



**HAL**  
open science

## **Etude expérimentale du comportement de divers clones de résineux et de deux clones de peuplier vis-à-vis du pH et de la teneur en calcaire du sol**

Jean Garbaye, François Le Tacon

### ► **To cite this version:**

Jean Garbaye, François Le Tacon. Etude expérimentale du comportement de divers clones de résineux et de deux clones de peuplier vis-à-vis du pH et de la teneur en calcaire du sol. *Revue forestière française*, 1974, 26 (6), pp.439-446. <10.4267/2042/20861>. <hal-03395662>

**HAL Id: hal-03395662**

**<https://hal.science/hal-03395662v1>**

Submitted on 22 Oct 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

Cette rubrique est dirigée par

L. LANIER

Ingénieur en chef du G.R.E.F.

Professeur à l'Ecole nationale  
du génie rural, des Eaux et des Forêts

14, rue Girardet  
54042 NANCY CEDEX

# biologie et forêt

## **ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DU COMPORTEMENT DE DIVERS CLONES DE RÉSINEUX ET DE DEUX CLONES DE PEUPLIER VIS-A-VIS DU pH ET DE LA TENEUR EN CALCAIRE DU SOL**

J. GARBAYE - F. LE TACON

*Class. Oxford 232.1 : 181.34*

Les essences résineuses réagissent de façon très diverse au pH et surtout à la teneur en calcaire du sol.

La tolérance au calcaire est un caractère très intéressant dans de nombreuses régions, telles que les plateaux calcaires du Nord-Est, l'auréole des calcaires secondaires du Massif Central, la région méditerranéenne, etc.

Pour étudier le comportement juvénile vis-à-vis du pH et de la teneur en calcaire du sol de diverses espèces et provenances résineuses, nous avons cultivé de jeunes plants en pots, en faisant varier uniquement ces deux facteurs et en maintenant tous les autres aussi constants que possible.

Enfin, deux clones de peuplier ont également été expérimentés. En effet, la résistance au calcaire ou à l'acidité sont aussi deux caractères très importants pour les peupliers.

### **ESPÈCES ET PROVENANCES UTILISÉES**

Le tableau n° 1 donne la liste des 26 espèces, provenances ou clones (pour le peuplier) qui ont été étudiés, ainsi que la nature de la roche-mère des peuplements d'origine.

Dans la mesure du possible, les différentes provenances d'une même espèce ont été choisies sur des roches-mères différentes (1).

### **TRAITEMENTS ET DISPOSITIF EXPERIMENTAL**

La matière organique du sol atténue les réactions des arbres vis-à-vis du calcaire en abaissant le pH. D'autre part, suivant le pH, elle fournit par minéralisation des formes différentes d'azote (ammoniacale ou nitrrique).

(1) Nous remercions MM. Arbez, de la Station d'amélioration des arbres forestiers du C.N.R.F. et Lepoutre, de la Station de recherche forestière de Rabat, qui nous ont aimablement procuré les graines nécessaires.

Tableau n° 1

## Espèces, provenances et clones utilisés

Espèce	Sous-espèce	Provenance ou clone	Roche-mère de la station naturelle d'origine	Roche-mère de la station de provenance (lorsque l'origine est inconnue)	Nombre d'années d'observations
<i>Pinus sylvestris</i>		Dluzek (Pologne)	Sables acides	—	2
		Haguenau (Vosges)	Grès	—	2
		Mossig (Vosges)	Grès	—	2
<i>Pinus nigra</i>	<i>Laricio calabrica</i>	Cozenza II (Calabre)	Cristallin	—	2
	<i>Laricio corsicana</i>	Vivario (Corse)	Cristallin	—	2
	<i>nigricans</i>	Visegrad III (Yougoslavie)	Calcaire	—	2
	<i>nigricans</i>	Kobjeglava (Yougoslavie)	Calcaire	—	2
<i>Pinus pinaster</i>		Landes	Sables acides	—	1
		Zaouia d'Ifrane (Maroc)	Dolomie	—	1
		Talassentane (Maroc)	Dolomie	—	1
		Tamjout (Maroc)	Calcaire	—	1
		Tamgilt (Maroc)	Calcaire	—	1
<i>Picea abies</i>		Straiture II (Vosges)	Granite	—	2
		Risoux II (Jura)	Calcaire	—	2
		Mignovillard II (Jura)	Calcaire	—	2
		Auris (Isère)	Schistes calcaires	—	2
		Mailly (Champagne) origine inconnue	?	Craie	1
<i>Pseudotsuga menziesii</i>		Verrerie de Moussans (Hérault) origine inconnue	?	Schistes gréseux	2
		St Just d'Avray II (Rhône) origine inconnue	?	Cristallin	2
		Sivrite (M.-et-M.) origine inconnue	?	Argile de décarbonatation	2
<i>Abies alba</i>		Vosges	Granite	—	2
<i>Abies nordmanniana</i>		Provenance inconnue	?	?	2
<i>Larix europaea</i>		Embrun (Alpes)	Schistes	—	1
		Kowari (Pologne)	?	—	1
<i>Populus x euramericana</i>		'I-214'	—	—	1 + 1
<i>Populus trichocarpa</i>		'Fritzi-Pauley' (Etat de Washington)	?	—	1 + 1



