PREMIERS RÉSULTATS D'ÉTUDE COMPARÉE DE LA NAPPE TEMPORAIRE DES PSEUDOGLEYS SOUS RÉSINEUX ET SOUS FEUILLUS

G. LEVY

*Station de Recherches sur les Sols forestiers et la Fertilisation,
Centre national de Recherches forestières 54 - Nancy
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Des mesures périodiques d'épaisseur de la nappe temporaire de pseudogleys ont été effectuées en Lorraine. La durée d'engorgement du sol à une profondeur donnée au cours de l'année dépend surtout, dans les conditions expérimentales, du type d'essence : elle est plus élevée sous feuillus que sous résineux. Pour une même station, la nappe moyenne est en général plus épaisse sous feuillus, surtout à partir de mars. La différence globale d'épaisseur des nappes sous résineux et feuillus a été égale à 29 % de la pluviosité ; elle est due essentiellement aux différences d'interception et d'évapotranspiration.

I. — INTRODUCTION

Les pseudogleys à plancher relativement superficiel constituent un milieu assez défavorable aux peuplements forestiers ; les racines risquent l'asphyxie pendant la période d'engorgement par l'eau ; l'été au contraire les réserves d'eau du sol à la disposition des arbres sont souvent bien insuffisantes, en raison surtout du caractère superficiel de l'enracinement. D'autre part la nappe d'eau libre des pseudogleys contribue à la dégradation du sol (disparition des lombrics, destruction de la structure, etc.).

Le but des recherches dont nous rendons compte (et qui constituent un aspect particulier d'une étude plus générale sur les pseudogleys) est d'examiner la variation d'épaisseur de cette nappe au cours de l'année en fonction des caractères du pseudogley (principalement la profondeur du plancher), des conditions climatiques, et surtout du type d'essence. On admet en effet souvent que certains résineux, dont

l'Epicea, sont des essences dégradantes pour le sol ; entre autres phénomènes probablement provoqués par l'Epicea (acidification et tassement du sol), on peut considérer que son système racinaire, relativement superficiel, absorbe moins d'eau et surtout ne favorise pas un écoulement profond aussi important que celui des feuillus, ce qui tendrait à maintenir une nappe plus épaisse. Mais d'autres facteurs ont, semble-t-il, un effet inverse sur l'épaisseur de la nappe : d'abord, la persistance et la densité du feuillage de certains résineux, tel l'Epicea, qui permet, par interception, une réévaporation directe des précipitations plus importante que dans le cas des feuillus ; de plus, la transpiration des résineux, même si elle est ralentie, se poursuit pendant une période plus longue que celle des feuillus.

Nous nous sommes fixés pour but d'examiner la résultante de ces différents phénomènes ; s'il s'avère que la nappe est moins épaisse sous résineux, on pourra conclure que la plantation de ces essences sur pseudogley ne présente pas que des inconvénients pour le sol et son évolution, car une éventuelle réduction d'épaisseur et de durée de l'engorgement peut entraîner par exemple une amélioration de la structure.

II. — MÉTHODES ET STATIONS

Pour étudier la variation d'épaisseur d'une nappe au cours de l'année, la méthode choisie consiste à placer des tubes piézométriques dans le sol sous différentes essences et dans des pseudogleys dont le plancher débute à des profondeurs variées, et à y mesurer périodiquement l'épaisseur de la nappe.

Il s'agit tout particulièrement de comparer l'épaisseur des nappes, à différentes périodes, sous résineux et sous feuillus : la nappe sous résineux est-elle plus épaisse que celle existant sous feuillus, ou bien est-ce le contraire, et cette différence est-elle significative ? Cependant l'épaisseur d'une nappe à un moment donné ne dépend évidemment pas que de l'essence, mais aussi des précipitations, de la température, de la topographie, de la nature et de la profondeur du plancher du pseudogley, etc. C'est pourquoi nous avons placé les piézomètres dans plusieurs « stations », chacune comprenant un peuplement résineux et un peuplement feuillu contigus. Les conditions climatiques et la nature du plancher sont à peu près homogènes dans chaque station et la profondeur du plancher y varie en général assez peu. Dans chaque station, les piézomètres sont comparables deux à deux : à un tube sous résineux correspond un tube sous feuillus, les conditions topographiques et surtout la profondeur du plancher étant à peu près identiques dans les deux cas. La comparaison statistique d'épaisseur des nappes sous résineux et sous feuillus pour chaque date de mesure peut alors s'effectuer par la méthode des couples.

Pratiquement, après avoir creusé le trou à la tarière et « déléssé » ses bords à l'aide d'un manche en bois hérissé de clous, nous avons placé dans le sol des piézomètres en polyvinyle de 80 mm de diamètre, percés de nombreux petits orifices. Ces tubes dépassent du sol de 10 à 15 cm et sont entourés, à l'endroit où ils émergent, d'une cuvette en matière plastique de 18 cm de diamètre, percée et retournée ; cette cuvette est enfoncée à demi dans le sol, tout autour du piézomètre ; on évite ainsi que les eaux de ruissellement ne pénètrent directement dans le trou. Un anneau rigide, également en matière plastique, serré entre le piézomètre et la cuvette, maintient le tube à la profondeur exacte où il a été placé. Un bouchon ferme le sommet du piézomètre. Un petit orifice a été percé dans le piézomètre sous le bouchon, afin de maintenir l'air contenu dans le tube à la pression atmosphérique. Il suffit de mesurer la distance séparant le niveau supérieur de la nappe et le sommet du tube, à l'aide d'une jauge formée d'un fil métallique entouré d'un tuyau de caoutchouc sur lequel le niveau de l'eau se marque d'une façon précise ; on en déduit (en connaissant la profondeur du plancher et la hauteur dont le piézomètre dépasse du sol), l'épaisseur de la nappe. Les mesures ont lieu en principe tous les huit ou quinze jours.

