

LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE

EN REGION CENTRE

AUTO-ECOLOGIE
PRODUCTIVITE
SYLVICULTURE
QUALITE DU BOIS



CENTRE REGIONAL DE LA PROPRIETE FORESTIERE D'ILE DE FRANCE ET DU CENTRE
43, RUE DU BOEUF SAINT PATERNE - 45000 ORLEANS - Tél. : 38 53 07 91

Etude réalisée avec la participation financière du Conseil Régional du Centre

**CENTRE REGIONAL DE LA PROPRIETE FORESTIERE
D'ILE DE FRANCE ET DU CENTRE**

LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE EN REGION CENTRE

(Quercus rubra L.)

Autoécologie, productivité, sylviculture et qualité du bois

**Etude réalisée avec la participation financière du
Conseil Régional du Centre**

dans le cadre du programme coordonné d'ARBOCENTRE

par X. JENNER, Ingénieur au C.R.P.F.

- 1991 -

SOMMAIRE

	Page
RESUME	3
INTRODUCTION	4
I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE	5
II - AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVITE EN REGION CENTRE	6
2.1 - Méthodologie	7
2.2 - Les facteurs écologiques de fertilité du chêne rouge d'Amérique en région Centre	9
2.3 - Peu de gélivures en région Centre	11
2.4 - Place du chêne rouge d'Amérique en région Centre	12
III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE	14
3.1 - Forme des arbres	14
3.2 - Age, densité et croissance en diamètre	15
3.3 - Sylviculture préconisée	16
CONCLUSION	20
ANNEXE : Synthèse bibliographique	21
BIBLIOGRAPHIE	38
TABLE DES FIGURES	41
TABLE DES MATIERES	42

Originnaire d'Amérique du Nord, le chêne rouge d'Amérique est une essence de reboisement feuillue à fort potentiel. Elle constitue en région Centre un atout important comme alternative aux pins.

Le C.R.P.F. d'Ile de France et du Centre a donc entrepris, pour guider les reboiseurs, d'en préciser les aptitudes écologiques et sylvicoles.

Cinq types de facteurs peuvent limiter la fertilité du sol vis-à-vis du chêne rouge d'Amérique : forte charge en cailloux avant 20 cm de profondeur, texture sableuse sur cailloutis, engorgement prolongé du sol, planosol, plancher argileux avant 40 cm de profondeur. En leur absence, celui-ci pousse relativement bien sur sol pauvre. Il n'en demeure pas moins sensible à la richesse chimique de la station.

Le chêne rouge d'Amérique possède deux atouts de grand intérêt : sa forte productivité (8 à 11 m³/ha/an) et sa frugalité. En sol acide, c'est à dire pauvre, sableux à sablo-limoneux sec l'été, le chêne rouge d'Amérique se situe parfaitement aux cotés du pin laricio pour lequel il constitue une bonne alternative feuillue, à condition toutefois que le sol soit profondément prospectable et drainé. Les sols calcaires ou à engorgement permanent ne conviennent pas au chêne rouge d'Amérique. Malgré sa forte sensibilité au gibier, il trouve tout son intérêt sur les sables de Sologne actuellement massivement enrésinés.

La fréquence des arbres d'avenir dans les peuplements de chêne rouge d'Amérique de la région Centre est satisfaisante (46 %). Cependant certains peuplements de moindre qualité quant à la forme des arbres reflètent parfois un manque de sylviculture auquel le chêne rouge d'Amérique est particulièrement sensible.

Une sylviculture dynamique convient très bien au chêne rouge d'Amérique. On peut espérer obtenir rapidement (60 à 80 ans) des bois de fort diamètre à 1,30 m (55 à 65 cm). Un bon suivi sylvicole est indispensable pour obtenir du bois d'oeuvre de qualité : tailles de formation pour obtenir des troncs droits, élagage pour obtenir du bois sans noeud, éclaircies régulières pour obtenir un accroissement régulier.

Synthèse bibliographique:

L'aire naturelle du chêne rouge d'Amérique est vaste. La variabilité écogéographique de cette essence y est importante et se retrouve tant en Europe qu'en France où celle-ci n'occupe cependant qu'une place encore peu importante.

Le reboiseur choisira de préférence des plants sélectionnés d'origine française (étiquette verte) en attendant la mise au point de variétés polyclonales.

Les risques phytosanitaires sont très faibles en région Centre. Le reboiseur doit cependant rester prudent en n'introduisant pas le chêne rouge d'Amérique dans des conditions écologiques trop limites ni sur de trop vastes superficies.

Le chêne rouge d'Amérique résiste bien au froid, à la sécheresse et au vent, il craint l'altitude (> 500-600 m) et, dans le jeune âge, les gelées printanières.

Son optimum est un sol profondément prospectable, sain, assez riche chimiquement, bien alimenté en eau. Ses performances restent satisfaisantes dans les sols sableux pauvres et secs, meilleures que celles du chêne rouvre. Le calcaire, les cailloutis, l'argile compacte et l'engorgement du sol sont des facteurs limitants dans les 40 premiers centimètres.

Le chêne rouge d'Amérique se multiplie très facilement. Il est très dynamique et très vigoureux. Il réclame cependant d'être traité avec précautions: plantation soignée, protection contre le gibier, tailles de formation, élagage et suivi sylvicole pour donner sa pleine mesure.

Le bois de chêne rouge d'Amérique est de bonne qualité, comparable en bien des points à celui des chênes indigènes. Il devrait pouvoir trouver des utilisations intéressantes en menuiserie intérieure, en charpente et même en ébénisterie. Le marché souffre actuellement de préjugés défavorables en raison d'une méconnaissance liée aux faibles volumes offerts à la vente.

INTRODUCTION

Le chêne rouge d'Amérique fait partie des nouvelles essences de reboisement introduites au même titre que le pin laricio et le douglas.

Ce n'est cependant que depuis 10 à 15 ans qu'il intéresse vraiment les reboiseurs grâce à sa rusticité et sa croissance rapide. Son utilisation n'est subventionnable, au titre du F.F.N., que depuis 1978. Il a alors suscité et suscite encore un engouement justifié par ses indéniables qualités forestières.

Quelques reboisements, réalisés en conditions trop limitées par méconnaissance de ses réelles aptitudes, ont fait apparaître des difficultés d'utilisation nuisibles à sa réputation initiale.

Son bois, en raison des faibles volumes offerts à la vente, souffre également de préjugés défavorables. La région Centre compte actuellement peu de peuplements de chêne rouge d'Amérique. La disponibilité y est quasi nulle. Mais, les très nombreux reboisements qui y sont et seront réalisés avec cette essence devraient, à long terme, modifier cet état de fait.

Le chêne rouge d'Amérique représente en effet un atout important, comme alternative aux pins, pour les forêts privées et publiques du Centre, tout spécialement en Sologne, pour autant qu'on en respecte les particularités.

C'est pourquoi, le Centre Régional de la Propriété Forestière d'Ile de France et du Centre a entrepris de préciser, par une étude spécifique et régionale, les aptitudes de cette essence à fort potentiel.

Les données initiales ont été recueillies dans 110 peuplements de plus de 20 ans.

Deux points importants ont guidé leur analyse :

- . reconnaître les types de sol (autoécologie),
- . rechercher la sylviculture,

qui permettent d'optimiser la production et la qualité des peuplements de chênes rouges d'Amérique de la région Centre.

Une synthèse bibliographique présentée en annexe fait le point des connaissances actuelles et complète utilement l'étude régionale.

SYSTEMATIQUE DE L'ORDRE DES FAGALES
SITUATION DU CHENE ROUGE

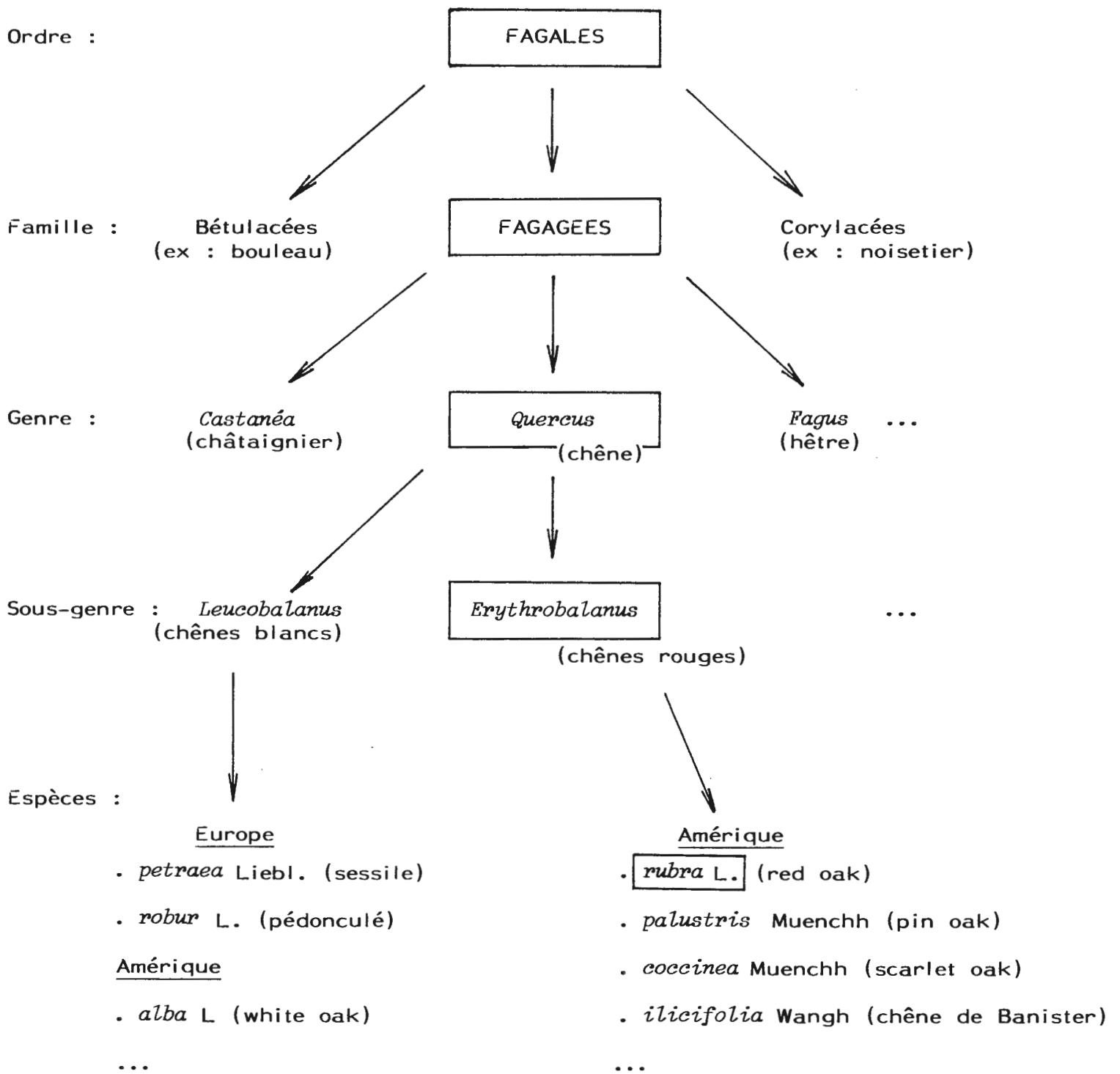


FIGURE 1

I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE

Le genre *Quercus* (chêne) compte au moins 300 espèces (FOWELLS 1965). Les chênes rouges forment le sous-genre *Erythrobalanus*. Ils se caractérisent par (COOPER 1973) :

- leurs feuilles aux lobes terminés en pointes,
- leurs glands mûrissant en deux ans,
- leur écorce gris sombre,
- leur bois de couleur légèrement rosée (d'où leur nom).

Toutes les espèces de chêne rouge sont originaires de l'est de l'Amérique du nord.

L'espèce qui intéresse les forestiers de nos régions est *Quercus rubra* L. (ou *Quercus borealis* Michx.) communément appelé "chêne rouge d'Amérique".

C'est un grand arbre à feuilles caduques pouvant atteindre 35 m de hauteur. Les colorations automnales de son feuillage varient selon l'arbre ou l'année. Son houppier a une ramification peu dense, à grosses branches dressées.

Les critères botaniques de reconnaissance du chêne rouge d'Amérique sont :

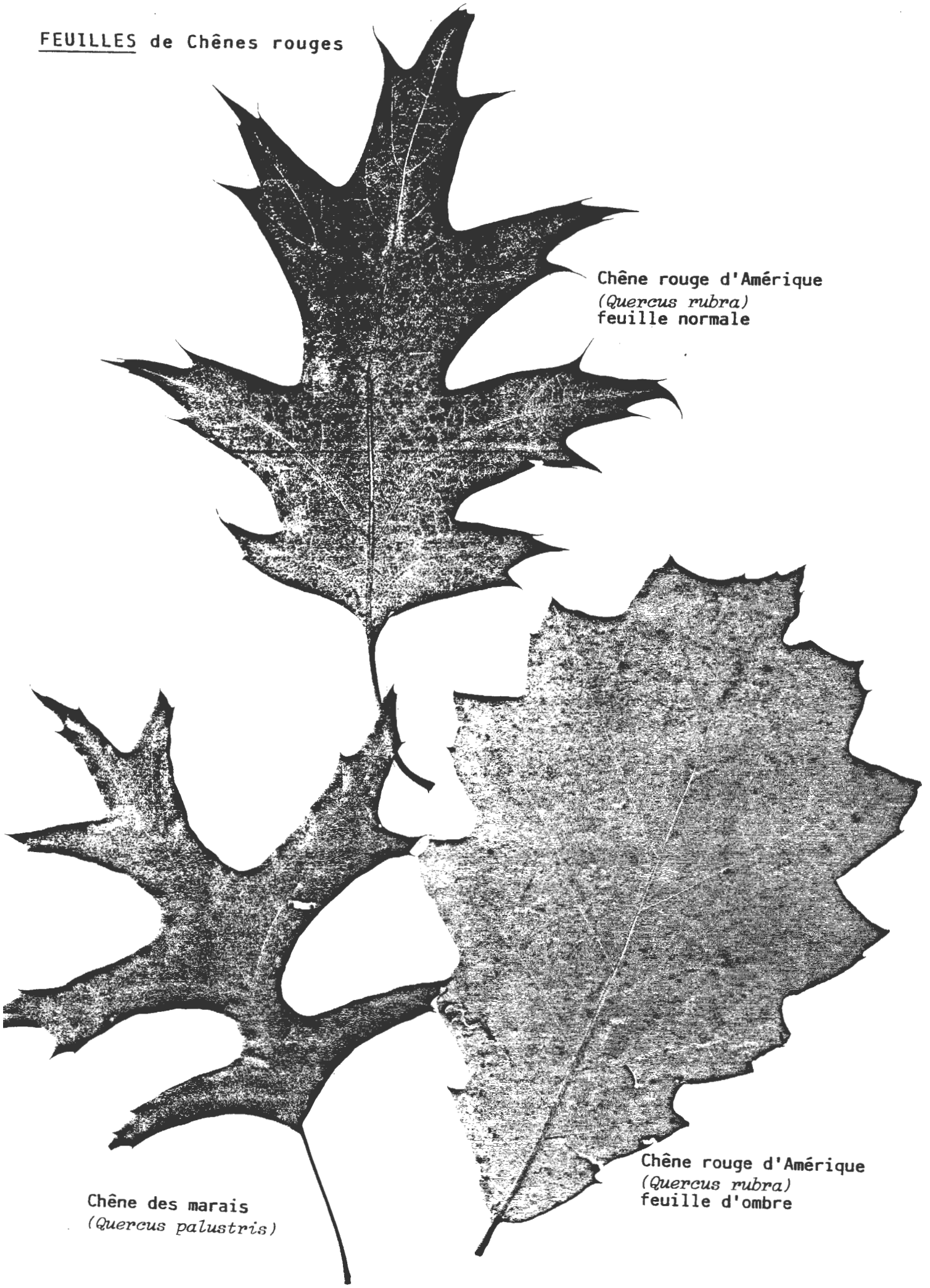
- feuilles alternes, grandes (12 à 20 cm), à sinus peu profonds (variable selon l'âge et la position dans le houppier), glabres à l'aisselle des nervures inclinées de 30 à 35° par rapport au rachis (figure 2, p. 6),
- glands assez gros (variables : 3 à 5 g), à cupule plate en "béret basque",
- bourgeons glabres, ovoïdes,
- jeunes rameaux lisses, glabres, vert-rougeâtre.

Remarques :

D'autres espèces d'intérêt paysager ont été introduites en Europe. Les plus connues sont le chêne écarlate (*Quercus coccinea* Muenchh.), le chêne des marais (*Quercus palustris* Muenchh.) et le chêne de Banister (*Quercus ilicifolia* Wangh.), arbuste formant un excellent couvert à gibier (figure 1, p. 5).

L'hybridation entre espèces de chêne rouge est possible. Ces espèces et leurs hybrides peuvent donc se trouver au sein d'un même peuplement (KREMER 1978).

FEUILLES de Chênes rouges



Chêne rouge d'Amérique
(*Quercus rubra*)
feuille normale

Chêne des marais
(*Quercus palustris*)

Chêne rouge d'Amérique
(*Quercus rubra*)
feuille d'ombre

Figure 2

II - AUTOÉCOLOGIE ET PRODUCTIVITE EN REGION CENTRE

L'étude du comportement d'une espèce dans son milieu fait intervenir un grand nombre de facteurs, lui conférant, de fait une relative complexité : réponses de l'espèce, quantitatives (hauteur, productivité) et qualitatives (forme, qualité du bois) aux composantes du milieu (climat, sol, flore et faune).

Sa finalité reste économique, puisqu'il s'agit de mieux utiliser les potentialités naturelles pour améliorer la production et la rentabilité forestières.

Le chêne rouge d'Amérique présente une forte variabilité écogéographique dans son aire naturelle (cf § 111, p. 22):

- La vigueur juvénile va du simple au double, elle augmenterait du sud-ouest au nord-est (KREMER 1986 ; KRIEBEL et al. 1976 in KREMER 1978 ; GALL ET TAFT 1973 in KREMER 1978)
- Les dates de débourrement et de rougissement des feuilles traduisent une diminution de deux à trois semaines, et un décalage de la saison de végétation, du sud au nord, et avec l'altitude (id. et McGEE 1974 in JUNG-MULLER 1987)
- La résistance au froid, très peu corrélée avec l'altitude, diminue du nord au sud (FLINT 1972 in KREMER 1978)
- La résistance à la sécheresse augmente d'est en ouest (KRIEBEL et al. 1976 in KREMER 1978 et DENEKE 1975 in KREMER 1978).

Il existe des populations naturelles résistant à des conditions difficiles (sécheresse, froid) et en outre très vigoureuses. De plus, l'irrégularité des peuplements américains et la faible distance moyenne de dissémination des glands favorisent le développement d'une consanguinité de position. Ce sont autant de races ou d'écotypes dans l'aire naturelle.