Exemple d'une provenance sensible au calcaire et présentant une forte chlorose en présence de calcaire (Mélèze EMBRUN, en haut), et d'une provenance indifférente au calcaire (Pin noir KOBJEGLAVA, en bas). De gauche à droite les traitements se succèdent dans l'ordre suivant : 10 %  $\text{CaCO}_3$ , pH 7, pH 6 et pH 5. Chaque photo ne montre que trois des quatre répétitions

Photos GARBAYE

Pour éviter ces interactions, nous avons choisi un matériau de base totalement dépourvu de matière organique (sable limoneux du Valanginien), auquel nous avons apporté une fertilisation NPK : 10 g/100 kg de sulfate de potassium, 10 g/100 kg de superphosphate triple, et apports fractionnés d'azote uniquement sous forme nitrique au cours de la saison de végétation. Nous avons choisi la forme nitrique car tous les résultats obtenus précédemment semblent indiquer que les résineux sensibles au calcaire ont des difficultés d'utilisation de l'azote nitrique à pH élevé.

Ce substrat de base, à pH 5, a ensuite été amené à pH 6 puis à pH 7 par des apports convenables de chaux. Enfin, dans deux traitements supplémentaires, nous avons apporté de la craie pulvérisée (blanc de Champagne) à raison de 1 % et 10 % de carbonate de calcium. Ce calcaire très finement broyé est presque entièrement du « calcaire actif ».

Le pH de ces deux derniers traitements est de 8,5.

Nous avons donc les cinq traitements suivants :

Traitement	1	2	3	4	5
pH	5	6	7	8,5	8,5
Teneur en $\text{CaCO}_3$ (%)	0	0	0	1	10

Pour une espèce, une provenance ou un clone, chaque traitement est répété quatre fois (dispositifs en blocs complets). Chaque traitement unitaire est constitué par un pot de 17 l contenant

Comportement vis-à-vis du calcaire

		Chute de croissance entre pH 7 (0 % de calcaire) et 1 % de calcaire				
		Très faible (non significative mais différence significative entre pH 5 et 10 % de CaCO <sub>3</sub> )			Faible (significative)	
		Nulle			Très forte (significative)	
Chlorose et mortalité dans les traitements avec calcaire au bout d'un an		<i>Pinus nigra nigricans</i> (Kobi)	<i>Pinus nigra nigricans</i> (Vise III)	<i>Pinus sylvestris</i> (Dluzek)	<i>Pinus sylvestris</i> (Haguenu)	
	Mortalité nulle	<i>Populus trichocarpa</i> 'Fritzi-Pauley' (2 <sup>e</sup> année) <i>Populus x euramericana</i> '1-214' (1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> année) <i>Pinus nigra laricio</i> (Vivarrio)	<i>Pinus nigra laricio</i> (Cozenza II)	<i>Populus trichocarpa</i> 'Fritzi-Pauley' (1 <sup>re</sup> année)		
Pas de chlorose				<i>Pinus sylvestris</i> (Moss)		
Chlorose faible l'hiver, disparaissant en été	Mortalité forte					
	Mortalité nulle	<i>Pinus pinaster</i> (Zaoula d'Ifrane) <i>Pinus pinaster</i> (Talassentane)	<i>Pinus pinaster</i> (Tamgilt)	<i>Pinus pinaster</i> (Tamjout)	<i>Pinus pinaster</i> (Landes)	
Mortalité forte						
Forte chlorose même pendant la période de végétation	Mortalité nulle		<i>Picea abies</i> (Mignovillard) <i>Picea abies</i> (Mailly) <i>Picea abies</i> (Risoux)	<i>Larix europaea</i> (Kowari) <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Moussans)	<i>Larix europaea</i> (Embrun) <i>Picea abies</i> (Straiture) <i>Pseudotsuga menziesii</i> (St Just d'Avray)	
	Mortalité forte		<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Sivrite)	<i>Abies alba</i> (Vosges) <i>Abies nordmanniana</i>		
			<i>Picea abies</i> (Auris)			

20 kg de substrat, sur lequel nous avons repiqué 6 semis d'un an, élevés en pépinière sur un mélange de sable et de tourbe (dans le cas des résineux), ou planté une bouture de 20 cm (dans le cas des peupliers).