Il existe une difficulté dans la détermination de l'épaisseur d'une nappe : on ne sait exactement où se situe sa base, car le plancher d'un pseudogley débute très souvent progressivement. C'est pourquoi les chiffres d'épaisseur de nappe auxquels on aboutit sont un peu arbitraires ; afin d'obtenir des valeurs comparables entre elles, on évalue la profondeur d'apparition du plancher de la même

façon pour tous les sols, au moins ceux formés sur une même roche-mère, suivant la teinte du sol et sa texture au toucher. Afin d'être certain que les piézomètres atteignent bien la base des nappes, nous les avons enfoncés systématiquement à 10 cm au-dessous du début présumé du plancher. Dans ces conditions on pouvait envisager la présence d'une certaine hauteur d'eau dans le piézomètre même après disparition de la nappe ; c'est pourquoi, après chaque mesure, le piézomètre est vidé de toute l'eau qu'il contient au moyen d'une pompe : en l'absence de nappe, il n'y aura alors plus d'eau dans le tube lors de la mesure suivante.

Il y a sept stations, numérotées de 1 à 7. Toutes se trouvent en Meurthe-et-Moselle. Chaque piézomètre est désigné par le numéro de la station suivi du numéro d'ordre du piézomètre dans la station et d'une lettre, R ou F, suivant qu'il se trouve sous peuplement résineux ou feuillu ; la désignation des 2 piézomètres d'un même couple ne diffère donc que par la lettre (exemple : 43 R et 43 F). Les peuplements feuillus de ces stations sont en général des taillis-sous-futaie à base de Chêne. Parmi les résineux se trouvent des peuplements d'*Epicea* et d'*Abies grandis*, à feuillage dense, et de Pin sylvestre, à feuillage plus clair. Nous avons placé 38 piézomètres dans l'ensemble de ces peuplements.

Les stations étudiées peuvent se répartir en 2 groupes géographiques, donc sans doute climatiques, distants d'environ 35 km en ligne droite : stations 1, 2, 3 et 5 au nord-est de Nancy (Groupe « Amance ») et les stations 4, 6 et 7 au sud de Nancy (Groupe « Vézelize »).

— Station 1

Résineux : Arboretum d'Amance, plateau 55 ; Pins sylvestres de 30 ans ; hauteur (1) : 15 m ; surface terrière (2) : 23 m²/ha.

Feuillus : Forêt domaniale d'Amance, parcelle 36 ; réserves assez nombreuses comprenant 60 % de chênes de 17 m de hauteur et 40 % de hêtres ; taillis de charmes ; S.T. : 18 m²/ha.

Roche-mère : limons recouvrant les argiles feuilletées ferrugineuses à *Amaltheus margaritatus* du Charmouthien.

Profondeur d'apparition du plancher : 35 à 40 cm.

— Station 2

Résineux : Arboretum d'Amance, plateau 50 ; épicéas de 25 ans ; hauteur : 16 m ; S.T. : 28 m²/ha.

Feuillus : Forêt domaniale d'Amance, parcelle 36 ; composition identique à celle de la Station 1

Roche-mère : identique à celle de la Station 1.

Profondeur du plancher : 40 cm.

— Station 3

Emplacement : Forêt domaniale d'Amance, parcelle 46.

Résineux : *Abies grandis* de 35 à 40 ans ; hauteur : 17 à 20 m ; S.T. : 34 m²/ha.

Feuillus : réserves claires de chênes de 15 m de hauteur et taillis dense de charmes (55 %), tilleuls à petites feuilles (30 %) et trembles (15 %) ; S.T. : 18 m²/ha.

Roche-mère : limons recouvrant les argiles à *Promicroceras* du Lotharingien moyen.

Profondeur du plancher : 35 à 50 cm.

— Station 4

Emplacement : Forêt communale de Vézelize.

Résineux : Epicéas de 42 à 50 ans ; hauteur : 23 m ; S.T. : 32 m²/ha.

Feuillus : futaie régulière claire de chênes de 90 cm issus de semis : 19 m ; S.T. : 26 m²/ha.

Roche-mère : argiles à *Promicroceras* du Lotharingien moyen.

Profondeur du plancher : 50 à 75 cm.

— Station 5

Emplacement : Forêt communale de Champenoux.

Résineux : Epicéas de 35 à 45 ans ; hauteur : 14 et 22 m ; S.T. : 22 m²/ha.

Feuillus : Réserves moyennement denses de chênes de 19 m de hauteur ; taillis dense de bouleaux, tilleuls à petites feuilles et charmes ; S.T. : 20 m²/ha.

Roche-mère : limons recouvrant les argiles à *Promicroceras* du Lotharingien moyen.

Profondeur du plancher : 30 à 35 cm.

(1) Les hauteurs indiquées sont les hauteurs moyennes du peuplement dans le cas des futaies ; pour les taillis-sous-futaie, c'est la hauteur des réserves.

(2) Les surfaces terrières indiquées pour chaque Station correspondent à une moyenne des surfaces terrières calculées dans un cercle de 5 ares autour de chacun des piézomètres installés dans cette Station.

— Station 6

Emplacement : Forêt communale d'Hammeville.

Résineux : Epicéas de 30 ans ; hauteur : 15 m, S.T. : 15 m²/ha.

Feuillus : Quelques grosses réserves de chênes de 20 m de hauteur ; jeunes taillis de charmes ; S.T. : 17 m²/ha.

Roche-mère : Argiles à Promicroceras du Lotharingien moyen.

Profondeur du plancher : 23 cm.

— Station 7

Emplacement : Forêt communale d'Hammeville et forêt domaniale de Serres.

Résineux : Pins sylvestres de 50 ans ; hauteur : 19 m ; S.T. : 31 m²/ha.

Feuillus : réserves peu nombreuses de chênes de 22 m de hauteur ; taillis dense de charmes ; S.T. : 26 m²/ha.

