



**HAL**  
open science

## Premiers résultats de la fertilisation azotée en forêt de dune

Georges Illy

► **To cite this version:**

Georges Illy. Premiers résultats de la fertilisation azotée en forêt de dune. *Revue forestière française*, 1964, 16 (10), pp.734-743. 10.4267/2042/24589 . hal-02732150

**HAL Id: hal-02732150**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02732150>**

Submitted on 2 Jun 2020

**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.

## PREMIERS RÉSULTATS DE LA FERTILISATION AZOTÉE EN FORÊT DE DUNE

PAR

G. ILLY

Ingénieur des Eaux et Forêts  
Institut national de la recherche agronomique  
Station de recherches forestières de Bordeaux

---

Depuis quelques années, le problème de la fertilisation minérale des sols podzoliques sur sables des Landes de Gascogne commençait à être mieux connu, et les conclusions les plus importantes en étaient que l'apport d'un engrais phosphaté avant un reboisement par semis de Pin maritime est très bénéfique (GUINAUDEAU, ILLY, MAUGÉ, DUMAS, 1963).

Mais ces résultats n'avaient pu être transposés pour la zone des dunes côtières: un petit essai installé à Mimizan-Plage en 1959, comportant les traitements: Témoin, NP, NK, PK, NPK (1), n'avait donné de résultats significatifs qu'en ce qui concerne le nombre des semis qui était diminué, d'une façon inexplicable jusqu'ici, par les engrais NP. D'autres essais beaucoup plus importants avaient été installés en 1959 par M. l'Ingénieur Principal des Eaux et Forêts JUNET dans les forêts domaniales de Ste-Eulalie et de Mimizan: il s'agissait d'apport en surface d'engrais phosphaté sous forme de scories ou de phosphate moulu sur des semis naturels de Pin maritime âgés d'environ 2 à 3 ans. L'observation n'a pu mettre en évidence de différences, soit dans l'aspect des plants, soit dans leur hauteur. Des mesures systématiques de hauteur, faites en décembre 1962, ont montré qu'il n'y avait eu aucune action de

(1) N: engrais azoté, P: engrais phosphaté, K: engrais potassique.

l'engrais phosphaté. Cela ne semblait pas tenir au mode d'apport puisque dans les sols de lande on a vu une action positive d'engrais phosphaté mis en surface.

On a donc recommencé l'expérimentation en 1963 pour essayer de trouver une réponse à ce problème: l'expérimentation a été faite en double, portant d'une part sur un essai en forêt sur de jeunes semis naturels, et d'autre part sur un essai en modèle réduit en pépinière sur de tout jeunes semis en pots (1).

### 1 — L'expérience en forêt du Porge-Lespilandre

Contrairement aux essais de fertilisation dans la lande, on n'a pas épandu l'engrais avant un reboisement par semis artificiel. En effet, une expérience — encore en cours — de fertilisation complexe à l'aide d'engrais minéraux, d'engrais organiques et d'engrais verts, a apporté de nombreux déboires, le semis n'étant réussi que de façon très incomplète. On a voulu éviter les aléas du semis et profiter de semis existants: l'expérience a été installée dans la division 5 de la 1<sup>re</sup> série de la forêt communale soumise du Porge, à 2 km de la mer. Il s'agissait d'une coupe rase où l'exploitation avait commencé après décembre 1958. Les plants étaient âgés de 3 à 4 ans, dans l'ensemble assez réguliers, et d'une hauteur de 1 m à 1,50 m. Le nombre de plants variait de 60 à 120 plants à l'are.

#### 11 — Assiette du dispositif:

La zone disponible s'étendait à la fois dans la lette (dépression entre deux dunes successives) et sur un versant de dune exposé à l'ouest. Les conditions de croissance du Pin maritime variant de façon encore très mal connue suivant que l'on se trouve dans une lette ou sur la dune, on a voulu asseoir l'expérience à cheval sur ces deux zones.

