Possibilité d'utilisation des légumineuses arborescentes en forêt tempérée

Frédéric Vernier, François Le Tacon

► To cite this version:

Frédéric Vernier, François Le Tacon. Possibilité d'utilisation des légumineuses arborescentes en forêt tempérée. *Revue forestière française*, 1988, 60 (3), pp.213-223. 10.4267/2042/25885 . hal-03424624

HAL Id: hal-03424624

<https://hal.science/hal-03424624>

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.

biologie et forêt

POSSIBILITÉ D'UTILISATION DES LÉGUMINEUSES ARBORESCENTES EN FORÊT TEMPÉRÉE

F. VERNIER - F. LE TACON

L'azote minéral est un des éléments clés de la production végétale. Sa disponibilité est souvent insuffisante dans les sols des forêts tempérées. La plupart des essais de fertilisation effectués sur peuplements adultes montre en effet une réponse à l'apport de matière azotée (Hausser, 1961 ; Viro, 1969 ; Bonneau, 1974 ; Nys, 1984).

Pour améliorer la disponibilité des sols forestiers en azote, plusieurs solutions sont envisageables.

Il est tout d'abord possible d'accélérer le cycle biologique de la matière organique qui s'accumule dans les horizons supérieurs des sols acides (mor et moder) par un chaulage qui permet une remise en activité des micro-organismes du sol (Mai, Fiedler, 1972 ; Laatsch, 1964). Une telle opération a un effet relativement temporaire (quelques dizaines d'années) et ne permet pas d'augmenter le stock d'azote total. Il est aussi possible d'intervenir par fertilisation minérale ou organique.

Ce type d'apport, s'il est efficace, a cependant un certain nombre d'inconvénients. Il est coûteux et a un effet limité dans le temps (quelques années). De plus, il entraîne des pertes importantes d'azote par lessivage en raison du caractère brutal de cette intervention.

Une troisième possibilité est l'utilisation des propriétés de certaines espèces qui fixent l'azote atmosphérique (N_2) et le transfèrent à la plante-hôte sous forme d'azote combiné (NH_4).

Par le jeu du cycle biologique (retombée des feuilles, excrétion racinaire, décomposition de la biomasse racinaire), l'ensemble de l'écosystème forestier est enrichi en azote (Tarrant, Trappe, 1971). Diverses espèces utilisables en forêts tempérées sont susceptibles de fixer l'azote de l'air.

En dehors des espèces herbacées et arbustives dont nous ne parlerons pas ici, il existe deux grands types d'espèces arborescentes pouvant fixer l'azote de l'air :

- les Légumineuses associées à des *Rhizobia* ;
- diverses espèces associées à des Actinomycètes du genre *Frankia* (Aulne, Casuarina, etc...).

Dans cet article, nous nous intéresserons uniquement aux Légumineuses arborescentes.

DE L'INTÉRÊT DE L'UTILISATION DES LÉGUMINEUSES ARBORESCENTES

Nous pouvons distinguer trois utilisations potentielles de telles essences en forêt :

- en association avec d'autres essences non fixatrices,
- en plein pour la production de biomasse,
- en plein pour la production de bois d'œuvre.

Utilisation en association avec d'autres essences

Les peuplements ainsi mélangés pourraient présenter divers avantages. Certaines Légumineuses fixent l'azote de l'atmosphère grâce à des *Rhizobia* (bactéries gram-négatif) associés, dans des nodules aux racines de la plante-hôte. Il existe le plus souvent une spécificité plante-hôte/*Rhizobium*.

Il est donc souvent nécessaire d'introduire à la fois le *Rhizobium* et la Légumineuse exotiques.

« Tenter d'acclimater une Légumineuse étrangère à la région sans s'être préoccupé de son associé habituel pourrait, même en dépit de la préexistence d'autres espèces de Légumineuses, indigènes celles-là, réserver quelques déconvenues » (Boullard, 1967).

En apportant l'azote par cette voie, le forestier pourrait ainsi accélérer la croissance des essences principales associées à l'espèce fixatrice, surtout si ces espèces sont exigeantes en azote comme les Frênes, les Érables ou les Noyers.

