

ÉVOLUTION
D'UN SOL DE FORÊT FEUILLUE
« Terra fusca »
PROVOQUÉE PAR UNE PLANTATION
DE DOUGLAS « Pseudotsuga douglasii »
D'UNE TRENTAINE D'ANNÉES ⁽¹⁾

PAR

Ph. DUCHAUFOUR et M. BONNEAU

Laboratoire de Pédologie. Ecole Nationale des Eaux et Forêts - Nancy

1° But de la recherche

Cette étude a pour objet de comparer l'évolution d'un sol de forêt feuillue (Chênaie à Charme) sur substratum riche en tous éléments et biologiquement très actif, sous l'influence d'une plantation de Résineux : *Pseudotsuga douglasii*, âgé de 26 ans.

Les conditions de l'Arboretum de la Sivrite dans le massif de Haye (Meurthe-et-Moselle), près de Nancy, sont très favorables à une telle comparaison : une placette de Douglas d'environ 0,68 ha (placette 5) a été constituée par plantation en 1935, alors que la placette voisine, encore occupée par la Chênaie initiale (placette 4), peut servir de témoin ; les profils des deux placettes sont en effet parfaitement comparables : sol brun lessivé sur « Terra fusca » de 1 mètre d'épaisseur, reposant sur calcaire fissuré du bajocien.

Les caractéristiques du peuplement résineux sont les suivantes : hauteur moyenne 17 m, nombre de tiges à l'hectare 1 045, circonférence moyenne 62 cm.

(1) Communication présentée au Congrès de l'I.U.F.R.O. à Vienne, en septembre 1961.

2° Conditions de milieu - Etude analytique des sols

La morphologie des profils des deux placeaux est très semblable : voici, à titre d'exemple, la description complète d'un profil du placeau 5 :

A₀ (0 - 1 cm) : Litière continue d'aiguilles de Douglas non décomposées, brun violacé.

Limite rectiligne et tranchée avec :

A₁ (0 - 10 cm) : Brun-gris à l'état sec (10 YR 4/2). Limon fin sans cailloux. Structure assez nette en grumeaux irréguliers de toutes dimensions, friables, moyennement plastiques et peu poreux. Chevelu abondant de Douglas dans toutes les directions.

Limite faiblement ondulée et tranchée avec :

A₂ (10 - 40 cm) : Brun ocreux (10 YR 6/6). Limon fin sans cailloux. Structure en petits grumeaux irréguliers, friables, moyennement plastiques. Quelques racines moyennes de Douglas.

Limite irrégulière et peu précise avec :

B (40 - 65 cm) : Brun-rouge à l'état sec (7,5 YR 5/8), nombreuses inclusions organiques brun-gris foncé (2,5 Y 4/2), la plupart verticales. Films d'argile abondants et épais. Limon fin argileux sans cailloux. Structure polyédrique typique à éléments compacts, cohérents et moyennement plastiques. Rares racines moyennes et petites, horizontales ou obliques. Quelques galeries de vers.

Limite irrégulière et nette avec :

C (—65 et en dessous) : Olive pâle (5 Y 6/4) à l'état humide, avec 1/3 environ de bandes horizontales, jaune-rouge à l'état sec (7,5 YR 5/8), à limites diffuses. Rares concrétions brun-rouge foncé (2,5 YR 3/2). Limon fin argileux avec très rares blocs calcaires. Structure typiquement polyédrique à éléments compacts, plastiques, durs, de 3 à 4 cm.

L'analyse de deux profils de chaque placette montre, sinon l'identité complète, du moins leur grande analogie au point de vue physico-chimique : on trouvera dans le tableau II de ces analyses, effectuées par horizon, n° 4 (feuillus) et n° 5 (résineux). On constate que la granulométrie est sensiblement la même, dans les deux profils,

en particulier la répartition des argiles ; l'humus est un « Mull forestier » partiellement désaturé, mais encore très actif biologiquement. La comparaison de la teneur en bases échangeables des horizons B et B/C est particulièrement importante, car on peut supposer que les horizons profonds n'ont pas encore été perturbés (ou très faiblement) par l'action des deux types de peuplements : or, on note que *la teneur en bases des horizons profonds est un peu plus élevée dans le plateau 5 (résineux) que dans le plateau 4 (feuillu)*. Ceci est vrai également pour les deux autres analyses non publiées ici : loin d'aller à l'encontre de notre conclusion, cette différence ne fera que la renforcer, puisque nous verrons que malgré cet excédent de réserves en bases, le peuplement résineux a nettement appauvri le sol en bases, dans les horizons superficiels.