Roche-mère : identique à celle de la Station 6.

Profondeur du plancher : 40 cm.

La surface terrière des résineux est donc, en général, sensiblement plus élevée que celle des feuillus dans une même Station ; il ne faut pas s'en étonner car si les premiers ont été traités en futaie, les seconds l'ont été (sauf exception) en taillis-sous-futaie. Il était impossible de trouver des peuplements contigus de résineux et feuillus sur une même roche-mère, le plancher débutant à une même profondeur, dans une position topographique identique et ayant de plus une même surface terrière.

Les mesures dont nous allons rendre compte ont duré environ 2 ans (janvier 1966 à février 1968). Elles ont été effectuées chaque année pendant la période d'existence à peu près continue des nappes et ne concernent pas les nappes éphémères d'été consécutives à certaines fortes pluies. Les résultats obtenus ne sont pas automatiquement extrapolables pour les autres années. Cependant, il faut signaler que la répartition des précipitations a été très différente pendant ces deux années ; voici, par exemple, la valeur comparée des précipitations pendant les 5 premiers mois de 1966 et 1967, exprimées en mm de hauteur d'eau :

— janvier : 61,2 et 37,4

— février : 52,8 et 43,9

— mars : 36,1 et 49,2

— avril : 87,0 et 36,5

— mai : 55,3 et 71,9

Donc, si l'étude comparative des nappes sous résineux et sous feuillus conduit à des résultats d'ensemble identiques pour les 2 années de mesure, on pourra considérer comme probable la valeur générale de ces résultats.

III. — LES NAPPES ET LEUR VARIATION D'ÉPAISSEUR SOUS RÉSINEUX ET FEUILLUS

Dans une même Station, l'épaisseur de la nappe peut varier d'un piézomètre à l'autre ; aussi avons-nous calculé l'épaisseur moyenne de la nappe de chaque station sous résineux d'une part et sous feuillus d'autre part, pour chacune des dates de mesures. Les valeurs obtenues sont indiquées sur le tableau I. La figure 1 représente la variation dans le temps du niveau supérieur de la nappe ainsi que de son épaisseur pour la Station I, à titre d'exemple.

Afin de comparer globalement l'épaisseur des nappes sous résineux et sous feuillus par la méthode des couples, nous avons utilisé la formule relative aux séries appariées de faible effectif ($t = m/s\sqrt{n}$) où m et s désignent la moyenne et l'écart-type estimés et n le nombre de couples. La différence d'épaisseur des nappes sous résineux et sous feuillus pour les diverses stations à une même date présente souvent une distribution à allure normale, mais ce n'est pas toujours le cas. Nous avons néanmoins effectué les calculs pour toutes les dates de mesure ; l'ensemble des résultats concorde, ils sont donc probablement tous valables.

TABLEAU 1

Épaisseur moyenne de la nappe dans les stations étudiées sous Résineux (R) et sous Feuillus (F)

Stations	1		2		3		4		5		6		7	
Dates	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F	R	F
27-1-66	35,8	34,1	25,3	34,3	28,0	34,8	59,1	57,0	29,3	19,8	18,0	16,5	30,5	34,0
10-2	27,6	28,3	25,5	37,5	24,4	34,7	56,1	59,0	31,5	25,0	7,5	17,5	33,0	36,5
24-2	18,7	25,0	9,0	25,5	9,9	26,3	53,4	55,0	19,0	12,3	14,0	17,0	28,5	32,5
3-3	4,6	19,3	0,5	19,8	2,0	20,0	47,3	52,6	9,0	6,0	9,5	13,0	23,0	39,0
10-3	0	16,0	0,7	16,0	11,4	14,8	36,1	45,3	4,3	3,0	13,0	11,5	17,5	12,5
17-3	0	14,6	1,8	15,3	0	11,4	42,2	50,7	0,8	4,2	12,0	10,0	19,5	12,5
24-3	0	19,3	4,0	19,8	0	12,1	35,2	49,7	0	1,5	13,0	9,0	22,5	12,0
1-4	24,8	26,1	14,5	26,3	12,5	27,5	49,7	57,0	13,3	16,8	13,5	17,5	29,0	34,5
7-4	13,0	26,7	6,8	26,5	8,8	27,6	36,7	54,7	8,5	13,5	6,0	16,5	20,0	29,5
15-4	34,5	36,8	2,4	36,0	23,9	35,4	30,3	54,1	15,0	23,0	5,5	16,0	18,0	32,5
22-4	15,1	25,8	5,8	27,0	8,8	26,8	38,2	56,9	16,8	12,5	12,0	16,5	25,5	34,0
5-5	0	21,0	0	21,5	0	14,1	34,2	48,1	0	1,8	0	7,5	3,5	16,0
13-5	0	9,5	0	10,8	0	9,4	37,5	48,8	0	0	0,5	5	9,5	21,5
20-5	0	6	0	6,8	0	0	18,7	25,5	5	3,3	0	0	0	6,5
27-5	0	8	0	1,3	0	0	15,1	24,7	3	0,8	0	0	0	7,0
2-6	0	0	0	0	0	0	0,6	2,3	0	0	0	0	0	0
9-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-10	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-12	8,8	0	2,3	0	0	0	0	0	4,8	0	0	0	0	0
7-12	9,8	0	9,8	0	0	0	0	0	16,0	1,3	0	0	0	0
15-12	36,1	27,3	19,0	26,8	14,5	16,8	16,4	55,8	23,5	14,8	14,0	16,0	26,5	32,5
21-12	21,3	21,7	12,0	21,5	9,4	10,5	9,0	49,1	20,3	13,8	10,0	11,0	20,5	25,5
28-12	34,0	29,1	15,8	28,8	14,0	26,5	21,9	53,6	20,8	15,5	14,0	15,0	25,5	29,5
3-1-67	34,6	31,5	16,8	31,3	17,6	28,9	51,9	56,2	24,0	25,1	13,0	16,0	28,0	32,5
23-1-67	10,1	18,6	9,0	18,5	4,4	11,4	47,5	50,1	16,5	8,0	21,0	6,0	22,5	24,5
8-2	9,0	18,1	18,8	17,8	2,3	11,8	47,1	48,7	20,3	5,0	0	3,5	18,0	20,0
17-2	11,6	21,1	3,5	21,8	1,0	8,5	47,0	46,3	6,0	10,0	8,0	1,0	16,5	21,0
24-2	22,8	26,5	13,3	26,8	10,9	28,4	47,1	53,3	19,8	15,8	12,0	15,0	32,5	26,5
1-3	28,0	31,8	16,8	31,8	13,9	29,0	49,7	56,1	27,0	20,3	10,0	14,0	29,0	25,5
17-3	15,1	24,0	4,0	24,3	5,3	21,4	31,1	51,1	15,0	9,5	9,5	13,0	21,5	25,5
23-3	4,6	22,0	0,5	22,5	1,8	16,4	23,8	47,8	5,5	5,0	5,5	9,0	17,0	26,5
31-3	0,3	19,6	0	21,0	1,0	15,9	15,4	50,2	0	7,5	8,5	13,5	18,0	31,0
7-4	9,0	26,0	4,0	27,8	2,0	23,6	10,7	54,0	2,0	12,5	10,5	17,0	23,0	34,5
14-4	1,3	19,6	0	20,8	3,3	18,3	2,8	44,9	3,5	8,5	1,0	10,0	2,0	27,5
19-4	0	14,8	0	14,5	0	8,9	0	35,3	0	2,5	0	3,0	0	19,5
27-4	0	14,0	0	14,0	0	5,3	0	28,3	0	1,0	0	0	0	11,0
3-5	0	19,1	0	20,3	0	8,1	0	39,0	0	11,3	0	8,5	0	21,0
11-5	0	4,0	0	4,8	0	0,1	0	35,5	0	0,8	0	0	0	11,0
19-5	0	3,3	0	4,8	0	0	0	42,3	0	0	0	4,5	0	13,0
26-5	0	22,7	0	24,8	0	19,3	0	55,1	0	7,0	0	16,5	0	31,0
2-6	0	0	0	0	0	0	0	31,1	0	0	0	0	0	10,0
8-6	0	0,8	0	1,3	0	0	0	9,1	0	0	0	0	0	0
15-6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Les nappes continues ont débuté entre le 15 novembre et le 15 décembre. Le moment de leur apparition est à première vue sans rapport avec la profondeur du plancher. Les nappes atteignent souvent très rapidement une grande épaisseur. Dans une même station, la nappe prend naissance soit au même moment sous résineux et feuillus, soit légèrement plus tôt (au maximum 15 jours) sous résineux.