Par ailleurs, les origines génétiques des peuplements introduits sont très diverses (JUNG-MULLER 1987 et KRAHL-URBAN 1966 in JUNG-MULLER 1987 - cf § 112, p. 22). La variabilité du chêne rouge d'Amérique est importante.

Il est néanmoins possible pour une meilleure utilisation de cette espèce à fort potentiel, de préciser son adaptation autoécologique en région Centre dans le cadre d'une étude spécifique et originale.

CARTE DE LOCALISATION DES PLACETTES

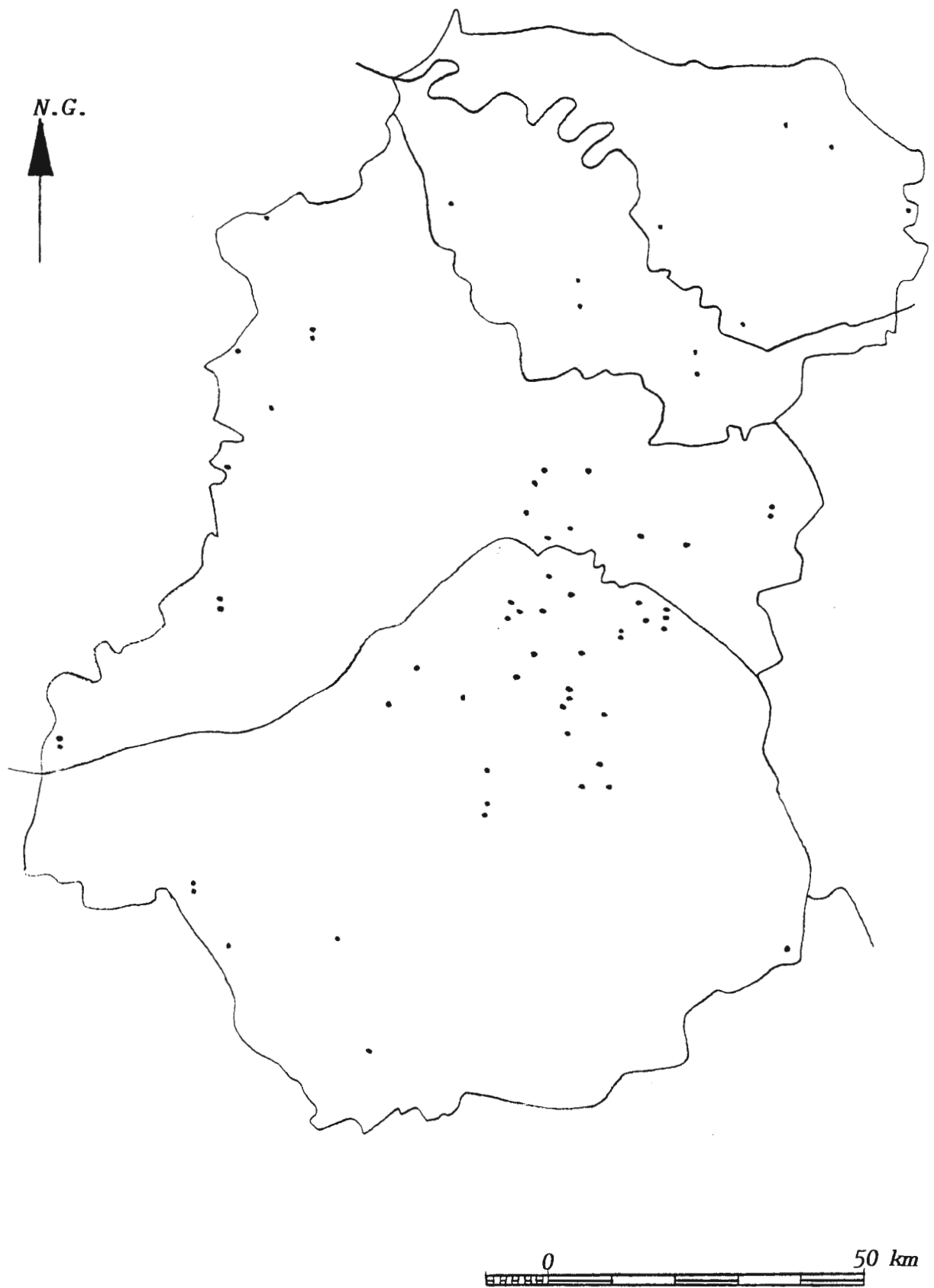


FIGURE 3

2.1 – Méthodologie

La méthodologie utilisée ici consiste à étudier les variations de hauteurs dominantes des arbres, prises comme indice de productivité, selon les caractéristiques du sol et de la flore.

2.1.1 – Recueil des données :

Les données initiales ont été recueillies au cours d'une phase de mesures dans les peuplements de chêne rouge d'Amérique âgés de plus de 20 ans de la région Centre. Quelques peuplements situés en Ile de France (peu différente du Centre par son climat et sa géologie) ont permis d'élargir l'échantillonnage pour une meilleure précision .

Au cours des mois d'octobre et novembre 1989, 110 peuplements ont été inventoriés (dont 18 % en Ile de France). 58 répondaient aux critères de régularité requis (loi de Eichhorn) pour l'étude de la productivité (figure 3, p. 7).

Sur chaque placette, 137 variables ont été relevées dont 100 variables floristiques, 33 variables pédologiques, 2 variables dendrométriques et 2 variables géographiques (latitude et longitude).

2.1.2 – Etude dendrométrique

L'âge A et la hauteur dominante H_0 (moyenne des 5 plus hauts arbres de la placette) ont permis, par régression curvilinéaire, d'obtenir la courbe "hauteur dominante en fonction de l'âge" du chêne rouge d'Amérique en région Centre.

Le modèle retenu est celui de Bailey et Clutter (MULLER 1987) du type :

$$H_0 = \exp (a_j + b (1/A)^c)$$

ou H_0 est la hauteur dominante, A l'âge, b et c des constantes, et a_j un paramètre libre.

C'est l'équation d'une courbe sigmoïde admettant lorsque A tend vers l'infini une asymptote parallèle à l'axe des x d'équation $H_0 = \exp (a_j)$.

Si l'on admet, avec Eichhorn (1902), Assman (1955) et Etter (1949), qu'en structure régulière et fermée, la production totale de bois n'est fonction que de la seule hauteur dominante H_0 pour un âge donné, il est clair que a_j traduit la fertilité de la station (étendue de terrain homogène laissant espérer une productivité comprise entre des limites connues).

La courbe de croissance en hauteur dominante moyenne en région Centre obtenue par régression est la suivante (figure 4, p. 8) :

$$H_0 = \exp (8,9 - 8,1 (1/A)^{0,09})$$

avec un coefficient de détermination de 0,68.

Les hauteurs dominantes des peuplements âgés de plus de 60 ans étant plus faibles que la moyenne, nous n'en avons pas tenu compte dans ce calcul (l'échantillonnage de cette partie est manifestement en défaut).

Courbe hauteur-age en région Centre

$$H = \exp(8.9 - 8,1 * ((1/A)^{0,09}))$$

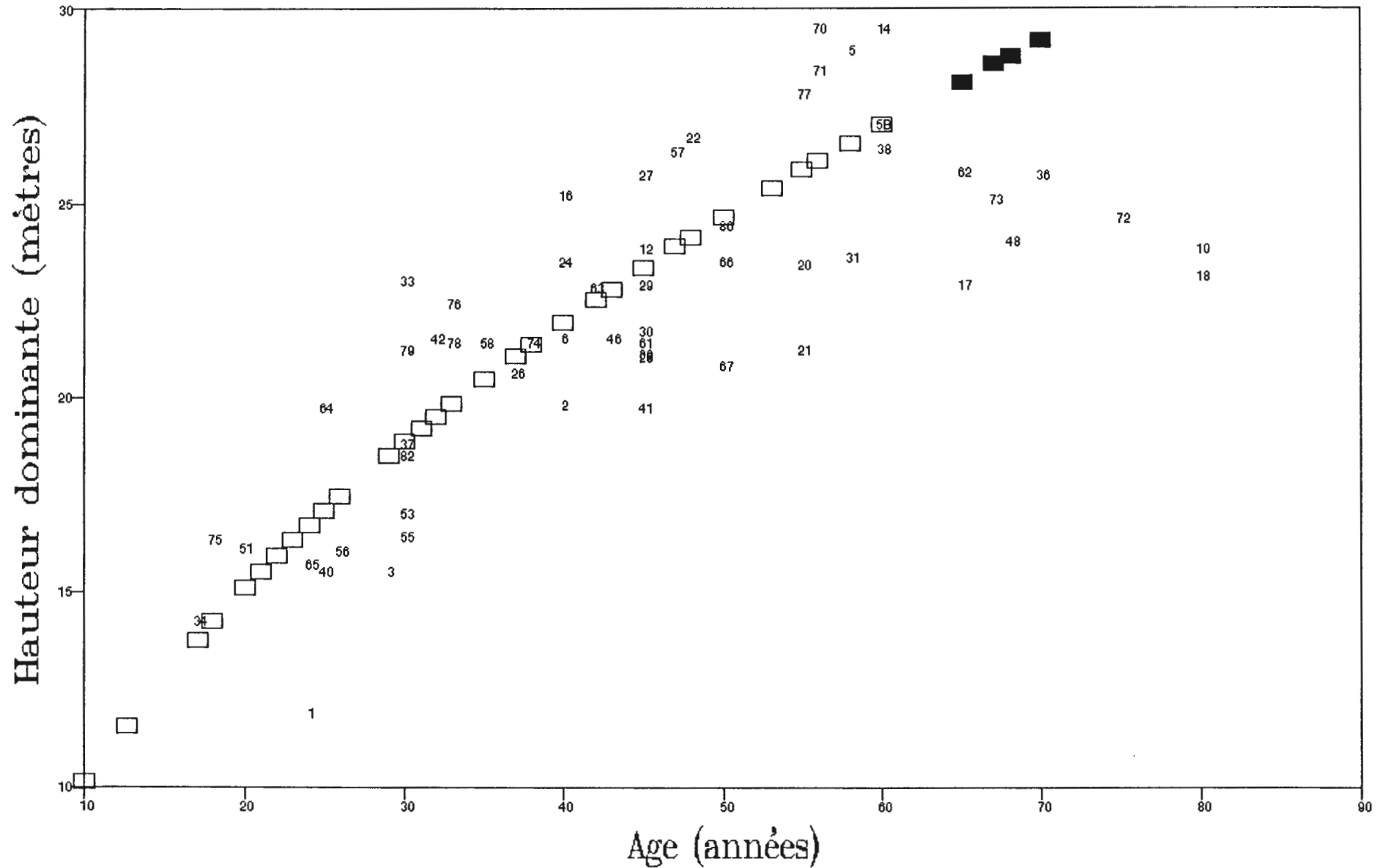


FIGURE 4

Comparons la courbe moyenne de croissance en hauteur obtenue en région Centre à d'autres courbes obtenues dans d'autres études (figure 5, p. 9). La productivité (ou H_0) du chêne rouge d'Amérique en région Centre est :

- Sensiblement voisine de celle du nord-est,
- Inférieure à celle du sud-ouest où il bénéficie de conditions climatiques plus favorables,
- Supérieure à celles des autres pays aux climats plus continentaux.

La courbe de la région Centre est toujours plus tendue (croissance plus soutenue) que celles des régions plus continentales. Elle est cependant assez voisine de la courbe belge dont la table de production pourra être prise comme référence en région Centre (figure 27, p. 33).

Le paramètre libre a_j de notre courbe en région Centre, engendre en fonction de la fertilité du milieu un faisceau de courbes d'équation :

$$H_0 = \exp (a_j - 8,1 (1/A)^{0,09})$$

Pour chaque placette d'âge A_j et de hauteur dominante H_{0j} , nous définissons un indice de fertilité par la hauteur dominante à 50 ans (âge de référence), calculé à partir de l'équation précédente à l'aide de la formule :

$$\begin{aligned} H_{0j50} &= \exp [a_j + b(1/50)^c] \\ &= \exp [[\ln(H_{0j}) - b(1/A_j)^c] + b (1/50)^c] \\ \text{où } b &= - 8,1 \text{ et } c = 0,09 \end{aligned}$$

Directement lié à a_j et comme lui cet indice de fertilité H_{50} est fortement lié à la productivité du peuplement. Il nous servira par la suite pour l'étude de la fertilité des stations de la région Centre à l'égard du chêne rouge d'Amérique.

2.1.3 – Etude phytoécologique

L'analyse a porté sur un tableau de 133 variables pour 75 individus (placettes retenues pour cette étude).

Sur les 133 variables mesurées, 100 sont des variables floristiques (plantes) et 33 des variables pédologiques (humus, texture de 10 cm en 10 cm sur 1 m de profondeur, cause de l'arrêt du sondage, pH, hydromorphie, effervescence à l'acide).

Cette analyse nous a permis de classer nos placettes en 7 unités stationnelles selon le niveau trophique (richesse chimique) de la station.

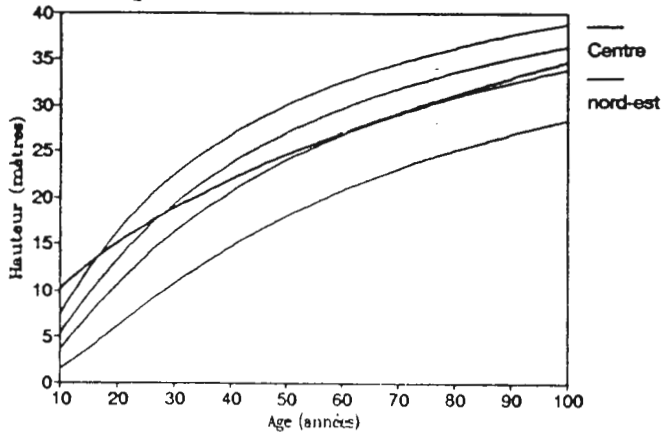
La figure 6 (p. 10) présente les groupes d'espèces indicatrices rencontrées. La figure 7 (p. 11) présente un tableau floristique simplifié, il caractérise les unités stationnelles par leur composition floristique. La figure 8 (p. 12) présente les caractéristiques édaphiques (relatives au sol) de ces mêmes unités stationnelles.

COMPARAISON de la COURBE de CROISSANCE en HAUTEUR

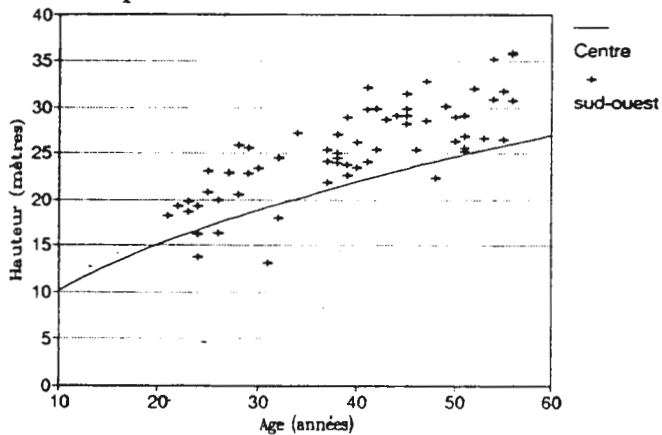
en FONCTION de L'AGE de la REGION CENTRE

avec CELLES D'AUTRES REGIONS

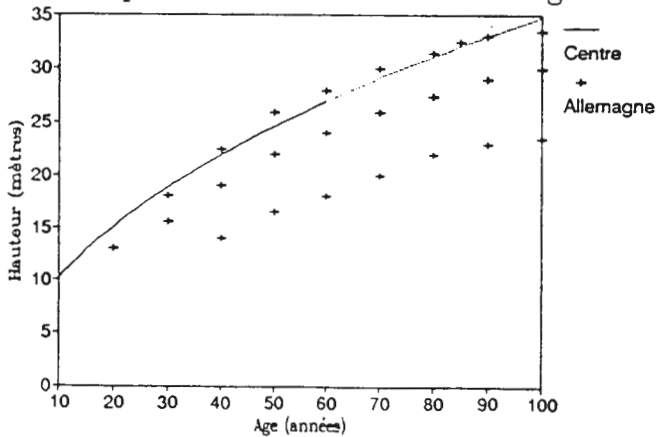
Comparaison Centre - nord-est



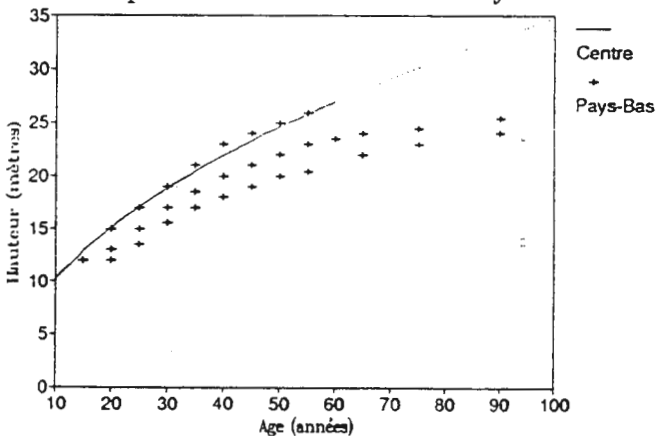
Comparaison Centre - sud-ouest



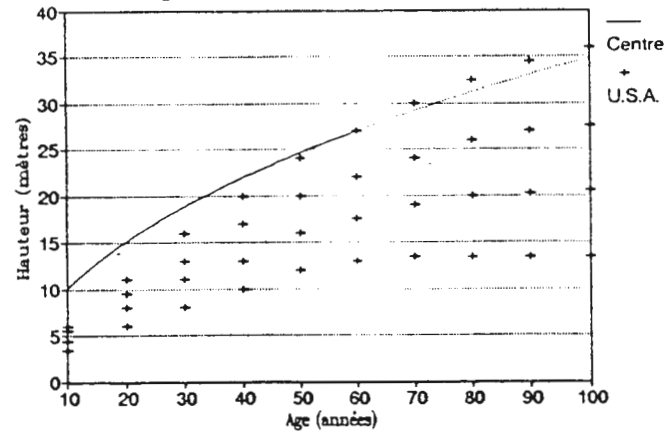
Comparaison Centre - Allemagne



Comparaison Centre - Pays-Bas



Comparaison Centre - U.S.A.