TABLEAU I
SIVRITE: RESULTATS ANALYTIQUES
(% de la terre fine sèche à l'air)

	Plateau 4 (Feuillus)				Plateau 5 (Résineux)			
	A ₁ 0-5	A ₂ -30	B 40-50	B/C 60-70	A ₁ 0-5	A ₂ -30	B 40-50	B/C 60-70
pH	5,6	4,8	4,9	4,9	5,4	4,7	4,8	5,0
Argile	23,7	16,8	25,1	37,2	18,6	18,3	35,2	37,8
Limons fins	24,9	31,6	19,9	27,1	21,6	24,4	15,8	19,9
Limons grossiers	15,8	19,5	28,5	15,6	13,0	14,3	16,4	13,9
Sables fins	16,8	24,2	20,8	15,2	36,5	36,9	26,7	22,6
Sables grossiers	4,1	1,2	1,4	0,8	0,8	1,3	1,1	1,2
Mat. organique	9,0	2,4	1,1	0,7	4,7	1,4	0,6	0,5
Fer libre	0,95	1,36	1,38	1,75	1,30	1,63	2,46	2,46
T à pH 7 (1)	16,9	8,5	8,75	14,73	11,75	8,4	15,0	16,0
Ca (1)	12,8	2,7	2,5	8,3	7,2	3,0	8,0	10,8
K (1)	0,95	0,29	0,24	0,39	0,54	0,24	0,44	0,46
Mg (1)	2,15	0,54	0,59	1,13	0,68	0,45	0,95	0,85
S (1)	15,9	3,53	3,33	9,82	8,42	3,69	9,39	12,11
S/T	94,1	41,5	38,1	66,7	71,7	43,9	62,6	75,7
P ₂ O ₅ o/oo	0,23	0,11	0,12	0,13	0,14	0,06	0,10	0,12
C	5,26	1,38	0,65	0,41	2,77	0,83	0,37	0,27
N	0,29	0,09	0,05	0,04	0,17	0,06	0,03	0,03
C/N	18,1	15,3	13,0	10,3	16,3	13,8	12,3	9,0

(1) en milliéquivalents pour 100 g.

3° Méthode de comparaison de l'évolution des horizons de surface

Afin d'effectuer une comparaison qui soit statistiquement valable, nous avons procédé de la façon suivante :

a) Les prélèvements ont été effectués en surface non par horizon, mais par « tranche » d'épaisseur constante : en fait, des cubes de 10 cm de côté correspondant aux tranches 0-10 cm et 10-20 cm, ont été découpés sur place et prélevés, après élimination de la litière de feuilles mortes non décomposées. Trois prélèvements ont été ainsi effectués dans le plateau 4, sous feuillus, et trois dans le plateau 5, sous résineux ; chacun d'eux a été parfaitement homogénéisé, avant d'être soumis aux analyses.

b) La densité apparente a été mesurée, dans le but de permettre l'évaluation de la perte ou des gains en chaque élément, par hectare. Elle est sensiblement la même pour tous les prélèvements et voisine de 1,4.

La comparaison a donc été limitée à l'épaisseur de sol de 20 cm en surface, car nous avons supposé que l'influence de la substitution d'essences ne s'était pas fait sentir plus profondément ; de toute façon, l'interprétation de résultats obtenus pour les horizons inférieurs était rendue plus délicate, par les différences de teneurs initiales en éléments nutritifs.

4° Résultats obtenus

Ces résultats sont consignés dans le tableau II. Ils montrent que le rapport C/N a peu changé, de même que les propriétés fondamentales de l'humus, qui est un Mull bien incorporé, dans les deux cas.

Mais des changements importants doivent être notés dans la teneur en bases, le pH, le taux de saturation : on observe *un début de lessivage de Ca, Mg et K, et par suite une acidification, sous l'influence des résineux : ce lessivage est proportionnellement moins intense pour le calcium que pour les deux autres éléments*. D'autre part, une partie du calcium lessivé dans les dix premiers centimètres se retrouve dans la tranche suivante (10 à 20 cm), soit 50 % environ, alors qu'il n'en est pas de même pour Mg et K, dont la teneur dans la tranche 10-20 est à peu près semblable dans les deux parcelles. Ceci confirme les résultats d'expériences antérieures (LIVENS et VANSTALLEN - VIRO (*)), qui ont montré que le calcium des litières

(*) LIVENS (J.) et VANSTALLEN (R.). — Extraits aqueux de litières en décomposition : leur réaction et teneur en bases. *Agricultura*, 5 (1), mars 1957, p. 99-119.

VIRO (P.J.). — Investigations on forest litter. *Comm. Inst. forest. fenniae*, 45, 1956, 65 p.

en décomposition était moins mobile que le potassium et le magnésium. Dans les dix premiers centimètres, la perte en bases provoquée par le Douglas peut être estimée à environ 1/4 du calcium, la moitié du potassium et plus de la moitié du magnésium préexistant.