FIG. 1. — Variation de l'épaisseur moyenne des nappes dans le temps pour la station 1 (février 1966 à juillet 1967)

L'épaisseur de la nappe dans une même station et sa variation dans le temps ont été très différentes en 1965-66 et 1966-67. La variation d'épaisseur des nappes d'une mesure à la suivante s'effectue souvent dans le même sens pour toutes les stations, et aussi et surtout pour les résineux et feuillus d'une même station.

Dans une station, lorsque la nappe est plus épaisse sous résineux (ce qui ne se produit presque jamais dans certaines stations), c'est en général au début de son existence ; cela dure plus ou moins suivant les stations et au plus tard jusqu'au 20 mars ; ensuite la nappe est toujours plus épaisse sous feuillus, dans toutes les stations.

Ces observations sont confirmées par les résultats de la méthode des couples, qui concernent, rappelons-le, la différence d'épaisseur entre la nappe moyenne de l'ensemble des stations sous résineux et la nappe homologe sous feuillus : au début de l'existence des nappes, pendant 15 jours, cette nappe est plus épaisse parfois sous résineux et parfois sous feuillus mais cette différence n'est en général pas significative. Puis, jusqu'à la fin de l'existence des nappes continues, la nappe moyenne est toujours plus épaisse sous feuillus ; mais cette différence d'épaisseur n'est cependant jamais significative à 1 % jusqu'au 15 février au moins ; ensuite, après une période intermédiaire (jusqu'à début mars environ) pendant laquelle la différence est significative à 1 %, la nappe devient plus épaisse sous les feuillus avec un degré de signification de 1 % et cela jusqu'à disparition des nappes.

Dans chaque station, les différences d'épaisseur de nappe les plus importantes (nappe plus épaisse sous feuillus) apparaissent d'ailleurs en général assez tardivement, après le moment où la nappe commence à baisser définitivement sous résineux : en moyenne à partir du 15 avril en 1966, du 15 mars en 1967 ; cette plus grande différence a été par exemple, en 1967, de l'ordre de 20 cm lorsque le plancher débute à -40 cm et de 45 cm lorsqu'il apparaît à -63 cm.

Sous résineux, la nappe disparaît en général plus tôt que sous feuillus, rarement à la même date (nous ne tenons pas compte des disparitions très temporaires de nappe). Ainsi, sous résineux, cette disparition s'est produite, en 1966, début mai pour presque toutes les stations, début juin pour la station 4, et en 1967 mi-avril pour toutes les stations. Sous feuillus, la nappe a disparu dans toutes les stations, en 1966 comme en 1967, dans les premiers jours de juin (parfois fin mai). La disparition des nappes est en général beaucoup plus brutale, moins progressive, sous résineux que sous feuillus.

Les résultats concernant les 2 années de mesure, en particulier ceux fournis par la méthode des couples, sont comparables, bien que l'allure des variations de nappe soit très différente d'une année à la suivante ; cela confirme leur portée générale.