Comparaison Centre - Belgique

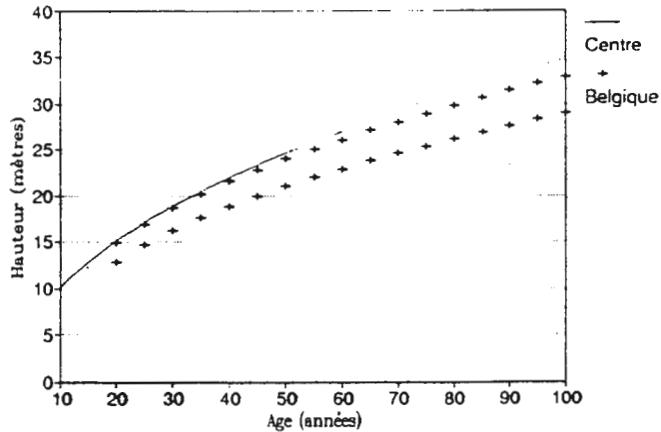


FIGURE 5

2.2 – Les facteurs écologiques de fertilité du chêne rouge d'Amérique

Une cause de variation dont la connaissance reste impossible dans ce type d'étude demeure : c'est l'origine génétique des arbres.

L'interprétation des résultats portant sur des valeurs moyennes, l'échantillonnage ayant porté sur l'ensemble des peuplements que nous connaissions en région Centre, l'incidence de l'origine génétique s'en trouve atténuée.

Le climat de la région Centre est de type océanique, à tendance continentale. Particulièrement tempéré, il ne présente ni longues périodes de grand froid ni longues périodes de sécheresse (à l'exception d'anomalies climatiques). L'altitude n'y dépasse pas 500 m. La pluviosité varie entre 500 et 900 mm/an, les températures moyennes de juillet de 18 à 21°, celles de janvier de 2 à 4°.

Les caractéristiques climatiques de la région Centre sont donc relativement homogènes et conviennent très bien au chêne rouge d'Amérique, quoique plus océaniques que celles de son aire naturelle. L'étude des facteurs de fertilité portera donc essentiellement sur les facteurs édaphiques.

La figure 9 (p. 13) présente les indices de fertilité H50 de chaque placette, classés par unités stationnelles, selon un niveau trophique croissant.

Elle montre que, globalement, la fertilité des placettes pour le chêne rouge d'Amérique augmente avec le niveau trophique.

La dispersion est importante surtout vers les niveaux trophiques élevés, laissant entrevoir l'existence d'autres facteurs explicatifs. Ceux-ci sont mis en évidence par l'analyse des cas anormaux supérieurs et inférieurs.

2.2.1 – Analyse des cas anormaux :

Le relevé n° 16, classé dans l'unité stationnelle acidiphile présente un indice de fertilité de H50 = 28,3 m anormalement élevé. Il se situe dans la station 5282 du catalogue des types de station forestière du Perche (CHARNET, 1988).

Ce type de station présente un niveau trophique élevé en discordance avec la morphologie de l'humus et avec la strate herbacée typiquement acidiphile dont nous nous sommes servis pour classer nos placettes. En effet, à une certaine profondeur, les eaux, ayant traversé la craie en amont, fournissent un approvisionnement en cations basiques. Cela explique le classement de ce relevé dans l'unité stationnelle acidiphile.

Une autre particularité de ce sol est sa forte charge en silex brisés dans une matrice limono-sableuse. Il s'agit d'un cailloutis de haut de pente à bon drainage interne. Une telle formation hétérogène de solifluxion reste néanmoins prospectable par les racines du chêne rouge d'Amérique (mais pas par la tarière pédologique !).

Le relevé n° 33 classé dans l'unité stationnelle acidiline présente également un indice de fertilité anormalement élevé de H50 = 30,1 m qui n'a pu être expliqué.

GROUPES D'ESPECES INDICATRICES RENCONTREES

NEUTROCALCICOLES

Buxus sempervirens
Lonicera xylosteum

CALCICLINES

Acer campestre
Carex flacca
Cornus sanguinea
Euonymus europaeus
Ligustrum vulgare

NEUTRONITROPHILES

Galium aparine
Rumex acetosa
Sambucus nigra
Stachys sylvatica
Urtica dioica

NEUTRONITROCLINES

Ajuga reptans
Geranium robertianum
Geum urbanum
Sambucus racemosa
Ulmus minor

ACIDICLINES DU MULL MESOTROPHE

Circaea lutetiana
Epipactis purpurata
Ribes rubrum
Scrophularia nodosa
Tilia cordata

NEUTROCLINES MOYENNE AMPLITUDE

Acer platanoides
Acer pseudoplatanus
Carex sylvatica
Crataegus laevigata
Dryopteris carthusiana
Dryopteris filix-mas
Euphorbia amygaloides
Festuca hererophylla
Fragaria vesca
Lamiastrum galeobdolon
Melica uniflora
Potentilla sterilis
Prunus avium
Rosa arvensis
Ruscus aculeatus
Stellaria holostea
Viburnum opulus

HYGROPHILES ET MESOHYGROPHILES

Agrostis stolonifera
Betula pubescens
Eupatorium cannabinum
Juncus conglomeratus
Molinia caerulea

NEUTROCLINES A LARGE AMPLITUDE

Corylus avellana
Crataegus monogyna
Epilobium angustifolium
Hedera helix
Hypericum perforatum
Polygonatum multiflorum
Prunus spinosa
Rubus fruticosus
Salix caprea

ESPECES A TRES LARGE AMPLITUDE

Erica scoparia
Ilex aquifolium
Malus sylvestris
Scleropodium purum
Solidaga virga-aurea
Thuidium tamariscinum

ACIDIPHILES A LARGE AMPLITUDE

Betula pendula
Castanea sativa
Cytisus scoparius
Lonicera periclymenum
Mespilus germanica
Polytrichum formosum
Pteridium aquilinum
Pyrus cordata
Sorbus torminalis

ACIDIPHILES DU MULL-MODER

Holcus mollis
Potentilla erecta
Teucrium scorodonia
Viola riviniana

ACIDIPHILES DU MODER

Deschampsia flexuosa
Dicranum scoparium
Frangula alnus
Hypericum pulchrum

ACIDIPHILES DU DYSMODER ET DU MOR

Calluna vulgaris
Danthonia decumbens
Erica cinerea
Hypnum cupressiforme
Leucobrium glacum
Pleurosium schreberi
Rumex acetosella

HYGROPHILES ET MESOHYGROPHILES

Osmunda regalis
Populus tremula
Succisa pratensis
Ulex nanus

FIGURE 6

Les cas anormaux inférieurs font apparaître l'existence de facteurs limitant la fertilité d'un sol à l'égard du chêne rouge d'Amérique (figure 10, p. 14) :

- Forte charge en cailloux avant 20 cm de profondeur, pour 7 placettes, formant obstacle à l'enracinement (et au passage de la tarière pédologique dans 2 cas sur 3 !),

- Cailloutis au delà de 40 cm de profondeur surmonté d'un sable ou d'un sable limoneux pour 2 placettes. Le cailloutis s'oppose d'une part aux remontées capillaires vers un horizon à faible réserve utile, et d'autre part au passage des racines vers des horizons plus profonds. La sécheresse peut être importante en été (cf également SAINT-SEVER 1987).

- Marmorisation franche (taches de décoloration > 10 %) avant 30 cm de profondeur s'accompagnant généralement d'un autre facteur plus ou moins marqué et d'un enrichissement graduel en argile, pour 5 placettes. Cette marmorisation traduit un engorgement se prolongeant au printemps.

Les placettes n° 63 et 64, à indices de fertilité "normaux", à profil marmorisé dès 30 cm, montrent que ce problème d'engorgement est difficile à quantifier précisément. Seules des mesures piézométriques (fluctuation des hauteurs de nappe) pourraient lever cette indétermination.

- Horizon blanchi de texture plutôt grossière sur un plancher argileux avant 40 à 50 cm de profondeur (planosol), pour 4 placettes. Le blanchiment traduit un engorgement prononcé, évacuant lentement et latéralement les oxydes de fer (couleur), les autres composés minéraux et les éléments fins (argile) du sol.

- Rupture texturale nette par apparition d'argile compacte avant 40 cm de profondeur pour 3 placettes. L'argile est marmorisée ; elle fait obstacle à l'enracinement.

La placette n° 39, classée dans l'unité stationnelle acidocline, présente un indice de fertilité anormalement faible de $H50 = 21,7$ m qui n'a pu être expliqué.

L'analyse des cas anormaux inférieurs nous a donc permis de mettre en évidence cinq types de facteurs limitant la fertilité d'un sol pour le chêne rouge d'Amérique. En leur absence, le niveau trophique du sol reste déterminant, comme le montrent les cas "normaux" par la progression de leurs indices de fertilité et la présentation plus synthétique des résultats :

2.2.2 - Résultats synthétiques

La figure 11 (p. 15) présente les indices de fertilité moyens par groupe d'unités stationnelles, avec leurs intervalles de confiance au seuil de probabilité de 5 %.

Les unités stationnelles ont été réunies en trois groupes :

- **Acide** : Unités acidiphile et subacidiphile
- **Subacide** : Unités mésoacidiphile et acidocline
- **Neutre** : Unités neutrocline, mésoneutrophile et neutrophile.

Les tests d'homogénéité entre les moyennes des indices de fertilité des différents groupes, avec et sans facteurs limitants (figure 12, p. 16 en haut) permettent de définir

TABLEAU FLORISTIQUE SIMPLIFIE











































UNITE STATIONNELLE GROUPE D'ESPECES INDICATRICES	ACIDIPHILE	SUBACIDIPHILE	MESO- ACIDIPHILE	ACIDICLINE	NEUTROCLINE	MESO- NEUTROPHILE	NEUTROPHILE
Calciclones							
Neutronitrophiles							
Neutronitroclines							
Neutroclines à moyenne amplitude							
Neutroclines à large amplitude							
Espèces à très large amplitude							
Acidiphiles à large amplitude							
Acidiphiles du mull-moder							
Acidiphiles du moder							
Acidiphiles du dysmoder et du mor							

FIGURE 7

Forte représentation 

Simple présence 

quatre grands groupes stationnels vis à vis de la fertilité du chêne rouge d'Amérique en région Centre (figure 12, p. 16 en bas).

En effet, en présence d'un facteur limitant, les moyennes des indices de fertilité par groupe ne sont pas significativement différentes, sauf entre LA et LS, mais cette différence doit être attribuée à un défaut d'échantillonnage dans le groupe LS. Nous formons donc un groupe LT : facteur limitant tous groupes.

Le groupe acide sans facteur limitant A se distingue nettement des groupes S et N par son indice moyen de fertilité ; il se distingue également nettement du groupe LT (facteur limitant tous groupes).

Ceci montre que le chêne rouge d'Amérique, s'il pousse relativement bien sur sol acide (pauvre), est quand même sensible au niveau trophique de la station.

Ce même groupe acide sans facteur limitant A se distingue par contre un peu moins nettement des groupes LS et LN. On peut y voir une compensation des facteurs limitants par le niveau trophique du sol : un sol comportant un facteur limitant donnera un meilleur résultat s'il est plus riche (dans le groupe LN, les très faibles niveaux de fertilité correspondent à des facteurs limitants très sévères, figure 10, p. 14).

Les accroissements moyens à 60 et 80 ans (figure 12, p. 16 en bas) ont été estimés par approximation linéaire à partir de la table de production belge. Nous avons vu que celle-ci pouvait être prise comme référence en région Centre (cf § 212, p. 7 et figure 27, p. 33).

Cinq types de facteurs peuvent limiter la fertilité du sol vis-à-vis du chêne rouge d'Amérique :

- forte charge en cailloux avant 20 cm de profondeur
- texture sableuse sur cailloutis
- engorgement prolongé du sol
- planosol
- plancher argileux avant 40 cm de profondeur.

En leur absence, si celui-ci pousse relativement bien sur sol pauvre, il n'en demeure pas moins sensible à la richesse chimique de la station.

2.3 – Peu de gélivure en région Centre

Cinq ans après les grands froids de 1985 et 1986, 81 % des peuplements observés en région Centre sont indemnes de gélivure.

Fréquence des taux de gélivure en nombre d'arbres atteints par placette en région Centre :

Taux de gélivure	30 %	20 %	10 %	0 %
Fréquence observée sur 52 placettes	4 %	4 %	11 %	81 %

**CARACTERISTIQUES EDAPHIQUES
DES UNITES STATIONNELLES**

Niveau trophique	Nombre de placettes	pH vers 10 cm	Type d'humus	Texture
ACIDIPHILE	12	4 à 4,5	Dysmoder à moder	Sableuse à limono-sableuse, pas d'argile avant 40 cm
SUB-ACIDIPHILE	7	4,5	Moder	Sableuse à sablo-limoneuse, pas d'argile avant 40 cm
MESO-ACIDIPHILE	14	4 à 5	Dysmoder à mull-moder	Sableuse à limono-sableuse, un relevé sablo-argileux
ACIDICLINE	17	4 à 5	Mull acide	Sableuse à limoneuse, présence d'argile possible
NEUTROCLINE	9	5 à 5,5	Mull acide à mull mésotrophe	Sablo-limoneuse à limoneuse, présence d'argile possible
MESO-NEUTROPHILE	10	4,5 à 6,5	Mull acide à mull mésotrophe	Sablo-argileuse à argilo-limoneuse
NEUTROPHILE	6	5 à 7	Mull acide à Mull mésotrophe	Sablo-argileuse à argileuse

FIGURE 8

La gélivure est plus fréquente (figure 13, p. 17) en station pauvre (acidiphile à mésoacidiphile) qu'en station riche (acidicline à neutrophile) où elle n'est présente qu'avec un facteur limitant (cailloutis, planosol).

En station pauvre elle n'est présente que sur sable (n° 12 et 80) à raison de 10 % ou qu'avec un facteur particulier : planosol (n° 10), cailloux (n° 16), hydromorphie à - 30 cm et sable (n° 63 et 38). D'autres placettes sur sable (n° 61, 17, 66, 21 et 51) ne présentent aucune gélivure (la structure du peuplement de la parcelle n° 60, sableuse podzolique, avec 20 % d'arbres gélivés était trop lâche pour sa prise en compte dans l'analyse de la fertilité).

Ces observations faites en région Centre, sans être bien probantes, corroborent les conclusions d'études réalisées dans d'autres régions : les cantons gélifs sont plus fréquemment pauvres (cf § 21, p. 27).

La gélivure du chêne rouge d'Amérique est rarement grave en région Centre.

2.4 - Place du chêne rouge d'Amérique en région Centre

Le chêne rouge d'Amérique possède deux atouts de grand intérêt : sa forte productivité (8 à 11 m³/ha/an) et sa frugalité.

Son enracinement manque toutefois de performance : pierrosité, engorgement printanier, argile compacte, lui sont défavorables bien qu'il puisse alors quand même produire autour de 7 à 8 m³/ha/an. Ces facteurs limitants ne favorisent ni son démarrage, ni son développement, ni son état sanitaire. On pourra lui préférer dans le contexte forestier de la région Centre :

- En sol acide (pauvre) pierreux et sain : le pin laricio (10 à 15 m³/ha/an)
- En sol acide (pauvre) mouilleux : le pin sylvestre (6 à 12 m³/ha/an)
- En sol subacide : le chêne rouvre (3 à 6 m³/ha/an)
- En sol neutre : le chêne pédonculé (3 à 6 m³/ha/an) particulièrement adapté aux sols argileux et mouilleux.

En l'absence de facteur limitant, on devrait lui préférer :

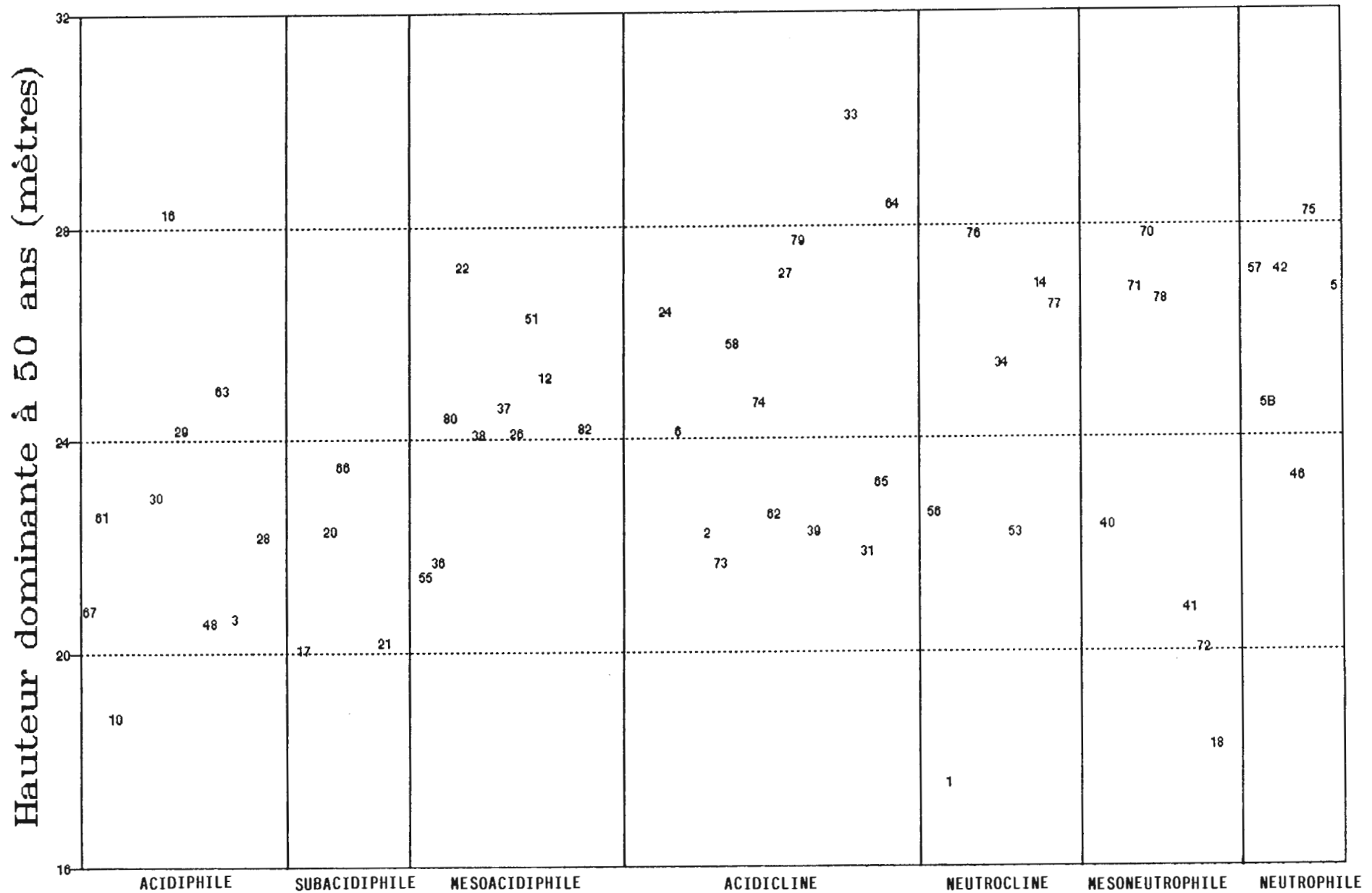
- En sol neutre : les feuillus précieux (frêne, noyer, merisier) et le chêne pédonculé pour la qualité de leurs bois,
- En sol subacide : le chêne rouvre, le châtaignier en taillis (8 à 12 m³/ha/an), le merisier, bien que le chêne rouge d'Amérique puisse y trouver sa place en raison de sa haute productivité et de sa courte révolution (60 à 80 ans).