Le bilan des pertes et des gains à l'hectare, provoqués par le Résineux, dans les deux tranches 0-10 et 10-20 donne les résultats suivants :

TABLEAU II
ÉVOLUTION DU COMPLEXE ABSORBANT
(Valeurs en milliéquivalents pour 100 g)

	FEUILLUS				RESINEUX			
	4b	4c	4d	Moyenne	5c	5d	5e	Moyenne
Tranche 0 - 10								
pH	5,8	5,2	5,4	5,5	4,8	5,1	5,1	5,0
Ca	7,55	6,30	6,90	6,92	4,29	4,90	6,10	5,10
Mg	1,18	0,95	0,83	0,99	0,21	0,43	0,39	0,34
K	0,64	0,53	0,79	0,65	0,28	0,43	0,26	0,32
S	9,37	7,78	8,52	8,56	4,78	5,76	6,75	5,76
S/T	58,5	47,3	51,1	52,3	36,5	41,7	53,2	43,8
Tranche 10 - 20								
pH	3,7	4,5	4,8	4,3	4,6	4,8	5,0	4,8
Ca	1,61	1,29	1,72	1,54	2,13	2,31	3,0	2,48
Mg	0,28	0,09	0,16	0,18	0,14	0,13	0,35	0,21
K	0,25	0,18	0,22	0,22	0,14	0,17	0,15	0,15
S	2,14	1,56	2,1	1,93	2,41	2,61	3,50	2,84
S/T	18,2	15,3	19,8	17,8	24,4	23,4	31,2	26,3

	Calcium	Magnésium	Potassium	pH
0 - 10	— 500 kg	— 120 kg	— 180 kg	— 0,5
10 - 20	+ 250 kg	—	— 30 kg	+ 0,5

5° Discussion et conclusion

On constate que le lessivage des bases et l'acidification, provoqués par un peuplement d'une trentaine d'années de *Pseudotsuga douglasii*, sont loin d'être négligeables, bien que ce peuplement n'ait pu agir efficacement sur le sol, par l'intermédiaire de son humus, que pendant un nombre d'années relativement faible: or, il s'agit cependant d'un sol favorable, biologiquement très actif et *très bien pourvu en réserves de bases*. Ceci montre l'influence prépondérante du peu-

plement, de l'association forestière en général, sur le maintien de la fertilité du sol et de l'état de l'humus. On peut admettre, en effet, qu'au bout d'un temps beaucoup plus long, ce lessivage s'intensifiant pourrait aboutir à une diminution de l'activité biologique, à la transformation du Mull en un Moder, qui pourrait agir défavorablement sur l'évolution ultérieure du sol.

Cette étude met une fois de plus en vedette le rôle du « cycle biologique » des éléments nutritifs provoqué par la forêt : l'arbre concentre plus ou moins activement, dans la litière et dans l'humus qui résulte de sa transformation, les bases et les éléments nutritifs que ses racines puisent en profondeur. *Ce cycle biologique est manifestement plus favorable sous le feuillu que sous le résineux, car le premier accumule plus de bases que le second en surface, bien que la réserve totale en bases de l'ensemble du profil soit plus faible.*

Cette « remontée biologique » des bases compense donc plus efficacement le phénomène de *lessivage* qui se produit dans les horizons A₁ et A₂, sous la forêt feuillue que sous le peuplement résineux étudié.

D'autre part, sous l'influence de la diminution de l'activité biologique provoquée par les résineux, les composés organiques solubles formés par la décomposition des litières sont moins rapidement métabolisés : or, ce sont les agents actifs du lessivage.

Ajoutons enfin que l'étude des enracinements confirme et explique, dans une large mesure, les résultats analytiques ainsi obtenus : alors que les racines de feuillus prospectent largement les horizons B et B/C — les plus riches en réserves de cations échangeables — les racines du Douglas restent localisées dans les horizons A beaucoup plus pauvres en ces éléments.

RÉSUMÉ

Une comparaison a été faite des propriétés chimiques et notamment de la teneur en bases, des sols de deux placeaux voisins de l'arboretum de la Sivrite, dans le massif de Haye : l'un caractérisé par la Chênaie à Charme originelle, l'autre occupé par un peuplement introduit de Douglas (*Pseudotsuga douglasii*), âgé de 26 ans. Les sols sont strictement comparables (sols bruns lessivés à Mull sur Terra fusca profonde), mais le sol du plateau de Douglas est un peu mieux pourvu en réserves de bases en profondeur, que celui des feuillus. Une comparaison statistique a été effectuée sur les tranches 0-10 cm et 10-20 cm des deux placeaux, concernant le pH et la teneur en Ca, K, Mg échangeables. On note, dans la tranche supérieure, une acidification de 1/2 degré de pH sous l'influence du résineux, accompagnée d'une perte de 25 % du calcium préexistant et de la moitié environ du K et Mg. Mais une partie du calcium lessivé se retrouve immédiatement en dessous (tranche 10-20), alors

que la teneur en K et Mg de cette tranche est peu modifiée; le calcium se montre donc moins mobile que les deux autres cations.

Ainsi, le lessivage et l'acidification ont été accélérés par le résineux, malgré la courte durée de son action: le cycle biologique des bases, ramenant celles-ci en surface par l'intermédiaire de la litière, est manifestement moins favorable sous ce peuplement pur de résineux (assez dense), que sous le peuplement feuillu originel.

Photos aériennes

Un symposium sur l'interprétation des photos aériennes se tiendra du 30 août au 5 septembre 1962 à Delft, Hollande.

S'adresser à:

International Training centre for aerial survey, Kanaakweg 3, Delft.