



HAL
open science

Fertilisation à la plantation

Maurice Bonneau

► **To cite this version:**

Maurice Bonneau. Fertilisation à la plantation. Revue forestière française, 1986, 38 (3), pp.293-300. <10.4267/2042/25655>. <hal-03424665>

HAL Id: hal-03424665

<https://hal.science/hal-03424665v1>

Submitted on 10 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

FERTILISATION À LA PLANTATION

M. BONNEAU

Un peuplement ne peut, par sa croissance, valoriser pleinement son potentiel génétique et les conditions climatiques que si le sol lui offre un stock suffisant d'éléments nutritifs, sous forme assimilable, dans le volume prospecté par les racines.

S'il n'en est pas ainsi, la croissance est limitée, quel que soit l'âge du peuplement. Cependant les jeunes arbres sont plus sensibles que les adultes à une insuffisance de fertilité du sol : leur système racinaire est plus réduit en volume, moins ramifié, souvent moins bien pourvu en mycorhizes que celui des arbres plus âgés et prospecte donc moins bien le sol.

Par ailleurs, le démarrage rapide d'une plantation réduit la période de sensibilité aux gelées, aux dégâts de gibier, ainsi que le nombre de dégagements nécessaires.

Pour ces différentes raisons la fertilisation des plantations présente un intérêt certain. Son objectif n'est pas, comme en agriculture, d'apporter une quantité d'éléments équivalente à l'exportation de la culture, mais de corriger les défauts du sol. Elle dépend donc davantage des propriétés de ce dernier que de l'essence introduite. Aussi la fertilisation sera-t-elle différente, pour un même type de plantation, suivant les stations ; elle est tout à fait inutile sur les meilleurs sols et, lorsqu'elle s'impose, les apports à effectuer sont différents en qualité, quantité et modalité suivant les cas.

La première question qui se pose au forestier est donc de savoir si le sol qu'il doit reboiser nécessite une fertilisation, et laquelle.

DÉTERMINATION DU BESOIN DE FERTILISATION

Deux procédés peuvent être utilisés : l'analyse du sol et le diagnostic foliaire.

Analyse du sol

Pour chacune des stations homogènes composant le périmètre à reboiser, on doit, après examen du profil pédologique, prélever des échantillons des horizons prospectables par les

racines. Généralement deux niveaux suffisent : l'horizon A1 (après élimination soigneuse des couches de litière L, ou des couches F et H des moders et des mors), et un niveau situé vers 35 cm de profondeur (horizon (B) des sols bruns, horizon A2 des sols lessivés ou des sols podzoliques). La connaissance de la richesse d'un troisième horizon, plus profond, sans s'imposer absolument, n'est pas inutile car elle peut permettre de nuancer l'interprétation fournie à partir des analyses des horizons supérieurs.

L'échantillon à soumettre à l'analyse, pour un horizon donné, doit être constitué par le mélange de cinq à huit prélèvements élémentaires afin qu'il soit représentatif de la moyenne de la station.

Le potentiel de nutrition azotée est à juger d'après la richesse en matière organique et le rapport C/N. Une teneur en humus de 4 à 5 % dans l'horizon A1 avec un C/N inférieur à 20, permet, en principe, une alimentation azotée correcte sauf s'il s'agit d'un mull carbonaté ou d'un moder pseudo-alpin, qui ne se minéralise que très lentement.

En ce qui concerne le calcium, le magnésium, le potassium et le phosphore, on se référera au tableau I, valable seulement pour les méthodes analytiques indiquées dans la légende.

Les chiffres concernant le potassium sont donnés pour des sols de texture moyenne : ils peuvent être diminués de 20 % environ pour les sols sableux et doivent être augmentés de 50 % pour les sols argileux.

Les normes indiquées pour le phosphore sont à doubler, par rapport aux chiffres indiqués pour l'horizon A1, dans les sols des landes du Massif Central, très riches en matière organique, où le phosphore, fortement « fixé », est difficilement assimilable par les jeunes plants mal mycorhizés.