On a délimité dans la dune 24 placettes carrées de 15/15 mètres et dans la lette 48 placettes identiques. Il s'agissait de trouver 4 séries homogènes de 8 placettes dans la lette et 2 séries homogènes de 8 placettes dans la dune, ces 6 séries au total devant constituer 6 blocs ou 6 répétitions de 8 traitements.

On a procédé au comptage et à la mesure des hauteurs de tous les jeunes plants existant à l'intérieur de la zone utile des placeaux. Cette zone utile était un carré de 11/11 mètres qui laissait ainsi, en dehors de l'expérience, une bande extérieure de 2 m de large, indispensable pour éviter les interactions réciproques entre les placeaux.

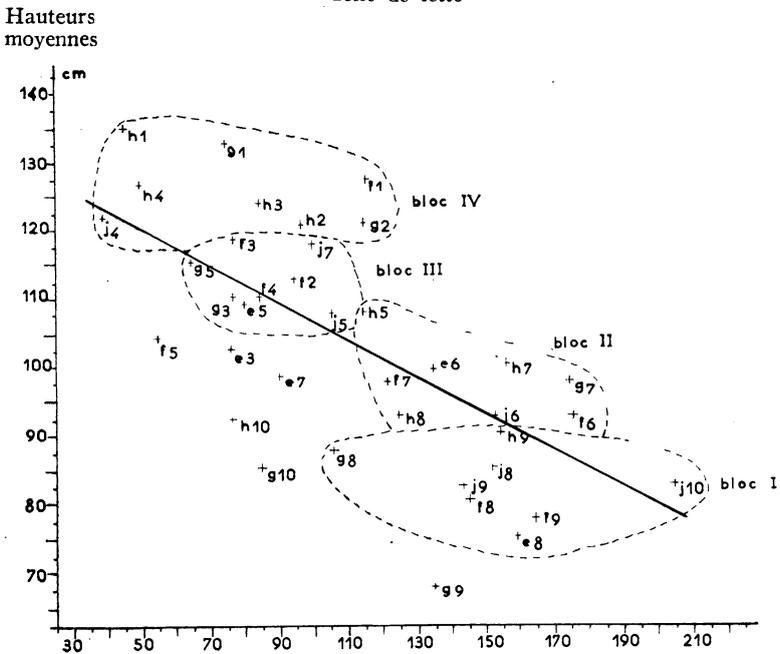
Les résultats de ces mesures ont été assez frappants, montrant que *la hauteur moyenne des plants des placeaux était une fonction*

(1) Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidé pour cette expérience et en particulier M. BONNEAU, Directeur de la Station Science du Sol et Fertilisation, M. TOMASSONE, Station de Biométrie, M. HUBIN et le personnel de l'Inspection des Eaux et Forêts de Bordeaux.

linéaire décroissante du nombre de plants de ce plateau (Cf. graphique 1): cela peut s'expliquer soit par le fait qu'un plus grand nombre de plants, à fertilité du sol égale, réduit la hauteur moyenne, soit plus probablement par le fait que si la fertilité du sol est supérieure et la hauteur supérieure, la concurrence joue davantage et élimine plus de plants.

### GRAPHIQUE 1

Hauteur moyenne des placeaux en fonction du nombre de semis  
zone de lette



Des analyses de sol ont été faites sur chacun des placeaux témoins de chaque bloc au laboratoire de pédologie de la Station de Recherches à Nancy. nous donnons, dans le tableau 1, l'analyse pour le placeau T III qui montre qu'en fait on se trouve devant un régosol sans matière organique et sans azote, et très pauvre en tous éléments minéraux.