Les pots sont disposés dans des bâches de pépinière et arrosés quotidiennement au jet en période sèche ; un léger ombrage a été maintenu sur les résineux pendant la première année.

Le tableau n° 1 donne, pour chaque provenance, le temps d'observation après repiquage.

Dans le cas des peupliers, qui ne peuvent être maintenus qu'un an en pots, les traitements ont d'abord été les mêmes que pour les résineux. Dans ces conditions, la fumure et l'arrosage se sont révélés insuffisants pour ces espèces très exigeantes. L'expérience a donc été renouvelée l'année suivante, avec des doses doubles d'engrais et un arrosage plus abondant.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Influence du pH du sol sur la croissance

Généralement, les provenances résineuses semblent présenter une diminution de la croissance lorsque le pH passe de 5 à 7 (caractère acidiphile), bien que cette tendance ne soit significative que dans peu de cas.

D'autres (Pin laricio Cozenza II et Epicéa Straiture) présentent un optimum de croissance pour pH 6 (caractère mésophile).

Enfin, les peupliers sont franchement neutrophiles : la croissance est la meilleure à pH 7. Ce caractère est plus marqué pour 'I-214' que pour 'Fritzi Pauley'.

### Influence du calcaire sur la croissance, la chlorose et la mortalité

Le tableau n° 2 montre que les 26 provenances et clones étudiés se comportent de façon complexe vis-à-vis du calcaire. La présence de calcaire peut avoir trois types d'effet ; elle peut agir, séparément ou simultanément, sur la croissance, sur l'apparition de la chlorose et sur le taux de mortalité.

Les graphiques des planches 1 et 2 donnent les résultats complets pour douze provenances représentatives de chacun des types de comportement rencontrés.

A l'intérieur de chacune des trois classes de sensibilité à la chlorose, il existe tous les cas possibles, entre les espèces dont la croissance est peu affectée par la présence du calcaire, et celles dont la croissance est au contraire très affectée. Une espèce comme le pin maritime peut même présenter à elle seule tous les comportements possibles.

A l'inverse, on ne trouve pas d'espèce pouvant avoir une sensibilité variable à la chlorose suivant les provenances.

Les quatre provenances de pins noirs, les trois provenances de pins sylvestres et les deux clones de peupliers ne chlorosent pas.

Les cinq provenances de pin maritime chlorosent légèrement pendant l'hiver.

Toutes les autres espèces ou provenances chlorosent fortement quelle que soit la période de l'année (*Picea abies*, *Abies alba*, *A. nordmanniana*, *Larix europaea*, *Pseudotsuga menziesii*).

Il faut cependant faire remarquer que l'apparition de la chlorose est liée à l'âge. Le pin sylvestre ne chlorose jamais à l'état juvénile. Par contre, après 20 à 30 ans de croissance en sol calcaire, on observe presque toujours une chlorose généralisée (les pins sylvestres introduits en forêt domaniale de Châtillon-sur-Seine font exception à la règle).

L'épicéa a souvent un comportement inverse. Il chlorose presque toujours à l'état juvénile, en sol calcaire. Souvent, cette chlorose s'atténue au bout de 20 à 30 ans.

L'influence du calcaire sur la survie des plants ne se manifeste que chez les espèces qui chlorosent fortement (sapin pectiné, Nordmann, Douglas).

Quelle que soit la sensibilité au calcaire des espèces, il n'est pas possible de mettre en évidence des différences significatives entre les traitements à 1 % et les traitements à 10 % de carbonate de calcium. Ces résultats confirment une expérience antérieure, effectuée sur un substrat limoneux, et qui avait montré qu'une teneur de 20 % en CaCO<sub>3</sub> n'avait pas plus d'effet qu'une teneur de 1 %.

