

1. Reports

LE SOL ET LE RECYCLAGE DES ELEMENTS

G. AUBERT

*Membre de l'Académie d'Agriculture,
Professeur de Pédologie de l'ORSTOM (France)*

Dans toute étude des ressources naturelles le sol a sa place, et une place importante.

Soutien et facteur du développement de la végétation et de nombreux micro-organismes, tant végétaux qu'animaux, il est un facteur essentiel dans la production d'aliments et de biens très divers, concernant l'habillement, la construction, les matières plastiques, etc. . . . Il intervient, de même, indirectement, dans le maintien des caractéristiques fondamentales du climat, de l'atmosphère ainsi que dans l'extension des zones de sport, de récréation, de loisirs, dont la nécessité apparaît sans cesse davantage. Il est indirectement l'un des constituants permettant à l'homme d'utiliser une quantité illimitée, d'énergie solaire. Il peut être également un matériau épurateur vis à vis de divers types de polluants, ou être utilisé dans des processus de recyclage de différents matériaux.

Il est donc essentiel de maintenir le sol dans un état tel qu'il puisse remplir ces différentes fonctions.

Il peut en être empêché, soit par suite de sa disparition par action de l'érosion ou par action directe de l'homme; soit par suite d'une dégradation de ses propriétés, surtout physiques ou physico-chimiques, due à son utilisation, en particulier comme système épurateur ou complexe de recyclage; soit par suite de son recouvrement par apport ou déversement d'éléments inertes.

Le rôle du sol dans le processus de recyclage des ressources naturelles est donc très complexe et présente divers aspects que nous allons étudier.

I. LE "RECYCLAGE" DU SOL LUI-MEME

Certaines activités humaines ont pour conséquence, directe ou indirecte, la disparition plus ou moins complète du sol. On peut tenter de la limiter, ou même, le cas échéant, de renouveler complètement le sol.

(A) Trop souvent l'activité agricole de l'homme provoque une *érosion* plus ou moins profonde et généralisée du sol. Il est fondamental de lutter contre. Les méthodes à appliquer sont bien connues. Les unes, comme l'établissement de murettes, de petits barrages en pierres sèches, ou la rectification des berges de cours d'eau peuvent nécessiter l'action d'organismes de travaux publics; les autres, comme la culture en bandes alternées, la réalisation de terrasses à large base, ou de haies vives, le reboisement, ou l'amélioration de l'état physique du sol, etc. correspondent à des opérations agricoles, le plus souvent de réalisation courante. Nous n'insisterons pas, ici, sur ce point.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 29 082 ex 1

Cote : B

(B) Une autre série d'activités de l'homme peut faire disparaître le sol: creusement de carrières pour en retirer sables ou graviers calcaires, marnes, argiles ou terre à briques; extraction de charbons ou de minerais à ciel ouvert; ou, plus simplement, établissement de routes principalement celles en déblai ou remblai, d'aéroports, ou déversement d'éléments plus ou moins terreux aux abords de constructions: usines, habitations, etc.

Le fond des carrières, les terrils ou crassiers d'exploitations minières, les amas résultant des travaux de construction ou déblais dus à la réalisation des travaux publics, peuvent donner, en un temps plus ou moins prolongé, de nouveaux sols susceptibles de porter une végétation herbacée ou arborée ou des cultures. Ce renouvellement sera plus ou moins lent et efficace suivant le type de roche mise à nu, les méthodes utilisées, les précautions prises, mais aussi suivant les conditions écologiques du lieu envisagé, comme nous le verrons tout à l'heure.

II. LE SOL, SUPPORT D'ÉLÉMENTS À RECYCLER

Le sol, en particulier grâce à sa perméabilité, aux propriétés de ses argiles et de sa matière organique, ainsi qu'à l'activité microbienne qui s'y développe, peut aider au recyclage de nombreux matériaux.

A Éléments liquides

Les *eaux résiduaires* de diverses industries, en particulier d'industries agricoles, telles que féculeries, sucreries, distilleries, usines de défilage, etc., peuvent être recyclées par épandage sur le sol. Leur effet sur ce dernier dépend à la fois de la quantité d'eau déversée par unité de surface de sol et des propriétés physiques—perméabilité, porosité, etc.—de celui-ci, ainsi que des éléments en solution qui peuvent les modifier, mais, en même temps, de la masse de produits solides en suspension ainsi déposés.

