



HAL
open science

Résultats de fertilisation minérale en région méditerranéenne

Jean-Luc Guitton, Maurice Bonneau, Michel Adrian

► **To cite this version:**

Jean-Luc Guitton, Maurice Bonneau, Michel Adrian. Résultats de fertilisation minérale en région méditerranéenne. *Revue forestière française*, 1988, 40 (4), pp.315-320. <10.4267/2042/25896>. <hal-03424639>

HAL Id: hal-03424639

<https://hal.science/hal-03424639v1>

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

technique et forêt

RÉSULTATS DE FERTILISATION MINÉRALE EN RÉGION MÉDITERRANÉENNE

J.L. GUITTON - M. BONNEAU - M. ADRIAN

La fertilisation minérale est aujourd'hui relativement bien connue dans certaines régions où des essais ont montré son intérêt : Landes, Massif Central, Bretagne où elle est appliquée dans de nombreux reboisements ; le phosphore y est toujours l'élément fertilisant le plus efficace.

En région méditerranéenne, l'effet de la fertilisation risque *a priori* d'être différent, compte tenu des conditions climatiques. Il est cependant intéressant d'y expérimenter car un effort de reboisement non négligeable s'y poursuit. Il est rendu compte ici de deux essais déjà relativement anciens, celui d'Arques (Aude) et celui de Bois-Pelenc (Var) ; les premiers résultats du dernier ont d'ailleurs déjà été publiés (Bonneau, 1980).

ESSAI D'ARQUES

Situation et conditions écologiques

L'essai est proche du peuplement de cèdres bien connu du Riassesse, en première série de la forêt domaniale des Corbières occidentales, mais sur un terrain très différent des schistes de la cédraie, correspondant à des faciès continentaux du Montien (base de l'Éocène) où alternent des calcaires et des marnes. Les faciès lithologiques très changeants et le microrelief très tourmenté rendaient les conditions expérimentales très difficiles ; il en résulte que les cinq blocs de l'essai sont assez différents les uns des autres :

— les blocs 1 et 2 sont installés sur des affleurements de calcaires bréchiques, donnant des sols bruns calcaires à texture équilibrée et assez meubles, en pente nord, le bloc 1 étant en pente plus douce avec un sol plus profond que le bloc 2 ;

— les blocs 3 et 4 correspondent à une petite combe où le sol, également brun calcaire, est développé sur du matériel colluvial ; il est plus calcaire et plus argileux que dans les blocs 1 et 2 et la végétation spontanée, très exubérante, a probablement gêné le développement de certains plants (Ronce, Saule Marsault, Bouleau, Églantier) ;

— le bloc 5 est situé sur des marnes jaunes peu transformées, donnant un sol calcaire très rapidement compact en profondeur.

Tous ces sols sont très pauvres en phosphore assimilable (0,01 à 0,02 p. mille de P_2O_5 extrait selon la méthode de Duchaufour), tandis que la teneur en potassium est assez bonne (0,10 à 0,25 m.e. pour 100 g). L'horizon A_1 est de faible épaisseur et la teneur en matière organique est peu élevée dans l'ensemble du profil.

La pluviométrie globale est assez forte (903 mm à Arques) mais l'été est chaud et sec, l'altitude relativement faible (600 m) ne compensant pas ce facteur défavorable.

Le peuplement antérieur était une futaie de Pin noir d'Autriche de plus de cent ans coupée à blanc vers 1972.

Dispositif expérimental

L'essai porte sur du Pin laricio de Corse. La plantation a eu lieu au printemps 1974 sur des lignes de niveau distantes de deux mètres, les plants étant installés à des intervalles très faibles, de 60 cm, après un simple travail du sol à la pioche, la topographie tourmentée interdisant tout travail mécanique.

Six traitements ont été appliqués : T (témoin), P, K, PK, NP, NPK consistant en combinaisons des traitements élémentaires suivants :

— N : apport en surface, à partir de la deuxième année de plantation, d'ammonitrate à 34,5 % apportant, par plant, 3,4 g d'azote en 1975, en 1976, 1977, 1978, et 13 g en 1983. Un apport d'azote dès la première année n'aurait probablement pas eu d'effet bénéfique, et aurait peut-être même été nuisible sur des plants encore en crise d'installation.