En l'absence de matière organique, lorsque l'on passe d'un sol à pH 7 sans calcaire, à un sol en contenant 1 %, le pH passe brutalement à 8,5. Il en est de même pour la concen-

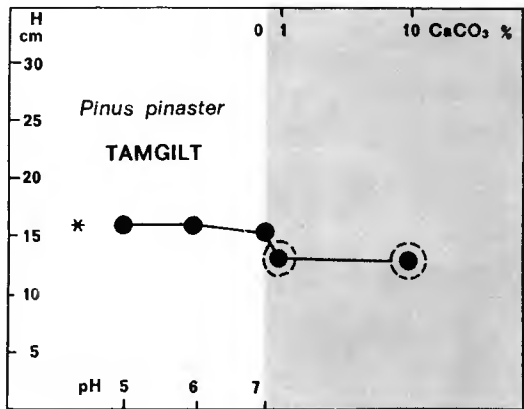
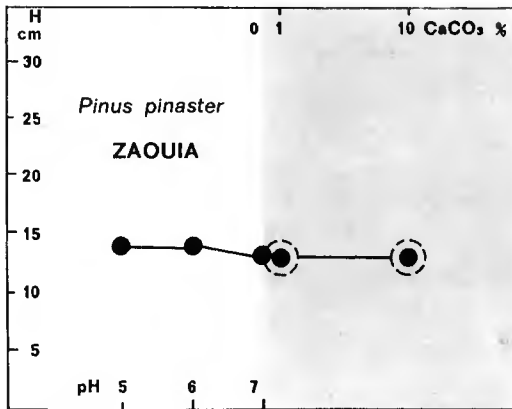
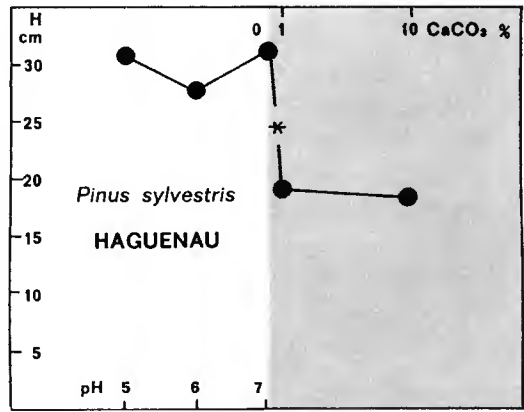
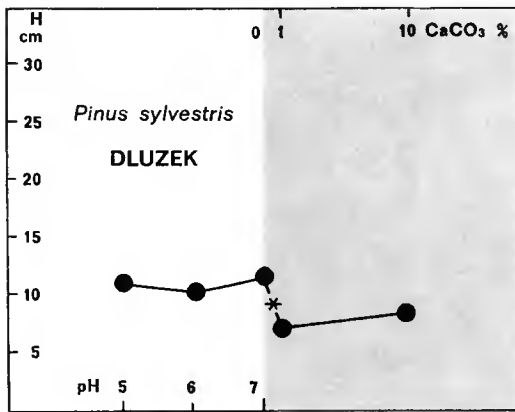
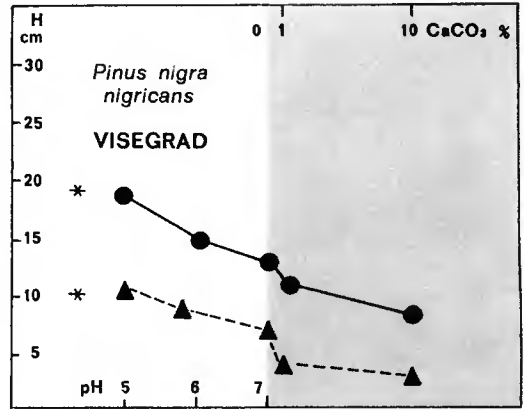
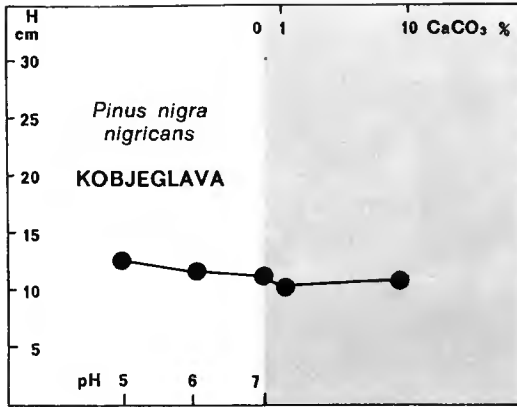