En sol acide, c'est à dire pauvre, sableux à sablo-limoneux sec l'été, le chêne rouge d'Amérique se situe parfaitement aux côtés du pin laricio pour lequel il constitue une bonne alternative feuillue, à condition toutefois que le sol soit profondément prospectable et drainé.

On notera qu'il est possible d'améliorer la prospectabilité d'un sol pierreux par sous-solage croisé et de diminuer l'engorgement d'un sol pas trop argileux par drainage.

INDICES DE FERTILITE par relevé

FIGURE 9



UNITES STATIONNELLES

Les sols calcaires ou à engorgement permanent ne conviennent pas au chêne rouge d'Amérique.

La figure 14 (p. 18) présente une estimation de l'aptitude des différentes régions forestières du Centre vis à vis du chêne rouge d'Amérique dans l'esprit des considérations précédentes.

La carte ne présente qu'une estimation moyenne et globale de cette aptitude par région forestière. Toutes les terres de Sologne ne sont pas forcément bonnes pour le chêne rouge d'Amérique et il n'est pas exclu qu'on puisse l'installer localement en Gâtinais.

Pour réaliser cette carte, nous nous sommes basés sur les descriptions géologique, pédologique et phytosociologique des Orientations Régionales de Production (O.R.P., C.R.P.F. 1973).

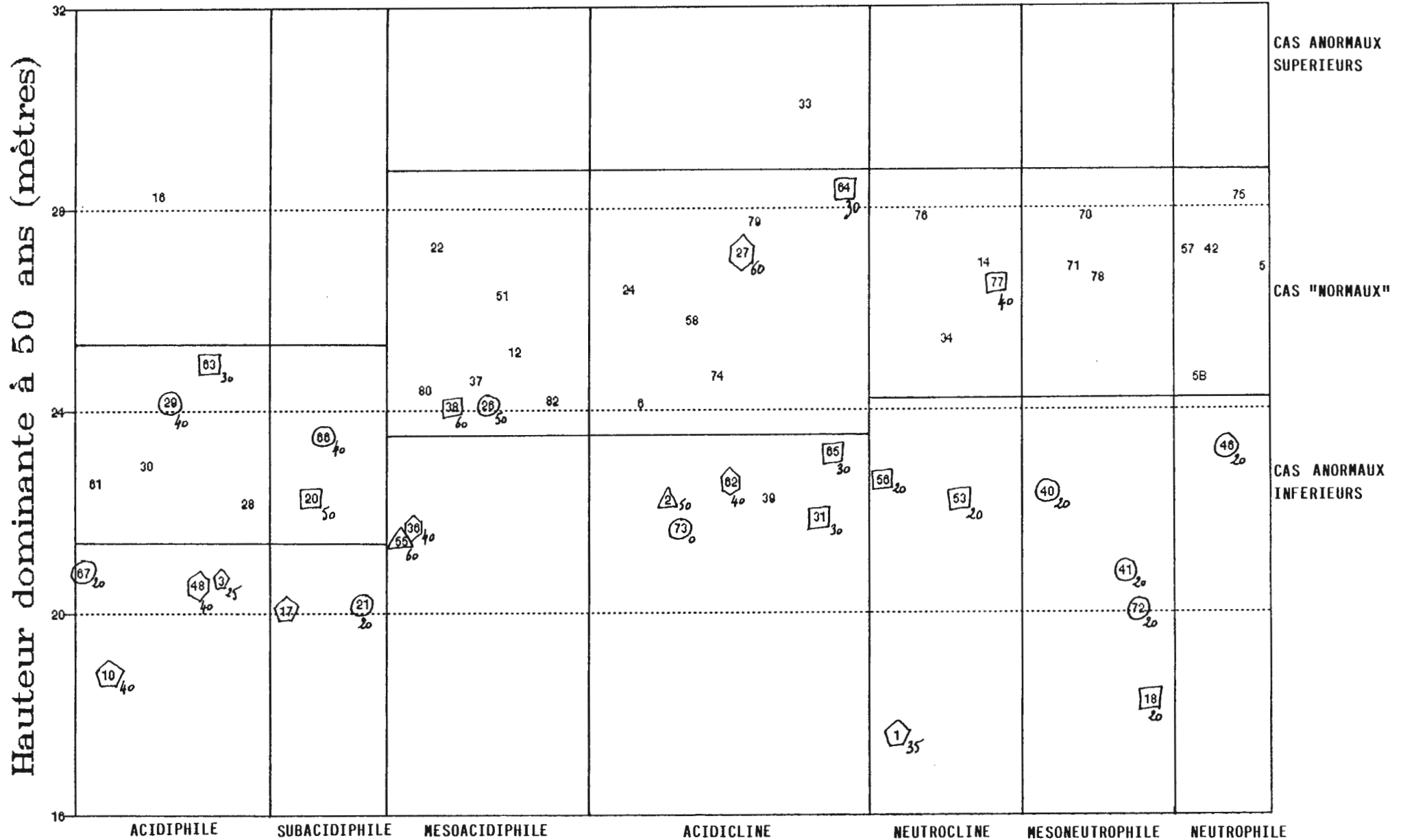
L'interprétation de cette carte doit tenir compte des superficies réellement boisées de chaque région forestière et de la place que l'on souhaite réserver au chêne rouge d'Amérique par rapport aux chênes autochtones et aux résineux.

Le chêne rouge d'Amérique trouve tout son intérêt sur les sables de Sologne actuellement massivement enrésinés (dans le Loir et Cher, 86 % des surfaces reboisées à l'aide d'une subvention se font avec des conifères, source : D.E.R.F.). Il n'en demeure pas moins très sensible au gibier.

Il convient maintenant, d'examiner les modes d'installation et de conduite de cette essence en forêt.

ANALYSE DES CONTRAINTES DES SOLS

FIGURE 10



CONTRAÎNTE MAJEURE DU SOL

UNITES STATIONNELLES

- Cailloutis
- △ Sable ou sable limoneux sur cailloutis
- Classification française
- ◇ Planosol
- ⬡ Rupture texturale
- 30 : Profondeur

III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE

3.1 - Forme des arbres

Sur un total de 52 placettes et sur au moins 30 arbres par placette, soit 1748 arbres, 7 variables de forme ont été relevées : rang social ; nombre de fourches ; hauteur de la première fourche ; rectitude ; verticalité ; gourmands ; gélivure.

Le problème de la gélivure a été analysé au § 23 p. 11. Seulement 2,9 % des arbres observés étaient gélivés (figure 15, p. 19).

Un tiers des chênes rouges d'Amérique observés sont fourchus à moins de 10 m (figure 15, p. 19), ils comportent en moyenne 1,6 fourches chacun et la hauteur moyenne de bille de ces arbres est de 6 m.

Sur les 52 placettes observées, 9 présentaient plus de 50 % d'arbres fourchus à moins de 10 m, et 16 moins de 20 %.

La fourchaison du chêne rouge d'Amérique, gênante car elle limite la hauteur de fût marchand, est assez fréquente dans certains peuplements, elle se répète souvent sur le même arbre : son déterminisme est sous contrôle génétique. Son importance n'en demeure pas moins relative : il reste toujours possible de sélectionner des arbres non fourchus jusqu'à au moins 8 m dans la grande majorité des peuplements régionaux. Il importe cependant d'y remédier :

- en ne s'approvisionnant qu'en plants dont on soit sûr de la qualité génétique : "sélectionnés", c'est à dire dont la graine ait été récoltée sous un peuplement classé (cf § 122, p. 24),
- en plantant à une densité initiale suffisante pour se réserver une possibilité de sélection,
- en pratiquant des tailles de formation jusqu'à au moins 6 à 8 m, sur au moins 400 plants/ha.

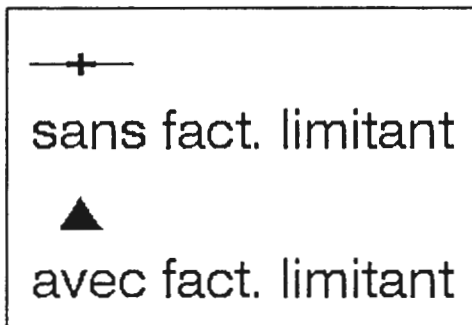
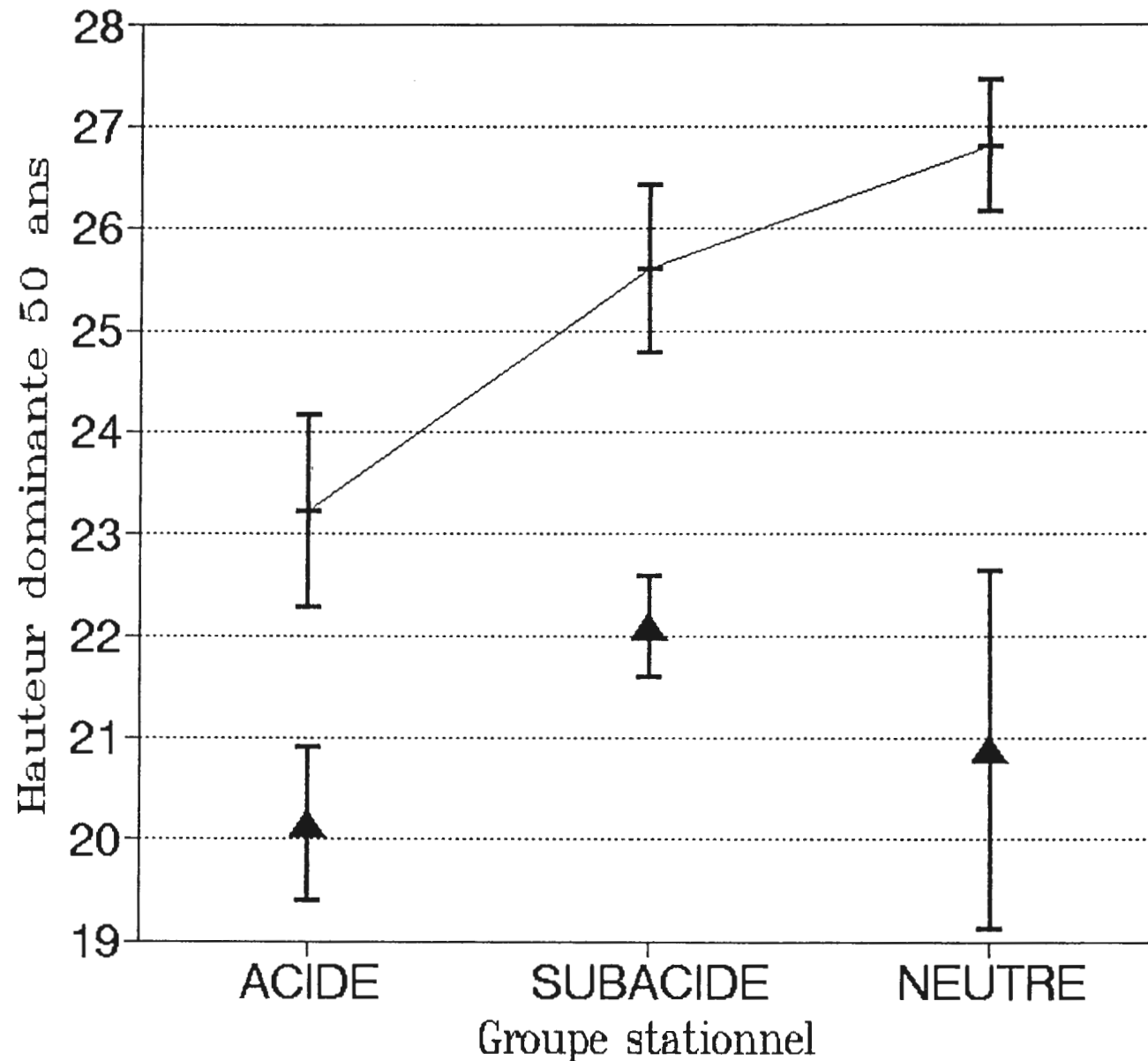
D'autres phénomènes traduisent la grande sensibilité du chêne rouge d'Amérique à la lumière. Ce sont la rectitude des troncs, leur verticalité et la présence de gourmands (figure 15, p. 19) :

Tant la rectitude que la verticalité des chênes rouges d'Amérique de la région Centre peuvent être jugées satisfaisantes puisque plus de 50 % des arbres y sont droits ou verticaux et plus de 80 % "acceptables" de ce point de vue.

Le problème des gourmands est plus préoccupant puisque 11 placettes sur 52 présentent plus de 50 % d'arbres "couverts" de gourmands. Les gourmands traduisent souvent un défaut de sylviculture : soit trop forte densité, soit éclaircie brutale après une longue période dense. Le chêne rouge d'Amérique semble assez sensible à ce phénomène. Cependant, 11 placettes également présentent plus de 75 % d'arbres sans gourmand.

Quoi qu'il en soit de ces différents facteurs pris séparément, considérons les arbres d'avenir : sans fourche à moins de 6 m, dominants ou codominants, dont la rectitude est

INDICE DE FERTILITE PAR GROUPE D'UNITES STATIONNELLES



FACTEURS LIMITANTS

- 1 - Forte charge en cailloux dans les 40 premiers centimètres du sol
- 2 - Cailloutis surmontés de sable ou de sable limoneux
- 3 - Engorgement prolongé
- 4 - Planosol
- 5 - Plancher argileux

bonne ou moyenne, dont la verticalité est bonne ou moyenne, sans ou avec peu de gourmands, et non gélivés.

Leur fréquence moyenne observée en région Centre est de 46,2 %. Cette valeur est tout à fait acceptable puisque globalement elle permet d'obtenir une densité finale suffisante d'arbres "marchands" (environ 80 arbres/ha).

Malheureusement, cette valeur dépend beaucoup des placettes : 9 d'entre elles, soit 1/5ème, présentent moins de 33 % d'arbres d'avenir. La figure 16 (p. 22), donnant la proportion d'arbres d'avenir selon la densité et l'âge des peuplements observés en région Centre, montre que ces placettes ont toujours des densités trop élevées, témoignant d'un manque de lumière régulièrement répartie autour des houppiers, que seule une bonne sylviculture peut fournir.

Globalement, la fréquence des arbres d'avenir dans les peuplements de chêne rouge d'Amérique de la région Centre est satisfaisante (46 %). Cependant certains peuplements de moindre qualité quant à la forme des arbres reflètent parfois un manque de sylviculture auquel le chêne rouge d'Amérique est particulièrement sensible.

3.2 – Age, densité et croissance en diamètre

Nous allons chercher, à partir des données relevées dans les peuplements de chêne rouge d'Amérique de la région Centre, à définir une sylviculture pour cette essence.

On entend ici par sylviculture, la courbe de densité maximale avant éclaircie en fonction de l'âge servant de guide.

Observons tout d'abord la figure 17 (p. 23) de la densité en fonction de l'âge pour les placettes de la région Centre, sur laquelle nous avons reporté la courbe moyenne observée en Belgique (LAURENT, RONDEUX et THILL 1988) ainsi que la courbe recommandée en France (LANIER et al. 1980).

Les peuplements observés en région Centre présentent, pour la plupart, une densité trop élevée par rapport à ces deux courbes (le chêne rouge d'Amérique réagissant bien aux éclaircies même tardives, un rattrapage est souvent possible. Cependant celui-ci ne devra pas être trop brutal pour limiter la formation des gourmands).

Pour approcher la sylviculture idéale, fixons trois objectifs différents :

- Maintenir par éclaircies successives une densité telle que tous les arbres du peuplement puissent être dominants. Ce principe minimise la concurrence au sein du peuplement et concentre l'accroissement sur les arbres dominants. Une approche de cette courbe est tracée figure 18 (p. 24),
- Maintenir une densité telle que le taux d'arbres d'avenir soit maximum au sein du peuplement. Une approche de cette courbe est tracée figure 16 (p. 22),
- Maintenir une densité telle que l'accroissement moyen sur le rayon des arbres d'avenir soit maximum. Une approche de cette courbe est tracée figure 19 (p. 25).

Les allures de ces 3 courbes sont comparables. Une compilation rapide nous fournit le modèle suivant : d'environ 900 tiges/ha à 20 ans, la densité descend vers 300 tiges/ha à 60 ans et vers 100 à 200 tiges/ha à 80 ans.

Les observations réalisées en région Centre montrent que, dans ces conditions, on peut obtenir avec du chêne rouge d'Amérique entre 60 et 80 ans, un accroissement moyen sur le rayon, compris entre 3 et 4 mm, soit un diamètre moyen à 1,30 m voisin de 48 cm.

En fait, pour obtenir plus rapidement des bois plus gros, on doit pouvoir descendre la densité par rapport à cette approche observée. En passant de 700 tiges vers 20 ans à 80-100 tiges/ha dès 50 ans, on devrait pouvoir obtenir entre 60 et 80 ans un accroissement moyen sur le rayon de 3,8 à 4,8 mm, soit un diamètre moyen à 1,30 m voisin de 59 cm.

Ce modèle, susceptible d'optimiser la production de bois de qualité par éclaircies régulières, va nous servir de guide pour préconiser une sylviculture applicable en région Centre.

Une sylviculture dynamique convient très bien au chêne rouge d'Amérique. On peut espérer obtenir rapidement (60 à 80 ans) des bois de fort diamètre à 1,30 m (55 à 65 cm).

3.3 - Sylviculture préconisée

3.3.1 - Préliminaires

Selon les normes du Fonds Forestier National (F.F.N.), pour bénéficier d'une subvention, la densité initiale requise va de :

- 1.100 à 2.200 plants/ha en plantation à haute densité ne nécessitant ni la présence et la gestion d'une végétation d'accompagnement, ni la mention d'un conseiller technique,
- 400 à 1.100 plants/ha en plantation à faible densité nécessitant la présence et la gestion d'une végétation d'accompagnement et la mention d'un conseiller technique.

* *Plantation à faible densité*

Si l'on envisage d'obtenir à terme un *peuplement pur* de chêne rouge d'Amérique, l'accompagnement peut être soit un recru ligneux déjà installé, soit une introduction artificielle de bouleaux, d'aulne blanc ou de charme "améliorant" l'humus par leurs litières.

Dans ce cas, une densité initiale en chêne rouge d'Amérique de 625 (4 x 4 m) à 833 (4 x 3 m) doit permettre d'obtenir vers 15 ans une densité d'au moins 400 plants de belle forme à l'hectare. La pratique de tailles de formation et d'élagage est indispensable sur ces 400 plants (minimum requis par le F.F.N.). Le recru ou les bouleaux d'accompagnement doivent être maîtrisés par gyrobroyeur et croissant.

Le mélange chêne rouge d'Amérique-bouleaux, intéressant en sol pauvre, se comporte très bien et permet de retarder la première éclaircie. Le chêne rouge d'Amérique, s'il domine rapidement les bouleaux, développe cependant de grosses branches basses qu'il est alors absolument nécessaire d'élaguer sur les plus beaux sujets.