Le Robinier (*Robinia pseudacacia*) fixe entre 100 et 300 kg/ha/an d'azote, alors que les micro-organismes libres du sol n'en fixent que 2 à 5 kg/ha/an. Notons que les précipitations (surtout en zones polluées) peuvent assurer des apports non négligeables au sol (5 à 15 kg/ha/an et parfois plus).

Les peuplements purs posent de nombreux problèmes d'ordre sanitaire.

La simplification des écosystèmes forestiers en particulier dans les peuplements artificiels diminue l'aptitude globale à absorber les chocs ; elle est génératrice à long terme d'instabilité et de fragilisation. On peut penser que l'installation des peuplements mélangés à base de Légumineuses arborescentes pourrait apporter une moins grande fragilité.

La croissance des espèces fixatrices d'azote est en général très rapide dans les premières années d'installation. La mise en place d'un tel peuplement de remplissage pourrait améliorer l'élagage et la forme de l'espèce principale. Inversement la conduite de tels peuplements mixtes pourrait poser des problèmes de sylviculture difficile. Il faut en effet que l'espèce fixatrice d'azote reste subordonnée à l'espèce principale productrice de bois d'œuvre. Il faut enfin que le coût de telles plantations ne soit pas prohibitif et que les avantages ne soient pas annihilés par les inconvénients.

Utilisation en plein pour la production de biomasse

L'INRA et l'AFOCEL ont commencé des recherches sur les taillis à courte révolution permettant de produire des quantités importantes de matière première homogène pour les industries de trituration, pâtes et panneaux et pour éventuellement la production de méthanol.

C'est essentiellement l'Aulne qui a été utilisé dans ces essais (Teissier du Cros, 1987).

Cependant des expérimentations ont été entreprises dans le Sud de la France avec des Légumineuses : *Robinia pseudacacia*, *Gleditschia triacanthos*, *Sophora japonica*.

Bien que les deux dernières espèces n'aient pas donné de résultats vraiment probants, il serait nécessaire de se pencher sur le problème de choix des provenances. Comme nous allons le voir, dans la partie descriptive des essences qu'il serait possible d'introduire, les aires naturelles de répartition sont parfois très étendues et couvrent donc des conditions écologiques très variées.

Pour *Robinia pseudacacia*, l'AFOCEL (Bonduelle et al., 1984) cite le chiffre de 3,8 m³/ha/an sans prendre en compte le volume des branches. Ces résultats sont loin des chiffres publiés par les Hongrois et les Roumains.

Utilisation en plein pour la production des bois d'œuvre

Certaines Légumineuses pourraient produire un bois de qualité. Si l'on se réfère aux dimensions de certaines espèces dans leur pays d'origine, on peut espérer une bonne productivité en France à condition de rechercher les meilleures provenances possibles.

Gleditschia triacanthos atteint couramment 20 à 25 m dans la forêt américaine pour un diamètre de 0,60 à 0,90 m ; la hauteur maximale atteinte pour cet arbre est de 48 m pour 1,80 m de diamètre.

Sophora japonica atteint 20 à 27 m en Chine pour 230 à 400 cm de circonférence.

Dans leur aire d'origine ces essences peuvent être utilisées pour des usages nobles : ébénisterie et menuiserie.

DESCRIPTION DES LÉGUMINEUSES SUSCEPTIBLES D'ÊTRE UTILISÉES EN FORÊT TEMPÉRÉE

Cette liste n'est pas limitative. Les critères de choix ont été les suivants :

- dimension potentielle,
- résistance aux basses températures (existence dans les parcs et jardins botaniques),
- possibilité de production de bois d'œuvre.

Pour le moment, nous avons relevé 22 espèces possibles dont 7 nord-américaines, 12 en provenance d'Extrême-Orient, 1 en provenance du Proche-Orient et 2 hybrides d'origine horticoles.

Nous ne décrivons que les espèces de la famille des Fabacées, qui seules sont susceptibles de noduler.

Seul, le Robinier faux-acacia (*Robinia pseudo-acacia*) ne sera pas étudié ici, car largement décrit dans d'autres ouvrages et articles.