PLANCHE 1

● — ● Hauteur totale en fin d'expérience  
 ▲ - - - ▲ Pousse de deuxième année lorsque les résultats diffèrent de ceux obtenus avec la hauteur totale en fin d'expérience

Ces mesures de hauteur concernent la totalité des plants y compris les regarnis effectués en 2<sup>e</sup> année avec des semis de deux ans

■ ····· ■  
 Survie en pour cent lorsque les traitements ont un effet significatif sur celle-ci

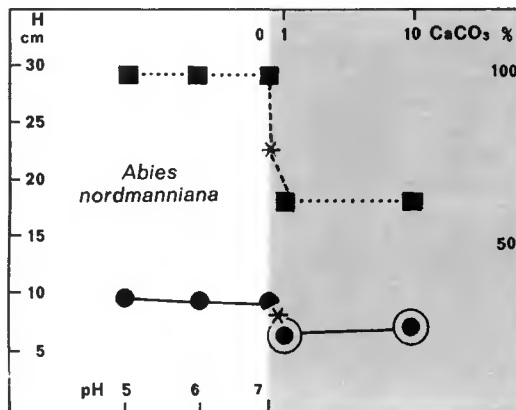
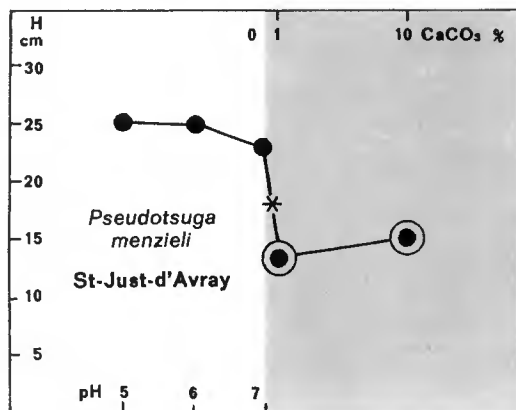
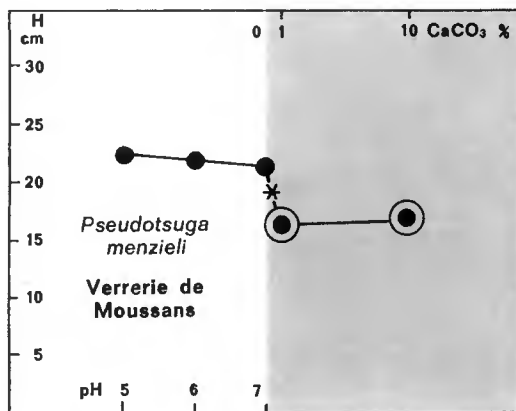
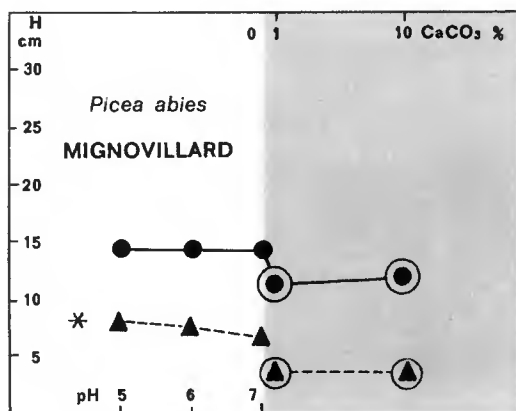
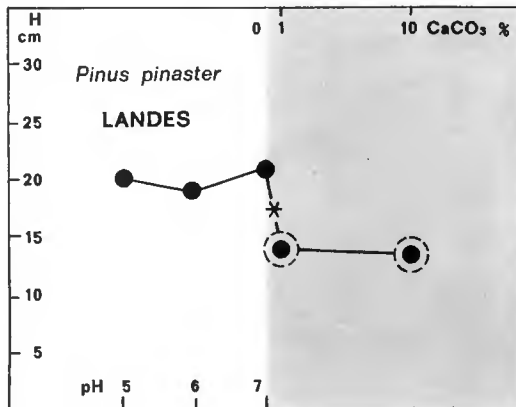
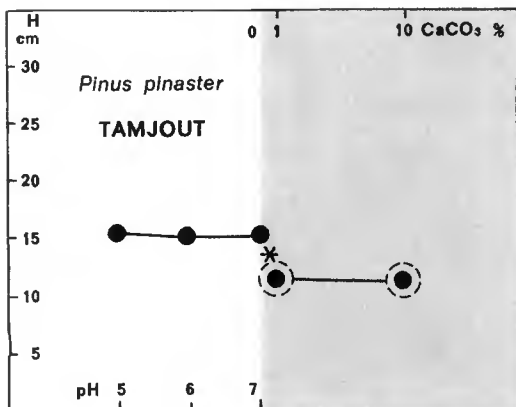