IV. — DURÉE D'ENGORGEMENT DU SOL

L'épaisseur des nappes est insuffisante pour juger de leur influence défavorable ; ainsi une nappe d'épaisseur donnée sera bien plus néfaste si le plancher est assez proche de la surface que s'il débute profondément. La durée de l'engorgement du sol à une même profondeur est un bien meilleur critère pour comparer l'action nuisible des diverses nappes. Nous pouvons ainsi considérer qu'une nappe est d'autant plus néfaste à la fois pour le peuplement et l'évolution du sol qu'elle demeure plus longtemps à proximité de la surface du sol.

Nous avons, à l'aide des graphiques représentant la variation des nappes moyennes des diverses stations, évalué la durée d'engorgement des sols à plusieurs profondeurs (-5, -10, -20, -30 cm). C'est une évaluation très approximative, car les mesures n'ont été effectuées que tous les huit ou quinze jours, mais les chiffres obtenus sont comparables entre eux. La figure 2 représente cette durée d'engorgement pour la nappe fin 1966 - été 1967.

Nous constatons ainsi que le classement relatif des stations quant à la durée de l'engorgement ne varie qu'assez peu suivant la profondeur considérée, à partir de -10 cm ; de plus, il est à peu près identique pour les 2 années de mesure. On peut supposer que, dans les conditions expérimentales, la durée de l'engorgement dépend essentiellement de 3 facteurs : le type d'essence, la situation géographique (différences d'ordre climatologique, topographique, etc.) : Amance ou Vézelize, et la profondeur d'apparition du plancher. Nous n'examinerons pas ici l'influence de certains facteurs de station tels la granulométrie de la roche-mère, le micro-relief, le drainage interne qui interviennent sans aucun doute, mais qui subissent assez peu de variation d'une station à l'autre pour les peuplements étudiés.

FIG. 2. — *Durée moyenne de l'engorgement du sol des diverses stations (nappe 1966-1967)*

Tentons d'abord de vérifier cette hypothèse en examinant l'influence de chacun de ces 3 facteurs sur la durée d'engorgement, lorsque les 2 autres sont à peu près constants :

Influence du type d'essence : dans chaque station (et à chaque profondeur considérée), le sol est engorgé nettement plus longtemps sous feuillus que sous résineux, à part parfois pour la station 5 (la nappe de 5 F semble d'ailleurs aberrante : son épaisseur ainsi que la durée d'engorgement du sol paraissent en général anormalement faibles, sans doute en raison de la pente légèrement plus importante que sous les autres peuplements ; la composition du peuplement, quant à elle, ne diffère pas sensiblement de celle des feuillus des autres stations). Par exemple, en 1966-67 dans la station 4, la nappe moyenne n'a jamais atteint la profondeur de -10 cm sous résineux alors qu'elle y est demeurée 35 jours sous feuillus ; respectivement, à -20 et -30 cm, cette nappe a séjourné 66 et 77 jours sous résineux, 132 et 160 jours sous feuillus.

— *Influence de la situation géographique* : si l'on considère tous les peuplements résineux dont le plancher débute à peu près à la même profondeur, on s'aperçoit que les stations d'Amance (1, 2, 3 et 5) sont toutes engorgées moins longtemps que celles de Vézelize (4, 6 et 7). Il en est de même pour les peuplements feuillus.

— *Influence de la profondeur d'apparition du plancher* : sous les peuplements résineux d'Amance, les sols dont le plancher est le plus superficiel sont engorgés le plus longtemps (pour une profondeur considérée), et vice versa. Il en est de même si

l'on considère (séparément) les peuplements résineux de Vézélise et les peuplements feuillus de Vézélise et Amance (le peuplement 5 F faisant une nouvelle fois exception). Rappelons l'ordre d'apparition du plancher, du plus superficiel au plus profond :

- Amance : Stations 5, 1, 2, 3
- Vézélise : Stations 6, 7, 4

Donc les 3 facteurs considérés interviennent directement sur la durée d'engorgement du sol ; mais quelle est leur importance relative ? Lorsqu'ils agissent en sens contraire, à quoi aboutit leur interaction ?

Avant de nous pencher sur cette question, précisons que les résultats ne seront évidemment valables que si l'on considère des intervalles de conditions climatiques et pédologiques (profondeur du plancher) identiques à celles de notre dispositif d'étude.

— Interaction type d'essence-profondeur du plancher : à Vézélise, sous tous les peuplements résineux, la durée de l'engorgement est moins grande que sous n'importe quel peuplement feuillu. A Amance, il en est de même, excepté pour 3 F et 5 R (3 F étant engorgé moins longtemps que 5 R). Donc, l'action du type d'essence est bien supérieure à celle de la profondeur du plancher.

— Interaction situation géographique-profondeur du plancher : sous feuillus, la durée de l'engorgement de tous les sols d'Amance est moins élevée que celles de n'importe quel sol de Vézélise, quelle que soit la profondeur d'apparition du plancher. Sous résineux, bien qu'en moyenne les sols d'Amance soient moins longtemps engorgés que ceux de Vézélise, il y a une certaine imbrication dans le classement : 4 R (Vézélise, plancher profond) est engorgé moins longtemps que certains sols d'Amance, et 5 R (Amance, plancher peu profond) l'est plus longtemps que 2 stations de Vézélise.

Bien que l'action de la profondeur du plancher l'emporte parfois, l'influence de la situation géographique prédomine.

— Interaction type d'essence-situation géographique : lorsque les planchers débuent à peu près à la même profondeur, le sol est en général engorgé moins longtemps sous les résineux de Vézélise que sous les feuillus d'Amance. Ainsi, l'influence du type d'essence est plus importante que celle de la situation géographique.

Dans les conditions où nous nous sommes placés, l'influence relative des 3 facteurs considérés sur la durée de l'engorgement du sol est donc, en général, la suivante :

Type d'essence > Situation géographique > Profondeur du plancher.

