

## Inventaire des sols Première étape pour leur gestion et leur conservation

J.J. HERVE(\*)

---

### RESUME

Les activités humaines se nourrissent d'espace. N'est-il pas évidemment nécessaire de procéder à la découverte du patrimoine constitué par les sols, cultivés, aménagés... ?

Le besoin n'en est-il pas renforcé par les menaces d'une gestion inconséquente, laissant se développer des crues plus violentes, une érosion stérilisante, des pollutions, des conflits, des famines ?

Cette nécessité ne peut être laissée au hasard des conjonctures économiques, des progrès scientifiques et méthodologiques, des compétences disponibles même si elle doit les saisir et les valoriser au mieux. Cette nécessité doit d'abord être explicitée. La connaissance du sol est multiple, multiforme, et comme toute référence, elle est coproduite par un scientifique et un utilisateur.

Il n'est plus possible aujourd'hui de concevoir un inventaire des sols de façon totalement autonome ; l'inventaire est guidé par les modèles à mettre en œuvre pour procéder à des simulations élaborées.

Un programme d'inventaire des sols doit enfin répondre à des principes de pertinence, d'utilité et surtout de faisabilité économique et financière. La complémentarité des échelles et de moyens s'impose pour apporter les références nécessaires à une meilleure gestion d'un patrimoine rare et menacé.

**MOTS CLES :** Gestion - Conservation - Cartographie - Qualités du milieu.

---

### SOIL SURVEY FIRST STEP OF CONSERVATION POLICIES

*Since mankind feeds on soils, it should be obviously necessary to look upon them as an heritage, whatever they could be : cultivated, urbanised, or natural...*

*Isn't the need for knowledge re-inforced under both the growing pressure of environmentalists and the threats of short-term policies with their consequences on floodings, erosion, pollutions and famines ?*

*But the knowledge on soils can be based neither on the aleas of economic contingencies, nor on a chance of a progress in science of methodology, even if one has to incorporate them. That need must be first fully explained. Since knowledge of soils is multiple and multiform, it is co-produced, as any reference, by a scientist and an user.*

*Soil surveys can no longer be planned according to autonomous patterns. The structure of soil surveys is mainly influenced by the models of simulation.*

*A national program has to be based on principles of pertinency, of utility, and, above all, of economical and financial feasibility. Field scale and regional scale are complementary to build references and tools that are now necessary to improve the management of the rare and threatened patrimony constituted by soils.*

---

(\*) Ingénieur agronome, IGRF, Chef du Bureau des Sols au Ministère de l'Agriculture, 19, avenue du Maine, 75015 Paris.

Par quelque considération qu'on l'aborde, le sol apparaît d'abord comme un objet d'évidences. Aucune activité humaine, même dans les sociétés les plus maritimes, n'échappe à un ancrage au sol. Support matériel de toute activité, unique, inéluctable, il est référence presque par nature ; et il faut lire ou relire l'analyse de Bachelard dans « la terre et les rêveries du repos » pour percevoir la richesse créative des projections qu'en font le rêveur, le poète, ou le... géomètre... (1).

Au regard de l'intérêt de la connaissance des sols, cette échappée fait contre point aux données scientifiques et économiques : la complexité, la diversité, voire les divergences des méthodes d'appréciation contrastent avec l'évidence « des pieds sur terre » ! Le débat reste ouvert sur la nature même du sol, et, partant, sur les processus cognitifs à développer. Faut-il privilégier une tendance « behavioriste » centrée sur le comportement du sol soumis aux contraintes du milieu ou de l'homme ? Faut-il avec plus de « naturalisme » rechercher une anatomie ou une structure du sol ? Faut-il concentrer les investigations sur quelques sites reconnus à des indices perceptibles par des hommes de l'art ? Faut-il au contraire procéder à une lecture systématique, d'Est en Ouest et du Nord au Sud, de la couverture pédologique ? Faut-il enfin chercher « des points de douleur », par analogie avec le diagnostic médical, révélateurs d'une agression externe et d'une fragilité du milieu ? (2)

Ces perspectives peuvent se décliner en de nombreux cas, multipliées par les échelles d'analyse et d'observation, comme par les philosophies de la connaissance auxquelles les observateurs se rattachent.

Aussi pourrait-il bien apparaître largement présomptueux de répondre à la question du « pourquoi » des programmes d'inventaires quand les spécialistes s'interrogent souvent de façon fondamentale sur le « comment » et sur le sujet même de leur activité ?

Au risque du paradoxe, et sans ériger la nécessité en loi, il faut engager l'inventaire sans avoir résolu tous les problèmes de sa réalisation. Ne doit-on pas au demeurant observer avec intérêt le développement concomitant de l'innovation méthodologique et d'actions de mise en valeur avec, notamment, les secteurs de référence et l'hydraulique agricole ? (3)

Ce double besoin — de méthodes et de résultats — s'accroît sous les menaces d'une gestion parfois inconséquente laissant se développer des crues violentes, une érosion stérilisante, des pollutions, des conflits et dans certaines régions fragiles de la planète, des affrontements et des famines...

Mais s'il y a exigence à engager les inventaires ainsi que les actions de conservation et de bonne gestion qui s'en déduisent, il convient de choisir un ensemble de règles de conduite et de programmation des études aptes à valoriser les compétences disponibles et à s'adapter, en sauvegardant les acquis, à l'évolution des méthodologies et aux progrès scientifiques.

Ce cheminement est difficile à fixer quand le sol, la terre sont dépourvus de statut précis. Le Code Rural, par exemple, connaît principalement des conteneurs, des voisinages ; des aptitudes culturelles constatées en vue du remembrement ; il ne reconnaît pas le matériau constitutif de la propriété, moins encore sa structure et son organisation spatiale... Les cartes définies par la Loi portent sur les terres agricoles (4) mais ce vocable n'a reçu nulle part une définition précise. La CEE, le Conseil de l'Europe tentent de proposer des définitions à caractère juridique en mobilisant les experts du droit de l'environnement ; le sol avec la Charte Européenne (5) et la Charte Mondiale peut acquérir une personnalité juridique ; il domine encore par la référence à ses usages et ses usagers...

