

LESSIVAGE ET PODZOLISATION

Indice bibliographique: F 11.42.34

La dégradation des sols des forêts de l'Ouest de la France, si fréquemment observée, donne lieu à deux processus différents, qui souvent se complètent mutuellement — *le lessivage précédant et préparant normalement la podzolisation* — mais qui peuvent aussi se produire l'un ou l'autre séparément, notamment dans les cas suivants :

a) *Lessivage seul*; il s'observe lorsque la dégradation de la forêt, peu accentuée, est freinée, et rapidement suivie d'une phase de reconstitution.

b) *Podzolisation seule*. Celle-ci est immédiate lorsque les conditions sont exceptionnellement favorables à ce processus: climat à caractères atlantiques très accentués (climat breton) et roche-mère, sableuse, très filtrante et très pauvre (Landes de Gascogne). Dans ces cas, la Lande, prenant d'emblée possession de stations peu propices à la forêt, exerce aussitôt son action podzolisante.

A l'appui de nos observations, exposées dans un travail antérieur (1), nous utiliserons les résultats d'études récemment poursuivies par nous, en collaboration avec M. MILLOT, professeur à l'École de Géologie de Nancy, et au cours desquelles les spectres aux rayons X de la fraction fine (inférieure à $0,5 \mu$) de divers horizons ont été examinés et comparés, pour de nombreux sols forestiers. Nous résumerons les principales conclusions que nous avons pu tirer de ces travaux, en ce qui concerne ces deux processus pédologiques et essayerons d'en déduire quelques conclusions pratiques.

I° LE LESSIVAGE

a) Définition et origine

Le lessivage résulte d'une recrudescence des processus *d'entraînement mécanique* des substances colloïdales, liée à une diminution d'activité biologique du sol forestier et à une acidification (encore modérée) de l'humus.

Le point de départ est l'apparition dans la forêt de vides, ou de clairières (dus le plus souvent à l'action humaine ou biotique), expo-

(1) Ph. DUCHAUFOUR. — Recherches écologiques sur la Chênaie atlantique française. *Ann. Ecole Nat. Eaux Forêts*. Tome XI, fasc. 1, 1948.

sant la surface du sol à une insolation trop intense, et souvent à une véritable dessiccation. Il en résulte une diminution de l'activité biologique, donc une acidification de l'humus forestier, qui se disperse et favorise du même coup la dispersion de l'argile; la structure grumeleuse originelle, qui empêchait tout entraînement des colloïdes est ainsi détruite.

En même temps, les phénomènes de « remontée » des éléments fins exercée par les animaux du sol diminuent d'intensité, de sorte que les colloïdes du sol ont tendance à être *lessivés* vers la profondeur: ce danger de lessivage est évidemment d'autant plus accentué que la roche-mère est plus filtrante et pauvre en bases capables de flocculer les colloïdes (sables, argiles à silice caillouteuses, etc...).

b) *Processus*

On constate que le sol brun faiblement lessivé de la forêt se transforme en *sol lessivé* (appelé aussi *faiblement podzolique*), l'humus devient plus noir et la structure en grumeaux est détruite; l'horizon lessivé A₂, appauvri en fer ou en argile, prend une couleur claire, beige ou jaune, alors qu'en profondeur l'horizon d'accumulation B acquiert une structure compacte et un aspect relativement foncé (rouille).

Les analyses aux rayons X des éléments fins montrent que les horizons A₂ et B contiennent essentiellement *des argiles de même composition*; seules la *quantité de ces argiles ainsi que celle des oxydes de fer* diffèrent, l'horizon B pouvant en contenir 3 à 5 fois plus que l'horizon A. Il s'agit donc bien d'un simple entraînement, sans aucune modification chimique des éléments minéraux, ce qui explique l'utilisation du vocable: lessivage.

On peut admettre que l'argile est entraînée sous forme de *complexe argilo-humique* dispersé, l'humus acide « protégeant » l'argile contre la flocculation (à l'inverse de l'humus calcique).

Quant au fer, il est surtout dispersé par la silice et entraîné sous forme de complexes ferro- et ferri-siliciques: il est important de constater *qu'à ce stade seul migre le fer, se trouvant dans le sol à l'état « libre » sous la forme d'oxydes plus ou moins hydratés.*

Le forestier dispose dans l'étude de la flore d'un bon moyen de diagnostic: les sols fortement lessivés sont en effet caractérisés par la disparition de la flore d'humus doux et son remplacement par une végétation d'espèces acidophiles sociales, telles que la Fougère Aigle et la Canche flexueuse. On observe parfois aussi l'apparition de taches localisées de Callune.

c) *Conséquences*

Un sol lessivé se comporte en sol forestier de valeur médiocre, la nutrition et la vie du système racinaire de l'arbre s'y réa-

lisant dans des conditions plus difficiles que dans les sols bruns. De plus, le lessivage accentué ouvre la voie à la podzolisation, qui est un phénomène beaucoup plus grave. Cependant au stade du simple lessivage, l'avenir de la forêt est encore loin d'être irrémédiablement compromis.