On peut aussi envisager d'obtenir à terme un *peuplement mélangé* de chêne rouge d'Amérique et de résineux (pin laricio voire douglas). Compte tenu de la vigueur du chêne rouge d'Amérique, une proportion de 20 à 50 % devrait être satisfaisante.

Dans tous les cas, si la pression du gibier est forte, il convient de protéger le boisement.

** Plantation à densité normale*

L'introduction du chêne rouge d'Amérique se fera plus couramment sans gestion d'une végétation d'accompagnement. Compte tenu du recru naturel, une densité initiale de 1.100 plants est suffisante pour créer une ambiance forestière et pour atteindre une densité finale de 80 à 100 arbres dominants, bien conformés et bien répartis par hectare.

La figure 20 (p. 26) est un guide de sylviculture établi à partir des données de production totale en surface terrière et en volume de la table de production belge (LAURENT, RONDEUX et THILL 1988) utilisable en région Centre (cf § 212, p. 7 et figure 27, p. 33). Les différentes valeurs indiquées se déduisent les unes des autres à partir de ces seules données initiales.

Il s'agit d'un modèle fixant l'intensité d'éclaircie en nombre de tiges de 40 à 33 %, leur rotation entre 6 à 7 ans, la densité finale de 80 tiges/ha étant atteinte dès 50 ans. La première éclaircie intervient à 18 ans, âge auquel l'accroissement moyen annuel sur le rayon est maximum.

Dans ce modèle, l'accroissement moyen sur le rayon va de 4,7 mm à 60 ans à 4,6 mm à 80 ans. Le diamètre d'exploitabilité espéré selon ce modèle va de 57 cm à 60 ans à 74 cm à 80 ans. Ces différents éléments sont conformes au schéma établi à la fin du paragraphe précédent.

Ce modèle est d'autant plus plausible qu'on peut espérer en région Centre une performance de production supérieure à celle de la Belgique, plus continentale (cf § 212, p. 7).

Pour apprécier le volume de bois d'oeuvre, il convient d'appliquer une réfaction d'environ 40 % au volume bois fort (découpe 7 cm fin bout) indiqué.

Ces éléments étant posés, voici quelles sont les étapes de la constitution d'un peuplement plein de chêne rouge d'Amérique.

3.3.2 – Préparation du terrain

Un an avant la plantation, couper aussi rez-terre que possible et récolter les arbres occupant la parcelle.

Au besoin, broyer la végétation ligneuse au printemps (gyrobroyeur).

Au besoin, traiter chimiquement la végétation herbacée de mai à juillet, avant sa fructification (glyphosate + surfactant) pour diminuer la concurrence dans l'approvisionnement en eau et éviter les phénomènes de télétoxicité.

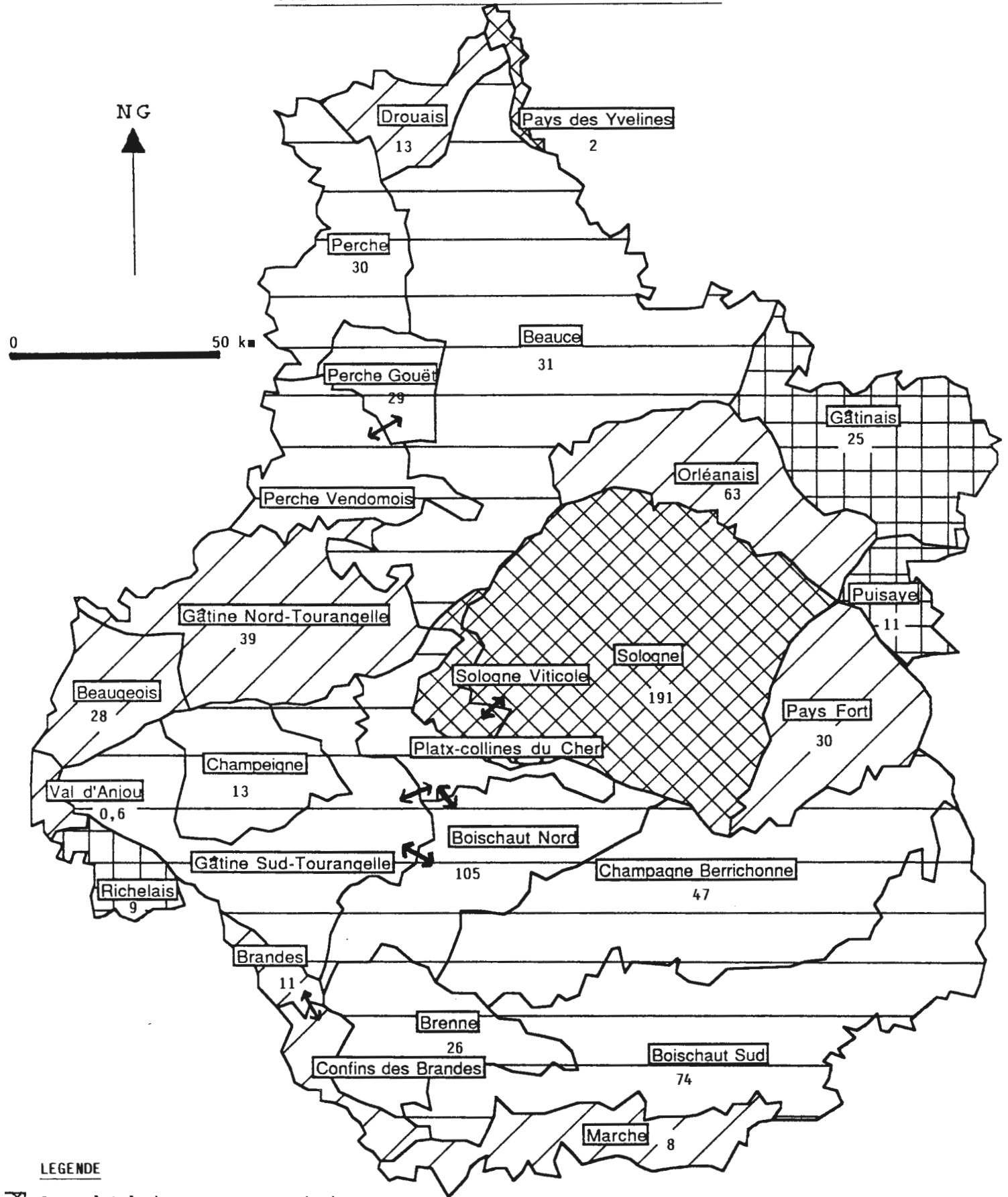
Sous-soler par passages croisés les terres déprises par l'agriculture, afin de décompacter le sol en profondeur (planter alors à l'intersection des raies de sous-solage).

Si le sol contient une forte proportion d'humus brut, le travailler pour faciliter la minéralisation (crabe ou landaise par passages croisés).

Si nécessaire, façonner superficiellement le sol en planches de 25 à 30 m de large, sans oublier d'ouvrir un fossé périphérique pour l'écoulement de l'eau.

Le travail du sol doit s'effectuer sur un terrain ressuyé. Laisser reposer le sol quelques mois avant la plantation.

CARTE des APTITUDES DES REGIONS FORESTIERES DU CENTRE
VIS-A-VIS DU CHENE ROUGE D'AMERIQUE



LEGENDE

- Bonne à très bonne presque partout
- Bonne pour partie
- Moyenne à médiocre sauf exception
- Faible sauf rares exceptions

91: Superficie boisée en milliers d'ha

FIGURE 14

En terrain pauvre et si la végétation concurrente est bien maîtrisée, on conseille une fertilisation phosphatée.

Prévoir une protection adaptée au gibier à craindre (léporidés, cervidés).

3.3.3 - Choix et installation des plants

Choisir des plants à racines nues, sélectionnés, de provenance française, d'un an (1-0) ou de 2 ans soulevés (1S1).

Attention, les plants à racines nues nécessitent beaucoup de précautions : ne laisser les racines ni à l'air, ni à l'eau. Emballer les plants dans un sac plastifié pour leur transport et leur stockage éventuel.

Effectuer la mise en place de préférence à la mi-automne pour une première installation des racines avant l'hiver. Si un engorgement est à craindre pendant l'hiver, préférer le printemps après ressuyage du sol.

Installer 1.100 plants/ha, 3 m entre les lignes, 2,70 m sur la ligne, en laissant toutes les quatre lignes un espace de 4,50 m constituant le cloisonnement d'exploitation. Les lignes sont installées à 45° par rapport à l'allée forestière pour faciliter le débardage.

Mettre les plants en place, toujours en sol ressuyé, en potet semi-travaillé à la pioche-hache, le collet très légèrement enterré.

Passer 4 à 6 fois en dégagement, tous les un ou deux ans, le gyrobroyeur un interligne sur deux et dégager manuellement la tête des plants au croissant ou au sécateur.

3.3.4 - Conduite du peuplement

Dès la cinquième année, passer tous les 3 ans, le gyrobroyeur un interligne sur deux, puis sur au moins 400 beaux plants en taille de formation (grosses branches, fourches) pour obtenir à terme 6 à 8 m de bille droite (figure 21, p. 27).

Vers 18 ans, lorsque le diamètre moyen des arbres atteint 12 à 13 cm à 1,30 m, réaliser la première éclaircie au profit des plus belles tiges à raison d'environ 2 tiges ôtées sur 5. Réaliser alors un premier élagage à 4 m (1/3 de la hauteur totale) sur environ 400 tiges pour obtenir à terme des billes nettes de noeud.

Vers 24 ans, lorsque le diamètre moyen des arbres atteint 18 à 19 cm, désigner 80 à 100 arbres d'avenir à l'hectare, puis réaliser une deuxième éclaircie à leur profit à raison d'environ 2 tiges ôtées sur 5.

Lorsque les 80 à 100 arbres d'avenir désignés atteignent 18 m de hauteur totale, vers 30 à 36 ans, poursuivre leur élagage jusqu'à 6 à 8 m de haut.

Les éclaircies suivantes, au nombre de 4, se succèdent tous les 6 à 7 ans. Oter un tiers des tiges à chaque passage pour obtenir dès 50 ans une densité finale de 80 à 100 tiges d'avenir à l'hectare.

La récolte s'effectue entre 60 et 80 ans. On peut espérer obtenir environ 200 m³ de bois d'oeuvre de qualité.

**FREQUENCES DES DEFAUTS DE FORME DU CHENE ROUGE D'AMERIQUE
EN REGION CENTRE MESURES SUR 1.748 ARBRES DE PLUS DE 20 ANS**

Rangs sociaux :

Dominants	Codominants	Dominés
47 %	30 %	23 %

Arbres fourchus à moins de 10 m : 31,6 %
Nombre moyen de fourches des arbres fourchus : 1,57
Hauteur moyenne des premières fourches des arbres fourchus : 6,06 m
Arbres gélivés : 2,9 %

Autres défauts de forme :

Rectitude :

Pas de courbure	Une courbure	Plus d'une courbure
52 %	32 %	15 %

Verticalité :

Arbres verticaux	à 12 m, écart < à 1 m	à 12 m, écart > à 1 m
50 %	33 %	17 %

Gourmands :

Sans gourmands	Moins de 5 par mètre	Plus de 5 par mètre
43 %	25 %	31 %

Arbre d'avenir :

- arbre non fourchu dans les 6 premiers mètres
- dominant ou codominant
- à rectitude bonne ou moyenne
- à verticalité bonne ou moyenne
- à gourmand bon ou moyen
- et sans gélivure.

Arbres d'avenir en région Centre : 46,2 % (cv = 37 %).

FIGURE 15

Les souches restantes du peuplement accessoire (ôté en éclaircie) ne manqueront pas de rejeter vigoureusement ; les fructifications abondantes dès 25 ans ne manqueront pas de germer. Cet abondant recru formera le sous-étage nécessaire pour ombrager le fût des chênes. On devrait pouvoir, dès 40 ans, y façonner un peuplement de régénération, à l'aide d'un ou deux nettoisements.

Il est prudent, lorsqu'on reboise une terre ou une prairie déprise par l'agriculture de planter soit à une densité initiale plus forte, soit d'introduire une autre espèce en mélange (bouleau, aulne blanc, charme, ...), le tout à raison de 1.800 à 2.000 plants par hectare, afin de créer l'ambiance forestière nécessaire à la bonne forme des arbres.

Les observations réalisées en région Centre ont montré que les peuplements de chêne rouge d'Amérique y sont trop denses et réclament une intervention pour se rapprocher du modèle préconisé. Compte tenu de la bonne réaction de cette essence à l'éclaircie, (cf § 32, p. 32) il est souvent possible de rattraper les retards. Afin d'éviter la formation de gourmands, les interventions seront douces et fréquentes.

Un bon suivi sylvicole est particulièrement nécessaire aux peuplements de chêne rouge d'Amérique pour obtenir du bois d'oeuvre de qualité : tailles de formation pour obtenir des troncs droits, élagage pour obtenir du bois sans noeud, éclaircies régulières pour obtenir un accroissement régulier (figure 22, p. 28).

CONCLUSION

Le chêne rouge d'Amérique possède deux atouts de grand intérêt pour le reboiseur :

- sa forte productivité en bois de qualité (menuiserie et ébénisterie)
- sa frugalité (pauvreté et sécheresse).

Pour en tirer le meilleur parti, le sylviculteur veillera cependant à respecter ses particularités. Il nécessite en effet :

- un sol sain, profondément et facilement prospectable,
- du soin à la plantation, des tailles de formation, de l'élagage et un suivi sylvicole attentif,
- une protection contre le gibier.

L'optimum écologique du chêne rouge d'Amérique est un sol sain, prospectable en profondeur, assez riche et alimenté en eau. Cependant, en station pauvre, sableuse et sèche, là où le chêne rouvre n'est que médiocre, il donnera d'excellents résultats aux côtés du pin laricio, dont il constitue l'alternative feuillue typique pour autant que le sol reste profond et sain.

A cette frugalité, s'ajoute sa productivité, pratiquement double de celle du chêne rouvre (cf § 24, p. 29).

Les forestiers du Loir-et-Cher, du Loiret et d'Indre-et-Loire, départements massivement enrésinés à l'heure actuelle (à raison, respectivement de 86 %, 74 % et 65 % des surfaces reboisées avec aide du F.F.N.) et tout spécialement de Sologne, trouveront avec le chêne rouge d'Amérique une essence de diversification feuillue de grand intérêt.

C'est un chêne dont la vocation forestière réside dans la constitution de peuplements homogènes, naturellement à plusieurs étages (rejets, semis). Il se prête également très bien à l'enrichissement de trouées dans les taillis-sous-futaie et au mélange soit avec du bouleau soit avec du pin laricio.

Actuellement la disponibilité régionale reste très faible.

Le chêne rouge d'Amérique peut également embellir nos paysages, par la chatoyante, et si appréciée, coloration automnale de son feuillage.

A N N E X E

ANNEXE : Synthèse bibliographique

I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE

- 1.1 - Aire de répartition
- 1.2 - Amélioration génétique
- 1.3 - Risques phytosanitaires

II - AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVITE

- 2.1 - Facteurs climatiques
- 2.2 - Facteurs édaphiques
- 2.3 - Facteurs biotiques
- 2.4 - Productivité

III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE

- 3.1 - Reproduction et multiplication
- 3.2 - Tempérament et croissance
- 3.3 - Fertilisation

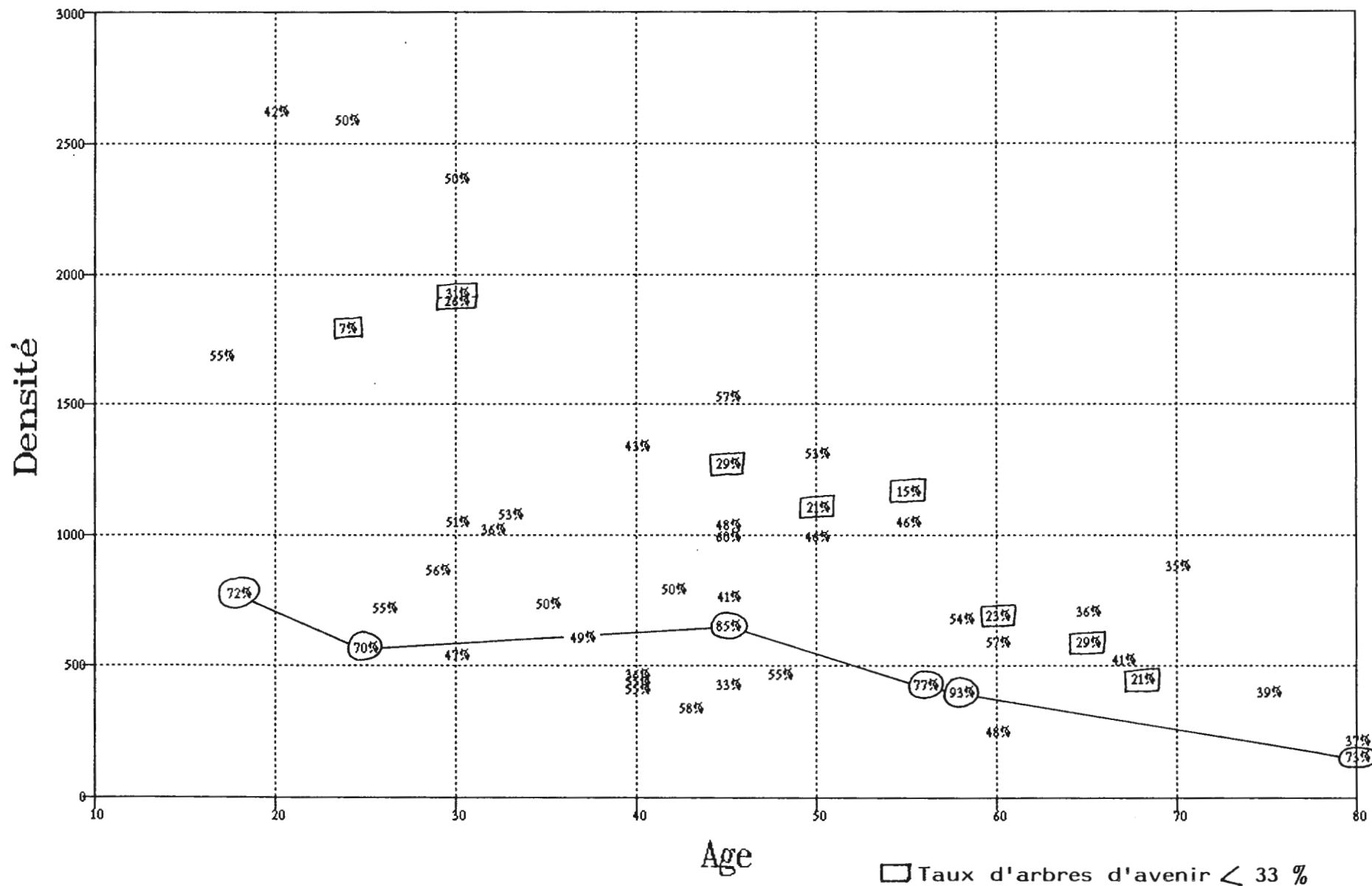
IV - QUALITES ET DEBOUCHES DU BOIS

- 4.1 - Caractéristiques du bois
- 4.2 - Utilisations
- 4.3 - Marché

Chêne rouge d'Amérique, région Centre.