### DES USAGES MULTIPLES, UN INVENTAIRE SINGULIER

#### Des thésaurus de fonctions

La liste des utilisations du sol touche à toutes les catégories d'activités humaines et naturelles.

Le groupe des experts rassemblés par le Conseil de l'Europe en distingue cinq : productions de biomasse, filtre-tampon-transformation, réservoir génétique et milieu protecteur, soubassement spatial des structures, source de matières premières et d'eau (6).

Le comité spécialisé du projet de normalisation de la qualité des sols, engagé depuis 1986 par l'ISO (International Standard Organization), a entrepris une révision de terminologies utilisées pour les descriptions et les fonctionnalités ; plus de cent pages seront nécessaires pour fixer les règles et clarifier les très nombreux cas d'usages multiples. Aux rubriques du Service Central d'Etudes Statistiques (SCEES) pour l'enquête sur l'utilisation des terres s'ajoutent celles du service de l'inventaire forestier national (IFN), celles des hydrologues (base du réseau hydrométrique du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt - ARHMA), des pédologues (système de transfert de l'information pédologique et agronomique - STIPA), des écophysologistes, etc. (7)

Ces catalogues ouvrent à leur tour d'autres thésaurus de fonctionnalités et de description des propriétés d'état ou d'évolution. La consultation des données sur les sols relève de l'usage tantôt du « panoramique » pour apprécier des propriétés à caractère global comme les aptitudes, tantôt du « zoom » pour caractériser une situation élémentaire, à la demande, notamment, des maîtres d'œuvre des projets d'équipement. Elle doit de ce fait accorder autant d'importance aux corrélats qu'aux rubriques constituant ses thésaurus. A l'image de la réalité concrète qu'elle décrit, la connaissance des sols est relationnelle...

#### Une pédologie urbaine

Par nos origines professionnelles et au nom de la prédominance des couvertures agricoles et forestières, les fonctions biologiques sont celles qui sont le plus fréquemment analysées et développées. Mais les travaux d'Atterberg (8) dont les spécialistes du travail du sol sont familiers, visaient au début du siècle la reconnaissance de l'aptitude des terres à l'édification de construction en terre crue. Du pisé à la brique biscuitée, la terre demeure le principal matériau de construction sur la planète. Même s'il est délicat de distinguer la terre du pédologue de celle du géologue (la réglementation sur l'application de la taxe sur les granulats offre quelques critères...), la terre constitue aussi bien la retenue collinaire dominant un périmètre irrigué, la digue de protection contre les crues d'un fleuve et le barrage destiné à en régulariser le régime, que le silo villageois, le mur de la maison, la tuile crue... Avec la terre « réinventée », les architectes tentent de créer des formes et des volumes nouveaux adaptés aux besoins contemporains (comme à Grenoble par exemple) tandis que les artisans retrouvent pour restaurer les édifices ruraux les méthodes et les tours de mains des fabricants de pisé (en Bresse, Sologne, Lauragais, Tursan...).

Ces tentatives originales témoignent d'un respect grandissant pour le sol qui se retrouve aussi dans « l'architecture brute » initié par les « nouveaux charpentiers » de la côte Est américaine (9). Le sol entre dans la maison ou se prolonge sans discontinuité au-dessus du bâti qu'il couvre de verdure. Avec la charte d'Athènes (10), Le Corbusier voulait respecter le sol en le laissant traverser de part en part les immeubles sur pilotis et en évitant la prolifération des constructions dans les zones de réserves. Les paysages urbains des périphéries contrastent malheureusement avec les orientations des descendants du « Bauhaus » : les tours se multiplient et les sols disparaissent sous des strates d'un

béton lui-même produit au détriment d'autres espaces agricoles ou naturels soumis à la noria des camions à gravier. La bétonisation des sols est considérée comme une des menaces fortes dans les pays de l'Europe du Nord. Car même enfouis sous l'asphalte ou les ferraillements des dalles, le sol survit dans ses fonctions de transformateur chimique. Ainsi des cas de saturnisme ont été repérés aux Pays-Bas au sein d'une population installée dans un lotissement bâti sur des déchets mélangés au sol. Le plomb des sous-produits d'une entreprise de peinture à l'origine des déchets s'est progressivement libéré dans la solution du sol artificiel et s'est accumulé dans les légumes des jardins. Le coût de cette dégradation est considérable. Les sols ont été extraits, dépollués, remis en place, les malades pris en charge et suivis (11) ; des coûts non monétaires persisteront comme les retards scolaires des enfants atteints, ou les difficultés psychologiques des adultes. Il s'agit certes là d'un cas extrême ; il ne faut cependant pas oublier le rôle considérable qui revient à ces événements catastrophiques. Ainsi parle-t-on, dans de nombreux pays, des « circulaires Seveso » prises pour renforcer les méthodes de prévention des pollutions industrielles parfois catastrophiques comme celle de l'usine d'herbicide américaine de Bopal, en Inde.

Alors qu'elle s'est d'abord développée au voisinage de l'écologie agricole et de l'agrorologie, la pédologie pourrait aujourd'hui devenir une discipline des villes ; Ne devrait-elle pas identifier la stratification des dépôts et des remblais, simuler les réactions chimiques et les évolutions biologiques, apprécier les paramètres des choix d'équipement, appréhender enfin le coût de la gestion et du développement des espaces naturels ? Lorsque le palais omnisport de Bercy se couvre d'un gazon en guise de toiture ou que les plus grands stades doivent gérer leur pelouse avec la régularité qu'exige le déplacement des décors d'un théâtre, ne faut-il pas proposer aux responsables des villes les services d'un pédologue urbain ?