Aussi ce problème des eaux résiduaires sera-t-il traité à la fois dans le cadre du recyclage des eaux dont il sera question tout à l'heure, et dans celui de l'étude du sol comme support d'éléments à recycler.

B Éléments solides

1. Parmi les éléments solides qui peuvent être recyclés sur ou dans le sol, il en est qui appartiennent à l'*écosystème*, naturel ou transformé par l'homme, dont le sol est un des éléments: feuilles, brindilles, branchages ou parties mortes du système racinaire. Soumis à l'activité des micro-organismes et de la faune du sol, ils se transforment et évoluent; une partie des produits en résultant est évacuée dans l'atmosphère sous forme gazeuse, gaz carbonique surtout; une partie, constituée principalement par les éléments minéraux, éléments majeurs comme oligo-éléments, libérés au cours de cette destruction des corps organiques, peut être entraînée par l'eau qui percole ou rester dans les horizons supérieurs; une autre encore, transformée en corps organiques plus stables, acides humiques plus ou moins polymérisés, humine, reste dans le sol, devenant partie intégrante de l'humus de ce dernier.

Il s'agit là d'un phénomène d'une très grande importance que nous n'étudierons cependant

pas ici; nous l'avons abordé beaucoup plus en détail lors de la Conférence de 1973, à la Source-Orleans.

2. D'autres matériaux apportés dans, ou sur, le sol en majeure partie de nature organique, sont le résultat des *activités industrielles* ou *urbaines*. Il s'agit des ordures ménagères, plus ou moins triées—11 millions de tonnes par an en France—et de certains éléments, partiellement biodégradables, d'origine industrielle, qui peuvent participer à la constitution de gadoues plus ou moins transformées ou de composts. Certains ne sont que les produits solides déposés lors de l'épandage d'eaux résiduaires.

Ces éléments, au moins pour la plupart, peuvent se transformer, se simplifier au contact du sol; les processus de fermentation sont d'une importance primordiale dans tous ces phénomènes de recyclage.

Un cas assez particulier de ces résidus organiques est celui des lisiers accumulés en grandes masses—pour 5000 bovins, 130 tonnes d'éléments solides par jour—aux abords d'élevages industriels où les animaux se comptent par milliers.

Parmi tous ces résidus de l'activité industrielle ou urbaine de l'homme une part souvent importante est constituée d'objets non biotransformables. Leur apport sur le sol risque d'empêcher son utilisation ultérieure, et de dégrader plus ou moins profondément l'environnement, suivant le mode et l'importance de leur amoncellement. Leur débarras dans les carrières, dans les creux d'extractions minières à ciel ouvert permet de combler certains vides et de les faire servir de support à de nouveaux sols constitués artificiellement à leur surface.

Tous ces problèmes du recyclage des déchets solides et des boues d'eaux résiduaires vont être traités par Monsieur le Professeur S. Hénin, Président de l'Académie d'Agriculture.

III. LE SOL, COMPLEXE EPURATEUR DE POLLUANTS TOXIQUES

Dans l'agriculture moderne, des produits chimiques de diverses natures sont utilisés comme *pesticides* ou *herbicides*. Il en arrive une part souvent importante jusqu'au sol lui-même (elle peut atteindre 50 % des produits appliqués). Il s'agit d'éléments tombés directement sur le sol; ou, au contraire de ceux qui, arrêtés d'abord par les parties aériennes de la végétation, y ont été ensuite intégrés, par suite du pluvio-lessivage ou lors de la décomposition des résidus végétaux qui en proviennent.

Le devenir de ces éléments est extrêmement divers. Il dépend des conditions écologiques du lieu—des pluies qui y tombent et de la température qui y règne—des propriétés du sol—en particulier de sa perméabilité, de sa teneur en argile et du type de celle-ci, de son pouvoir absorbant, de son activité microbienne; et surtout de la nature des constituants minéraux ou organiques du produit toxique utilisé.