Les défauts des sols lessivés sont les suivants :

Pour les arbres adultes :

— Appauvrissement du complexe absorbant des horizons lessivés rendant plus difficile la nutrition minérale et azotée.

— Compacité trop élevée de l'horizon B qui devient parfois « asphyxiant » en saison humide. La pénétration en profondeur du système racinaire se trouve ainsi limitée.

Pour les régénérations : La concurrence des espèces *acidophiles sociales* qui couvrent le sol de la forêt dégradée se montre nuisible aux jeunes semis.

Le seul remède qui s'impose consiste donc à *reconstituer rapidement le couvert, afin d'intercepter les radiations nuisibles*, à l'aide d'essences donnant un humus abondant et à décomposition rapide : les résineux ne devront pas être employés seuls, mais en mélange avec des feuillus. La vie biologique peut alors rapidement reprendre et le sol brun primitif se reconstituer peu à peu.

2° LA PODZOLISATION

a) Définition et origine

C'est dans la formation d'une grande quantité d'humus acide à décomposition lente (« terre de bruyères ») produit par la Lande à *Ericacées*, ou les repeuplements en résineux et notamment en *Pin sylvestre*, qu'il faut chercher la cause essentielle de la podzolisation.

La matière organique très acide de surface donne, en se décomposant, une grande quantité d'*acides humiques noirs, colloïdaux et dispersés* qui, en migrant en profondeur, exercent une véritable *dégradation chimique* du substratum minéral.

Comme dans le cas précédent, la migration de ces acides humiques est conditionnée par le milieu, notamment par la roche-mère : celle-ci doit être filtrante et pauvre en réserves basiques capables de saturer et de flocculer l'humus : ainsi sur les roches-mères peu perméables, assez riches en éléments minéraux ou fréquemment rajeunies par l'érosion, l'acidification reste superficielle et la lande repose sur un sol brun. (Landes sur schistes, sur pentes granitiques, etc...).

Constatons, comme nous l'avons déjà fait remarquer, que le lessivage constitue la *préparation habituelle* de la podzolisation, car il désature en bases et rend plus filtrants les horizons supérieurs. De plus, les sols lessivés, étant en général exposés à la lumière, sont facilement envahis par les *Ericacées* si nuisibles ! Enfin, le

sylviculteur a été souvent tenté de combler les vides d'une forêt dégradée en introduisant le Pin sylvestre et surtout, circonstance aggravante, en éliminant tout feuillu s'introduisant naturellement sous le couvert du Pin: c'est là que bien souvent réside le point de départ de la podzolisation.

b) *Processus*

Le sol, au début de la podzolisation, est d'abord du type « *fortement podzolique* »: à ce stade seuls les acides humiques les plus solubles et les moins colorés ont migré; ils ne sont pas visibles dans l'horizon B qui reste du type *argilo-ferrique*; mais l'horizon A₂ est presque entièrement décoloré (blanchâtre ou beige clair); ce type de sol constitue donc une véritable transition, un passage du lessivage à la podzolisation.

Au stade *podzol* proprement dit, l'horizon A₂ prend la texture et la couleur de la *cendre*: il est exactement limité à sa partie inférieure par une *ligne noire* (ou une *bande noire* plus ou moins épaisse suivant le degré d'évolution), de colloïdes humiques; ainsi un horizon B d'accumulation humique prend naissance et s'épaissit lentement.

En dessous, tantôt immédiatement, tantôt à une certaine profondeur, on trouve l'ancien *horizon argilo-ferrique*, bien visible dans le cas où une phase de lessivage a précédé la phase de podzolisation. *Ainsi ce second horizon B rappelle la phase antérieure de lessivage.*

A la différence des sols lessivés, les spectres aux rayons X des horizons A₂ et B s'opposent entièrement, dans les podzols. Ils traduisent une différence de composition chimique des éléments fins: alors que la fraction fine de l'horizon A₂ est constituée non plus d'argile — presque inexistante — mais essentiellement de *quartz très fin*, la fraction fine de l'horizon B montre, à côté d'argiles du type kaolinite, une grande quantité d'oxyde ferrique, et même de *l'alumine libre*. On peut interpréter ces faits de la manière suivante: les acides humiques ont agi chimiquement sur les colloïdes minéraux *en libérant du fer préalablement combiné et même de l'alumine*: ces éléments dispersés et protégés par l'humus ont été entraînés en B, la silice résiduelle, le quartz, restant sur place et constituant la presque totalité de la fraction fine de A₂.