D'autre part, lorsque les autres conditions (profondeur du plancher, localisation géographique) sont à peu près identiques, le sol semble engorgé plus longtemps sous Pin sylvestre que sous Epicéa ou *Abies grandis*, en raison sans doute du feuillage plus clair des pins. Nous ne pouvons cependant être catégoriques car les autres facteurs ne sont pas absolument semblables pour les divers peuplements.

Il n'est cependant pas impossible que les différences de hauteur et de durée des nappes sous résineux et sous feuillus soient dues, non au type d'essence, mais à la densité des peuplements ; la surface terrière est en effet, en général, plus faible pour

les feuillus dans les stations étudiées ; mais, d'une part, pour une même surface terrière, les cimes des feuillus sont probablement plus étendues que celles des résineux, et d'autre part, la surface terrière autour de certains piézomètres situés sous feuillus est égale ou même supérieure à celle calculée autour du piézomètre du même « couple » situé sous résineux ; or, les résultats généraux se retrouvent pour ces « couples ».

V. — LE BILAN HYDRIQUE

5.1. — *Différence de bilan hydrique entre résineux et feuillus*

A l'aide des données dont nous disposons, bien qu'elles soient très incomplètes, nous pouvons tenter de chiffrer d'une manière approximative et globale cette différence de bilan hydrique. On supposera dans les calculs, en première approximation, que le sol au-dessus de la nappe est à la capacité de rétention pendant toute la période d'existence des nappes continues.

Nous avons relevé, pour les diverses stations, la différence globale de variation d'épaisseur des nappes sous résineux et sous feuillus pendant la période complète d'existence simultanée, sans assèchement temporaire, des 2 nappes (pour la nappe 1966-67, entre le 7/12/66 et le 31/3/67). En utilisant une valeur moyenne de la porosité non capillaire de 25 % (valeur effectivement trouvée dans l'une des stations), nous constatons que cette différence correspond à une lame d'eau voisine de 0,66 mm par jour pendant la durée considérée ; cela n'est évidemment qu'une moyenne, la différence réelle se manifestant surtout à partir de mars.

Entre les 2 dates citées ci-dessus, la pluviosité moyenne a été à Amance de 2,3 mm/jour. La différence de variation de nappe correspond donc à $\frac{0,66}{2,3} = 29\%$ de la pluviosité, en moyenne.

Un certain nombre de facteurs sont susceptibles de provoquer une différence d'épaisseur de nappe sous résineux et sous feuillus dans une même station : il s'agit surtout des différences d'interception, d'évapo-transpiration réelle (ETR), et peut-être d'infiltration profonde et de ruissellement superficiel. La station de Sylviculture du C.N.R.F. a obtenu pendant la même période par mesure directe une différence d'interception entre résineux et feuillus de 20 % de la pluviosité en moyenne (interception : 15 % de la pluviosité sous feuillus, 35 % sous résineux en moyenne). Entre le 7/12/66 et le 31/3/67, la différence d'interception a donc été en moyenne de $\frac{2,3 \times 20}{100} = 0,46$ mm par jour. Une différence moyenne de 0,20 mm/jour est donc le

fait de facteurs autres que l'interception. Cela laisse supposer que la somme des 3 facteurs : ruissellement, drainage profond, ETR, est plus élevée pour les résineux que pour les feuillus, la différence étant voisine de 0,20 mm/jour en moyenne. La différence d'ETR y joue probablement un rôle important sinon essentiel : en effet, d'une part la transpiration des résineux, même faible, se poursuit toute l'année et d'autre part, les résineux reprennent leur vie active sans doute bien plus tôt que les feuillus, au

moins dans les stations étudiées : en effet, les chênes, base des peuplements feuillus choisis, ont débourré dans ces stations en 1967 entre le 3 mai et le 11 mai seulement. Cette dernière remarque peut expliquer que la différence d'épaisseur de nappe entre résineux et feuillus ait augmenté très rapidement à partir de la mi-mars, en 1967.

A titre indicatif, voici les chiffres de l'évapo-transpiration potentielle à Amance, par décade, pour la période de janvier à mai 1967 :

— janvier :	0,9	0,9	7,0
— février :	6,5	3,7	16,5
— mars :	12,5	17,0	22,0
— avril :	12,1	28,0	20,5
— mai :	25,4	30,7	24,7

5.2. — Facteurs intervenant dans le bilan hydrique

A l'aide des chiffres dont nous disposons (pluviosité P, interception et évapo-transpiration potentielle en sol non boisé ETP, pour Amance), et en supposant dans un premier temps l'évapotranspiration réelle (ETR) égale à ETP, nous pouvons calculer, pour 1966-67, l'épaisseur des nappes « théoriques » d'Amance, débutant à la même date que les nappes réelles, par les formules suivantes (en évaluant à 25 % la valeur moyenne de la porosité non capillaire)

$$(0,65 P - ETP).4 \text{ pour les résineux} \\ \text{et } (0,85 P - ETP).4 \text{ pour les feuillus.}$$

Dans la mesure où les seuls départs d'eau du sol se produisent par évapo-transpiration et où ETR est effectivement égal à ETP, l'épaisseur de la nappe théorique et sa variation dans le temps devraient être identiques à celles de la nappe réelle correspondante ; en particulier, les 2 nappes devraient disparaître à la même date. La figure 3 représente la variation d'épaisseur des nappes théoriques et réelles (nappe moyenne pour les 4 stations d'Amance).

Nous constatons que les nappes réelles et théoriques correspondantes ne sont pas identiques ; elles ne s'assèchent pas à la même date. Plusieurs causes peuvent contribuer à ce décalage, en particulier le drainage profond (*a*), l'écoulement latéral (ruissellement superficiel et écoulement hypodermique (*b*), et la différence ETP - ETR (*c*). Alors que *a* et *b* tendent à provoquer l'assèchement de la nappe réelle avant celui de la nappe théorique, *c* agit en sens inverse. Or la nappe réelle disparaît avant la nappe théorique : 31 mars et 25 juin pour les résineux, 2 juin et 23 juillet pour les feuillus. Nous avons donc $a + b > c$. Nous mettons ainsi en évidence l'existence d'une perte d'eau par drainage profond et/ou écoulement latéral.