Tableau I **NORMES D'INTERPRÉTATION DES ANALYSES DE SOL**
(LIMITES ENTRE SOLS PAUVRES ET MOYENS PUIS MOYENS ET RICHES) EXPRIMÉES EN :

K, Ca, Mg : échangeables, extraits par l'acétate d'ammonium normal à pH 7, exprimés en milli-équivalents pour 100 g de terre fine sèche

P₂O₅ : assimilable, extrait par la méthode Duchaufour (H₂SO₄N/250, puis OH/Na N/10) et exprimé en p. mille de la terre fine sèche

	K	Mg	Ca	P ₂ O ₅
Horizons A₁				
pauvres (fertilisation indispensable)	0,6	0,6	1	0,1
moyens (fertilisation bénéfique)	1,0	1,0	2	0,3
riches (fertilisation inutile)				
Horizons minéraux				
pauvres	0,12	0,06	0,3	0,06
moyens	0,20	0,15	1	0,11
riches				

Diagnostic foliaire

Il constitue un moyen de contrôler si la nutrition minérale est suffisante, soit *a posteriori* si on le pratique sur la plantation en cause elle-même, soit avant le reboisement en pratiquant ce diagnostic sur des plantations de même essence dans le même type de station.

Pour les résineux autres que le Mélèze, l'analyse doit porter sur des aiguilles de l'année prélevées du 15 octobre au 15 novembre sur des rameaux de la partie supérieure de la cime.

Fertilisation à la plantation

Pour les feuillus ou le Mélèze, le prélèvement doit être fait beaucoup plus tôt, entre le 15 août et le 10 septembre.

L'échantillon envoyé au laboratoire d'analyse doit être un mélange des feuilles ou des rameaux ⁽¹⁾ d'une dizaine de plants choisis dans la moyenne de taille de la plantation. En cas de carence notoire, se manifestant par des symptômes visibles, il est préférable de fournir deux échantillons, l'un correspondant à des plants sains, l'autre à des plants présentant ces symptômes.

Les analyses peuvent être interprétées d'après le tableau II qui indique, pour les principaux éléments, le seuil critique (teneur au-dessous de laquelle la fertilisation est recommandée) et la teneur optimale.

CHOIX DES ENGRAIS ET MODE D'APPLICATION

Engrais azotés

De nombreuses expériences ont montré que, sauf exception, les engrais azotés, employés seuls, ont plutôt un effet dépressif, surtout sur les résineux. Sur les plantations, l'apport d'azote ne se conçoit donc en fait que comme un complément à d'autres fertilisants. On ne l'emploie

Tableau II

SEUIL CRITIQUE (S.C.) ET TENEUR OPTIMALE (OPT.) POUR DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS ET DIFFÉRENTES ESSENCES

N, P, K, Ca, Mg : en % du poids sec
Cu : en ppm (parties par million)

	N		P		K	
	S.C.	OPT.	S.C.	OPT.	S.C.	OPT.
Pin maritime Pin laricio	1,1	1,2	0,10	0,13	0,35	0,5
Douglas (sauf P) Epicéa, Pin sylvestre	1,3	1,6	0,15	0,20	0,45	0,6
Chêne, Hêtre Douglas pour P	1,5	2,5	0,13	0,15	0,60	0,8
Frêne, Peuplier	2	2,5	0,20	0,30	1,0	1,5
	Ca		Mg		Cu	
	S.C.	OPT.	S.C.	OPT.	S.C.	OPT.
Pin maritime Pin laricio	0,2	0,3				
Douglas Epicéa, Pin sylvestre	0,2	0,3	0,07	0,09	3,5	5 à 6
Chêne, Hêtre			0,10	0,12	6,0	10
Frêne, Peuplier			0,18	0,25	6,0	10

(1) feuilles pour les feuillus, rameaux pour les résineux (les aiguilles seront détachées au laboratoire après séchage). Pour les feuillus un préséchage sommaire à l'abri de pollutions éventuelles est recommandé pour éviter les moisissures ou les parasites.

généralement que par pied, simplement épandu en surface autour du plant. La dose doit rester modérée (3 à 5 g par plant, sauf pour les peupliers où on va jusqu'à 100 g) et la forme ammonitrate, à 34,5 % de N, est la plus recommandable. Si le renforcement de la nutrition azotée est nécessaire, on appliquera donc, en deuxième année pour les résineux, éventuellement en première année pour les feuillus, 10 à 15 grammes d'ammonitrate. Cet apport peut être renouvelé l'année suivante, puis deux ans après si nécessaire.