## Une agriculture sans sol

L'agriculture a longtemps vécu de la terre sans autre ressource que le recyclage des sous-produits dont elle était elle-même à l'origine. La fertilité « naturelle » introduisait ainsi une base de sélection des domaines agricoles. Que ce soit dans les notes de voyages en Grèce de Pausanias (12) ou chez les agronomes latins (13), l'appréciation de la valeur de la terre tient une assez large place dans la présentation de savoir-faire. Remembrées, assainies, irriguées et amendées, les terres valorisent les investissements consentis en fonction de leurs propriétés physiques, chimiques, biologiques et hydriques, telles qu'elles s'expriment par leur réaction aux travaux, aux outils, aux cultures elles-mêmes.

La connaissance empirique des laboureurs a largement régressé avec la généralisation de la mécanisation, de la fertilisation industrielle et de la protection chimique des cultures. A bien des égards l'agriculture des pays développés a, vers les années 60, amputé le sol en le limitant à sa seule étendue. Le vocabulaire technique a confondu la production unitaire et le rendement, supprimant ainsi toute référence à l'épaisseur de la terre, comme dans bien des aménagements fonciers où la géométrie la mieux adaptée aux moteurs l'emportait sur celle des contrastes de nature de terre. Tout se passait comme s'il suffisait, pour produire beaucoup, de contrôler convenablement l'étendue des aires de production. Les « inputs » de l'agriculture, avec des prix unitaires faibles, permettaient une correction quasi complète des déficits de fertilité naturelle : Agriculture foncière mais agriculture sans sol ! Ne peut-on voir dans la politique communautaire de gel des terres la prolongation, mais en contre type, de cette même pensée ?

Sous la poussée des prix pétroliers, le retour au raisonnement agronomique a redonné son intérêt à l'analyse du milieu. Analyses de terre, études des sols se sont à nouveau développées pour optimiser les apports d'engrais. L'emballage de la production par rapport aux possibilités des marchés solvables

amplifie le besoin considérable d'adaptation du processus de production de biomasse aux caractéristiques du milieu dont le sol apparaît comme l'une des composantes. Aussi essentielle que certains métiers veulent la considérer, elle se situe à parité avec le climat et vient après ce qui concerne les caractéristiques de « la Société des plantes cultivées ».

### QUALITE DES PRODUITS ET QUALITE DU MILIEU

#### Du « plus » au « mieux » produire

Ces dernières décennies marquent une nette évolution dans les objectifs de la production agricole. Pendant longtemps l'agriculture avait pour mission de nourrir les hommes. L'un des indicateurs du progrès était fourni par le ratio du nombre de français nourris par chaque agriculteur. Issu de l'économie de reconstruction de l'après-guerre, le progrès quantitatif pour la production de céréales et de produits animaux a servi de ciment pour l'édification des références de vie du monde agricole (14). Les fonctions traditionnelles du monde rural, les savoirs patrimoniaux ont laissé la place à des approches plus économétriques et davantage orientées vers le court terme. Mais progressivement les centres de décision se sont urbanisés comme s'urbanisait la France rurale. L'énorme progrès quantitatif de la production agricole ristournait peu de sa valeur aux producteurs eux-mêmes ; le consommateur voyait au contraire baisser, même s'il n'apprécie pas toujours globalement la structure en valeur de ses achats, la part de son budget consacré à l'alimentation. L'accroissement de la marge agricole passait (passe encore le plus souvent) par l'augmentation des volumes livrés et par l'optimisation des coûts de mise sur le marché et de distribution.

Le consommateur lui-même abandonne, dans une société d'abondance, la référence au quantitatif. L'allongement de son espérance de vie l'amène à se préoccuper de sa santé et de diététique. Avec bien souvent des excès insolites dans ses prétentions, le consommateur, même avec une organisation modeste de ses moyens de pression, réussit à modifier structurellement la géométrie de certains marchés. L'exemple du veau aux hormones est dans toutes les mémoires.

Aujourd'hui « le cahier des charges » du consommateur s'affine très sensiblement et les opérateurs économiques tentent de s'organiser en conséquence. La restauration collective, les régimes spécifiques (pour le troisième âge, les sportifs, les curistes, les nouveaux-nés...) ne peuvent plus s'accommoder d'une vague composition en glucides-protides-lipides. La qualité de chaque préparation s'étend aux sels minéraux, aux vitamines, et à tous les produits simples ou composés utilisés volontairement ou non par le fabricant. L'agro-industriel, installé à l'interface entre les producteurs et les consommateurs, doit aujourd'hui rechercher une matière première végétale ou animale adaptée à son cahier des charges. Il ne peut plus se désintéresser des processus de production eux-mêmes. L'industriel de l'alimentation est amené à investir dans le contrôle de production de ses matières premières de même que le producteur agricole est obligé de s'intéresser de très près à l'organisation des marchés.

#### Des productions spécialisées aux matières premières végétales

Cette évolution, ou plutôt cette profonde transformation des fonctionnalités paysannes fournit un premier élément structurant pour une approche organisée de l'inventaire du milieu. Les agronomes ont introduit une inférence de l'inventaire pédoclimatique à une connaissance élaborée des modèles éco-physiologiques explicatifs de la fabrication de la biomasse utile (15). Leur méthode devrait s'étendre à une production analysée autant par ses qualités industrielles et alimentaires que par son volume brut.