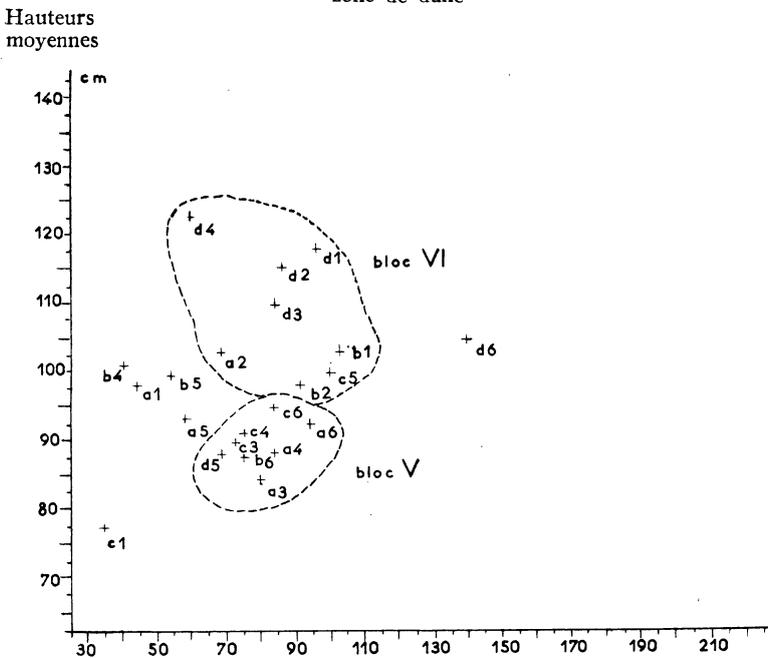
On a procédé à une étude botanique de la végétation, constituée principalement de genêt à balais (*Sarothamnus scoparius*), de brande (*Erica scoparia*), de carex (*Carex arenaria*) et secondairement de ronce, chêne pédonculé, saule, séneçon. La végétation va-

riaient beaucoup d'un point à un autre, et n'a pas permis de faire de regroupements.

On a alors constitué les blocs en prenant ensemble par groupes de 8, les parcelles les plus semblables quant au nombre de plants et à leur hauteur moyenne, indépendamment de leur position sur le terrain. Le bloc I était ainsi constitué par les parcelles ayant la plus faible hauteur moyenne, et le bloc IV par les parcelles ayant la plus forte hauteur moyenne pour la lette. Le bloc VI de la dune a une hauteur supérieure au bloc V, mais un nombre de plants semblables (Graphique 2).

### GRAPHIQUE 2

Hauteur moyenne des placeaux en fonction du nombre de semis  
zone de dune



Il a été curieux de constater que ce regroupement par bloc fait indépendamment de l'implantation sur le terrain montrait dans la lette une fertilité croissante du sud-est vers le nord-ouest, si l'on considère que la hauteur moyenne des plants est un indice de fertilité; rien dans la topographie ne le laissait prévoir.

#### 12 — Les traitements appliqués:

Dans l'incertitude où nous étions de l'effet de tel ou tel engrais, nous avons tenu à appliquer toutes les combinaisons possibles des

trois éléments fondamentaux : N, P, K, soit seuls, soit en combinaison, ce qui nous donnait les traitements suivants :

Témoin, N, P, K, NP, NK, PK, NPK.

Il s'agissait en somme d'un essai factoriel  $2^3$ , c'est-à-dire 3 traitements à 2 niveaux (traitements appliqués ou non).

Rappelons que l'on s'était résolu à apporter les engrais en surface, d'une part à cause de la difficulté de les enfouir en raison de la disposition des semis naturels, et d'autre part avec l'espoir qu'ils pourraient migrer facilement puisque le sol était totalement dépourvu de complexe absorbant. Ceci était d'ailleurs très vraisemblable pour l'azote et la potasse, engrais solubles.

En ce qui concerne le phosphore, on a préféré le mettre sous deux formes, l'une insoluble, le phosphate naturel moulu, et l'autre soluble, le superphosphate. Pour l'azote, on a utilisé le nitrate d'ammonium dont l'ion  $\text{NO}_3^-$  est immédiatement utilisable et dont l'ion  $\text{NH}_4^+$  l'est moins rapidement. On n'a mis que des doses relativement réduites (qui seront d'ailleurs renouvelées en principe dans deux ans), soit :

— pour l'azote : 45 kg à l'hectare provenant de nitrate d'ammonium à 20,5 % ;

— pour le phosphore : d'une part, 45 kg sous forme de superphosphate à 18 %, d'autre part 45 kg sous forme de phosphate naturel moulu à 29,5 % ;

— pour la potasse : 45 kg sous forme de sulfate de potassium.