Si un apport de phosphore est en même temps indispensable, on peut envisager d'employer du phosphate d'ammoniaque, notamment sur les feuillus. Sur les sols calcaires, on peut aussi remplacer l'ammonitrate par du sulfate d'ammoniaque qui sera rapidement nitrifié et qui a une action acidifiante.

Engrais autres qu'azotés

Deux modes d'application sont possibles : en plein, c'est-à-dire sur toute la surface de la plantation, ou par pied, en localisation à l'emplacement de chaque plant.

• *Application en plein*

Cette méthode n'a d'intérêt que si on peut enfouir l'engrais par un travail du sol et si on peut ensuite assurer des entretiens mécaniques car la concurrence herbacée est renforcée par ce type de fertilisation.

Phosphore

Les doses usuelles sont de 100 à 200 kg de P_2O_5 /ha. En sol calcaire ou neutre, on emploiera le superphosphate simple ou de préférence triple (respectivement 16 % et 45 % de P_2O_5) ou les scories (13 à 16 % de P_2O_5). En sol acide les scories conviennent également mais on peut aussi employer les phosphates naturels moulus (environ 30 % de P_2O_5). Si l'on souhaite apporter en même temps une dose plus importante de calcium, une bonne formule consiste à avoir recours aux craies phosphatées (6 à 8 % de P_2O_5) ou aux calcaires broyés complétés par des phosphates naturels (6 % de P_2O_5).

Potassium

Les doses habituelles sont de 80 à 120 kg de K_2O . La forme la plus avantageuse, à cause de son fort dosage, est le chlorure de potassium (60 % de K_2O) ; du fait de l'épandage en plein, la toxicité du chlore n'est pas à craindre.

Calcium

Il est rare, en plantation, qu'on ait à apporter du calcium seul sans autre élément, car les sols très acides sont souvent en même temps insuffisamment pourvus en phosphore. Le cas peut cependant se présenter et est connu en particulier sur les schistes du Dévonien inférieur dans les Ardennes. Les doses à envisager sont de 1 100 à 1 700 kg de CaO/ha, soit 2 000 à 3 000 kg de calcaire broyé.

Magnésium

Les apports habituels sont de 50 à 80 kg de MgO/ha. Il est rare que le magnésium s'emploie seul. En sol calcaire, on choisira le sulfate de magnésium (27 % de MgO) ; en sol acide, le calcaire magnésien broyé est une bonne formule (32 % de CaO et 20 % de MgO).

Si un apport de potassium est en même temps nécessaire, ce qui est assez fréquent, il existe des engrais binaires K + Mg : le « Patentkali » (ou kalimagnesia) qui dose environ 28 % de K_2O et 8 % de MgO et qui est un sulfate double de potasse et de magnésie, ou le « Potamag », chlorure de potassium et de magnésium.

Fertilisation à la plantation

• Application par pied

Elle est à envisager soit lorsqu'on ne recherche pas une action à long terme (sol ne présentant pas d'insuffisance très marquée) soit lorsqu'on n'opte pas, à cause des conditions physiques du reboisement par exemple, pour un travail généralisé du sol.

L'application par pied est moins coûteuse en engrais mais demande plus de main d'œuvre que l'application en plein. La concentration à l'emplacement même du plant d'une quantité relativement importante d'engrais (on cherche à compenser la faible surface réellement traitée) risque de provoquer une intoxication soit par excès de teneur en sels des solutions du sol (brûlure des racines), soit par toxicité d'un ion, le chlore par exemple, accompagnant les éléments utiles. Cette méthode de fertilisation nécessite donc des précautions en ce qui concerne les types d'engrais choisis, la méthode d'application et les doses utilisées.