Les productions spéciales sont prioritairement concernées : la concurrence mondiale pour les marchés du vin par exemple, commence à s'exprimer au travers de caractéristiques analytiques de plus en plus fines. Paradoxalement, alors que triomphe la biochimie analytique des arômes (signature des produits), la chimie des traces (métaux, pesticides, etc...) les produits testés et commercialisés doivent dans l'esprit de moins en moins faire appel à... la chimie. L'art du viticulteur reprend de l'importance. Mais il ne s'agit plus de perpétuer une tradition que conforte un savoir faire empirique accumulé avec les vendanges successives. Il faut maintenant maîtriser les réactions du pied de vigne et du sol en tenant compte de tous les phénomènes incertains ; après chaque réalisation d'un événement quelconque (de la vie de la plante, du sol, du climat,...) une analyse stratégique de l'avenir de la production devrait être entreprise grâce notamment à un outil informatique d'aide à la décision. De telles technologies se développent en production de routine dans les vignobles californiens (concurrence des vins de Moselle, d'Alsace et d'Allemagne notamment). Elles reposent sur un asservissement du pilotage des cultures aux relations trouvées entre la richesse du sol en nutriments et le chromatogramme des arômes du produit. Elles progressent dans les vergers où la fertilisation et la protection des cultures par les eaux d'irrigation (fertigation et chemigation) offrent un support pour la maîtrise en temps réels des apports aux cultures et au milieu. Les méthodologies du pilotage entièrement automatique sont d'autant plus accessibles que l'irrigation est « localisée » et qu'elle est associée à un assainissement permettant un contrôle de la saturation du sol.

Les producteurs « biologiques » ont les mêmes préoccupations pour la conduite des cultures légumières intensives avec, au demeurant, une difficulté plus grande lors de la période dite « de conversion » qui sépare une mise en valeur « chimique » de la production biologique. La parution des cahiers des charges pour les agriculteurs biologiques et leur reconnaissance officielle par le Ministère de l'Agriculture et de la Forêt et les services de la Communauté confirment l'intérêt accordé à une production moins abondante et bien placée en terme de marge pour les producteurs.

Progressivement, les grandes cultures devront s'adapter aux pressions du consommateur ou de l'acheteur tenté, sur un marché où l'offre domine largement la demande de faire appel à toutes les possibilités pour concrétiser la mise en concurrence... Il n'est pas utopique de songer à l'extension aux céréales des mesures techniques de contrôle appliquées parfois au sein même de la Communauté pour des productions spéciales (fruits, salades,...). D'ores et déjà, la réglementation communautaire s'applique aux céréales dont la teneur en produits de traitements ne doit pas dépasser les valeurs de référence ; il faudra donc en conduire la production avec une fonction de « contrôle interne de qualité » comme dans le cadre d'une activité industrielle.

Les exemples relatifs à la qualité des produits végétaux pourraient être multipliés, de la recherche du chrome sur les feuilles de laitues destinées à l'exportation jusqu'à la sélection des cultivars forestiers les mieux adaptés à la pression des maladies transmises par le sol...

« Lire » le milieu au travers de cette grille revient à rechercher les paramètres déterminants de la conduite des cultures (ou de tout processus biologique mettant en jeu le sol, le climat et l'homme) et, à en déterminer les valeurs (et leur combinaison) afin de respecter une spécification sur le produit final. C'est une approche systémique qui s'impose sans « a priori » quant à la place du milieu, et du sol en particulier. Il ne peut s'agir ni d'engager un long inventaire détaillé des sols dans leurs différentes structures d'organisation ni de se limiter à une topologie de l'état des cultures. La connaissance requise porte sur le comportement ; elle est dynamique et le degré de précision dans chacune des rubriques concernées dépend de la valeur prédictive que l'on souhaite attribuer à l'ensemble (fertilité physique et chimique du sol, qualité des productions, volume des productions, etc.).

### QUALITES DU MILIEU ET MILIEU DE QUALITE

Parallèlement à l'irruption d'un consommateur désormais suspect à l'égard du producteur (qui lui semble avoir trop vite rompu les attaches avec la tradition), les mouvements écologiques se structurent et pèsent plus nettement dans les décisions d'aménagement du territoire. Avec la loi sur la protection de la nature de 1976, ou l'ouverture des commissions communales de remembrement à une personne qualifiée pour la protection de la nature, la loi crée l'obligation d'apprécier l'impact sur le milieu de tout aménagement ou équipement d'une taille significative. Les mesures réglementaires ne peuvent que se multiplier dans ce domaine. L'agriculture présente bien les traits d'un bouc émissaire parfait : elle couvre la majeure partie de l'espace ; elle n'hésite pas à recourir à des produits de traitement particulièrement dangereux, comme en témoignent les catastrophes écologiques d'origine industrielle dans lesquelles ils sont presque toujours en cause...

Pour aller au-delà d'une accusation de l'agriculture, il convient d'être capable d'identifier les pratiques agricoles effectivement polluantes et de distinguer celles qui peuvent être aménagées ou transformées sans surcoût — voire même avec quelque économie sur les coûts de production — et celles pour lesquelles, au contraire, les distorsions de concurrence avec d'autres pays ne peuvent être éliminées qu'au prix d'un transfert de ressources au sein de la collectivité.

Avec le Comité Permanent (CORPEN) et la cellule « Eaux et nitrates » les Ministères de l'Agriculture et de la Forêt et de l'Environnement ont réuni les instances professionnelles concernées, l'industrie, la profession, les services publics, les associations... Le groupe spécialisé sur les pratiques agricoles avance des propositions concrètes (16) issues des réflexions du Professeur S. HENIN, pour contrôler la teneur des eaux en nitrates (17). Les élevages intensifs de l'Ouest et les grandes cultures du Bassin Parisien et du grand Sud-Ouest sont très directement concernés.

