Comment intégrer les apparents paradoxes qui ont été rencontrés ? Qu'est-ce qui différencie les problèmes que nous avons qualifiés d'"environnement" de ceux qui ne concernent que la fertilité et l'agriculture ? Nous avons vu le sol alternativement traité comme "en dedans" et "en dehors" de l'environnement. Pour une activité productive comme l'agriculture si intégrée aux mécanismes naturels, il est nécessaire de délimiter précisément ce qui est désigné comme ressortissant à l'environnement ; sinon comment parler de relations agriculture-environnement, relations qui supposent l'existence de deux ensembles distincts ?

En sciences sociales il est courant de limiter ce champ aux qualités des milieux utilisés par l'homme et modifiables par lui, c'est-à-dire d'exclure, d'un côté, les modifications et éléments de la nature qui ne posent pas de problème à au moins une personne et, de l'autre, les modifications naturelles qui ne doivent rien à l'homme dans l'état actuel des connaissances (mouvement du magma, émissions solaires...). Mais même ainsi élagué, le champ de l'environnement nous semble encore trop vaste pour être analysé efficacement. L'étude des relations agriculture-environnement à propos d'autres éléments que le sol, et l'observation de la pratique des administrations et des associations de l'environnement nous ont amené (Thiébaud, 1992) à proposer la délimitation suivante de la question sociale de l'environnement : ensemble des relations entre activités humaines à propos de milieux physiques dont la modification est due à une activité différente¹⁹ de l'activité qui est sensible à la modification.

Cette définition n'épuise évidemment pas la question de l'environnement ; c'est ainsi qu'elle ne fait pas référence au temps, qui fait défiler différentes activités sur un même milieu, ni à l'irréversibilité qui estompe la différence des activités. Mais du point de vue résolument anthropocentrique et utilitariste de

l'analyse des politiques, il faut restreindre le champ de l'analyse aux problèmes effectivement traités par une administration donnée et surtout aux questions soulevées sous l'appellation correspondante, par les acteurs. L'application à d'autres relations agriculture-environnement (entretien de la nature par l'élevage, pollution par les nitrates, relations qualités des denrées-environnement...) a montré (Thiébaud, 1992) que notre restriction est pertinente pour analyser les relations agriculture-environnement dans la société française d'aujourd'hui, et plus largement pour une approche socio-économique du champ de l'environnement. Qu'en est-il pour les sols ? Ainsi spécifiée, la question de l'environnement inclut, pour les sols agricoles, les cas où, en amont, la fertilité est dégradée par d'autres activités et ceux où, en aval, les pratiques agricoles sur le sol occasionnent un problème non agricole. Comme dégradations d'origine non agricole, nous avons relevé l'érosion liée aux infrastructures routières, les retombées atmosphériques acides, photo-oxydantes ou pulvérulentes, la dispersion de métaux lourds industriels et domestiques. Parmi les conséquences non agricoles de la dégradation des sols, par l'agriculture entre autre, ont été mentionnées : la pollution des eaux superficielles et souterraines ; les dégâts aux infrastructures ; l'impact sur les espèces sauvages et le paysage ; l'émission de gaz à effet de serre... À l'intérieur du segment agricole de la gestion des sols agricoles, les institutions de l'environnement ne peuvent s'intéresser à toutes les modifications de la fertilité des sols par les pratiques agricoles. Ce serait faire de toute l'agronomie un domaine de l'environnement et confier ainsi à ce secteur de l'action publique une tutelle qu'il n'est pas capable d'assurer.

Il s'agit en fait de distinguer l'épuisement d'une ressource naturelle quand elle n'est affectée qu'à une activité ou une filière (par la propriété ou par l'extraction) de la question du multiusage de cette ressource, qui est la question de l'environnement. Ainsi l'épuisement de la ressource naturelle "matériaux de construction" extractible du (sous-) sol intéresse principalement la filière carriers-

constructeurs... et constitue un problème d'économie des ressources. En revanche, cette raréfaction entraîne des extractions en des sites plus sensibles pour d'autres acteurs (paysages ou frayères détruits, bruit, poussière) où se posent alors des problèmes d'environnement.