Densité = f(age) (% arbres d'avenir)

FIGURE 16



I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE

1.1 - Aire de répartition

1.1.1 - Aire naturelle

L'aire naturelle du chêne rouge d'Amérique s'étend dans la moitié est de l'Amérique du nord, du 32^{ème} au 47^{ème} degré de latitude nord et du 60^{ème} au 96^{ème} degré de longitude ouest (FOWELS 1965 et figure 23, p. 29).

C'est le chêne rouge qui remonte le plus au nord, c'est également le chêne qui monte le plus en altitude : de 200 m jusqu'à 1.600 m dans la chaîne des Alleghany et des Appalaches (BAUER 1953 in JUNG-MULLER 1987 et KREMER 1978).

A une aire aussi vaste correspond une grande amplitude climatique. La température moyenne annuelle y varie de 4° à 15,5°, la pluviosité de 600 mm dans l'ouest de l'aire à 2.000 mm au sommet des Appalaches (JUNG-MULLER 1987).

Rarement en peuplement pur, on le trouve le plus souvent associé à d'autres espèces : tulipiers, tilleuls, ormes, frênes, érables, caryas, sapins, pins, épicéas, chênes blancs américains et aux autres chênes rouges (BAUER 1953 in JUNG-MULLER 1987 ; FOWELS 1965).

A une aire naturelle aussi vaste et variée, correspond une forte variabilité écogéographique du chêne rouge d'Amérique (KREMER 1978), attestée également par son histoire depuis la dernière glaciation :

L'inlandsis qui couvrait l'Amérique du nord vers 900 av. J.C. limitait au 38° de latitude nord l'extension de l'espèce. Un réchauffement rapide permit au chêne rouge d'Amérique (entre autres) de recoloniser la partie nord de son aire actuelle et aux écotypes adaptés aux nouvelles conditions environnementales de se substituer progressivement aux écotypes "anciens" adaptés au froid "remontant" au nord et en altitude (in JUNG-MULLER 1987).

1.1.2 - Aire d'introduction

EN EUROPE :

(BAUER 1953, GOHRE et WAGENKNECHT 1954 in KREMER 1978 et JUNG-MULLER 1987, PLAISANCE 1978)

Les premières introductions dans les parcs botaniques et ornementaux remontent à la fin du XVII^{ème} siècle : Suisse (1691), Allemagne (1735-1740), Danemark (1785), Hollande (1825).

Dès le XVIII^{ème} siècle, les reboisements en chêne rouge d'Amérique sont encouragés en Allemagne. L'objectif n'était alors que de compléter les régénérations ou d'enrichir les taillis-sous-futaie. A la fin du XIX^{ème} siècle et au XX^{ème} siècle, des peuplements plus ou moins complets ont été constitués en Allemagne, Hollande, Belgique, Suède et Norvège du sud (en plantation sous abri par crainte des gelées tardives), Autriche (Tyrol et Forêt Noire à plus de 800 m d'altitude), Ukraine, Roumanie (où la pluviosité est inférieure à 500 mm), Bulgarie et Italie du sud.

Il se rencontre souvent en mélange avec des chênes, frênes, hêtres, mélèzes, pins, épicéas, douglas.

L'origine dans l'aire naturelle de ces chênes rouges est inconnue.

Chêne rouge d'Amérique, région Centre. Densité en fonction de l'âge

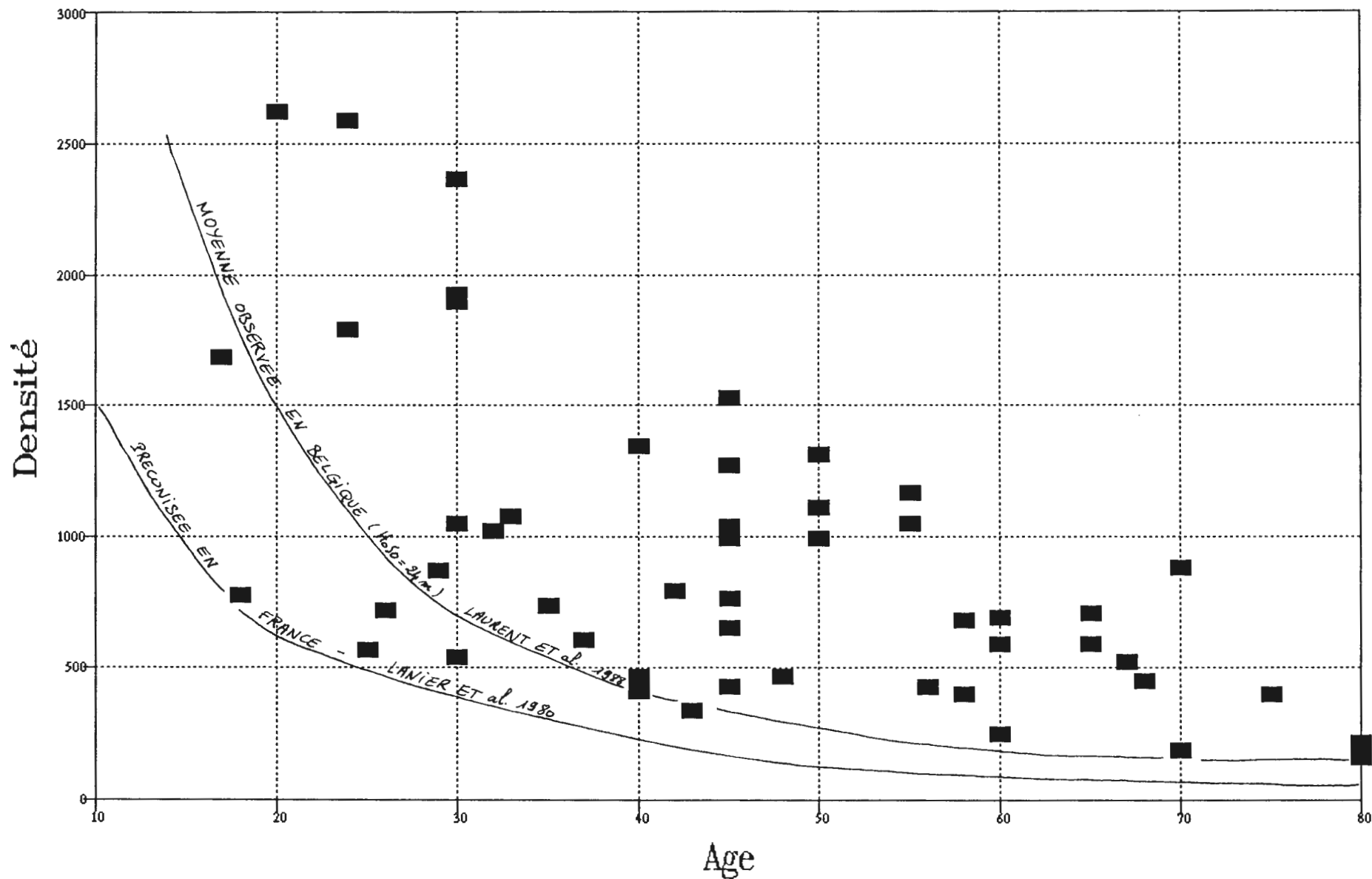


FIGURE 17

EN FRANCE

Les premières introductions connues datent du XIX^{ème} siècle comme arbre de parc (sud-ouest, GELPE et al. 1986). Les forestiers français l'utilisent en reboisement dès la fin du XIX^{ème} siècle dans le Centre (1885, F.D. d'Orléans, dpt. 45, p. 967p.) et dans le nord-est (1885, F.D. de Chaux, dpt. 39) ainsi qu'après la seconde guerre mondiale dans le sud-ouest (dpt. 64) et l'ouest (dpt. 44). Il était alors employé en raison de sa résistance à l'oïdium pour enrichir des peuplements pauvres (taillis), boiser des landes et des terres délaissées (GELPE et al. 1986).

Actuellement (enquête menée en 1984 par l'INRA), on le rencontre principalement dans le nord-est, le Centre, la Franche-Comté, le sud-ouest et l'ouest (Bretagne, Pays de la Loire) (TIMBAL 1985 et figure 24, p. 30).

L'Inventaire Forestier National donne pour une surface totale de 12.000 ha un volume bois fort sur pied de 1.500.000 m³ principalement situé dans les départements des Pyrénées atlantiques (288.000 m³), du Loir et Cher (223.000 m³) et de Haute-Vienne (215.000 m³). A la date des inventaires départementaux, la région Centre contiendrait 3.000 ha de chêne rouge d'Amérique et 270.000 m³ sur pied.

Ces chiffres doivent être pris avec précaution en raison du caractère disséminé de l'espèce et de sa faible importance spatiale mal prise en compte par les techniques d'inventaire statistique de l'I.F.N..

L'inventaire des peuplements réalisé pour notre étude dénombre, en région Centre, 77 peuplements de plus de 20 ans (52 % en Sologne) (figure 3, p. 7).

L'origine des graines utilisées est là encore inconnue. Néanmoins, les caractéristiques de morphologie foliaire et biochimiques (isozymes) des peuplements français sont très diverses. Leur base génétique est donc très large ce qui minimise les risques phytosanitaires et autorise l'utilisation des provenances françaises dans les programmes d'amélioration de l'espèce (JUNG-MULLER 1987).

En résumé, l'aire naturelle du chêne rouge d'Amérique est vaste. La variabilité écogéographique de cette essence y est importante et se retrouve tant en Europe qu'en France où celle-ci n'occupe cependant qu'une place encore peu importante.

1.2 - Amélioration génétique

1.2.1 - Les peuplements classés "porte-graines"

Actuellement, quatre régions de provenance ont été définies en France par le CEMAGREF. Elles n'ont qu'une nécessité administrative, contrairement à celles des essences indigènes pour lesquelles on fait l'hypothèse d'une action constante et orientée de la sélection naturelle.

146 peuplements ont été classés "porte-graines" au 11.12.1990 pour une superficie totale de 483 ha (figure 25, p. 31) dont 8 en région Centre pour une superficie de 42 ha.

Les plants issus des graines de ces peuplements classés pour leurs qualités portent une étiquette verte (peuplement sélectionné).

Chêne rouge d'Amérique, région Centre.

Densité des arbres dominants = $f(\text{age})$

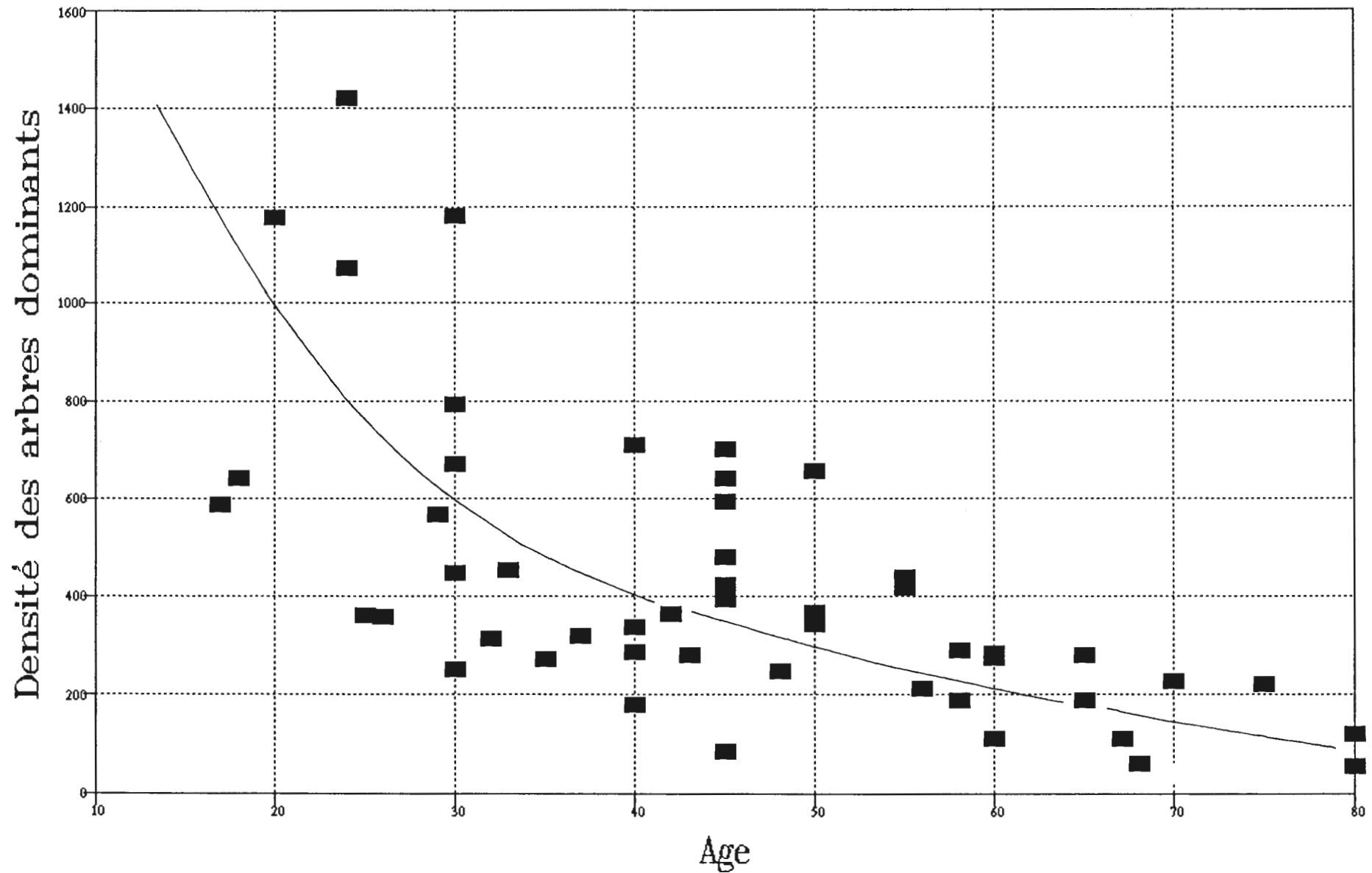


FIGURE 18

La production de ces peuplements n'est pas toujours suffisante pour répondre à la demande française (environ 5.000.000 plants par an). Les pépiniéristes proposent également des origines hollandaises moins sûres quant à leur qualité (étiquette blanche).

1.2.2 – Le programme d'amélioration

Initié en 1978 par l'INRA (KREMER 1986), l'objectif du programme est de fournir aux reboiseurs du matériel génétiquement supérieur sur la base des quatre critères de sélection juvénile suivant :

- Critères à bonne corrélation juvénile–adulte :
 - Tardiveté du débourrement,
 - Densité du bois (des branches significativement corrélées au retrait de carottes prélevées sur les arbres mères – CASTERA 1983 in KREMER 1986).
- Autres critères de sélection juvénile :
 - Vigueur (croissance en hauteur),
 - Forme de l'arbre (branchaison).

Il s'effectue à partir d'une population d'amélioration de 62 provenances dont 25 françaises, conservées en grande partie en pépinière dans un parc à pieds mères.

Il faut savoir que l'utilisation de graines américaines pour les reboisements est illusoire. Leur poids élevé et leur conservation difficile rendent en effet leur coût d'importation prohibitif. En conséquence, les provenances françaises restent actuellement pour le reboiseur, sa principale source d'approvisionnement en graines.

Un réseau expérimental d'essais a été installé à partir de 1982. Il comprend :

- 3 essais de comparaison de familles (descendances) dans le nord–est, le centre et le sud–ouest, dont le but est de sélectionner les meilleurs arbres mères sur la base de leur valeur reproductive (long terme) ;
- 9 essais de comparaison de provenances françaises (actuelle et principale source des reboisements nationaux), principalement situés dans le sud–ouest sur stations écologiques variées, dont le but est de sélectionner les meilleures provenances (court terme).

Les premiers résultats des tests effectués concernent les critères de tardiveté du débourrement et de vigueur juvénile, seuls étudiés à l'heure actuelle. Les autres sont en cours ou en projet.

Pour les populations introduites, ils font principalement ressortir :

- une absence de liaison systématique entre les facteurs géographiques (latitude, longitude) et les caractéristiques juvéniles des plants (tardiveté du débourrement et croissance). La pression de sélection du milieu n'a donc pas encore différencié les populations européennes, de première génération pour la plupart. De ce fait, les quatre régions de provenance définies en France par nécessité administrative, n'ont pas de réalité biologique pour cette essence introduite. Sur ce critère, il n'y a donc pas lieu d'en privilégier une pour les reboisements, régionaux ou autres,
- une corrélation significative entre le poids des graines et la hauteur à deux ans, tant au niveau de la provenance que de la descendance,

Chêne rouge d'Amérique, région Centre.