Lors de l'assèchement des nappes réelles (2 juin et 31 mars) la nappe théorique correspond encore à une lame d'eau de 73,8 mm pour les feuillus et 106,7 mm pour les résineux. Pendant l'ensemble de la période d'existence de la nappe sous feuillus

(7/12/66 à 2/6/67), $a + b - c$ a donc été de 73,8 mm, ce qui correspond à $\frac{73,8}{177} = 0,42 \text{ mm/}$

jour en moyenne et $\frac{73,8}{370,3} = 20 \%$ de la pluviosité ; pour les résineux, $a + b - c$ a été

FIG. 3. — Variation d'épaisseur des nappes théoriques et réelles (nappes moyennes pour les 4 stations d'Amance).

(entre le 17/11/66 et le 31/3/67) de 106,7 mm, c'est-à-dire $\frac{106,7}{134} = 0,79$ mm/jour et $\frac{106,7}{319,3} = 33$ % de la pluviosité (à titre de comparaison, en les considérant égales à 15 % et 35 % de la pluviosité respectivement, l'interception moyenne a été, pendant les mêmes périodes, de 0,31 mm/jour pour les feuillus et 0,83 mm/jour pour les résineux). Ces nombres de 0,42 et 0,79 mm/jour constituent la valeur minima de la somme drainage profond + écoulement latéral. Ils représentent des moyennes, $a + b - c$ variant probablement dans le temps pendant la période d'existence des nappes. En effet, si $a + b - c$ était constant, la différence d'épaisseur entre les nappes théorique et réelle (fig. 3) devrait croître régulièrement. Or pour les feuillus la différence se creuse en hiver, puis n'augmente plus guère jusqu'à disparition de la nappe (2 juin) (pour les résineux la comparaison hiver-printemps ne peut se faire, la nappe s'asséchant le 31 mars). Ces constatations sont logiques : en hiver, d'une part les nappes sont souvent proches de la surface, donc l'écoulement latéral éventuel est le plus élevé et d'autre part la différence ETP-ETR est sans doute la plus faible (car ETP est faible).

On remarque sur la figure 3 une forte accentuation de la différence d'épaisseur entre les nappes théorique et réelle entre le 3 et le 23 janvier : cela correspond à une période de neige et gel, ce qui a eu pour conséquence un décalage entre les précipitations et leur effet sur l'épaisseur de la nappe.

VI. — CONCLUSION

La durée d'engorgement d'un pseudogley à une profondeur donnée dépend principalement, dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placés, du type d'essence (résineux ou feuillus). A partir de début janvier environ (les nappes se formant début décembre en général), la nappe moyenne (pour l'ensemble des stations) est en effet plus épaisse sous feuillus, mais la différence d'épaisseur ne devient significative qu'à partir de mars et le demeure jusqu'à disparition des nappes (début juin sous feuillus, en général 1 mois ou 1,5 mois plus tôt sous résineux). D'ailleurs la nappe de chacune des stations est toujours plus épaisse sous feuillus au plus tard à partir de mi-mars. La différence globale d'épaisseur de nappe correspond en moyenne à 0,66 mm/jour, c'est-à-dire 29 % de la pluviosité. Parmi d'autres facteurs peut-être à l'origine de cette différence (écoulement latéral, drainage profond) on peut citer l'action probablement essentielle de l'interception et de l'ETR.

La différence d'épaisseur des nappes due au type d'essence est peut-être encore plus forte que la différence que nous avons constatée : en effet il se trouve souvent sous feuillus une végétation herbacée, augmentant l'évapotranspiration globale, que l'on ne trouve pas en général sous les résineux à feuillage dense.

Parmi les facteurs dont dépend l'épaisseur des nappes, nous avons mis en évidence l'existence d'un départ d'eau par drainage profond et/ou écoulement latéral.

L'examen graphique et statistique des épaisseurs comparées des nappes ainsi que le calcul des durées respectives d'engorgement du sol ont permis d'apporter une réponse à la question que nous posions au début de ce mémoire ; l'épaisseur moyenne de la nappe et la durée de l'engorgement étant en général moins élevées sous résineux que sous feuillus, la plantation d'essences résineuses ne présente pas que des inconvénients pour le sol et son évolution.

Des mesures comparatives sous ces deux types d'essence devraient permettre de se rendre compte si cette réduction de l'engorgement contrebalance, au moins en partie, l'influence défavorable de la litière des résineux sur l'activité biologique du sol. Enfin, il conviendra d'effectuer des comparaisons entre les différentes essences résineuses de reboisement quant aux propriétés du sol, à l'enracinement et à la production sur pseudogleys.

Reçu pour publication en octobre 1968

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement Monsieur PARDÉ, Directeur de la Station de Sylviculture du C.N.R.F. ainsi que Monsieur AUSSENAC, Chargé de Recherches à cette même Station, qui nous ont aimablement communiqué les résultats des mesures de pluviosité, évapotranspiration potentielle et interception effectuées à Amance.

SUMMARY

COMPARATIVE STUDY OF PSEUDOGLEYS PERCHED WATER-TABLE UNDER CONIFERS AND HARDWOODS

The temporary perched water-table of pseudogleys creates a medium, often unfavorable, to forest trees and contributes to soil degradation. In order to compare the thickness of water-table

under conifers and hardwoods, piezometers have been settled in 7 sites of Lorraine belonging to two geographical groups. Every site includes adjoining conifers and hardwoods.

According to the site, the water-table floor begins between — 23 and — 75 cm. Periodic measurements of the thickness of water-table have been done during 2 years (january 1966 to february 1968).