— P : apport en surface, immédiatement après la plantation, de 25 g de superphosphate triple à 45 % (11 g de P_2O_5). La technique d'épandage en surface a été choisie comme étant la seule qu'on puisse raisonnablement envisager dans la pratique, sur un plan économique ; l'enfouissement d'un engrais soluble avant plantation fait d'ailleurs courir un risque de mortalité certain par excès de pression osmotique des solutions du sol, surtout sous des climats à pluie irrégulière. D'ailleurs, le risque existe même lorsque les engrais sont apportés en surface et c'est pourquoi la dose initiale a été modérée, compte tenu également de la reprise difficile du Pin laricio. On a en fait observé que la plupart des plants ayant reçu du superphosphate n'ont pas fait de pousse en 1974, contrairement aux plants témoins.

De nouveaux apports de superphosphate triple ont été effectués en 1977 (15 g de P_2O_5) et en 1983 (27 g de P_2O_5).

— K : apport en surface également, sous forme de sulfate de potassium à 50 %, de 5 g de K_2O en 1974, après la plantation, 15 g en 1976, 10 g en 1977, 20 g en 1983.

Le dispositif comporte 5 répétitions en blocs complets. Chaque parcelle unitaire contient 80 plants mesurables.

Résultats

Ils sont donnés au tableau I ci-contre.

Le traitement NPK, toujours significativement positif au seuil de 1 % ou 1 p. mille, conduit à un gain de hauteur totale très substantiel par rapport au témoin. Les quatre traitements : P, K, NP et PK, donnent des résultats très voisins les uns des autres, moins bons que NPK, mais significativement positifs par rapport au témoin.

Le dispositif se prêtant à des interprétations factorielles, on a pu mettre en évidence un effet significatif à 5 % des trois éléments N, P et K sur l'ensemble des 4 blocs 2, 3, 4 et 5 ; cet effet était à peu près de même importance pour ces trois fertilisants, avec un léger avantage au

Tableau I Essai d'Arques. Effet des traitements sur la croissance en hauteur

	Hauteur		Hauteur		Hauteur		Accroissement		Accroissement	
	cm	% T	cm	% T	cm	% T	1976-	% T	1979-	% T
	1976	= 100	1979	= 100	1986	= 100	1986	= 100	1986	= 100
T	21	100	52	100	155	100	134	100	103	100
P	25	117	67	127	217 ⁺	140	192 ⁺	143	151 ⁺	146
K	25	120	64	122	255 ⁺⁺	144	199 ⁺⁺	148	161 ⁺⁺	156
NP	30 ⁺⁺	138	65	125	190 ⁺	141	190 ⁺	141	154 ⁺	149
PK	25	116	63	122	215 ⁺⁺	138	190 ⁺	142	152 ⁺	147
NPK	34 ⁺⁺⁺	158	83 ⁺⁺	159	259 ⁺⁺⁺	167	255 ⁺⁺⁺	168	176 ⁺⁺	171

Traitements significatifs au seuil de 5 % : + ; au seuil de 1 % : ++, au seuil de 1 % : +++.

potassium. Si l'on introduit les résultats du bloc 1, de croissance bien meilleure (moyenne de hauteur de 290 cm en 1986 contre 200 environ pour les autres), on ne met plus en évidence d'effet individuel des éléments en 1986.

L'effet positif du potassium apporté seul est à noter car il est très rare, dans l'ensemble des essais effectués en France, qu'il ait une action positive en l'absence du phosphore.

Des analyses foliaires, pratiquées à l'automne 1986 sur les témoins et le traitement NP (tableau III), montrent un assez faible niveau de nutrition pour tous les éléments, même chez les plants fertilisés : les teneurs en N et P sont insuffisantes, les teneurs en K et surtout Mg sont médiocres. La fertilisation phospho-azotée n'améliore que faiblement la nutrition en N et P. Il faut en conclure que l'effet des engrais, renouvelés en 1983, est fugace ; la réorganisation de l'azote, la rétrogradation du phosphore en milieu calcaire en sont probablement les causes et les quantités supplémentaires d'éléments nutritifs qui ont pu être prélevées après les apports de 1983 ont certainement été rapidement diluées dans une biomasse produite en plus grande quantité. L'effet sur la croissance semble cependant relativement durable à en juger par les gains enregistrés entre 1979 et 1986.