L'engrais a été épandu au printemps (24 mai 1963), à une période où la végétation est en pleine activité, car une thèse de SEILLAC (Bordeaux, 1960) montre que la concentration maximum en N, P et K des aiguilles du Pin maritime se produit vers avril-mai.

### 13 — Résultats actuels :

On ne s'attendait pas au départ à ce qu'une action quelconque se fasse sentir au cours de l'année 1963. En fait, des résultats ont déjà été obtenus grâce à deux sortes de mesures :

#### 131 — La longueur des feuilles :

On sait que pour les pins en général et en particulier pour le Pin maritime, la longueur des feuilles varie considérablement d'une année à l'autre suivant en particulier les conditions de climat. La saison 1963 a été beaucoup plus humide et sur le même arbre les aiguilles étaient de 50 à 100 % plus longues que pour la saison précédente. Nous avons pensé que, si les aiguilles réagissaient aux conditions climatiques de l'année même de leur pousse, elles pouvaient fort bien réagir à des conditions d'alimentation différentes, et en particulier des engrais. Nous avons ainsi prélevé en septembre 1963 une poignée de paires d'aiguilles situées vers le milieu de la pousse de l'année 1963, sur l'axe principal, pour 10 arbres dans chaque plateau. Ces arbres étaient groupés mais le centre du cercle dans lequel ils étaient inscrits avait été choisi par tirage au sort.

Les résultats des mesures de longueur de ces aiguilles sont consignés dans le tableau 2. On voit ainsi l'action extrêmement nette de l'azote qui a apporté une longueur supplémentaire aux aiguilles de 1,79 cm, la longueur moyenne des témoins étant de 11,91 cm.

En termes statistiques, cet effet est significatif au niveau de probabilité de 1 %. Bien entendu, cet effet de l'azote se conserve si on lui ajoute du phosphore ou de la potasse, mais il n'y a aucune interaction entre l'azote et les deux autres éléments.

### 132 — Effets sur l'accroissement:

Au cours de l'été, on a cherché à voir si dans cet essai apparaissaient à l'œil des différences, en particulier de couleur: rien n'a pu être noté. Compte tenu des résultats de la mesure de la longueur des aiguilles, on a alors cherché (sans grande conviction au départ) s'il y avait une action positive sur les accroissements de l'année 1963, et plus précisément sur la différence de hauteur moyenne entre l'automne 1963 et l'automne 1962, pour chaque plateau. Les résultats, contrairement à notre attente, ont été positifs et sont consignés dans le tableau 2.

Comme le montre le test F de Fisher-Snedecor, les différences observées entre les traitements semblent significatifs, mais seulement pour l'azote exactement comme pour la longueur des aiguilles. Cette constatation nous a un peu étonnés d'ailleurs car l'expérience montre que dans le Pin maritime la longueur de la pousse d'une année donnée est surtout conditionnée par les conditions de milieu, en particulier sécheresse ou humidité, qui ont régné pendant la saison précédente et non l'année même de la pousse.

## 2 — L'expérience à modèle réduit de la Pépinière de l'Hermitage

Au cours de l'année 1962, nous avons conduit avec M. DUMAS, Délégué agronomique à Bordeaux de l'Office National Industriel de l'Azote, un essai réduit de fertilisation de jeunes semis de Pin maritime en pots « Riviera »: ces pots sont des récipients en matière plastique, à double fonds, contenant une réserve d'eau dans laquelle vient tremper une étoffe qui fait mèche et qui maintient humide la terre du pot placée sur une grille au-dessus de la réserve d'eau. Cette réserve est d'ailleurs visible par une fenêtre translucide, et n'a besoin d'être renouvelée qu'une fois par semaine environ.

L'essai conduit avait consisté à tester l'effet d'engrais phosphatés et azotés sur la terre normale de lande plantée à l'aide de jeunes semis.