Les espèces nord-américaines

● *Cladrastis lutea* K. Koch

Virgilier à bois jaune
Yellow-wood

Famille des Fabacées (Papilionacées)

C'est un petit arbre de 10 à 15 m de haut (rarement 20). Ses feuilles composées imparipennées de 20 à 30 cm de longueur sont constituées de 5 à 11 folioles obovées de 8 à 10 cm de long sur 2,5 à 5 cm de large prenant une belle teinte jaune à l'automne. Les fleurs blanches sont en panicules terminales de 36 cm maximum. Les gousses plates de 5 à 10 cm de long contiennent 4 à 6 graines.

Aire de répartition : Est des USA, de la Virginie à l'Arkansas et de la Caroline du Nord au Kentucky et au Tennessee.

Écologie : il aime les sols frais et profonds moyennement calcaires. Il est résistant au froid.

Comportement en France : cette essence a résisté à des températures de -34° à -35° C au Jardin botanique de Samoens (73) (Farille, communication orale). Il existe deux sujets à l'arboretum des Barres, âgés de plus de 50 ans ayant 13 m de haut, et 128 cm et 72 cm de circonférence à hauteur d'homme (Durand, communication orale).

Utilisation : c'est un bois à aubier blanc et duramen jaune veiné, lourd, assez nerveux.

● *Robinia luxurians* (Dieck) Schneid.

Famille des Fabacées (Papilionacées)

C'est un arbre de 12 à 15 m de haut, à feuilles composées pennées à 15-25 folioles, ovales, de 2,5 à 4 cm de longueur sur 1 à 2 cm de largeur terminées par un cil raide. Ses fleurs sont rose-pâle, en grappes compactes, dont le pédoncule est couvert de poils hérissés bruns. Les fruits sont des gousses de 7 à 10 cm de longueur à poils glanduleux et raides.

Aire de répartition : Colorado, Utah, Nouveau-Mexique, Arizona.

Écologie : il résiste à des froids de -23° à -29° C.

Comportement en France : un sujet existe au Jardin botanique de Besançon, âgé de 28 ans, il mesure une douzaine de mètres (Millet, communication orale).

Utilisation : non connue.

● *Robinia viscosa* Vent.

Famille des Fabacées (Papilionacées)

C'est un arbre d'une douzaine de mètres de haut et de 0,90 à 1 m de circonférence. Ses feuilles composées pennées mesurent 18 à 20 cm et sont constituées de 13 à 21 folioles de 4 à 5 cm de long sur 2 cm de large, pubescentes en dessous. Les gousses mesurent 5 à 9 cm de long et contiennent plusieurs graines marbrées brun-rouge. Les rameaux sont parsemés d'épines.

Aire de répartition : du Sud-Est des États-Unis à la Caroline du Nord et à l'Alabama.

Écologie : il résiste à des températures minimales de -29° à -37° C.

Comportement en France : il existe trois sujets aux Barres qui mesurent 8 m de haut pour 47 cm, 38 cm et 23 cm de circonférence. Ils sont âgés de 35 ans (Durand, communication orale).

Utilisation : non connue.

Port et fleurs de *Cladrastis lutea*, arboretum des Barres (Loiret)

Photo M. ANGÉREAU

Robinia viscosa Dessin F. VERNIER

Espèces de l'Extrême-Orient

- *Cladrastis platycarpa* (Maxim.) Mak.

Virgilier à fruits larges

Famille des Fabacées

C'est un arbre de 15 à 20 m de haut. Ses fleurs sont en panicules dressées de 15 cm de haut, blanches avec des points jaunes à la base, les gousses sont ailées.

Aire de répartition : Ouest du Japon.

Écologie : résiste à des températures de -20° à -23°C .

Utilisation : non connue.

● ***Cladrastis sikokiana* (Makino) Makino**

Virgilier de Shikoku

Famille des Fabacées

C'est un arbre de 20 m de haut pour 70 cm de diamètre. Ses feuilles caduques sont alternes composées imparipennées de 15 à 30 cm de long avec 9 à 11 feuilles. Ses fleurs sont blanches, ont 15 à 20 mm de long en panicules terminales courttement pubescentes. Les gousses mûrissent en automne, elles sont plates, linéaires. Elles mesurent 5 à 10 cm de long et contiennent 3 à 10 graines.