Si l'on mélange les engrais à la terre du trou de plantation, il faut soit employer des produits très peu solubles tels que les phosphates naturels, soit, si l'on emploie des engrais très solubles (sels de potassium, superphosphates) ou partiellement solubles (scories), les mélanger à la terre de plantation deux mois au moins à l'avance.

Ces méthodes sont coûteuses en main d'œuvre et on se tourne de plus en plus vers un simple épandage en surface autour du jeune plant immédiatement ou quelque temps après la plantation (Bonneau, 1977). Le tableau III, qui permet de comparer l'effet d'engrais mélangés à la terre de plantation ou simplement épandus en surface, montre que l'on ne perd pratiquement rien en efficacité. Par contre, on gagne beaucoup en sécurité et en prix de revient. Un essai sur peuplement adulte à Tronçais a d'ailleurs montré que du superphosphate triple, appliqué en surface sur un sol sablo-limoneux acide, conduisait en un an à un enrichissement net en

Tableau III **EFFETS COMPARÉS D'UN MÊME ENGRAIS ÉPANDU EN SURFACE, PAR PIED, OU ENFOUI (MEILLANT, MOULIÈRE) ET EFFETS COMPARÉS DE PLUSIEURS ENGRAIS PHOSPHATÉS DE SOLUBILITÉ DIFFÉRENTE APPLIQUÉS EN SURFACE, AUTOUR DE CHAQUE PLANT (PRAMY)**

Essai de Meillant - Epicéa (Cher) ⁽¹⁾			
Type de fertilisation	Pousse annuelle à 5 ans (cm)		
Témoin	3,8		
Superphosphate potassique mélangé à la terre du trou de plantation	7,3		
Superphosphate potassique épandu en surface autour du plant	11,3		
Essai de Moulière - Pin laricio de Corse (Vienne) ⁽²⁾			
Type de fertilisation	Hauteur à 9 ans (m)	Accroissement de hauteur 5 à 9 ans (m)	Surface terrière 20 ans (m ² /ha)
Témoin	2,03	1,17	22,4
Phosphate naturel potassique enfoui en plein par labour avant plantation	3,15	1,55	37,0
Superphosphate potassique épandu en surface autour des plants à partir de la 3 ^e année suivant la plantation	2,49	2,00	36,2

(1) Bonneau (non publié).

(2) Bonneau (1970).

(suite page 298)

Essai de Pramy - Epicéa (Creuse) ⁽¹⁾		
Type de fertilisation	Pousse annuelle de 2 ^e année (cm)	Pousse annuelle de 3 ^e année (cm)
Témoin	4,2	12,0
Superphosphate triple épandu en surface, par pied	11,0	27,3
Scories épandues en surface, par pied ...	10,2	28,3
Phosphate naturel broyé, épandu en surface, par pied	6,9	23,1

(1) Bonneau (non publié).

phosphore jusqu'à 35 cm de profondeur au moins (Delmas, 1984). Le tableau III montre également que sur un sol très acide (Pramy), sur granite, un engrais, même aussi peu soluble que le phosphate naturel, épandu en surface, a une action rapidement comparable à celle d'engrais plus solubles.

C'est pourquoi les indications qui suivent sont données en considérant qu'on pratique l'épandage en surface.

Engrais phosphatés

Les doses usuelles sont de l'ordre de 20 à 40 grammes de P_2O_5 par pied. En sol calcaire ou mésotrophe il vaut mieux choisir le superphosphate triple à 45 % de P_2O_5 qui assure un apport important d'élément utile pour une assez faible quantité de sel soluble, tandis qu'en sol acide il est préférable d'employer des engrais plus riches en calcium, même s'ils sont moins solubles, tels que les scories ou les phosphates naturels. Pour éviter des brûlures aux racines, il faut cependant se limiter à des doses de 200 g de scories (elles contiennent un peu de chaux vive) et de 80 g de superphosphate triple et épandre ces engrais assez largement autour du jeune plant (sur un rayon de 40 cm).