ESSAI DE BOIS-PELENC

Conditions écologiques

L'essai est situé dans la commune de Montmeyan, en forêt domaniale de Pelenc, canton des Cadenières, à une altitude de 500 m. Le sol est une rendzine brunifiée, développée sur une mince couche d'argile de décarbonation du calcaire portlandien. La teneur en potassium en surface est bonne (1 m.e./100 g), ainsi que la teneur en magnésium (1,7 m.e./100 g), tandis que la fertilité en phosphore est insuffisante (0,07 m. mille de P₂O₅ assimilable, méthode Duchaufour) à 15-25 cm dans l'horizon (B). La teneur en matière organique de l'horizon A₁ est faible : 2,9 % à 3,9 %.

La pluviométrie annuelle au poste météorologique le plus proche à Aups est de 830 mm et la température moyenne annuelle de 12°C.

L'essai a été installé dans un taillis vieilli de Chêne pubescent mélangé de Chêne vert et de Genévrier oxycèdre, avec une végétation à base de *Brachipodium pinatum*, *Dorychneum suffruticosum*, *Euphorbia caracas*, *Rubia peregrina*, *Rubus ulmifolius*, *Carex halleriana*, *Teucrium chamaedris*, *Ulex nanus*, *Briza maxima*.

Des bandes de 5 m de large, équidistantes de 9 m d'axe en axe, ont été ouvertes dans le taillis pour la plantation, et le sol y a été sous-solé sur deux lignes distantes de 2,50 m environ.

Dispositif

L'essai porte sur du Sapin de Céphalonie de différentes provenances, planté au printemps 1968. Huit traitements : T (témoin), N, P, K, NP, NK, PK, NPK, ont été appliqués avec 8 répétitions en blocs incomplets (8 demi-blocs T, NP, NK, PK et 8 demi-blocs N, P, K, NPK). Ce dispositif ne permet théoriquement que de tester des effets « élément » ou « interaction ». Cependant, le fait que les conditions écologiques soient très peu différentes entre deux demi-blocs homologues autorise en fait une exploitation éventuelle en blocs complets et la comparaison de tous les traitements entre eux.

Les huit traitements sont la combinaison des applications d'engrais suivantes :

— N : ammonitrate à 34,5 % épandu en surface autour des plants et apportant à chacun 3,4 g d'azote en 1969 (un an après la plantation), 6,8 g en 1971, 5 g en 1975 et 6 g en 1981, chaque fois au printemps.

— P : 50 g de superphosphate triple à 45 % (22,5 g de P_2O_5) légèrement enfouis par griffage léger sur 2 cm de profondeur à l'emplacement de chaque plant, à l'automne 1967, environ 3 mois avant la plantation.

— Des apports complémentaires, toujours sous forme de superphosphate triple, ont été effectués ultérieurement en surface autour des plants : 3,6 g de P_2O_5 en 1975, 45 g en 1981.

— K : 12 g de K_2O par plant apportés à l'automne 1967 dans les mêmes conditions que le phosphore, 20 g en surface en 1975, 20 g en 1981, sous forme de sulfate de potassium à 50 % de K_2O .

Les parcelles unitaires contiennent chacune 74 plants mesurables.

Résultats

Le tableau II donne les hauteurs et les accroissements. Les traitements N et NK ont eu constamment un effet légèrement négatif. Le traitement K, un peu meilleur que le témoin, mais non significativement jusqu'en 1980, lui devient inférieur pour la hauteur en 1986 et l'accroissement 1980-1986.

L'interprétation factorielle montre que l'élément qui joue le rôle primordial est le phosphore, le seul à avoir un effet positif statistiquement significatif (à 1 %). N et K n'ont d'effet que dans les interactions $N \times P$ et $P \times K$.