Notre délimitation de l'environnement nous amène à ne retenir que les dégradations des qualités du sol dont l'activité modificatrice diffère de l'activité sensible. Cette grille de lecture filtre les phénomènes liés au sol qui sont le plus au cœur des actions des administrations de l'environnement, des associations correspondantes, en laissant de côté des problèmes certes importants mais traités par l'administration de l'agriculture, le régime des carrières, le secteur des travaux publics...

Cependant, l'action publique d'environnement, portant sur des systèmes naturels et sociaux complexes et mal délimités, ne peut se définir avec trop d'exclusions. D'abord beaucoup d'évolutions internes au segment agricole de la gestion du sol peuvent avoir, à terme, des conséquences en aval ; ensuite l'affectation agricole du sol localisé n'est pas définitive. Enfin, dans beaucoup de régions du monde (Sahel mais aussi des pays développés comme les États-Unis, l'Australie et même l'Espagne et la Hongrie) la question de l'environnement inclut explicitement des dégradations fortes (érosion, déflation, salinisation...) de la fertilité (Reboul, 1989) par l'agriculture elle-même. C'est pour cela qu'il est difficile et peu fréquent d'exclure, du point de vue de l'environnement sur les sols, les modifications qui ne concernent (aujourd'hui et de manière sensible) que l'agriculture.

Notre définition néglige la dimension temporelle de l'environnement (Thiébaud, 1992) ; elle isole de façon qui peut paraître arbitraire, dans l'ensemble des causes et des effets des modifications du milieu, certains enchaînements en raison de la nature sociale des acteurs concernés. Mais ce qui est évalué socialement (par l'opinion, les médias, le droit...) ce sont bien ces variations à la marge, ces déplacements partiels et à court terme d'un équilibre qui n'est jamais considéré

17. Il en est de même d'autres contraintes agronomiques comme la pente, l'altitude... qui peuvent constituer autant de ressources récréatives, de facteurs de diversité des espèces... (Thiébaud, 1992).

18. Dont certaines sont continentales comme les 250 hectares de prairies salées de la Seille en Lorraine (Isler, 1987), qui font l'objet d'un projet d'action communautaire pour la nature (ACNAT, aujourd'hui LIFE Nature) (Conservatoire des Sites lorrains, 1991).

19. L'altérité entre l'activité modificatrice et utilisatrice du milieu peut être intergénérationnelle. Mais elle ne l'est pas toujours : l'environnement, ce ne sont pas que des problèmes du long terme. D'autre part les conséquences pour les générations futures ne posent problème que si quelqu'un aujourd'hui parle en leur nom et il y a beaucoup de manière de parler au nom des autres ! (Thiébaud, 1992).

RÉFÉRENCES DES "ÉTATS DE L'ENVIRONNEMENT" ANALYSÉS (CORPUS)

FRANCE

(les dates indiquées sont celles portées sur la couverture. Les dates d'édition sont en général postérieures d'une année).

Secrétariat général du Haut Comité à l'environnement. *L'État de l'Environnement, Rapport annuel 1976-1977* (2 tomes), 213 et 283 p.

Ministère de la Culture et de l'Environnement (1978). *Environnement et Cadre de Vie - Dossier statistiques* (2 tomes) 214 et 335 p.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie (1980). *L'État de l'Environnement - Rapport annuel*, 543 p.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie (1981). *L'État de l'Environnement*, 173 p.

Ministère de l'Environnement (1982). *L'État de l'Environnement*, 174 p.

Secrétariat d'État à l'Environnement (1983). *L'État de l'Environnement*, 190 p.