L'épandage des déjections animales peut contribuer à résorber la pollution ou à l'accroître selon les doses épandues et les modalités retenues. Un des tous premiers critères à connaître est la capacité du sol et de ses cultures à prélever, mobiliser, et stocker les sels minéraux apportés. Cette donnée commune aux plantes et au sol fixe en quelque sorte un potentiel d'épandage. Cette notion de potentialité occupe une place centrale dans la gestion des macro et des meso nutriments. Tout apport d'azote supérieur à la demande associée aux potentialités fournira un enrichissement du sol puis entraînera une pollution des eaux. Si l'on savait mesurer avec précision, ou calculer d'après d'autres valeurs mesurables in situ, les flux de nitrates (et de nitrites) sous les zones racinaires, la négociation entre l'agriculteur (l'agriculture) et l'ensemble de la population pourrait se dérouler dans des conditions nouvelles.

Ne peut-on, par exemple, songer à un engagement personnel de chaque producteur à conduire ses cultures et ses productions en ajustant ses apports au mieux des potentialités ? La mise en œuvre pratique d'un tel « contrat » suppose un renforcement considérable de la connaissance des sols, au-delà des programmes bien trop classiques auxquels elle est parfois réduite (2).

La responsabilité personnelle contractée par chaque producteur et celle des collectivités avec lesquelles il négocierait son contrat de protection du milieu ne pourront être exercées pleinement que dans la mesure où les outils de pilotage des cultures et de contrôle de l'état du milieu résultant de leur application seront réellement disponibles. De nombreux travaux seront encore nécessaires pour les élaborer, les tester et construire les références avec lesquelles ils pourront fonctionner.

Les études de l'antenne agronomique Lorraine illustrent parfaitement les démarches nécessaires pour cultiver le blé (puis les autres céréales) au potentiel (18). Une analyse éco-physiologique du développement des cultures est indispen-

sable pour collecter, sélectionner et valider les résultats expérimentaux introduits dans les modèles explicatifs du rendement. Il faut ensuite disposer des moyens de mesurer les paramètres qui modifient sensiblement le potentiel disponible en cours de campagne et ceux qui assurent une bonne identification des aptitudes de chaque parcelle (ou sous ensemble de parcelle). L'appréciation du potentiel permet d'établir les objectifs de rendement puis d'en déduire le niveau souhaitable de la fertilisation (alimentation minérale) et de la protection des cultures. Les modèles de potentialités sont nécessairement associés à des modèles de description et de construction des itinéraires techniques...

Dans les conditions lorraines et pour les blés d'hiver qui y sont cultivés, les réserves hydriques de la seconde décade de juin pèsent d'un poids particulier dans l'expression du potentiel. Une caractérisation précise du profil du sol cultivé s'impose donc pour apprécier au mieux la profondeur effective de l'enracinement et les teneurs en eau (travaux en cours).

Plus que tel ou tel modèle particulier (modèle de consommation en eau, etc...), c'est l'organisation d'un ensemble de modèles cohérents par rapport à un objectif pratique de mise en œuvre qui permet de sélectionner les variables à rechercher et d'en déduire les actions à organiser. Dans le cas de la Lorraine, l'agronome et le pédologue organisent ensemble des campagnes de profils culturaux et développent des « lectures » renouvelées des documents d'inventaire.

Un plan d'épandage des lisiers exigerait, pour être un véritable outil d'aide à la gestion, que soit déterminé le maximum des doses pouvant être « recyclées » puis d'apprécier l'aptitude du sol à laisser s'infiltrer les matières épandues, à les emmagasiner sans occasionner d'écoulement polluant en profondeur. Une approche purement descriptive ne sera pas suffisante. Il faudra associer à chaque milieu des paramètres caractérisant la dynamique de l'eau, celle des sels minéraux, peut-être des cinétiques de minéralisation...

Une approche fréquentielle s'impose d'une part pour affecter une probabilité d'occurrence à un comportement prédit, mais aussi pour indiquer la variabilité du comportement selon les types de sol, les événements climatiques, les contraintes hydrologiques, etc... (19).

Comme pour la qualité des produits évoquée précédemment, l'amélioration de la qualité du milieu passe par des modèles d'aide à la décision ou d'aide à la gestion, voire d'aide à la compréhension des phénomènes grâce à certains systèmes experts. Il faut évoquer des ensembles de modèles susceptibles de décrire les variabilités dans le temps et dans l'espace. La mise au point d'outils simplifiés reste indispensable et doit être engagée dès qu'on se sera assuré qu'ils permettront d'éviter des erreurs grossières dans la gestion du milieu... Mais il ne faudrait pas croire aux vertus du « simple et pratique » pour des questions particulièrement complexes bien que d'une remarquable simplicité d'expression. Entre les solutions et les problèmes, le « détour » par la méthode s'impose...

## QUELS INVENTAIRES ?

### Des principes de pertinence

Le sol se prête à une variété d'analyses structurales, et la liste de ses caractéristiques est sans limite. Il faut donc choisir parmi toutes les démarches envisageables, celles qui sont les plus pertinentes au regard de la problématique justifiant l'étude. En écartant les études alibi, les principes de pertinence reposent sur une double exigence. Une formulation claire des utilités de l'inventaire, une sélection raisonnée des méthodologies. Une règle générale découle de l'approche des agronomes ou des forestiers. L'analyse du système de culture dégage les déterminants de la potentialité et permet la sélection des variables les plus explicatives.



## INVENTAIRE DES SOLS

---

Il faut développer aujourd'hui de nouvelles approches dans le même esprit, pour des aspects plus essentiellement écologiques, comme la dynamique des biocénoses ou des associations végétales, et l'évolution des réserves cynégétiques des productions alimentaires nécessaires aux oiseaux migrateurs, etc.

La modélisation est nécessaire pour améliorer substantiellement les études d'impact trop souvent limitées à un exercice de lecture paysagère. De très bonnes bases scientifiques et techniques ont pu être établies à l'occasion de telle ou telle opération d'aménagement. Les travaux de Mac HARG et Max FALQUE (20) ont ouvert la voie à une « combinatoire des données » que les moyens informatiques actuels pourraient rendre très féconde s'ils ne se heurtaient dans leur application à l'anarchie des formats de transfert... (des travaux d'harmonisation sont engagés depuis 1988 au sein du Conseil National de l'Information Géographique).