Densité = f(age) (ép. moy. des cernes)

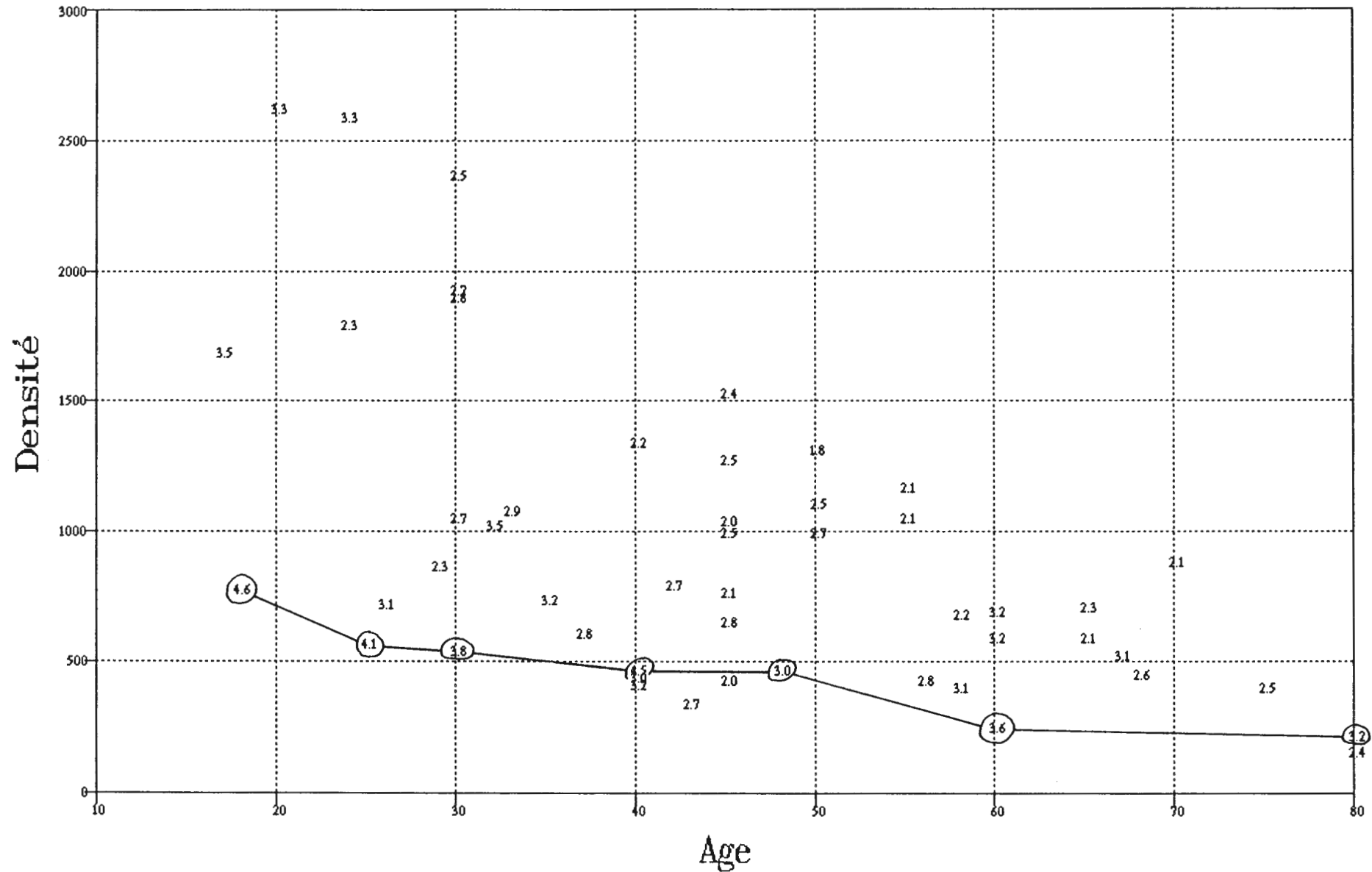


FIGURE 19

- une liaison significative entre les facteurs géographiques (latitude et longitude) et le poids des graines.

Les perspectives d'amélioration actuelles s'orientent vers la mise au point de variétés polyclonales multipliées par bouturage in vitro :

- une première, vers 1995, devrait être constituée d'un millier de clones (appartenant à 200 descendances) sélectionnés sur des caractères juvéniles à bonne corrélation juvénile adulte (tardiveté du débourrement et densité du bois),
- une seconde, vers l'an 2000, constituée de clones sélectionnés sur des caractères adultes (vigueur et forme de l'arbre).

En résumé, le reboiseur choisira de préférence des plants sélectionnés d'origine française (étiquette verte) en attendant la mise au point de variétés polyclonales.

1.3 - Risques phytosanitaires

1.3.1 - Insectes

Les insectes prédateurs des chênes sont nombreux en Europe. Leurs adaptations éventuelles au chêne rouge d'Amérique restent cependant inconnues (PINON et SCHVESTER 1983).

Citons *Lymantria dispar*, *Opéophtera brimata* rencontrés en Yougoslavie sur chêne rouge d'Amérique (TOMIC et MIHALOVIC 1979 in PINON et SCHVESTER 1983) et *Scolytus intricatus* qui pourrait être propagateur de *Ceratocystis fagacearum*.

1.3.2 - Maladies

Le chêne rouge d'Amérique a été introduit dans le sud-ouest pour sa résistance à l'oïdium en remplacement du chêne tauzin décimé lors de l'épidémie de 1907-1910 (*Microsphaera alphitoides*) (DELATOUR 1986).

Le chêne rouge d'Amérique est sensible à l'encre (*Phytophthora cinnamomi*) mais semble plus apte à surmonter les attaques que le châtaignier et à survivre en sa présence.

Les températures exerçant une action limitante importante, la maladie reste cantonnée dans le sud-ouest de la France. Le faciès racinaire de la maladie, aux conséquences faibles pourrait avoir une extension géographique plus large, inaperçue jusqu'ici (DELATOUR 1986).

Par contre, deux autres parasites racinaires l'armillaire (*Armillaria mellea*) et la collybie (*Collybia fusipes*), sont signalés en région Centre. Lors de notre étude nous avons rencontré un cas d'armillaire et un cas de collybie. Leur rôle exact dans le dépérissement des arbres reste inconnu. Sont-ils initiateurs du dépérissement ou seulement parasites de faiblesse interdisant le rétablissement d'arbres situés en conditions écologiques limites (hydromorphie) et affaiblis par un accident climatique (sécheresse), (GUILLAUMIN et al. 1983 et PIOU, communication personnelle) ?

Indice de fertilité: H50 = 24 m.

Age	H dom	N ave	Em ave	G ave	dg ave	δrg	V ave	N e	Em e	k	G e	dg e	V e	Gtot	Vtot
18	13.9	1100	3.0	14	12.6	3.5	72	440	4.8	0.9	5	12.0	26	14	72
24	16.5	660	3.9	17	18.2	4.7	116	254	6.3	0.9	6	17.3	40	22	142
30	18.6	406	5.0	18	24.1	4.9	143	135	8.6	0.9	6	22.8	43	29	209
36	20.4	271	6.1	19	30.2	5.1	167	90	10.5	1.0	6	30.2	56	36	276
43	22.3	180	7.4	20	37.2	5.0	187	60	12.9	1.0	7	37.2	62	43	352
50	24.0	120	9.1	19	45.0	5.6	200	40	15.8	1.0	6	45.0	67	49	427
60	26.2	80	11.2	21	57.3	6.1	238							56	532
80	29.9	80	11.2	34	73.8	4.8	444							70	738

Indice de fertilité: H50 = 21 m.

Age	H dom	N ave	Em ave	G ave	dg ave	δrg	V ave	N e	Em e	k	G e	dg e	V e	Gtot	Vtot
18	12.1	1100	3.0	14	12.6	3.5	45	440	4.8	0.9	5	12.0	16	14	45
24	14.4	660	3.9	17	18.2	4.7	90	254	6.3	0.9	6	17.3	31	22	106
30	16.3	406	5.0	18	24.1	4.9	119	135	8.6	0.9	6	22.8	36	29	166
36	17.9	271	6.1	19	30.2	5.1	142	90	10.5	1.0	6	30.2	47	36	225
43	19.5	180	7.4	20	37.2	5.0	162	60	12.9	1.0	7	37.2	54	43	292
50	21.0	120	9.1	19	45.0	5.6	174	40	15.8	1.0	6	45.0	58	49	359
60	22.9	80	11.2	21	57.3	4.8	209							56	452
80	26.2	80	11.2	34	73.8	4.1	391							70	633

H dom: hauteur dominante.

N: densité.

Em: espacement moyen des arbres.

G: surface terrière en m². pour un ha.

dg: diamètre à 1,30 m. de l'arbre moyen en cm.

V: volume en m³. bois fort pour un ha.

δrg: cerne annuel moyen depuis la dernière éclaircie en mm.

ave: peuplement avant éclaircie.

e: peuplement ôté en éclaircie.

k: coefficient d'éclaircie: volume arbre moyen de l'e. / volume arbre moyen ave.

Gtot: production totale en surface terrière /ha

Vtot: production totale en volume bois fort /ha

Aux Etats-Unis, les chênes sont victimes d'une trachéomycose endémique (*Ceratocystis fagacearum*), manifestée par un flétrissement généralisé de l'arbre et analogue à la graphiose de l'orme (*Ceratocystis ulmi*). Les chênes blancs y sont plus résistants en raison des obstacles qu'ils opposent à la progression du parasite (thylles et faux cernes sans gros vaisseaux). Une réglementation européenne à l'importation de bois de chêne en provenance d'Amérique du nord vise à empêcher l'introduction de cette maladie dans nos pays. Elle ne contamine pas les glands.

Une expérience menée aux Etats-Unis a montré que nos chênes (six espèces) y semblent également sensibles (au moins à 5-6 ans). La dissémination de cette maladie s'effectue par les greffes racinaires ou par un insecte vecteur (*Pseudophytophthorus* aux U.S.A.; *Scolytus intricatus* potentiellement en Europe). A l'heure actuelle cette maladie n'a jamais été rencontrée en Europe (GIBBS, LIESSE et PINON 1985 ; PINON et JANUS 1985 ; PINON, TAINTER et McDONALD 1988 ; PINON, 1990).

En résumé, les risques phytosanitaires sont très faibles en région Centre. Le reboiseur doit cependant rester prudent en n'introduisant pas le chêne rouge d'Amérique dans des conditions écologiques trop limites ni sur de trop vastes superficies.

TAILLE DE FORMATION et ELAGAGE

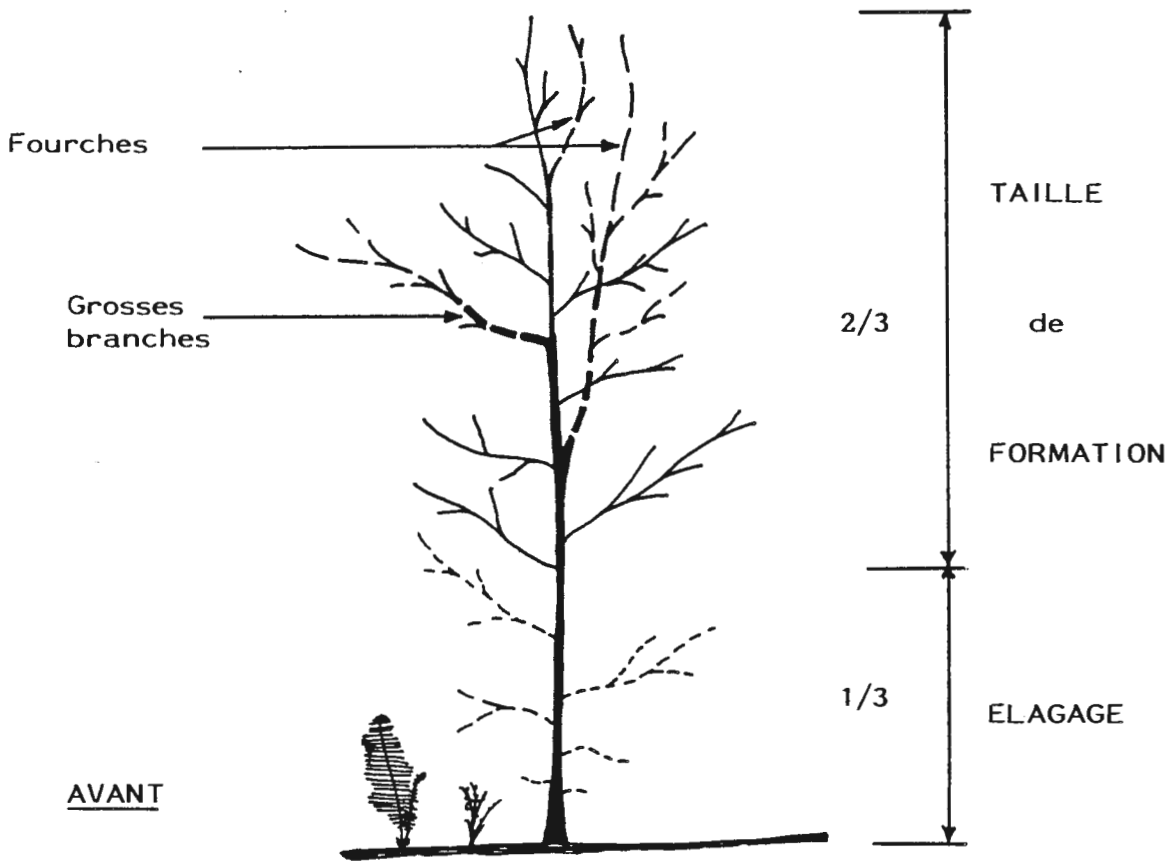


FIGURE 21

II - AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVITE

2.1 - Facteurs climatiques

Il supporte de très fortes amplitudes thermiques (climat continental), il résisterait à - 30°. Il est sensible aux gelées printanières dans le jeune âge (fourchaison) (FLINT 1972 in KREMER 1978 ; in PILARD-LANDEAU 1984 ; DECOUFLE 1988 ; FORET DE FRANCE 1978, LEGRAND 1986).

Il est nettement moins sensible à la gélivure et à la roulure que les chênes indigènes (PLAISANCE 1987, ROUSSEAU 1985) néanmoins plus fréquente sur station acidiphile saine (DEMARCO 1988).

C'est une essence de plaine, jusqu'à 600 à 800 m (CTGREF 1978) ; l'altitude ne lui convient pas (KREMER 1978) ; dans les Vosges entre 500 et 900 m et pour des pentes de 9 à 70 %, sa hauteur dominante moyenne à 60 ans atteint seulement 21,3 m (ZAHND 1980).

Il résiste bien à la sécheresse, en témoignent des peuplements bienvenants en Ukraine (moins de 400 mm/an), sud de l'Italie et nord du Texas (KREMER 1978 et ZAHND 1980).

Il supporte un déficit hydrique estival, mieux que les chênes sessile et surtout pédonculé, grâce à une meilleure initiation racinaire, une régulation plus précoce de la transpiration par fermeture des stomates et une meilleure aptitude à maintenir une capacité photosynthétique à faible potentiel hydrique. Sa consommation en eau est moindre, sa croissance moins affectée (TIMBAL 1990, COLLEU 1983 in TIMBAL 1990, BELGRAND 1983).

Il existe des peuplements de chêne rouge d'Amérique en région méditerranéenne (cf figure 24, p. 30).

Il résiste bien au vent grâce à son enracinement puissant, plus oblique que celui des autres chênes, à fortes racines latérales (PLAISANCE 1978, CTGREF 1978, BOUDRU 1979, ZAHND 1980, PILARD-LANDEAU 1984, FORET DE FRANCE 1978), s'il peut le développer...

2.2 - Facteurs édaphiques

Il pousse mal sur les sols à texture compacte, argileuse, mal structurés dès la surface (PLAISANCE 1978, CTGREF 1978, BOUDRU 1979, ZAHND 1980, MULLER 1987, GRANEY -U.S.A.- 1977 in MULLER 1987) son optimum se situe sur sol profond à texture moyenne limono-ou argilo-sableuse (CARMEAN 1971 in KREMER 1978). Il s'adapte assez bien aux sols sableux même podzolisés (Landes, Sologne) perméables et filtrants (KREMER 1978, BOUDRU 1979, CTGREF 1978).

Une induration, une forte charge en cailloux (cailloutis), un sol superficiel limitant la profondeur d'enracinement et l'approvisionnement en eau, lui sont défavorables (SAINT-SEVER 1987, MULLER 1987, BOUDRU 1979, PLAISANCE 1978, LAURENT, RONDEUX et THILL 1989), il supporte une certaine proportion de cailloux dans une matrice limoneuse (PLAISANCE 1978).

Une bonne alimentation en eau, un sol frais à bonne réserve utile, un bilan en eau positif, la proximité de la nappe phréatique, sont autant de facteurs de production favorables à une croissance optimale du chêne rouge d'Amérique (MULLER 1987, DELAITE 1959 in KREMER 1978, GRANEY -U.S.A.- 1977 in MULLER 1987, BOUDRU 1979, HINLANG 1987, ZAHND 1980, FOWELS -U.S.A.- 1965, COOPER et WATT -U.S.A.- 1973).

EXEMPLE DE CROISSANCE
ET DISTINCTION AUBIER/DURAMEN
SUR CAROTTE DE SONDAGE

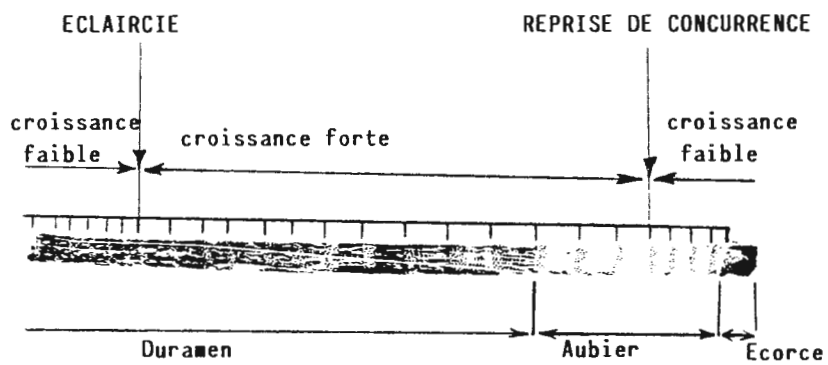


FIGURE 22

Cependant, il a moins besoin d'humidité que les chênes rouvre et surtout pédonculé (PLAISANCE 1978, BELGRAND 1983, TIMBAL 1990 et cf § 2.1, p. 27). Un engorgement permanent du sol (gley) ne lui convient pas ; un engorgement temporaire (pseudogley) a un possible effet dépressif sur sa croissance (GELPE et al. 1986). Il peut le tolérer si celui-ci est léger et passager au début du printemps et si le sol est sain sur au moins 35 à 45 cm (CTGREF 1978, PLAISANCE 1978, KREMER 1978, LAURENT, RONDEUX et THILL 1989, DECOUFLE 1988, ZAHND 1980).

En fait, des observations effectuées tant en milieu contrôlé qu'en forêt (Tronçais) montrent que le chêne rouge d'Amérique tolère des niveaux d'engorgement beaucoup plus superficiels dans les sols sableux que dans les sols limono-argileux (BELGRAND 1983).

Contrairement aux chênes sessile et surtout pédonculé, le chêne rouge d'Amérique ne développe pas de racines secondaires adaptées aux milieux pauvres en oxygène. Les fluctuations plus rapides des nappes dans les sols à texture grossière permettraient une oxygénation plus élevée et un ennoyage moins marqué du sol au moment du débourrement (BELGRAND 1983).

Il répond bien à la richesse chimique du sol (en Alsace, à 60 ans Ho varie de 25 à 31,6 m avec ce facteur, ZAHND 1980). Mais, si son optimum se situe sur sol riche, brun à brun acide (ZAHND 1980), alluvial ou colluvial peu évolué (28,5 m à 50 ans dans le nord-est, MULLER 1987, PLAISANCE 1978), ses performances restent satisfaisantes sur sol acide et pauvre où il surclasse alors le chêne rouvre et les autres feuillus indigènes (PLAISANCE 1978, BOUDRU 1979, ZAHND 1980). Un podzol landais, très acide et très pauvre ne lui convient cependant pas (18,9 m à 40 ans, PILARD-LANDEAU 1984).

Sa litière se décompose complètement mais lentement au moins jusqu'au stade moder, jamais mor (BOUDRU 1979, ROUSSEAU 1985).