Ministère de l'Environnement (1984). *L'État de l'Environnement - Rapport annuel*, 196 p.

Ministère de l'Environnement (1985). *L'État de l'Environnement*, 183 p.

Ministère de l'Environnement (1986). *État de l'Environnement*, 197 p.

Ministère de l'Environnement (1987). *État de l'Environnement*, 262 p.

Secrétariat d'État à l'Environnement (1988). *État de l'Environnement*, 348 p.

Secrétariat d'État à l'Environnement (1989). *État de l'Environnement*, 281 p.

Ministère de l'Environnement (1990). *État de l'Environnement*, 306 p.

Ministère de l'Environnement et du Cadre de vie (1991-92). *État de l'Environnement*, 308 p.

AUTRES "ÉTATS DE L'ENVIRONNEMENT"

Commission des Communautés Européennes (1986). *L'État de l'Environnement dans la Communauté Européenne*, Luxembourg, O.P.O.C.E., 379 p.

Commission des Communautés Européennes (1992). *L'État de l'Environnement dans la Communauté Européenne*, Aperçu-volume III, Bruxelles, 30 mars 1992. Com (1992) 23 final, 176 p.

OCDE (1991). *L'État de l'Environnement*, OCDE, Paris, 319 p.

Hungarian Academy of Sciences, Minister of environment, Hungarian Central Statistical Office (1990). *The State of the Hungarian Environment*, 143 p.

OFEFP (1990). *L'État de l'Environnement en Suisse*, rapport 1990 sur l'État de l'Environnement, Berne, avril 1991, 259 p.

Bureau du Plan (1986). *État de l'Environnement Wallon*, Bureau du Plan et ministère de la Région Wallonne, Bruxelles, 1986, 44 p.

Bureau du Plan - *État de l'Environnement Wallon*, Bureau du Plan et ministère de la Région Wallonne, Bruxelles, 1988 (?), 35 chapitres d'une à 4 p. soit 142 p. (n.p.)

Bureau du Plan - *État de l'Environnement Wallon*, Bureau du Plan et ministère de la Région Wallonne, Bruxelles, Juin 1989, 35 chapitres d'une à 4 p.

blèmes de santé liés à la contamination des sols [...] » (Meyer, 1991). Par ailleurs, le sol est perçu d'abord comme terre nourricière, comme facteur de production dans un processus à la fois indirect et marchand où les acteurs réunis dans une filière (agro-alimentaire) peuvent rétroagir sur les prix (des denrées, du capital foncier...). On sait combien la "conquête" de nouvelles terres agricoles, leur bonification, amendement, aménagement... sont liés à l'accroissement de la demande agro-alimentaire. De ce fait, dans la logique administrative et scientifique, les qualités dominantes du sol restent celles qui sont liées à la fertilité et à sa dégradation. Mais le discours environnemental et le progrès des connaissances scientifiques sur le sol tendent à mettre en rapport à son propos un nombre croissant d'activités humaines et d'intérêts en dehors d'un système de prix et d'une logique productive. C'est pourquoi il fallait ordonner ces concernés même secondaires et croiser méthodiquement les points de vue.

Le dépouillement que nous avons effectué montre la nécessité, à un moment donné de l'analyse – et aussi de l'action publique – de se centrer dans la gestion d'un milieu, sur les enjeux qui concernent simultanément plusieurs types d'acteurs assez différents. Cette diversité des concernés qui caractérise à notre sens les problèmes d'environnement, est moins évidente, moins immédiatement sensible pour le sol que pour l'eau, l'atmosphère et la biosphère dont les dégradations ont fondé la problématique moderne de l'environnement dans les années soixante.