Les résultats, positifs pour le phosphore, avaient été comparables à ceux que l'on observe avec des essais menés en forêt.

Nous basant sur cette expérience, nous avons envisagé de conduire en pépinière un essai de fertilisation identique à celui mené au Porge-Lespilandre, mais à échelle réduite.

Pour cela, nous avons prélevé dans chacun des plateaux du Porge-Lespilandre, sur une profondeur de 50 centimètres, du sable que nous avons introduit à raison de 11 litres, soit 13 à 14 kg environ, dans les grands pots « Riviera », modèle 15. Faute d'un nombre de pots suffisant, nous n'avons constitué que les blocs I, IV et VI, soit en tout 24 pots. Les engrais ont été apportés sous la même forme qu'en forêt: le service des Recherches Agronomiques de l'O.N.I.A. (Office National Industriel de l'Azote) nous a apporté sa collaboration pour le calcul des doses équivalentes à celles apportées en forêt, et a effectué la préparation des petits tubes correspondants.

Le 21 juin, on a planté dans les pots de jeunes semis prélevés dans une caisse contenant de la sciure, et qui avaient été semés le 21 mai 1963. Pour avoir une plus grande homogénéité des plants, les semis repiqués provenaient tous d'un seul arbre du domaine de l'Hermitage, et avaient tous le même nombre de cotylédons. On a pu montrer en effet, que lors de la première année de croissance, la hauteur atteinte par les jeunes semis dépend étroitement du nombre de cotylédons (ILLY, 1963): or la comparaison est facilitée si l'on emploie du matériel homogène.

Les repiquages ont été faits à raison de 4 semis par pot.

Au début de septembre, des différences très nettes apparaissaient suivant les traitements, et des mesures ont montré que les résultats étaient extrêmement significatifs (Tableau 3).

L'action de l'azote ici aussi est extrêmement forte, puisque la hauteur supplémentaire due à cet engrais est de 24,75 mm, la hauteur moyenne du témoin étant de 68,67 mm. De nouvelles mesures ont été faites en décembre 1963, mais n'ont pas apporté de modifications à ce classement.

#### DISCUSSION.

Il serait évidemment prématuré de tirer des conclusions définitives de cet essai, limité dans le temps. Si nous avons tenu à en donner si rapidement les résultats, c'est en raison des différences qu'il présente avec celui de Mimizan pour lequel avec la même espèce forestière, le même climat, la même roche-mère, on observe une action très forte du phosphore seul et nulle de l'azote seul. A Lespilandre, les rôles sont exactement renversés et l'azote apporte les suppléments de croissance suivants: 15 % pour la longueur des aiguilles, 23,5 % pour les accroissements en hauteur de jeunes plants de 5 ans et 36 % sur les hauteurs de jeunes semis âgés de quelques mois. Quelles pourraient en être les causes?

A Lespilandre, il n'y a que des traces de matière organique, donc aucune réserve d'azote sous quelque forme que ce soit, si bien que le facteur limitant de la nutrition est le manque d'azote.

A Mimizan, le facteur limitant était le phosphore, mais quand les besoins en phosphore étaient satisfaits, un apport d'azote était lui-même bénéfique.

Mais alors, le même phénomène devrait se produire mutatis mutandi à Lespilandre, et un apport de phosphore en même temps que d'azote devrait marquer: en fait, on n'a pu encore le noter en forêt, mais cet effet du phosphore est très net pour l'expérience de pépinière en pots avec les mesures faites en décembre au lieu de septembre; il apparaît aussi très nettement dans une autre expérience en pots, un peu plus tardive et où l'on avait administré une dose double d'azote à tous les pots: l'action du phosphore est ici de presque 20 %.

Sur le plan général, on peut voir qu'en sylviculture — et l'agriculture le savait depuis longtemps — le problème de la fertilisation minérale peut recevoir des solutions très différentes dans des conditions assez voisines, au moins en ce qui concerne l'équilibre des divers éléments.