Aire de répartition : endémique au Japon central et occidental, Honshu, Shikoku, Kyushu.

Écologie : identique à *Cladrastis platycarpa*.

Comportement en France : non connu.

Utilisation : il possède un bois jaune à porosité diffuse, utilisé dans la construction, la tournerie.

Cladrastis sikokiana Dessin F. VERNIER

● ***Cladrastis sinensis* Hemsl.**

Virgilier de Chine

Famille des Fabacées

C'est un arbre de 15 à 25 m de haut. Ses feuilles sont composées de 11 à 13 folioles étroites, oblongues, acuminées, de 7 à 12 cm de longueur. Elles sont glabres sur la face supérieure et glauques sur la face inférieure avec une pubescence rousse le long des nervures, les pétioles sont duveteux. Ses fleurs sont odorantes, blanc-rosé ; elles ont une longueur de 12 mm et sont réunies en larges panicules terminales érigées de 25 cm de longueur et 15 cm de largeur. Les gousses mesurent 5 à 8 cm de longueur.

Aire de répartition : Ouest et Centre de la Chine.

Écologie : il aime les sols frais, fertiles même un peu calcaires. Il est un peu sensible au froid dans sa jeunesse ; adulte, il résiste à des températures de -20° à -23°C . C'est une essence de pleine lumière.

Comportement en France : un sujet multicaule existe aux Barres, les circonférences des brins varient de 73 à 121 cm et la hauteur est de 12 m, cet individu est du début du siècle.

Utilisation : non connue.

Fleurs de *Cladrastis sinensis*,
arboretum des Barres (Loiret)

Photo M. ANGÉREAU

● *Maackia amurensis* (Rupr. et Max.) K. Koch

Maackia de l'Amour

Famille des Fabacées

C'est un arbre de 20 à 25 m de haut à feuilles alternes, composées imparipennées constituées de 7 à 11 folioles elliptiques à ovales, à pointe courte au sommet et arrondies à la base ; elles sont lisses, vert-foncé sur la face supérieure et plus pâle sur la face inférieure. Les fleurs sont dressées en panicules de 10 à 20 cm de haut. Les fruits sont des gousses de 3,5 à 5 cm de long.

Aire de répartition : vallée de l'Oussouri (affluent de l'Amour), Mandchourie.

Écologie : il préfère les sols argilo-siliceux, frais, nutritifs. Il résiste à des températures de - 29°C.

Comportement en France : il existe une variété, présente aux Barres, *Maackia amurensis* var *buergerii* qui a pour dimension 86 cm de circonférence pour 8 m de haut. Il est âgé de plus de 40 ans mais pousse dans des conditions de sols difficiles. L'espèce-type ne mesure que 45 cm de circonférence et 7 m de haut et croît dans les mêmes conditions écologiques (Durand, communication orale).

Utilisation : c'est un arbre à croissance lente, à bois brun-jaunâtre, dur, tenace. Utilisé pour la construction et la menuiserie.

● *Maackia chinensis* Takeda

Maackia de Chine

Famille des Fabacées

Cet arbre peut atteindre 23 m de haut pour un diamètre de 35 cm. Des feuilles composées de 11 à 13 folioles obtuses sont pubescentes sur la face inférieure. Les fleurs sont groupées en grandes panicules de 15 à 20 cm de long pour 10 à 12 cm de large. Elles sont de couleur blanche.

Aire de répartition : Hou-Peh, Centre de la Chine, Seu-Tchouan.

Écologie : cette essence n'a apparemment aucune exigence particulière en ce qui concerne l'exposition et le sol. Elle résiste à des températures de -20° à -23°C .

Comportement en France : deux individus se trouvent à l'arboretum des Barres, âgés de 60 ans et croissant dans des conditions de sols difficiles, ils atteignent 11 m de haut pour 39 et 55 cm de circonférence.

Technologie : non connue.

● *Sophora japonica* L.