CONCLUSION

Nous avons délimité la question de l'environnement par l'altérité du modificateur et de l'utilisateur du milieu. Notre revue des évocations environnementales du sol inclut des relations qui ne correspondent pas toujours à ce critère. Mais cette restriction nous a permis de sélectionner des phénomènes significatifs de la place du sol dans la société d'aujourd'hui et dans la question de

dans son ensemble systémique et temporel. Dans quelle mesure le sol, soubassement des écosystèmes, apparaît-il dans les problèmes – socialement révélés – qui sont posés par les modifications – anthropiques – de ces écosystèmes ?

Le sol, ou plutôt ses qualités vulnérables sont moins en contact avec l'homme, sa santé, ses loisirs... que ne le sont d'autres éléments biophysiques ; les qualités de l'air, de l'eau, des paysages, la diversité des espèces sauvages apparaissent clairement comme des biens partiellement collectifs à usages multiples et conflictuels. Leur existence et leur utilisation donnent lieu à de nouvelles formes

d'interdépendance sociale qui ne passent pas par le marché mais agissent de plus en plus sur le fonctionnement de l'économie ; ce sont les effets externes d'environnement. L'action publique d'environnement sur ces éléments du milieu se développe traditionnellement avec une lisibilité et des moyens importants.

Au contraire, « bien des faits laissent croire que la pollution des sols est différente des autres. Les signes annonciateurs de la contamination des sols ne sont pas perceptibles ; en effet, le sol ne mousse pas, il n'est pas plus trouble que d'habitude, il ne provoque pas d'irritation des voies respiratoires [...] Il n'existe pas – en Suisse du moins – de graves pro-

l'environnement qui est posée aux différentes activités humaines. Ceci permet de mieux comprendre les enjeux que recouvrent les notions de teneurs limites, de seuils, d'apport ou d'érosion admissibles... Ces approximations courantes, trop vite transformées en normes, figent le débat sur l'agriculture durable dans une apparence d'objectivité et d'absolu biophysique. Le projet des sociétés sur leurs sols non bâtis n'est pas toujours de gérer au mieux, même à long terme, leur fertilité.

La mise à plat des diverses fonctions attribuées au sol par différentes activités humaines révèle les synergies mais aussi les concurrences entre ces fonctions. Il apparaît alors que l'agriculture est plus menacée de devenir une cause "insoutenable"²⁰ par rapport aux autres activités (du fait de ses effets externes) que de perdre ses capacités physiques de rendement "soutenu" (en denrées produites).

Ce qui est nouveau avec la question de l'environnement, ce n'est pas le multi-usage des milieux mais l'apparition de nouvelles exigences sur ces milieux. Il faut trouver un nouvel équilibre entre ces divers intérêts. Cette exigence est au cœur du débat sur les "nouvelles fonctions" de l'agriculture. L'ambiguïté de la place de l'agriculture dans la question de l'environnement vient du fait que cette activité gère des processus biologiques plus ou moins proches des mécanismes naturels : l'existence de demandes de type environnementales (paysage, biotopes, qualité de l'eau) adressées à l'agriculture est utilisée pour fabriquer l'image d'une production de denrées agricoles répondant harmonieusement à ces demandes par le seul fait que « les agriculteurs ont été les premiers écologistes de notre "société" » (H. Nallet, ministre de l'Agriculture, 26 février 1990). Pour sortir du "tout est en tout" et, par là, du refus de gérer les problèmes d'environnement, il faut oser découper la réalité ; la gestion des ressources naturelles doit être négociée entre (ou du moins en tenant compte de) leurs différents ayant droits. Pour cela les bases de la discussion doivent être clairement posées : avant d'être conciliés, les points de vue doivent être repérés. ■

(Reçu le 3 août 1993)