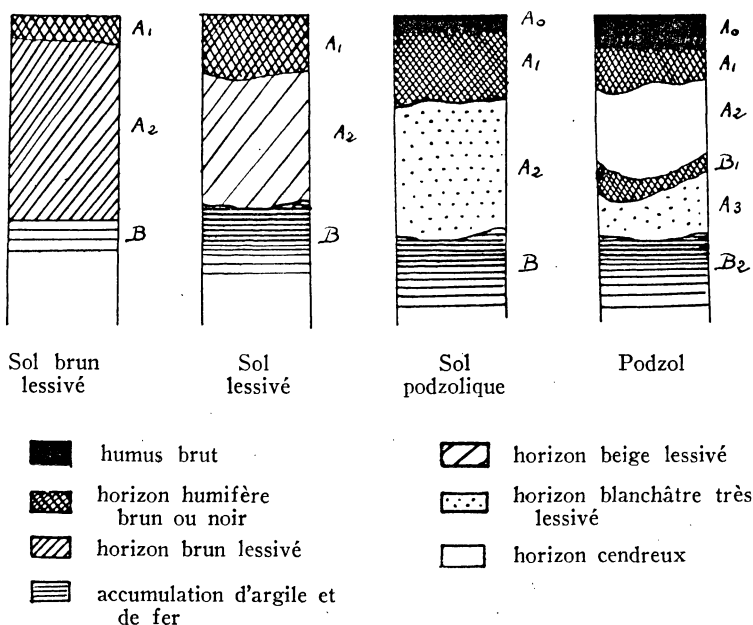
En résumé, l'humus, en cours de migration, a « balayé » l'horizon A₂ de presque tout le fer qui restait (et d'une partie de l'alumine): c'est ce qui explique la couleur cendreuse (couleur de la silice) de cet horizon, couleur qui est limitée à la base par l'horizon B humique.

La végétation de lande à bruyères ou à Molinie constitue un indicé précieux de podzolisation: *Erica tetralix*, Callune, Molinie,

parfois *Erica Scoparia*, pour la lande humide; *Erica cinerea* et *Callune* pour la lande sèche. Mais il ne faut pas oublier que de telles landes se rencontrent aussi sur des sols montrant uniquement une acidification superficielle accentuée, sans podzolisation proprement dite.

c) Conséquences

A l'inverse de ce qui se passe pour les sols lessivés, on peut affirmer que la vie de la forêt *feuillue* n'est pas possible sur un *podzol* caractérisé: il s'agit d'un sol en équilibre avec d'autres formations que la forêt climacique, telles que Lande à bruyères ou



peuplements de pins. Si, en effet, on examine les divers horizons du podzol, on peut noter les faits suivants:

— Les horizons A_0 et A_1 , humiques, sont trop acides pour permettre la germination et ils sont physiologiquement secs; la décomposition de la matière organique, très lente nous l'avons vu, ne donne lieu qu'à des dégagements infimes d'ammoniaque, la nutrition azotée est donc compromise. De plus, la nutrition minérale se fait également mal, les bases étant énergiquement retenues par l'humus acide.

— L'horizon A_2 , presque exclusivement siliceux, est absolument stérile. La capacité d'échange est à peu près nulle.

— Enfin, l'horizon B serait plus favorable au point de vue chimique, mais sa compacité, sa structure physique défavorable, s'opposent le plus souvent à sa pénétration par les racines.

Par contre, les Pins peuvent vivre sur les podzols, mais ils manifestent une croissance *très lente*, d'autant plus lente que la podzolisation est plus avancée. Si on examine leur enracinement, on constate qu'il est presque *entièrement localisé* dans les horizons humiques de surface A₀ A₁ d'une épaisseur de 15 à 25 cm en moyenne. C'est en effet dans ces horizons que leur nutrition peut être assurée par les *mycorhizes* qui arrivent à décomposer partiellement l'humus acide et libérer de petites quantités d'ammoniaque et d'éléments minéraux.

CONCLUSION

Ainsi, le processus de podzolisation ne peut être enrayé *qu'à son début* et il est très difficile, sinon impossible, d'améliorer, par des moyens naturels, un podzol très évolué: ce type de sol n'est plus apte qu'à porter de très médiocres peuplements de résineux et encore l'installation d'un tel peuplement est-elle très aléatoire. Le forestier doit donc s'efforcer de *prévenir* la podzolisation, par des mesures appropriées, chaque fois que celle-ci est menaçante. Il doit surtout veiller à ce qu'un *simple lessivage*, phénomène nous l'avons vu, encore peu dangereux en soi, ne dégénère pas en podzolisation. A cette fin, les deux règles fondamentales suivantes pourront être mises en application chaque fois que l'équilibre du sol paraîtra instable:

1° Pendant la période d'amélioration, maintenir un *couvert dense* en réalisant un peuplement *mélangé*. Ne jamais créer de peuplements résineux à l'état pur, mais des peuplements mixtes résineux-feuillus.

2° Lors des coupes de régénération, si l'on doit exposer le sol aux radiations solaires, ne laisser le sol à l'état dénudé, que le *minimum* de temps. Aussitôt après la coupe il existe, en effet, une courte période favorable de rapide décomposition de l'humus, mais au bout de quelques années, le sol s'acidifie à nouveau rapidement: il importe qu'à ce stade il soit déjà entièrement recouvert par la nouvelle régénération.

Ph. DUCHAUFOR.