Engrais potassique

Quel que soit le sol, calcaire, neutre ou acide, il convient de ne pas employer d'autres engrais que le sulfate de potassium à 50 % de K_2O ou, si la nutrition magnésienne est insuffisante, le Patentkali (28 % de K_2O et 8 % de MgO). Le chlorure est à proscrire à cause de l'effet toxique du chlore. Les doses usuelles sont de 15 à 25 g de K_2O .

Engrais magnésiens

En sol mésotrophe ou calcaire, il faut employer des formes solubles : sulfate de magnésium à 27 % de MgO , ou Patentkali si l'on doit améliorer en même temps la nutrition potassique et la nutrition magnésienne. En sol acide on peut employer des calcaires magnésiens broyés (32 % de CaO et 20 % de MgO), ou un mélange de calcaire magnésien et de chaux magnésienne broyée. La dose usuelle est de 5 g de MgO .

Si l'on a à corriger la nutrition pour plusieurs éléments simultanément, on pourra soit épandre successivement plusieurs engrais indiqués ci-dessus, soit avoir recours à un engrais composé, en faisant cependant attention à ne pas épandre plus de 100 grammes de sels solubles. Si l'on risque de dépasser cette dose globale, il est préférable de réaliser l'épandage en deux temps : par exemple les engrais phosphatés la première année, avec une dose faible d'autres éléments, et la deuxième année un apport complémentaire de N, K, ou Mg.

Fertilisation à la plantation

Engrais calciques

Comme on n'a à les utiliser qu'en sol acide, on fera appel au calcaire broyé, ou, si on souhaite en plus un petit apport de phosphore, aux craies phosphatées ou aux calcaires phosphatés. Les doses usuelles sont de 100 à 150 grammes par plant. La chaux vive ou même la chaux éteinte sont déconseillées.

QUELQUES FORMULES CLASSIQUES À TITRE D'EXEMPLE

Fertilisation du Pin maritime dans les Landes

On enfouit avant le semis, sur toute la surface de la parcelle, 80 à 100 kg de P_2O_5 sous forme de scories (550 à 700 kg/ha) ou sous forme de phosphates naturels broyés (270 à 340 kg/ha).

Il n'y a pas besoin d'apporter d'autre élément, sauf en lande sèche où une application complémentaire d'azote ou de potassium peut être utile : on ne la pratiquera que vers 3 ans, lorsque le semis aura acquis un certain développement.

Fertilisation de l'Épicéa et du Douglas sur les granites ou gneiss du Massif Central, à altitude basse ou moyenne (au-dessous de 1 000 m)

Une fertilisation par pied, à base de phosphore essentiellement, est intéressante. Une bonne formule est d'apporter 150 grammes de scories ou 130 grammes de phosphates naturels broyés dès la plantation. L'année suivante on peut compléter, dans les landes à Callune, par 30 à 50 grammes de sulfate de potassium ou 50 à 80 grammes de Patentkali.

Dans les sols de cette région, extrêmement pauvres en calcium, il serait utile de compléter cette fertilisation par pied par l'apport, vers 7 à 10 ans, de 1 500 kg de craie phosphatée ou de calcaire broyé enrichi en phosphate, épandus en plein.

Fertilisation des Peupliers

Les chercheurs de l'AFOCEL (Barneoud et Bonduelle, 1970) conseillent l'apport en couronne autour de chaque plant de 100 grammes d'azote et 200 grammes de P_2O_5 . Ceci peut être réalisé par l'épandage, avec léger enfouissement à la griffe, de 300 g d'ammonitrate à 34,5 % et 450 g de superphosphate triple. Un apport de 500 g de phosphate d'ammoniaque, bien que fournissant un peu moins d'azote et un peu plus de phosphore, peut convenir, avec l'avantage de n'avoir à épandre qu'un seul engrais.

Dans les sols pauvres en potassium, on pourra compléter cette formule par 200 grammes de sulfate de potassium.