Références

- Bennett H.H. (1939). *Soil conservation*, New York.
- Blum W.E.H. (1987). Le sol, élément naturel, *Naturopa*, n° 57, 4-7.
- Blum W.E.H. (1988). *Problèmes de conservation du sol*, Conseil de l'Europe, 46 p.
- Bolline A. (1982). *Étude et prévision de l'érosion des sols limoneux en Moyenne Belgique*, Thèse, Université de Liège, 356 p.
- CECAD (collectif pour l'étude du cadmium) (1992). *Le cadmium en "question"*, Paris, 72 p.
- Chambre d'agriculture de la Haute-Garonne (1984). *Préétude 1983 - Action de développement "lutte contre l'érosion en Lauragais"*.
- Combe P.-M. (1993). *Économie des ressources et conservation du sol, une bibliographie*. Document de travail, LATEC Dijon.
- Commissariat Général au Plan (1993). *Croissance et environnement : les conditions de la qualité de la vie*, Préparation au XI^e plan, Paris, Documentation Française, 273 p.
- Conservatoire des Sites lorrains et Parc naturel régional (1991). *Projet ACNAT, Sauvegarde des prés-salés continentaux de Lorraine* (document de travail).
- de Jouvencel A.-F. (1988). Le cadmium préoccupe l'industrie des engrais, *Cultivar* n° 240, 30-31.
- de Ploey J. (1992). La lutte contre l'érosion des sols, in *ENSAIA - Agriculture-Environnement-Qualité*, Nancy, 229 p.
- Département fédéral de l'Intérieur (1990). *Modification de l'ordonnance sur les substances, annexe 4.5 (Harmonisation des prescriptions sur les engrais et leur utilisation)*, Projet, Berne, 24 p.
- DRAE Auvergne (1987). *Gestion de l'espace rural et environnement : la vallée de l'Allier* (document de travail).
- DRAE Nord (1989). *Tableau de bord de l'environnement, région Nord-Pas-de-Calais*, n° 6, 31 p.
- Dunn C.P., Stearns F., Guttenspergen G.R. and Sharpe D.M. (1993). Ecological Benefits of the Conservation Reserve Program, *Conservation Biology*, (7) n° 1.
- Duvigneaud P. (1958). La végétation du Katanga et de ses sols métallifères, *Soc. Roy. Bot. Belgique* (29), 90, 127-286.
- Germon J.-C. (1985). Le sol, un système épurateur efficace... s'il est bien géré, *Revue du Palais de la Découverte* (14), 133, pp. 19-41.
- Glassé C. (1991). *Dictionnaire encyclopédique de l'Islam*, Paris, Bordas.
- Godard O. (1991). Note à propos de l'exposé de Ph. ROQUEPLO sur "la problématique des climats et société" et sur "le jeu des acteurs en matière d'environnement", in Salles J.-M., *Action de mobilisation et d'animation d'un milieu de recherche dans les sciences économiques et sociales sur le thème des risques globaux de l'environnement*, Rapport final, septembre 1990 - novembre 1991, Séminaire ECLAT, ESCG, ministère de l'Environnement.
- Godin P. (1983). Les sources de pollution des sols : essai de quantification des risques dus aux éléments traces, *Science du sol*, 73-87.
- Hacourt H. (1990). Approche qualitative et quantitative, *Naturopa*, 65 (n° spécial sur le sol), 5-6.
- Henensal, P. (1986). *L'érosion externe des sols par l'eau, approche quantitative et mécanismes*, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 74 p.
- Henin S. et Fournier F. (1982). Définition et méthode d'étude du problème, pp. 1-53 de : Comité National Français du Comité Scientifique sur les problèmes de l'Environnement. *La Transformation des terres*, ministère de l'Environnement, Janvier 1977/article (repris à l'article sol de l'*Encyclopedia Universalis*), 1985.
- Holdren J. (1990). L'Énergie, demain, in *Pour la Science*, 157, pp. 134-145.