Sophora du Japon

Japan Pagoda-tree

Famille des Fabacées

C'est un arbre de 20 à 27 m de haut pour 2,50 m à 4 m de circonférence. Ses feuilles pennées de 20 à 25 cm de longueur sont composées de 7 à 17 folioles ovales oblongues de 3 à 5 cm de longueur, aiguës au sommet, vert-foncé, brillant dessus, glauques et légèrement pubescentes en dessous. Ses fleurs sont blanc-jaunâtre, mesurent de 1 à 1,5 cm de longueur et sont réunies en grandes panicules terminales lâches, dressées, jusqu'à 25 cm de longueur. Ses gousses sont longues de 5 à 8 cm, pulpeuses et présentent la particularité d'être étranglées entre les graines.

Aire de répartition : Chine, Corée, largement introduit au Japon.

Écologie : cette essence préfère les sols suffisamment profonds, argileux, fertiles et légèrement calcaires, ni trop compacts, ni trop secs. Il supporte des températures de -23° à -29°C . Il aime les expositions bien ensoleillées. Il n'est pas gêné par la pollution.

Comportement en France : cette espèce est présente dans de nombreux parcs et jardins de France. Nous en avons mesuré à Nancy un exemplaire de 16 m de haut et 199 cm de tour. À Metz, un individu atteint 3,80 m de circonférence pour 17 m de haut. Il a produit des semis naturels dans notre pays (Pardé, 1943). *Sophora japonica* a été introduit en France en 1747 par le Père d'Incarville qui a envoyé des graines de Chine à Bernard de Jussieu. Elles ont été semées dans le jardin de Louis XV à Trianon (Guerrapain, 1809).

**Fleurs de *Sophora japonica*,
arboretum des Barres (Loiret)**

Photo M. ANGÉREAU

Utilisation : son bois a un aubier blanc et un duramen gris-jaunâtre ou roussâtre. Il se travaille bien mais est un peu cassant et peu souple. Il convient à l'ébénisterie et n'est pas exposé à la vermoulture. Il existe une sous-espèce *Sophora japonica* ssp. *pubescens* (Tausch) Bosse.

APTITUDE À LA NODULATION

Toutes les Légumineuses ne fixent pas l'azote atmosphérique. Certaines espèces ou familles ne nodulent pas. D'autres espèces ayant la possibilité de noduler peuvent ne pas former de nodules si les *Rhizobia* spécifiques ne sont pas présents dans le sol d'introduction.

D'après la littérature, les Césalpinacées arborescentes ne nodulent pas dans leur aire d'origine.

Appartiennent aux Césalpinacées les genres suivants : *Cercis*, *Gleditsia*, *Gymnocladus*.

Ces genres ne peuvent donc être utilisés dans le but d'améliorer la disponibilité en azote des sols forestiers tempérés. Ils pourraient être utilisés dans l'optique de production de bois d'œuvre. Les *Gleditsia* en particulier seraient susceptibles de produire du bois de qualité et atteignent des dimensions importantes dans leur aire d'origine aussi bien en Asie qu'en Amérique du Nord.

Seules seraient donc susceptibles d'être utilisées en forêt pour la fixation d'azote certaines Papilionacées (appelées maintenant Fabacées) : *Cladrastis*, *Maackia*, *Sophora*, *Robinia*, qui ont été décrites au chapitre précédent (p. 216 et suivantes).

Le genre *Robinia* nodule systématiquement aussi bien dans son aire d'origine (Amérique du Nord) que dans toutes les conditions écologiques où il a été introduit en Europe.

Les *Sophora* nodulent systématiquement dans leur aire d'origine (Chine, Corée). Nous avons effectué des observations dans divers jardins botaniques ou parcs français. Nous n'avons jamais trouvé de nodules. Il semble donc que les *Sophora* s'associent avec des *Rhizobia* spécifiques. Nous avons obtenu des souches isolées de *Sophora chrysophylla* et nous allons tenter de les introduire au moins dans les conditions de laboratoire.

La situation symbiotique de *Maackia* est mal définie. D'après Brewbaker, *Maackia amurensis* fixe l'azote alors que *Maackia chinensis* ne serait pas nodulant.

Certaines observations non publiées laisseraient cependant supposer que cette espèce nodulerait dans son aire d'origine.