Tableau II Essai de Bois-Pelenc. Effets des traitements sur la croissance en hauteur

	Hauteur		Hauteur		Hauteur		Hauteur	
	cm 1976	% T = 100	cm 1980	% T = 100	cm 1986	% T = 100	cm 1980-1986	% T = 100
T	108	100	129	100	226	100	98	100
N	108	100	127	98	222	98	94	96
P	116	107	138	107	236	104	99	101
NP	127 ⁺⁺	118	151 ⁺	117	267 ⁺⁺	118	116 ⁺⁺	118
K	115	106	138	107	222 ⁺⁺	98	84	86
NK	104	96	122	95	222	98	100	102
PK	126 ⁺	117	150 ⁺	116	257 ⁺	114	107	109
NPK	136 ⁺⁺⁺	136	162 ⁺⁺⁺	126	277 ⁺⁺⁺	123	115 ⁺	117

Traitements significatifs au seuil de 5 % : + ; au seuil de 1 % : ++ ; au seuil de 1 % : +++.

Cependant le traitement P (apport du phosphore sans N ni K), bien que toujours supérieur au témoin, n'apporte pas un gain statistiquement significatif. NPK a été le meilleur traitement jusqu'en 1986 si l'on considère la hauteur totale, mais NP lui devient égal pour l'accroissement 1980-86. PK, à égalité avec NP jusqu'en 1980, lui devient un peu inférieur en 1986, ainsi que pour l'accroissement 1980-86. Rien d'étonnant à cela puisque l'analyse du sol montrait une fertilité potassique convenable : une fois le système racinaire bien développé, l'effet du potassium s'amenuise. Les analyses foliaires, pratiquées en 1986, montrent d'ailleurs, dans tous les traitements, une excellente teneur en K : 1 % environ.

Deux éléments, P et N, se montrent donc très actifs dans cet essai. Alors que P a longtemps eu un effet positif propre, N agit grâce à une interaction positive avec P. Pour l'accroissement 1980-86, c'est la synergie entre les deux éléments qui apporte l'essentiel du gain sur la croissance en hauteur.

Les analyses foliaires de 1986 montrent que la nutrition azotée reste trop limitée (1,02 % dans le témoin, 1,11 % dans le traitement NP), ainsi que la nutrition en phosphore (0,11 % dans le témoin, 0,13 % dans le traitement NP).

Tableau III **Composition foliaire à l'automne 1986 de quelques traitements des essais de Bois-Pelenc et d'Arques (en % de la matière sèche)**

Essais	Traitement	N	P	K	Ca	Mg
Bois-Pelenc (Sapin de Céphalonie)	T	1,02	0,11	0,97	0,66	0,11
	NP	1,11	0,13	1,02	0,56	0,11
	PK	1,11	0,13	0,98	0,60	0,12
	NPK	1,06	0,13	0,99	0,57	0,12
Arques (Pin laricio de Corse)	T	0,95	0,09	0,51	0,24	0,07
	NP	1,00	0,11	0,59	0,17	0,06

CONCLUSIONS

Ces deux essais montrent que, dans les conditions édaphiques et climatiques de la région méditerranéenne, l'effet du phosphore, s'il est essentiel, n'est plus quasi exclusif comme en milieu tempéré (Bonneau, 1981). L'apport de phosphore seul, encore très positif à Arques, ne l'est qu'à peine à Bois-Pelenc. L'apport d'azote en complément est indispensable pour valoriser son effet : seul NP ou NPK ont un effet très positif à Bois-Pelenc ; à Arques, l'effet de NPK, bien plus net que celui de PK, montre que N est indispensable pour valoriser l'effet de P et de K (K est du reste indispensable pour valoriser l'effet de N et P). Il est probable que la raison de cette situation se trouve dans la faible réserve de matière organique des sols méditerranéens, conséquence d'une érosion très active dans le passé et encore de nos jours. Une très faible nutrition azotée, ainsi que phosphatée, avait été déjà mise en évidence sur les Pins maritimes de Provence, en terrain cristallin (Bonneau *et al.*, 1974).