20. Parmi les traductions possibles de *sustainable* on oublie qu'il y a aussi "tolérable".

- INRA - Ministère de l'Agriculture (1992). *Inventaire gestion et conservation des sols* (Document de travail).
- Isler M. et al. (1987). *Les zones humides de Lorraine*, ministère de l'Environnement, DQV ACE, Paris, 36 p.
- Jollivet M., Legay J.-M. et Megie G. (1993). *À propos des risques naturels*, Éditorial de Natures, Sciences, Sociétés, 1 (4), 281.
- Juhasz M.-F. (1989). *Cultiver l'environnement : l'OCDE et l'environnement*, Paris OCDE.
- Kolm S.C. (1971). *Le service des masses*, Paris, Dunod.
- Leanne C. and Wilks (1990). A survey of the contingent valuation method. Resource assessment commission, *Rac research paper n°2*, Canberra, Australian government publishing service.
- Lemée G. (1967). *Précis de biogéographie*, Paris, Masson, 358 p.
- Loué A. (1986). *Les oligoéléments en agriculture*, SCPA, AgriNathan, 339 p.
- Martin Y. (Présid.), 1990. *Rapport du groupe interministériel sur l'effet de serre*, Paris, Ministère de l'Environnement, 83 p. + annexes.
- Mériaux J.-L. (1983). *Les biotopes particuliers du Nord de la France : la pelouse métallicole de Mortagne*, Lille, AMBE, Actes du colloque, le patrimoine naturel régional Nord-Pas-de-Calais, Inventaire et gestion des milieux naturels et semi-naturels, 23, 24 et 25 novembre 1983, 227-230.
- Meyer K. (1991). *La pollution des sols en Suisse, rapport thématique du programme national de recherche sol*, Liebefeld, Berne, 241 p.
- O.C.D.E. (1989). *Politique de l'agriculture et de l'environnement : possibilités d'intégration*, Paris, OCDE, 221 p.
- Office national de la chasse (1987). *Oiseaux d'eaux et zones humides à vocation agricole*, Paris, ONC, 27 p.
- Périgaud S. et Mamy S. (1993). *Étude de faisabilité d'un Observatoire de la Qualité des Sols*, INRA, Secrétariat d'État à l'Environnement, 15 p. + annexes.
- Picon B. (1985). La Camargue, gestion hydraulique et rapports sociaux, in Desjeux, *L'eau : quels enjeux pour les sociétés rurales ?* Paris, L'Harmattan, 133-148.
- Reboul C. (1989). *Monsieur le capital et Madame la terre*, Paris, co-éd. Études et Documentation Internationales/INRA, 253 p.
- Ribaudo M.O., Piper S., Schaible G.D., Langner L.L. et Colacicco D. (1989). CRP : What economic benefits ? *Journal of Soil and Water Conservation*, 44, 421-424.
- Robbe D., Six P., Demare D. (1989). Incidence de l'épandage sur des sols de boues de curage provenant de cours d'eau pollués, in *Recherche Environnement*, 34, Qualité et conservation des sols, SRETIE, 23-46.
- Robert M. (1992). Le sol, ressource naturelle à préserver pour la production et l'environnement, *Cahiers Agricultures*, 1 20-34.
- Ruellan A. (1993). La gestion des sols, *Natures, Sciences, Sociétés*, 1 (2) 159-163.
- Sallenave M. (1987). L'érosion des sols en Champagne : le prix de la terre, *Revue Génie Rural*, 5-6, 29-32.
- Servant J. (1972). Sol et environnement, *Les sols dans le paysage et leur aménagement*, Montpellier, INRA, 174 p.
- Smith G. et Shaykewich F. (1990). The Economics of Soil Erosion and Conservation on Six Soil Groupings in Manitoba, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 38, 215-231.
- Szabolcs I. (1986). Agronomical and ecological impact of irrigation on soil and water salinity, *Adv. In Soil Sci.*, 4, 189-218.
- Thiébaud L. (1992). *Demandes de biens d'environnement et interventions publiques en agriculture - cas de la France*, Thèse de doctorat en économie de l'Université de Montpellier I, 359 p. + annexes.
- Thiébaud L. (1993). *Servir la ville, gérer le vide : la question de l'environnement dans l'évolution de l'agriculture en zones à*

densité extrême, Colloque de l'Association de science régionale de langue française, ASRDLF, Tours, 30, 31 août et 1^{er} septembre 1993.