CONCLUSIONS

Comme toutes les techniques modernes, la fertilisation peut apporter un concours extrêmement précieux à la croissance juvénile des jeunes plantations résineuses ou feuillues. Le tableau IV indique les résultats essentiels de quelques essais où le gain d'accroissement s'est révélé substantiel.

Mais elle exige d'être employée avec discernement, après une analyse du sol ou du feuillage d'une plantation de même espèce dans la même station que celle qu'on veut réaliser. Cependant la fertilisation peut être systématique lorsque son intérêt a été amplement démontré par

Tableau IV

RÉSULTATS DE QUELQUES ESSAIS

Essai	Essence et situation	Type de fertilisation	Meilleur traitement	Résultats		
				Grandeur mesurée	Meilleur traitement	Témoin
Mimizan ⁽¹⁾	Pin maritime Landes (lande humide à mésophile)	EP	P	V à 26 ans	270 m ³	156 m ³
Grand-Grammont ⁽²⁾	Epicéa commun Plateau de Millevaches (lande à fougère)	PS avec renouvellement à 7 ans	P + Ca	C à 12 ans	23 cm	17 cm
Razès ⁽²⁾	Epicéa commun Limousin Monts d'Ambazac (lande à callune)	PS avec renouvellement à 7 ans	P + K + Ca	C à 14 ans	27 cm	17 cm
Langle ⁽³⁾	Douglas Limousin (granite)	EP	P + K	C à 10 ans	41 cm	29 cm
Saint-Menges ⁽³⁾	Douglas Ardennes primaire (schistes du Dévonien)	PS	K + Ca + P	H à 4 ans	238 cm	198 cm
Col de la Chipotte ⁽³⁾	Epicéa commun Basses Vosges (grès intermédiaire)	PS	P + N	H à 6 ans	260 cm	182 cm
Aiguevives ⁽¹⁾	Chêne sessile Touraine (limon peu épais sur argile à silex)	EP	P + N + K + Ca	H à 2 ans	103 cm	63 cm

Lorsque la fertilisation a apporté plusieurs éléments les plus efficaces sont en caractères gras.

EP : enfois en plein avant semis ou plantation ; V : volume produit ; C : circonférence ; H : hauteur ; PS : par pied en surface.
(1) Gelpe et Lefrou (sous presse). (2) Bonneau (1983). (3) Bonneau (non publié).

l'usage dans des conditions écologiques bien typées (Landes, Limousin). La pratique de la fertilisation demande également de la prudence si l'on veut en éviter les inconvénients possibles et en tirer le meilleur bénéfice.

M. BONNEAU
Station de Recherches sur les Sols forestiers
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES
(I.N.R.A.)
B.P. 35
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

BIBLIOGRAPHIE

- BARNEOUD (C.), BONDUÉLLE (P.). - Résultats d'essais de fertilisation du Peuplier I 214 en France. - Association Forêt-Cellulose. Compte rendu d'activité 1970, pp. 135-188.
- BONNEAU (M.). - Effet à 12 et 14 ans de la fertilisation sur deux plantations d'Epicéa commun de l'Ouest du Massif Central. - *Revue forestière française*, vol. XXXV, n° 2, 1983, pp. 98-106.
- BONNEAU (M.). - Méthodes d'application des engrais phosphatés pour la fertilisation des plantations. - *La Forêt privée*, n° 115, mai-juin 1977, pp. 59-71.
- BONNEAU (M.). - Résultats après 9 ans de l'essai de fertilisation de Moulière. - *Annales des Sciences forestières*, vol. 27, n° 2, 1970, pp. 341-353.
- DELMAS (I.). - Nutrition minérale comparée des Chênes sessile et pédonculé de trois massifs forestiers : La Reine, Champenoux, Tronçais. - Université de Nancy I, 1984. - 61 p. (D.E.A. Biologie végétale).
- GELPE (J.), LEFROU (G.). - Essai de fertilisation minérale sur Pin maritime à Mimizan (Landes). Résultats après la 26ème année. - *Revue forestière française*, vol. XXXVIII, n° 4, 1986, pp. 394-400.