Mais le sol, par sa complexité, n'apparaît alors jamais seul : il est associé au climat, aux données générales de l'économie de production. Les différents registres des valeurs peuvent même se télescoper : la bonne terre agricole de la plaine de France abrite aussi le meilleur site aéroportuaire. La première des règles de pertinence n'est-elle pas ainsi de donner au sol la place qui lui revient dans le poids des décisions ?

### Des principes d'utilité

En s'appuyant sur l'idée de co-production d'une référence, par le scientifique et par l'utilisateur, un document d'inventaire doit rendre compte des variabilités reconnues dans l'espace étudié. Une prospection parcellaire ne sera crédible pour l'agriculture qu'en repérant les hétérogénéités sensibles au pied, à la roue du tracteur, ou à un comportement particulier de la végétation. Une esquisse régionale ne sera adoptée comme base de préparation de la décision qu'en mettant en lumière les terroirs spécifiques et reconnus par les élus...

Mais le plus important des principes d'utilité est *l'ouverture du dialogue entre les partenaires de la gestion des sols*. Le document d'inventaire, à toute échelle, est le point de départ de *scénarios d'évolution* ; en construisant des avenir possibles et en en figurant le résultat, le document d'inventaire entre dans les aides à la décision. La carte glacée trop bien achevée clôt un dossier alors qu'elle devrait l'ouvrir... Avec l'assistance des ordinateurs et en acceptant de normaliser l'échange des données, une ère nouvelle s'ouvre : celle de *la carte à la carte*.

### Des principes de faisabilité

La technologie offre aujourd'hui une profusion d'outils de vision des sols, de l'ultramicroscopie au radar embarqué. Cette gamme de possibilités ne rend que plus nécessaire de solides principes de faisabilité. Comme toute prestation intellectuelle (terme pris ici dans le sens que lui reconnaît le Code des Marchés publics), les résultats d'un inventaire doivent *être fournis dans les délais prescrits et pour le coût négocié lors du lancement*. Les manquements trop fréquents à cette règle élémentaire contribuent à expliquer la lassitude des financeurs et le ralentissement puis l'abandon des programmes. Bien comprise, elle permet, au contraire de progresser de façon satisfaisante, surtout si les projets répondent aux deux précédentes spécifications.

### Carte ou charte ?

La carte, expression privilégiée de l'inventaire des sols, associe usages et usagers. Elle est ainsi un objet social traduisant les conventions sur l'espace, *reflétant le jeu des acteurs*, leurs priorités, leurs solidarités ou leurs conflits. Carte et charte n'ont-ils pas une étymologie commune ?

Par son figuré, le choix de ses couleurs, son organisation picturale, sa sélection typographique, le document cartographique obéit à des conventions formelles qui sont — pour parodier Claude Levi-Strauss — comme les masques d'une réalité plus profonde.

Une sémiologie de la carte serait à formaliser en distinguant les algorithmes de fabrication, la grammaire de l'écriture du sol, et l'évolution des styles...

Mais en ces temps de valeurs erratiques ne peut-on confondre la forme et « le look » ? Faut-il donner raison à ceux qui ne voient dans *les cartes qu'un tableau qui « fait beau au mur »* ?

## L'ORGANISATION DE L'INVENTAIRE

Ces différentes réflexions conduisent à souhaiter une coopération entre les « métiers » de la gestion du milieu et de la qualité de sa production primaire. L'inventaire des sols ne peut se limiter à une approche pédologique. Il ne doit sans doute pas être trop directement sous la dépendance d'applications immédiates, mais il serait dangereux qu'il s'en éloigne trop.

L'expérience acquise avec la centaine de secteurs de référence créés pour les besoins du développement du drainage agricole s'avère particulièrement positive (21). Le pilotage scientifique assuré par des chercheurs en pédologie, en hydraulique et en agronomie (INRA et CEMAGREF) a permis une coopération très fructueuse avec les chargés d'étude de tous statuts, avec les maîtres d'ouvrage et avec les maîtres d'œuvre utilisateurs des documents d'inventaire. La force du secteur de référence tient, pour l'essentiel, à la réponse concrète qu'il apporte aux questions les plus pratiques, en mobilisant les moyens scientifiques et techniques nécessaires pour asseoir les raisonnements et les conclusions. Le coût de chacun d'eux est resté dans une gamme de prix qui permet un amortissement en quelques années d'application effective. Les évaluations réalisées dans plusieurs petites régions (22) confirment le bon usage des références, la création d'un marché du retour à la parcelle et des économies substantielles sur le coût des investissements et sur leur valorisation.

Les extensions thématiques de la méthode des Secteurs de Référence sont bien engagées. Elles vont de l'aménagement foncier à la gestion de la fertilité. Chaque application présente des spécificités. L'aménagement local, celui qui correspond à la responsabilité individuelle d'un particulier, comporte trois niveaux indissociables et à grande échelle. Les parcelles sont les unités élémentaires de gestion de la production agricole ou sylvicole ; toutes les décisions globales engagent l'avenir et la stratégie de l'entreprise doivent y trouver leur traduction concrète sous forme de calendrier et de modes d'intervention parcellaires (parfois même en tenant compte des variations internes aux parcelles). Le niveau de l'exploitation agricole ou forestière, est celui de l'intégration économique et de la cohérence d'entreprise. La nature des orientations et les modes de gestion dépendent, sans s'y limiter, des possibilités offertes par les parcelles. Le bassin versant, enfin, est l'espace où l'entreprise exprime le plus immédiatement ses relations avec les ressources naturelles : prélèvements et rejets d'eaux, de gaz, de matières organiques ou minérales !