Thiébaud L. (à paraître). Environnement, agro-alimentaire et qualité, in Nicolas F. et Valceschini E., *La qualité dans l'agro-alimentaire*, coéd. INRA-Economica.

U.I.C.N. (1956). *Derniers refuges, atlas commenté des réserves naturelles dans le monde*, Amsterdam, Elsevier, 214 p.

Vez A. (1986). Nos sols sont-ils empoisonnés ? *Revue Suisse Agric.*, 18 (1), 3-4.

Vink A.P.A. (1963). *Aspects de pédologie appliquée*, Neuchâtel, Éd. à la Baconnière, 174 p.

Weber J.-L. (1976). Le patrimoine naturel, pp. 35-62 de : I.N.S.E.E. (1986), *Les comptes du patrimoine naturel*, C 137-138, 552 p.

Zucchi H. (1989). *La prairie : un environnement menacé*, Ulissédition, 127 p.

ABSTRACT : Agricultural soils and environment : one meeting to be managed

Soil-related concerns arise both inside and outside the domain of the environment as a social issue and the discourse of the relevant institutions. Since soil qualities predominantly concern fertility and therefore agriculture, the range of other interests at stake cannot readily be ascertained. Analysis of problems relating to the physical quality of erosion-affected soil and to a number of chemical qualities, including the threat from heavy metals, provides a clearer view of the relationships that form between agriculture and other users of the soil. This interpretation leads to a delimitation of the social issue of the environment on the basis of the divide between activities which change environments and those which are sensitive to such changes.

RÉACTIONS D'UN PÉDOLOGUE

L'article de Luc Thiébaud m'inspire les deux réflexions suivantes :

■ Le problème n° 1 de la plupart de ceux qui traitent administrativement et techniquement des relations entre sol, agriculture et environnement, c'est qu'ils ne connaissent pas ou très mal ce qu'est un sol. Les critères et les mots utilisés pour décrire les sols et leurs fonctions sont partiels et faux. Le fait même de considérer le sol comme un "milieu physique" ayant des "qualités physiques" démontre l'ignorance. Le sol est un milieu naturel structuré, produit et hôte de la vie ; ce qui évolue dans une couverture pédologique, naturellement ou du fait des actions anthropiques, ce sont les constituants et les structures, et par voie de conséquences, les modes de fonctionnement physiques, chimiques, biologiques.

■ Le sol est une ressource naturelle renouvelable. Il y a dégradation des sols, donc problème d'environnement, d'une part, quand la couverture pédologique ne peut plus remplir correctement ses principales fonctions, en particulier les fonctions biologiques et hydro-chimiques, d'autre part quand l'érosion va plus vite que la formation des sols : le stock diminue. Je considère donc que la modification de la fertilité d'un sol est en soi un problème d'environnement, provoqué par les activités humaines et ayant des conséquences sur l'homme et son milieu.

Je ne peux suivre Luc Thiébaud dans sa définition du champ de la question de l'environnement ; l'agriculture modifie le sol qui par voie de conséquence et en retour, modifie les autres éléments du milieu et influence l'agriculture elle-même : on est en plein dans un problème d'environnement. À titre d'exemple, je considère que le tassement du sol, provoqué partiellement par certaines pratiques agricoles, est un grave problème d'environnement du fait de ses conséquences sur le cycle de l'eau, sur les cycles biologiques, mais aussi sur la productivité agricole et sur l'accélération de l'érosion des sols eux-mêmes.

Alain Ruellan

Professeur de Science du Sol
Directeur du CNEARC
(Centre National d'Études Agronomiques
des Régions Chaudes) et
du Programme Environnement du CNRS.