Alexandrian (1979) met en évidence, dans l'essai de Fontfroide (Aude), l'utilité d'une fertilisation complète NPK et évoque, pour des essais de l'AFOCEL et du Centre régional de la Propriété forestière Languedoc-Roussillon, les résultats positifs du phosphore et ceux de l'azote, en combinaison avec le phosphore, quelques années après la plantation.

Globalement, on peut dire que, dans les conditions méditerranéennes, il est indispensable que la fertilisation apporte à la fois azote et phosphore ; il est même prudent de préférer une fertilisation complète NPK.

Cependant, il faut demeurer conscient que les apports d'engrais ne produisent un effet clair sur la nutrition, plus précisément sur la composition foliaire, que pendant assez peu d'années. En 1986, à Arques, après un renouvellement des apports en 1983, tout comme à Bois-Pelenc après de nouveaux épandages en 1981, les teneurs des aiguilles en azote et phosphore sont retombées assez bas. Malgré cela, l'effet sur la croissance reste soutenu, sans doute grâce au recyclage interne des quantités supplémentaires d'éléments nutritifs incorporées dans la biomasse.

Il faut aussi noter que ces résultats nettement positifs de la fertilisation n'ont été acquis qu'après des renouvellements fréquents, ce qui pose le problème du passage à la pratique. Des renouvellements aussi fréquents sont-ils rentables ? C'est peu probable. Des doses plus importantes, et plus espacées auraient-elles autant d'effet ? Seules des expérimentations nouvelles, n'apportant par exemple qu'un seul type de fertilisation complète NPK, mais à des doses et échelonnements différents permettraient de répondre à cette question.

On pourrait, à titre indicatif, suggérer de n'intervenir que lorsque les plants sont bien installés pour ne pas craindre d'effet nocif d'apports assez importants : à deux ou trois ans, on apporterait 20 g de P_2O_5 , 20 g de K_2O et 5 à 10 g d'azote sous forme d'un engrais ternaire à dosage aussi élevé que possible (plus le dosage est élevé moindre est la quantité d'engrais à apporter et moins le risque d'effet de choc par augmentation de la pression osmotique des solutions du sol est à craindre). Ces engrais ne doivent pas apporter de chlore, très nocif pour les résineux et parfois présent dans les engrais complets par présence de KCl. Une formule relativement sûre, mais un peu plus coûteuse car nécessitant deux passages ou un mélange préalable, serait d'apporter 50 g de phosphate d'ammoniaque et 40 g de sulfate de potassium. Ces apports pourraient être renouvelés à une dose une fois et demie ou deux fois plus forte, suivant la taille des plants, trois ou quatre ans plus tard en employant une formule plus riche en azote. Le coût des produits (main-d'œuvre exclue), sur la base de 1 600 plants à l'hectare, serait de l'ordre de 1 000 F au total.

Entin, puisque les engrais appliqués en surface se révèlent efficaces, on peut aussi envisager de traiter les régénérations naturelles de Pin noir d'Autriche par des apports de cette nature en plein ou en bandes, par exemple, 650 kg par hectare d'un engrais ternaire 15.15.15, ce qui représente un coût de produit de 260 F/ha environ.

J.L. GUITTON
CENTRE NATIONAL DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL, DES EAUX ET DES FORÊTS
Domaine de Lалуas
D 83
63200 RIOM

M. BONNEAU, M. ADRIAN
Laboratoire Sols et Nutrition des Arbres forestiers
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES (INRA)
BP 35
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRIAN (D.). — Premiers résultats d'un essai de fertilisation dans le périmètre DFCI du massif de Fontfroide (Aude). — *Revue forestière française*, vol. XXXI, n° 6, 1979, pp. 483-490.
- BONNEAU (M.). — Note sur l'essai de fertilisation de Bois-Pelenc (Var). — *Forêt méditerranéenne*, tome II, n° 2, 1980, pp. 183-188.
- BONNEAU (M.). — Fertilisation et production forestière en France en 1980. — *Comptes rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France*, séance du 11 mars 1981, pp. 437-451.
- BONNEAU (M.), TIMBAL (J.), SCHVESTER (D.). — La nutrition des semis de Pin maritime dans différentes stations du Massif des Maures. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 31, n° 3, 1974, pp. 181-187.