PLANCHE 2

- ▲ ■ Chlorose permanente
- △ □ Chlorose faible pendant l'arrêt de végétation

Présence de calcaire

\* Signification au seuil de 5 %. (Asterisque situé entre les points représentant deux traitements : la différence correspondante est significative au seuil de 5 %. Situé en face de l'extrémité gauche du graphique : les cinq traitements diffèrent significativement entre eux globalement — analyse de la variance à deux facteurs contrôlés — mais aucun traitement ne diffère significativement de son voisin).

tration en calcium des solutions du sol, qui augmentent tout aussi brutalement. Il suffit d'ailleurs de traces de calcaire pour obtenir le même résultat. Ensuite, lorsque la teneur en calcaire augmente, ni le pH, ni la concentration en calcium des solutions du sol ne sont modifiés. Les réactions de toutes les essences ou provenances sensibles au calcaire essayées ici suivent donc rigoureusement cette loi.

La notion de calcaire actif, largement répandue en agronomie et en particulier pour la vigne et les arbres fruitiers, ne semble donc guère avoir de sens pour les essences forestières résineuses.

Pour certaines espèces, on remarque que les provenances dont les stations d'origine sont situées sur roche-mère calcaire sont plus tolérantes au calcaire que les provenances de sols acides. C'est le cas de l'épicéa et du pin maritime.

Par contre, les pins laricio de Corse et de Calabre, issus pourtant de stations acides, sont relativement tolérants au carbonate de calcium.

En ce qui concerne les peupliers, la sensibilité au calcaire ne se manifeste que pour 'Fritzi-Pauley' et lors de l'expérience de la première année (fertilisation et arrosage nettement insuffisants). Ceci est en accord avec la mauvaise tolérance du clone observée en pépinière (Garbaye et Leroy, *Revue forestière française*, n° 4, 1973).

### CONCLUSIONS PRATIQUES

Ces expériences simples permettent de formuler quelques remarques directement applicables dans la pratique forestière :

— il apparaît nécessaire de s'appliquer à une définition écologique des provenances, car il existe au sein d'une même espèce des écotypes très différents du point de vue de la tolérance au calcaire.

— c'est ainsi que certaines provenances de Pin maritime du Maroc (Zaouia d'Ifrane, Tamgilt et Talassentane) se révèlent assez tolérantes sans trace de chlorose pendant la saison de végétation.

— inversement, les pins noirs et les peupliers présentent différents degrés de sensibilité, et leur réputation de tolérance aux sols calcaires risque d'entraîner des échecs (déjà nombreux avec 'Fritzi-Pauley').

— le résultat le plus intéressant est probablement le comportement du pin laricio de Corse, qui semble être très voisin de celui du pin noir d'Autriche.

Dans de nombreuses stations calcaires, on pourrait donc très avantageusement remplacer le pin noir d'Autriche par le pin Laricio de Corse, qui a l'avantage de fournir des produits de bien meilleure qualité et de donner un volume de bois supérieur.

Diverses autres observations de vieux reboisements de pin Laricio de Corse en sol calcaire, ainsi que de diverses plantations comparatives du Domaine des Barres (Loiret) confirment ce point de vue (C.T.G.R.E.F., *Revue forestière française*, 1973, n° 6).

Cependant, ces résultats doivent encore être interprétés avec prudence dans la mesure où ils ne concernent que des jeunes plants, alors que le comportement d'une espèce peut varier avec l'âge, comme nous l'avons signalé au sujet de l'épicéa et du pin sylvestre.

Notre but était essentiellement d'attirer l'attention des reboiseurs sur l'importance du choix du matériel végétal lorsqu'on recherche cette qualité très particulière qu'est la tolérance aux sols calcaires.

*Avec la collaboration  
technique  
de D. BOUCHARD  
et G. COURRIER*

Jean GARBAYE  
Chargé de recherches

François LE TACON  
Chargé de recherches

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES FORESTIÈRES  
(I.N.R.A.)

Champenoux - 54370 EINVILLE