La situation est également confuse pour le genre *Cladrastis*. *Cladrastis platycarpa* (Japon) ne nodulerait pas (Brewbaker, 1984 ; Dommergues, communication orale).

Cladrastis lutea (Amérique du Nord) pourrait être nodulé dans son aire d'origine.

Nous n'avons aucune information concernant *Cladrastis sikokiana*.

CONCLUSIONS

En dehors des espèces du genre *Robinia*, la Légumineuse arborescente qui pourrait être la plus intéressante pour améliorer la fixation biologique de l'azote en forêt tempérée à hiver rigoureux serait *Sophora japonica*.

Malgré l'absence, en France, de *Rhizobium* spécifique, cet arbre atteint dans divers parcs et jardins des dimensions importantes. À Metz et à Nancy, il atteint isolé un peu moins de 20 m de hauteur avec des diamètres importants (63 cm à Nancy, 120 cm à Metz).

Des essais d'introduction de *Rhizobia* spécifiques devraient permettre dans les prochaines années de déterminer ses capacités de fixation symbiotique de l'azote de l'air.

Des espèces des genres *Cladrastis* et *Maackia* seraient également susceptibles d'être utilisées pour améliorer la disponibilité en azote des sols forestiers en forêt tempérée. Cependant leur capacité à noduler est encore très mal connue, même dans leur aire d'origine.

Les espèces des genres *Cercis*, *Gleditsia* et *Gymnocladus* ne peuvent convenir à cet usage en raison de leur incapacité à noduler (famille des Césalpinacées).

En dehors de l'aspect fixation d'azote, les *Gleditsia* pourraient être introduits pour la production de bois d'œuvre.

Gleditschia triacanthos a un comportement tout à fait satisfaisant dans l'Est de la France (20 m de haut pour 40 à 50 cm de diamètre).

Cette espèce a la particularité de porter des épines redoutables. Il existe cependant des variétés inermes.

F. VERNIER
CENTRE NATIONAL DE FORMATION FORESTIÈRE
OFFICE NATIONAL DES FORÊTS
Parc de Haye
VELAINE-EN-HAYE 54840 GONDREVILLE

F. LE TACON
Laboratoire de Microbiologie
CENTRE DE RECHERCHES FORESTIÈRES (INRA)
BP 35
CHAMPENOUX 54280 SEICHAMPS

BIBLIOGRAPHIE

- BONNEAU (M.). — La fertilisation forestière. In : Écologie forestière / P. Pesson Ed. — Paris : Gauthier-Villars, 1974. — pp. 99-113.
- BONDUELLE (P.), BOULAY (M.), CAUVIN (B.), CHAPERON (H.), DELEPORTE (P.), DESTREMAU (F.X.), MARIEN (J.N.), MARQUESTAUT (J.), TOUZET (G.), VAUDELET (-). — Culture de biomasse ligneuse, taillis à courte révolution. — Paris : AFOCEL, 1982. — pp. 22-24-27.
- BOSSARD (R.), CUISANCE (P.). — Arbres et arbustes d'ornement des régions tempérées et méditerranéennes. — Paris : Lavoisier, 1984. — pp. 275-278-284.
- BOULLARD (B.). — Essences « nobles » et espèces fixatrices d'azote libre ou l'incitation à la solidarité en sylviculture. — *La forêt privée*, n° 158, 1984, pp. 19-26.
- BOULLARD (B.). — Vie intense et cachée du sol, essai de pédobiologie végétale. — Paris : Flammarion, 1967. — pp. 157-185.
- BREWBAKER (J.L.), HALLIDAY (J.). — Nitrogene, fixing tree research reports. — Hawaii : NFTA, 1984. — pp. 29-30-39-45.
- BROCKMAN (-), ZIM (-), MERRIBES (-). — Guide des arbres de l'Amérique du Nord. — Paris : M. Broquet, 1982. — pp. 186-192.
- DOMMERGUES (Y.). — Communications orales.
- DURAND (R.). — L'arboretum national des Barres. — Nogent-sur-Vernisson : ENITEF, 1984. — p. 64.
- FARILLE (-). — Communication orale.
- FOWELLS (H.A.). — Sylvics of forests trees of the U.S. — Forest Service US - Department of Agriculture, 1965. — pp. 198-201.
- GUERRAPAIN (M.T.). — Notice sur la culture du Sophora, du Platane et de l'Aulne. — Paris : D. Colas, 1809.
- HAUSSER (K.). — Ergebnisse von Düngungsversuchen zu 50 bis 70 jährigen Fichtenbeständen auf oberem Buntsandstein des Württemb. Schwarzwalds. — *Allgemeine Forst-und Jagdzeitung*, n° 132, 1961, pp. 269-291.