Temporary water-tables appear between november the 15th and december the 15th. In a same site, the water-table appears either at the same time under conifers and hardwoods, whether a bit sonner (15 days maximum) under conifers. The statistical method of « couples » gives the following results :

From the end of december, the average water-table of all stations is always thicker under hardwoods, but the difference of thickness becomes significant at 1 % only after the end of february, and at 1 ‰ only after the beginning of march, until water-tables disappear. Water-tables disappear at the beginning of june under hardwoods and generally 1 or 1,5 month sooner under conifers.

The time during which the soil is water-logged at different depths (— 10, — 20, — 30 cm) allows to compare the unfavorable effects of different water-tables. Three main factors influence on water logging duration : tree species (the soil is water-logged longer under hardwoods than under conifers), geographical situation and depth of the floor (the soil is water-logged all the longer as the floor is nearer the soil surface). In the conditions of the experiment, the relative influence of these three factors is the following :

tree species > geographical situation > depth of the floor

Moreover, the soil seems to be water-logged longer under *Pinus sylvestris* than under *Picea excelsa* or *Abies grandis*.

During the period of continous and simultaneous existence of water-tables, the average difference of variations between conifers and hardwoods corresponds to a slice of water of 0,66 mm/day, or 29 % of rainfall. In fact, the real difference becomes important only from march. The main reasons of that are the differences of interception (0,46 mm/day in the average during the same period) and of evapotranspiration.

There is a vertical and/or lateral drainage ; its average value is at least 0,42 mm/day for hardwoods and 0,79 mm/day for conifers.

As the depth of water-table and the duration of water-logging is generally less important under conifers than under hardwoods, the plantation of resinous species presents not only inconvenients for the soil and its evolution.

ZUSAMMENFASSUNG

EINE VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG DER STAUZONE IN PSEUDOGLEYBÖDEN UNTER NADEL UND LAUBWALD

Die Tagwasserrückstau in Pseudogleyböden führt häufig zu forstlich ungünstigen Standorten und trägt zur Bodendegradation bei. Um das Niveau des Tagwasserrückstauspiegels in Nadel- und Laubholzbeständen zu vergleichen, wurden auf sieben verschiedenen Standorten Lothringens (2 geographisch verschiedene Gruppen) Messpegel errichtet. Jeder Standort umfasst einen Laub- und einen angrenzenden Nadelholzbestand. Der Staukörper liegt bei allen Standorten zwischen — 23 cm und — 75 cm. Periodische Messungen des Tagwasserspiegels wurden während zweier Jahre, von Jänner 1966 bis Februar 1968 durchgeführt.

Die Tagwasserrückstau beginnt zwischen 15 November und 15 Dezember. An ein und demselben Standort beginnt die Wasserrückstau bei Laub- und Nadelholzbestockung entweder gleichzeitig oder bis zu 15 Tagen früher in Nadelholzbeständen. Der paarweise durchgeführte statische Vergleich erbrachte folgende Ergebnisse :

Mit Ende Dezember ist die mittlere Mächtigkeit der Stauzone auf allen Standorten unter Laubwald grösser als unter Nadelwald ; dieser Unterschied ist jedoch erst ab Ende Februar ($P = 0,95$) bzw. anfangs März ($P = 0,99$) statistisch gesichert und bleibt bis zum Verschwinden des Tagwassers bestehen. Die Staunässe verschwindet in den Laubwaldbeständen anfangs Juni und unter Nadelwald im allgemeinen 4 bis 6 Woche früher.

Die jährliche Andauer der Staunässe in verschiedenen Tiefen (— 10, — 20, — 30 cm) erlaubt den schädlichen Einfluss der Staunässe vergleichend zu untersuchen. Die Andauer der Staunässe wird

vorwiegend von drei Faktoren beeinflusst : die Holzart (der Boden unter Laubwald bleibt länger vernässt) die geographische Lage und die Mächtigkeit der Stauzone (der Boden bleibt umso länger vernässt je geringer die Mächtigkeit der Stauzone).

Unter den vorliegenden Versuchsbedingungen ergab sich folgende relative Reihung der Faktoren : Holzart > geographische Lage > Mächtigkeit der Stauzone. Desweiteren bleibt der Boden unter Weiskiefer länger vernässt als unter Fichte und *Abies grandis*.

Während des gemeinsamen und kontinuierlichen Bestehens des Tagwasserrückstauspiegels beträgt der mittlere Variationsunterschied zwischen Nadel- und Laubholzbeständen 0,66 mm pro Tag oder 29 % des Niederschlages. Ein tatsächlicher Unterschied wird jedoch erst ab März bemerkbar und dessen wesentliche Ursachen sind die unterschiedliche Niederschlagszurückhaltung (0,46 mm pro Tag als Mittelwert für die gleiche Periode) und Evapotranspiration.

Eine Tiefenentwässerung und/oder ein Oberflächenabfluss mit Mittelwerten von 0,42 mm pro Tag in den Laubholzbeständen bzw. 0,79 mm pro Tag in den Nadelholzbeständen konnte festgestellt werden.

Die Mächtigkeit der Stauzone und die Andauer der Vernässung sind unter Nadelwald im allgemeinen geringer als unter Laubwald ; die Aufforstung mit Nadelhölzern bringt keine für die Bodenentwicklung nachteilige Erscheinungen mit sich.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUSSENAC G. — *Interception des précipitations par le couvert forestier* (en préparation).
- KITTREDGE J., 1948. — *Forest influence*. Mac Graw - Hill, 394 p., New York.
- LEVY G., 1967. — *Influence de certaines propriétés du sol sur la densité d'enracinement de l'Épicéa commun et du Pin Sylvestre*. Thèse. Faculté des Sciences, Nancy.
- SCHWARTZ D., 1963. — *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*, 290 p. Editions médicales Flammarion, Paris.