Ces trois niveaux appellent des outils d'aide à la décision différenciés mais cohérents. Le drainage agricole a fourni la première application concrète. Le zonage des terres hydromorphes (établi par enquête communale) (3) permet de gérer convenablement les débouchés des réseaux (conscients des risques de pollution locale lors des pointes de débit, les responsables peuvent veiller à respecter une dispersion des points de rejets et à assurer des zones tampons entre les ouvrages de débouché et les émissaires naturels). La typologie des exploitations agricoles permet de repérer les profils d'entreprises (et/ou d'entrepreneurs) prêts à une stratégie de développement passant par la maîtrise des

## INVENTAIRE DES SOLS

---

excès d'eau. Le retour à la parcelle effectué sur la base de l'inventaire des sols fourni par le secteur de référence, apporte les références technologiques et agronomiques nécessaires à la réalisation des projets et à la conduite des terres drainées (23). Toutes les interactions entre ces données peuvent être étudiées, notamment pour la définition du planning d'évolution de l'entreprise sur plusieurs années ; ces mises en relations nécessitent « seulement » de disposer d'un système cohérent et finalisé de références préalablement à l'offre de service vers l'entreprise agricole.

L'importance relative des trois points de vue dépend des applications et du milieu lui-même. Ainsi le raisonnement de l'irrigation accorde une place essentielle à la ressource disponible. Tous les scénarios d'exploitation ou de gestion de parcelles doivent se fonder sur la prise en compte d'un quota d'eau, voire d'un calendrier fixant des droits de prélèvement ; l'analyse des perspectives agro-économiques des exploitations agricoles intègre cette contrainte de structure au même titre que la superficie exploitable. L'outil d'inventaire des sols n'est pas fondamentalement modifié par cette hiérarchie des facteurs limitants, mais la place du secteur de référence dans l'ensemble des outils de référence, sa localisation géographique précise dépendront des esquisses d'ensemble dressées à l'échelle des bassins versants ou mieux des périmètres homogènes vis-à-vis des conditions d'accès à la ressource en eau.

Avec les dossiers agronomiques pour l'installation des jeunes, le conseiller agricole et le candidat exploitant cherchent à apprécier la viabilité d'une entreprise. L'audit porte sur l'ensemble des moyens de production, des bâtiments au cheptel le cas échéant. L'examen des sols doit principalement révéler les facteurs limitants dominants, indiquer le coût de leur correction et préciser les espérances réalistes de production unitaire. La reconnaissance combine alors nécessairement une information pédologique à grande échelle (rattachement des observations faites lors du retour à la parcelle à la typologie de référence) et une expression des potentialités fournies par un diagnostic régional agronomique (15). La cartographie des sols de l'exploitation est un document de base pour sa gestion. Complétée par des données météorologiques, agronomiques, économiques, elle sert de base à l'établissement du programme des améliorations foncières puis à la gestion annuelle de la fertilité.

Les outils d'interprétation des analyses de terre trouveront là le moyen de généraliser les approches plus rationnelles de la fertilisation. Le Logiciel d'Interprétation des Analyses de Terre (LIAT) développé par l'INRA et la Commission Nationale Agronomique exigera des références précises sur les systèmes de culture, sur le climat et sur les sols. Construit sur la base de modèles paramétrés, il doit, par son utilisation même, générer des valeurs de référence mais à condition d'être informé sur les valeurs des paramètres d'environnement attachés à chaque échantillon analysé.

La gestion de l'épandage agricole des sous-produits de l'élevage, des stations d'épuration ou des industries agro-alimentaires, est plus complexe encore en raison de plus nombreuses interdépendances entre les impacts écologiques sur le bassin versant et les contraintes économiques de l'entreprise. La connaissance précise du sol et de son comportement est impérative pour établir les modes de gestion les plus cohérents mais elle doit trouver sa place concrète dans des outils d'aide à la décision et d'aide à la gestion.

Si les programmes d'inventaire ont tant de mal à trouver les moyens de leur réalisation complète, c'est vraisemblablement parce que l'on n'a pas développé parallèlement des outils pratiques de valorisation des données. En posant comme principe de base que la réalité du terrain doit être détectée à l'échelle parcellaire, la méthode du secteur de référence traite simultanément de l'acquisition des références et de leur transposition parcellaire.

Toutes applications confondues, il semble raisonnable d'avancer des besoins de l'ordre de 150 à 200 nouveaux secteurs pour disposer sur l'ensemble du territoire français de solides références transposables à la parcelle. Le coût

total de ce sous-programme ne devrait pas dépasser celui de la couverture pédologique systématique à moyenne échelle d'un seul département. La réalisation des retours à la parcelle fait appel à un large partenariat allant des conseillers agricoles aux pédologues des sociétés d'études ou de travaux. Mais si l'établissement d'un secteur de référence exige la compétence d'un ingénieur qualifié, il serait de saine gestion de confier les prospections à des techniciens dont la formation a, hélas, été négligée.

Parallèlement aux besoins pour les applications parcellaires, les collectivités, de toutes tailles, ont à dresser des tableaux de bord des aménagements et des équipements. Tant au regard de leur lisibilité que de leur élaboration, ces documents ne peuvent entrer trop dans le détail. Le département doit pouvoir être figuré sur un support de format normalisé comme le double 21×29,7. L'échelle de connaissances ainsi définie s'adapte parfaitement à celle du semis des données des inventaires permanents ou réguliers comme les statistiques du SCEES, les relevés du service de l'inventaire forestier national, les fichiers de la météorologie nationale, la base hydrométrique du Ministère de l'Agriculture (ARHMA), la géologie, etc. Un accord semble se dégager pour choisir l'échelle nominale du 1/250 000. L'esquisse régionale des sols a ainsi pour première vocation de définir les terroirs. Une coordination entre les études à grande échelle et la réalisation de l'esquisse apparaît indispensable. L'esquisse régionale des sols à moyenne échelle apparaît comme l'outil de couverture systématique du territoire national ; il s'adapte aux contours des pouvoirs régionaux créés par la loi de décentralisation et il ouvre sur l'Europe des Régions. En lui conférant d'emblée un statut de document numérique, l'esquisse régionale des sols pourra rassembler les données disponibles mais éparses, s'enrichir des compléments de levés, évoluer en fonction des progrès scientifiques et des variations dans les demandes de service, entrer dans des applications même si le sol n'occupe qu'une place modeste dans les facteurs déterminants retenus.