- KURATA (S.). — Illustrated important forest trees of Japan. — Japan forest technical Association, 1971. — p. 152.
- LAATSCH (W.). — Der Aufbau fruchtbarer Waldböden. — *Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayern*, 34, 1964, pp. 274-286.
- MAI (H.), FIEDLER (H.J.). — Bodenmikrobiologische Untersuchungen an einem Düngungsversuch zu Fichten-rothumus in Thüringerwald. — *Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene*, vol. 127, n° 6, 1972, pp. 618-631.
- MILLET (-). — Communication orale.
- MOIROUD (A.), CAPELLANO (A.). — Le Robinier *Robinia pseudoacacia* L., une espèce fixatrice d'azote intéressante ? — *Annales des Sciences forestières*, vol. 39, n° 4, 1982, pp. 407-416.
- NYS (C.). — Fertilisation des peuplements adultes d'Épicéa commun dans le Massif Central. — *Revue forestière française*, vol. XXXVI, n° 4, 1984, pp. 313-318.
- PARDE (L.). — Les feuillus. — Paris : La Maison Rustique, 1943. — pp. 221-234.
- TARRANT (R.F.), TRAPPE (J.M.). — The role of *Alnus* in improving the forest environment. — *Plant and Soil*, special volume, 1971, pp. 335-348.
- TEISSIER DU CROS (E.). — Production and improvement of productivity of forest biomass in the European Community. — Florida meeting energy from biomass, 1987.
- VETVICKA (V.), MATONSOVA (V.). — Arbres et arbustes. — Prague : Artia ; Paris : Grund, 1984. — pp. 242-249.
- VIRO (P.J.). — Economics of fertilisation in private forestry. — 3^e conférence internationale de production et fertilisation forestière, 1969.

PUBLICATIONS DE L'ARMEF

L'ARMEF met au point et diffuse des notices, dépliants et ouvrages, ayant trait à l'exploitation forestière et la mécanisation qui méritent d'être mieux connus. En voici une liste :

Notices :

— Pour un abattage sans accident ;	— Manutention avec la grue hydraulique à grappin ;
— Sécurité du travail dans l'exploitation forestière ;	— Grue à longue portée en éclaircie ;
— Ébranchage à la scie à chaîne ;	— Scarification.

Plaquettes :

— Méthode d'exploitation des bois en courtes et grandes longueurs ;	— La scie à chaîne : entretien - rodage ;
— Méthode d'exploitation d'une coupe de taillis ;	— Pince de débardage à trois bras ;
— Méthode d'exploitation semi-mécanisée des éclaircies en ligne de résineux ;	— La débroussailleuse : entretien - rodage ;
— Méthode d'exploitation mécanisée des éclaircies ;	— Sécurité : attention au feu ;
— Méthode d'exploitation semi-mécanisée des chablis ;	— Sécurité dans le bûcheronnage des chablis ;
	— La débroussailleuse : sécurité.
- (' Nous attirons spécialement l'attention sur l'intérêt de ces deux dépliants).

Ouvrages :

- Catalogue des machines d'exploitation forestière — 3^e édition 1986 (avec mise à jour 1988 des adresses et téléphones des constructeurs et distributeurs).
- Équipements d'exploitation forestière — 1^{re} édition 1984 (avec mise à jour 1988 des adresses et téléphones des constructeurs et distributeurs).
- Le travail à la scie à chaîne.
- Le tracteur agricole pour le transport des bois.

Pour toute commande, s'adresser à l'ARMEF (85, rue Lafayette - 75009 PARIS - tél. (1) 42 80 69 77).