Notons en passant l'intérêt que présente dans l'expérimentation en fertilisation la culture en pots qui peut doubler très utilement une expérience installée en forêt.

Sur le plan pratique, on ne peut encore conseiller systématiquement l'emploi d'engrais azotés par les forestiers des régions de dunes, d'autant plus que le problème économique de la rentabilité de l'affaire se pose: le kilogramme d'azote coûte cher, et l'on sait bien que l'action de cet élément est beaucoup plus fugace que celle du phosphore. Beaucoup de travail reste à faire sur le sujet, mais l'on comprend déjà combien était justifié le semis, par les premiers reboiseurs des dunes, de légumineuses (genêt ou ajonc) en mélange avec le pin, à qui elles fournissaient une source d'azote naturelle.

#### BIBLIOGRAPHIE

- GESSEL (S.-P.). — Progress and problems in mineral nutrition of forest trees, p. 221-35, in KOZLOWSKI (T.T.), *Tree growth*, The Ronald Press Company, New York, 1962.
- GUINAUDEAU (J.), ILLY (G.), MAUGÉ (J.-P.), DUMAS (F.). — Essai de fertilisation minérale sur Pin maritime à Mimizan (Landes). *Annales de l'École Nationale des Eaux et Forêts et de la Station de Recherches et Expériences Forestières*, Tome XX, fasc. 1, 1963, p. 1-72.
- ILLY (G.). — Nouvelles études sur les relations entre le nombre des cotylédons et la croissance du Pin maritime. Groupe d'études des problèmes de physiologie de l'arbre. *Compte rendu de la réunion du 24 janvier 1964*, p. 7-8, ronéo.
- SEILLAC (P.). — Contribution à l'étude de la nutrition du Pin maritime: variations saisonnières de la teneur des pseudophylles en azote, potassium et acide phosphorique. Thèse doctorat ès sciences, Bordeaux, 1960, 60 p.
-

TABLEAU 1  
Analyse (% de terre sèche à l'air)

Profondeur	pH	C	MO	N	C/N	K (1)	Ca (1)	Mg (1)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	T (1)
(0-5)cm 203 1	4,7	0,05	0,1	-	-	0,03	0,28	0,06	0,01	4,5
(15-30) 2	4,4	0,05	0,1	-	-	0,03	0,31	traces	0,01	-
(30-45) 3	4,4	0,05	0,1	-	-	0,03	0,36	0,06	0,02	6,0
(45-60) 4	4,0	-	-	-	-	0,02	0,28	0,01	0,01	-
(60-75) 5	4,0	-	-	-	-	0,02	0,25	0,08	0,02	-

(1) milliéquivalents pour 100 g.

TABLEAU 2  
Analyse factorielle de l'effet des engrais  
Longueur des aiguilles de l'année  
Accroissement en hauteur (saison 1963)

Traitements	Effet significatif		Intensité de l'effet	
	Aiguilles	Accroissement <sup>t</sup>	Aiguilles (mm)	Accroissement <sup>t</sup> (cm)
N	** (1)	**	+1,79	+4,58
P	NS (2)	NS	+0,30	-2,42
K	NS	NS	+0,10	-1,22
Intéractions				
NP	NS	NS	-0,80	-0,60
PK	NS	NS	-0,35	+0,07
KN	NS	NS	-0,46	+1,10
NPK	NS	NS	+0,47	-1,68
Témoïn .....			11,91 mm	19,71 cm

(1) Significatif avec une probabilité inférieure à 1 %.

(2) Non significatif.

TABLEAU 3

Analyse factorielle de l'effet des engrais  
Hauteur de jeunes plants de 6 mois en pots Riviera

Traitements	Effet significatif	Intensité de l'effet en cm
N	+ +	+ 24,75
P	NS	+ 9,17
K	NS	-1,63
Intéractions		
NP	NS	+ 3,71
PK	NS	+ 3,17
KN	NS	-2,67
NPK	NS	-0,46

Témoïn...

hauteur moyenne en mm

68,67