Si le sol est suffisamment filtrant et le milieu percolatif, le produit peut être entraîné par les eaux de pluies, s'il est assez soluble, tel un pesticide comme le parathion, ou un herbicide tel l'atrazine; ils peuvent, d'ailleurs, ensuite contaminer la nappe phréatique, s'ils ne sont pas retenus ou décomposés au cours de leur trajet à travers le sol. D'autres sont facilement dégradés par voie bactérienne; dans le cas d'autres encore, certaines molécules organiques ou certains ions minéraux, cations en particulier, peuvent être absorbés par le sol, ce processus dépendant à la fois de la nature même de ces corps et des propriétés du complexe absorbant du sol, de son pH, etc.

Au total, certains de ces pesticides et herbicides, tels les organochlorés, en particulier le

DDT, se maintiennent longtemps dans la plupart des sols; d'autres au contraire, tels les organophosphorés sont beaucoup moins persistants.

Le problème de l'évolution de ces corps dans le sol dans les différents milieux écologiques est d'autant plus important qu'ils peuvent avoir une influence parfois bénéfique, souvent néfaste, sur l'activité microbienne qui s'y développe. Des recherches approfondies sont encore indispensables pour connaître et comprendre tous les aspects et toutes les conséquences de cette évolution.

En résumé, le sol reste une des ressources naturelles les plus importantes pour l'homme; son rôle dans le processus de recyclage est, à bien des points de vue, fondamental. Il est aussi très divers et très complexe . . . et nous sommes loin encore d'en connaître tous les aspects, tous les détails.

SUMMARY

It was foreseen to study "the effects of recycling in Agriculture". Such a subject is a too large one; it would need a total colloquium by itself. The communications and discussions have dealt with one natural resource: the soil.

The soil is an essential natural resource, not only by itself and because it bears the vegetation through which we can utilize solar energy, but also because it can be a means to recycle quite a number of wastes.

Some of these wastes are brought to the soil as a solution or a suspension in water. The soil, then, plays as a filter or as a medium for bio- or photo-destruction of these materials. In such a case we have to prevent the soil being degraded through its physical properties or chemical or biological conditions. Other wastes are brought to the soil in a solid form (domestic dirt, filth). Such a problem has been presented by Professor S. Hénin, chairman of the French Academy of Agriculture. A very interesting comment has also been made by Doctor Walker from Beltsville (U.S.A.) on the optimum agricultural use of these filth.

A special problem is due to the use of herbicides and pesticides, which is strong and definitely necessary in a modern and effective agriculture. This problem has been presented by Doctor Viel from INRA (France) in the place of Doctor Greenland who unhappily was unable to attend the conference. A large part (perhaps up to 50%) of these products returns to the soil. A number of them can there be biodegraded or are leached to the deep subsoil. Others can accumulate on the surface or in the ground water tables, and they can become noxious. In such a case they are not to be used.

Another side of the problem is the recycling of the soil itself. This case may happen either after destruction of part of the soil or after taking the whole soil and the material underneath away: open air quarries, bottoms and heaps of mining debris, places along roads, buildings, strongly eroded areas, etc.

Through natural effects, a new soil can develop in a few years to quite a number of centuries, depending upon the type of material and the local ecological conditions. Time may be greatly decreased through mechanical work of the soil, or by developing certain crops, grasses, bushes, and trees. The case of Al, Co, Cr, Fe, Ni, open air ore mining, as it so often happens in tropical countries, is one of the most difficult.

As a conclusion we must remember that soil is an essential natural resource, necessary for the life of manhood and its quality. We need to prevent its degradation, its destruction and, as often as possible, we need to recycle it. We also have to get a better knowledge of newly usable soils and the covered areas; as well of their evolution and their characteristics,

so as to make a better use of these, while preserving or even improving their level of fertility and productivity.

Reprinted from

Proceedings of the World Conference
TOWARDS A PLAN OF ACTIONS FOR MANKIND

VOLUME 1
LONG-RANGE MINERAL RESOURCES AND GROWTH

Edited by
M. MAROIS

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 29 082 et 29 083 ex 1

Cote : B