### Un besoin considérable de connaissances

Un tel programme jouant sur la complémentarité des approches est indispensable pour répondre aux besoins actuels, voire pour contribuer à mieux les formuler. La liste des questions posées est longue : lutte contre l'érosion et la dégradation des sols, protection du sol et des eaux contre les pollutions urbaines ou agricoles, amélioration de la compétitivité des entreprises agricoles.

L'Europe accorde à la gestion du milieu une importance croissante et le maintien des droits à produire dans des régions intensives passera par une plus large intégration des effets induite sur le patrimoine. Le sol est à la croisée de tous les problèmes posés : épandage des sous-produits, épuration des déchets, qualité des eaux d'un bassin versant, carbonisation, friches, contrôle des bio-cénoses, etc. Il se réduit dans le langage des juristes au fond de l'héritage, mais n'est-ce pas *un des éléments majeurs du patrimoine ?*

Reçu pour publication : Novembre 1988  
Accepté pour publication : Décembre 1989

## INVENTAIRE DES SOLS

### BIBLIOGRAPHIE

- (1) **BACHELARD G.**, 1948. — La terre et les rêveries du repos, essai sur les mariages de l'intimité : Gaston Bachelard, Librairie José Corté, Paris.
- (2) **PEDRO G.**, 1986. — La science des sols en France, Editions de l'ORSTOM.
- (3) **URBANO G., PEDRO J.J.**, 1983. — L'opération drainage, secteur de référence. Actes de colloque, CENECA.  
**FAVROT J.C.**, 1981. — Pour une approche raisonnée du drainage agricole. France, la méthode des secteurs de référence. C.R. Ac. Agri. de France 1981, 716-723.
- (4) Loi d'orientation agricole de 1980.
- (5) Conseil de l'Europe. Conservation du sol (problèmes de). Collection Sauvage de la Nature n° 59, Strasbourg, 1988.
- (6) **BLUM W.H.E.** — Charte européenne des sols.
- (7) **BERTRAND R., FALIPOU P., LEGROS J.P.**, 1984. — STIPA : système de transfert de l'information pédologique et agronomique, 1 notice pour l'entrée des descriptions et analyses de sols, en banques de données. Paris, ACCT.  
**NAVARRO R., FALIPOU P., BONNERIC P.**, 1985. — Notice pour la gestion informatique de la banque de données, ACCT Paris.  
ARHMA : réseau hydrométrique du ministère de l'Agriculture, DERF, 19, avenue du Maine, 75732 Paris Cédex 15.
- (8) **ATTERBERG A.**, 1912. — Die mecahnische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineral böden Schwedens. Inter. Mitt. Bodenk 2,312-342.
- (9) Maison de charpentiers amateurs américains ; vers une architecture sauvage ? Paris, Le Chêne, 1978.
- (10) **LE CORBUSIER**, 1957. — La charte d'Athènes. Le Corbusier, 1957. Les Editions de Minuit, Paris.
- (11) **HEBERT J., LEGROS J.P., HERVE J.J.**, 1988. — Rapport de mission, première réunion pour la normalisation de la qualité des sols. La Haye, Ministère de l'Agriculture.
- (12) **FRAZER R.G. (sir)**, 1965. — Sur les traces de Pausanias. Société d'édition « Les Belles Lettres ».
- (13) **BOULAINÉ J.**, 1984. — Matériau pour une histoire de la pédologie. Sols, n° 13, Grignon, 144 p.  
**BOULAINÉ J.**, 1989. — Histoire des pédologues et de la science des sols, INRA.
- (14) **CERF M. et LE NOIR D.** — Le développement agricole en France. Que sais-je ? n° 2371, PUF.
- (15) **SEBILLOTTE M.**, 1982. — Fertilité du milieu et Agriculture. BTI n° 270-372, Mai-Août, pp. 345-353.  
**SEBILLOTTE M.**, 1989. — Fertilité et système de production, Paris, INRA.
- (16) **CORPEN**, 1986. — Amélioration des pratiques agricoles pour réduire les pertes de nitrates vers les eaux. Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Environnement. « Groupe pratiques agricoles », octobre.
- (17) **HENIN S.** — Activités agricoles et qualité des eaux. Ministère de l'Agriculture et Ministère de l'Environnement (ISBN : 2-11-084504-X).
- (18) **LIMAUX F.**, 1985. — Les facteurs de variation du rendement du blé en Lorraine. Influences des différentes composantes du milieu sol-climat, Chambre d'Agriculture de Lorraine.
- (19) **GIRARD M.C.**, 1983. — Recherche d'une modélisation en vue de la représentation spatiale de la couverture pédologique. Sols n° 12, INAPG, Grignon, 429 p.
- (20) **Mc HARG I.L.**, 1959. — Composer avec la nature. DUP, service de l'espace et des sites. Mission Paysage, volume 58159. Cahiers de l'IAURIF, 1<sup>re</sup> série.

- (21) **LAGACHERIE Ph.**, 1987. — Carte de France de l'hydromorphie à l'échelle des petites régions naturelles. Opération secteurs de références. INRA, Montpellier.
- (22) **VAQUIE P.M.** — Evaluation des secteurs de références du Maine et Loire. DDAF du Maine et Loire.