Le chêne rouge d'Amérique est calcifuge (DEWILDER 1984 in TIMBAL 1990, TIMBAL et GELPE 1985 in TIMBAL 1990, PLAISANCE 1978). Sa croissance est normale sur sol décalcifié sur au moins 30 cm jusqu'à 3 ans (TIMBAL et GELPE 1988 in TIMBAL 1990, KRIEBLER 1954 in TIMBAL 1990), sur au moins 40 à 50 cm au delà (BOUDRU 1979, ZAHND 1980). Sa réputation de calcifugie stricte n'est pas toujours vérifiée (ZAHND 1980).

2.3 - Facteurs biotiques

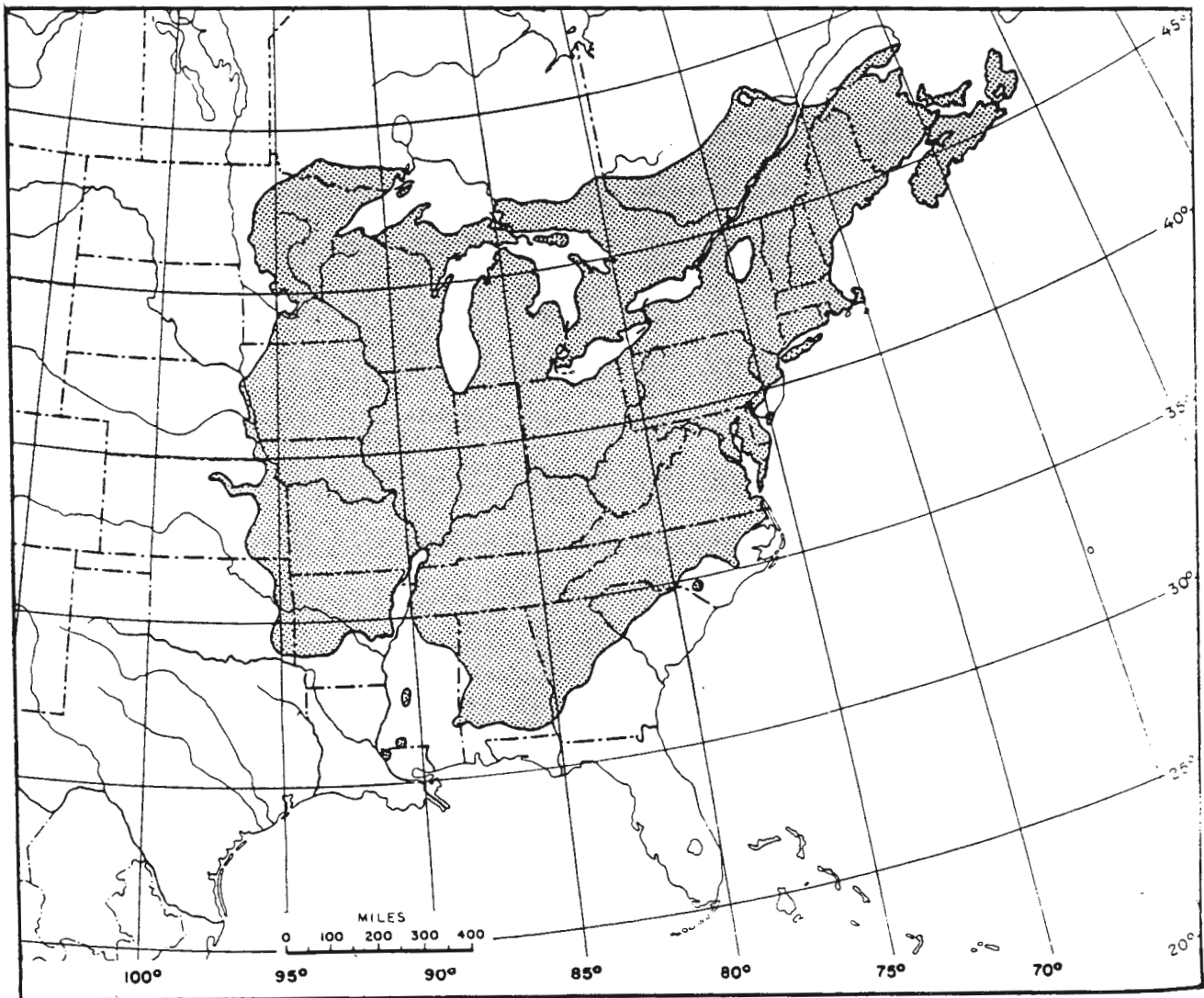
Les jeunes plantations sont très appréciées du gibier (lapin, lièvre, chevreuil, cerf) (PLAISANCE 1978, ROUSSEAU 1985, SICOT 1989), bien plus que les semis naturels.

On a pu mettre en évidence des phénomènes de télétoxicité (allélopathie) sur semis de chêne rouge d'Amérique par des plantes herbacées : d'une composée (*Solidago rugosa*), d'une fougère (*Osmunda calytoniana*) (LARSON 1984 in TIMBAL 1990 et HANSON et DIXON 1985 in TIMBAL 1990) et de la Molinie (*Molinia coerulea*), dans ce dernier cas, associée à une modification profonde de la mycorhization (TIMBAL et GARBAYE in TIMBAL 1990).

A I R E N A T U R E L L E

du chêne rouge d'Amérique

(*Quercus rubra* L.)



(in FOWELS, 1965)

FIGURE 23

En résumé, le chêne rouge d'Amérique résiste bien au froid, à la sécheresse et au vent, il craint l'altitude (> 500-600 m) et, dans le jeune âge, les gelées printanières.

Son optimum est un sol profondément prospectable, sain, assez riche chimiquement, bien alimenté en eau. Ses performances restent satisfaisantes dans les sols sableux pauvres et secs, meilleures que celles du chêne rouvre (PLAISANCE 1978, BOUDRU 1979). Le calcaire, les cailloutis, l'argile compacte et l'engorgement du sol sont des facteurs limitants dans les 40 premiers centimètres.

2.4 - Productivité

La figure 26 (p. 32) donne quelques accroissements moyens présentés dans des tables de productions étrangères. Elles font état de la forte productivité du chêne rouge d'Amérique.

La table de production de PARDE pour le chêne indigène en secteur ligérien, à classe unique, donne pour Ho à 50 ans égale à 17,9 m un accroissement moyen à 60 ans de 4,0 m³/ha/an et à 80 ans de 4,8 m³/ha/an. Le chêne rouge d'Amérique laisse espérer une productivité pratiquement double.

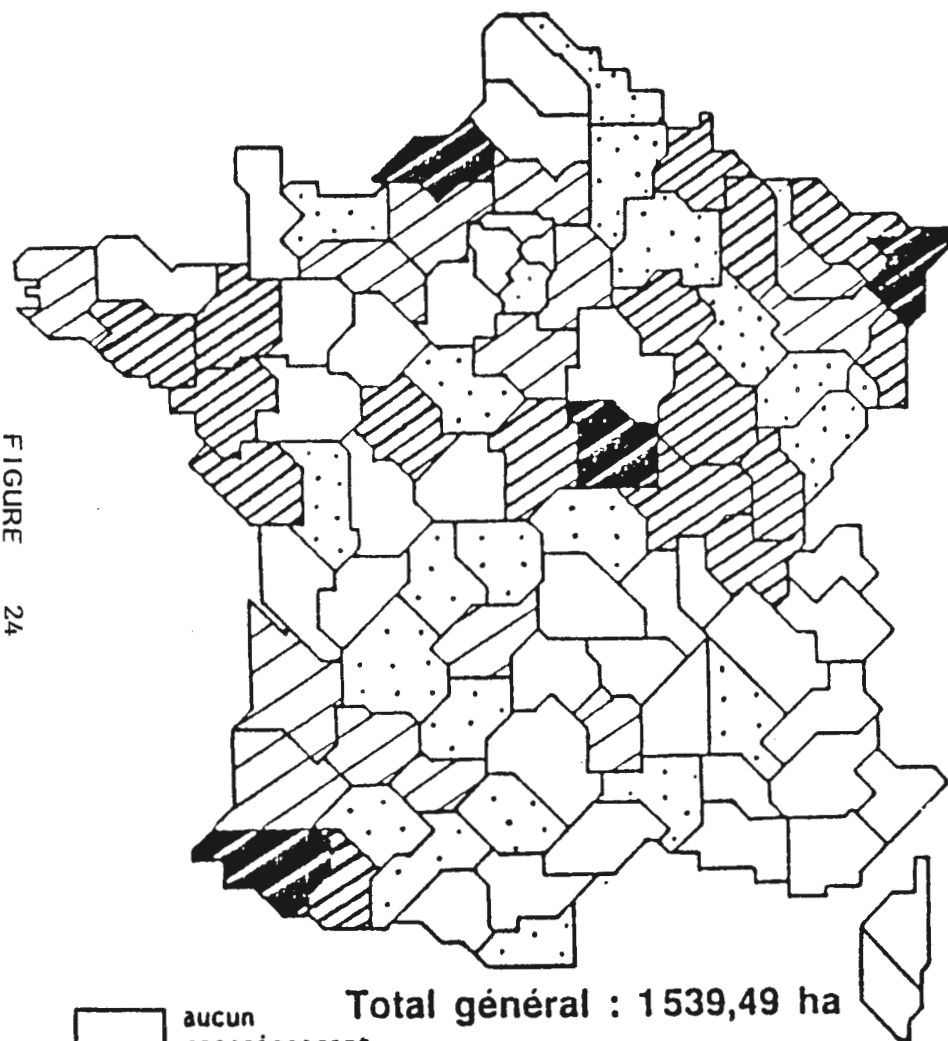
Les études menées en France fournissent également quelques éléments :

- Dans le nord-est en forêt d'Amance, pour un niveau de fertilité assez faible (Ho 50 = 22,7 m), l'accroissement moyen à 78 ans est de 9,3 m³/ha/an (LANIER et al. 1980). A titre de comparaison dans la même station, l'accroissement moyen des chênes indigènes est inférieur à 5m³/ha/an.

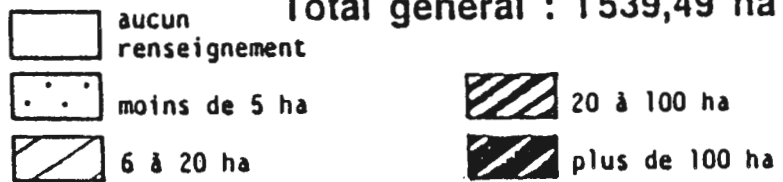
- Dans le sud-ouest, pour la zone des coteaux basquo-béarnais sur sol limoneux acide et pauvre, on estime la productivité du chêne rouge d'Amérique autour de 7 à 9 m³/ha/an et celle du chêne pédonculé autour de 3 à 4 m³/ha/an, soit à peu près la moitié (GELPE et al. 1986).

Les données bibliographiques qui viennent d'être présentées font état de la frugalité et de la productivité du chêne rouge d'Amérique. Cette essence mérite certainement l'intérêt des forestiers de la région Centre. C'est pourquoi une étude régionale particulière y a été menée pour y valider et préciser l'autoécologie et la productivité du chêne rouge d'Amérique.

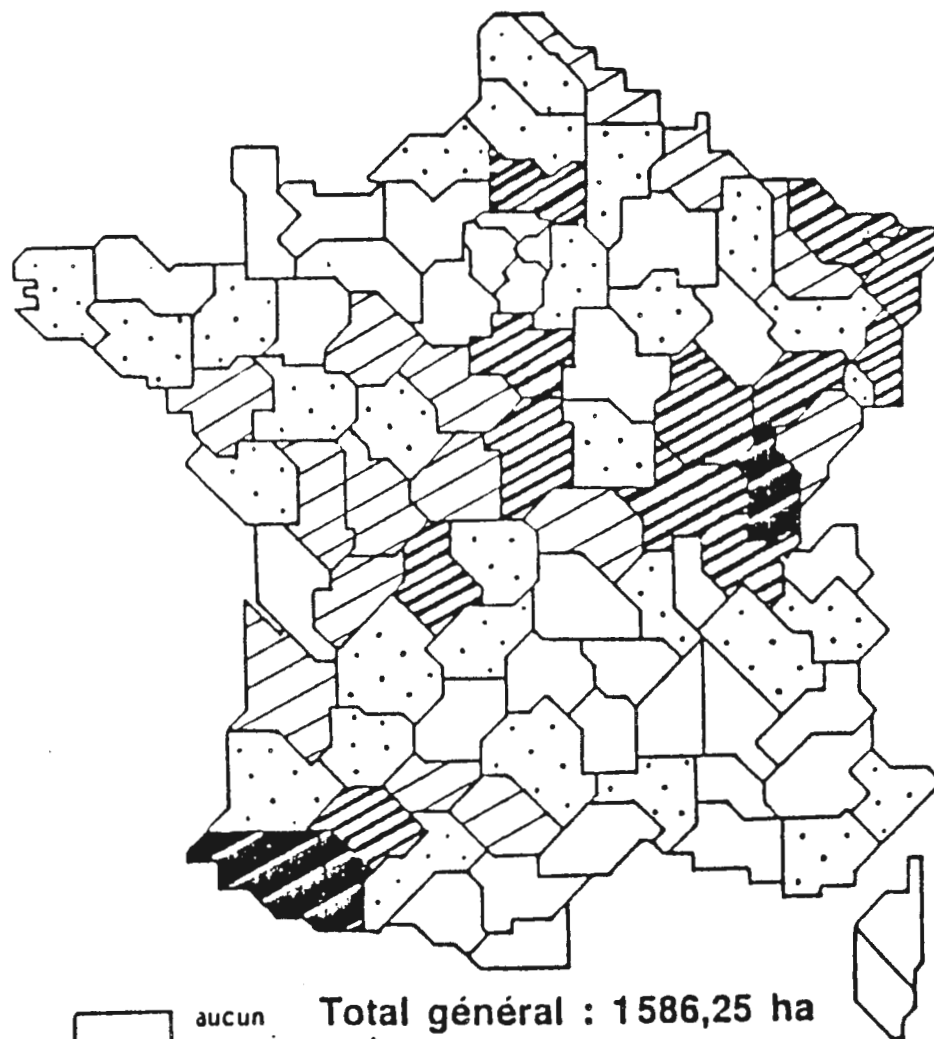
Peuplements de moins de 10 ans en 1984



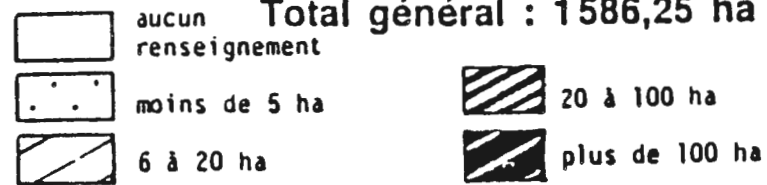
Total général : 1539,49 ha



Peuplements de plus de 10 ans en 1984



Total général : 1586,25 ha



III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE

3.1 - Reproduction et multiplication

Le chêne rouge d'Amérique est une espèce monoïque fleurissant en mai. Le tube pollinique restant en dormance pendant un an au niveau du stigmate, la maturation du gland est bisannuelle et suffit à interdire l'hybridation avec les chênes blancs.

Ses fructifications (automne) sont fréquentes (tous les 4 à 5 ans dans l'aire naturelle - KREMER 1978, 2 à 3 ans en France - PLAISANCE 1978, bonnes tous les 3 à 5 ans et massives tous les 6 à 10 ans en Belgique - BOUDRU 1979) et abondantes (plus de 1.000 glands par arbre - PLAISANCE 1978) à partir de 25 ans, parfois plus tôt.

Les glands sont gros (en Belgique : 0,5 à 9 g, moyenne : 3 à 4 g - BOUDRU 1979, 3 à 12 g dans le sud-ouest - GELPE et al. 1986, 1,6 à 8 g en moyenne en France - PLAISANCE 1978). Les plus gros glands donneront des plants à meilleure croissance juvénile (cf § 1.2.2, p. 24), leur faculté germinative est bonne (65 à 90 %), les glands avortés sont nombreux (en Belgique - BOUDRU 1979).

La régénération naturelle (semis) est abondante et peu exigeante en lumière. Elle peut subsister longtemps en sous-bois. Le chêne rouge d'Amérique se reproduit facilement sous lui-même et sous d'autres essences à couvert léger, il peut être envahissant (TIMBAL 1990, BOUDRU 1979, KREMER 1978, CRAVE 1991).

Abondante et active, la régénération naturelle du chêne rouge d'Amérique doit être menée très rapidement (environ 3 ans), les semis réclament alors des dépressages intensifs (LANIER et al. 1980). Les semis naturels sont peu attaqués par le gibier. Aux Barres, les semis de la "glandée d'Amérique" furent peu touchés par les lapins, très abondants à cette époque (1928 - BACCHETTA 1984).

Les jeunes plants de chêne rouge d'Amérique développent rapidement un fort pivot : ils sont sensibles aux conditions de conservation qui affectent la reprise et la croissance après la plantation.

On pourrait envisager, pour profiter au mieux de cette aptitude à descendre rapidement en profondeur, d'installer le chêne rouge d'Amérique par semis direct, courant avril (après conservation), à raison de 60 à 80 kg de glands/ha (subvention F.F.N.), en lignes (3 m x 20 cm), en poquets (2 à 3 glands) ou à la volée sur sol bien préparé (GINISTY, CRAVE 1991).

Le semis direct est certainement une technique d'avenir, mais la disponibilité en graines récoltées, les risques de dégâts de rongeurs, sangliers, cervidés, rendent la plantation préférable :

L'état de fraîcheur des plants et la qualité de la plantation conditionnent sa réussite (COURRAUD 1983 et FRANCOIS et GINISTY) : choisir des plants à racines nues, d'un an (1-0) ou deux ans soulevés (1S1, hauteur minimale 35 cm et diamètre au collet minimal 6 mm, normes F.F.N.), équilibrés (poids des racines légèrement supérieur ou égal au poids des tiges), parfaitement aoûtés, avec bourgeon terminal et avec un pivot d'au moins 18 à 20 cm. La supériorité des plants éduqués sur tourbe ou substrat n'est absolument pas évidente (GINISTY).

**PEUPELEMENTS FRANCAIS CLASSES PORTE-GRAINES
PAR REGIONS DE PROVENANCE**

REGION DE PROVENANCE	NOMBRE	SURFACE (ha)
01 - Nord-est	86	238
02 - Centre	20	64
03 - Nord-ouest	7	17
04 - Sud-ouest	33	164

Décembre 1990, source CEMAGREF

PEUPELEMENTS CLASSES EN REGION CENTRE

Département Commune	N° classement	Nom	Surface (ha)	Age (ans)	Pureté	N° parcelle
18-Vouzeron	02.CB.002	F.D. de Vouzeron	7.00	45-50	70 %	5 à 7, 15, 76 à 78, 94, 113
28-Vichères	02.BC.014	La maison du renard	0,60	40	100 %	D 225
36-Thenay	02.CB.009	Les cocus	6,40	55	50 %	G 6
41-Langon	02.CB.008	Préjeux	15.00	20-60	50 %	AN 19, 26, 42, 56
41-Souesmes	02.CB.003	Beauregard	3.00	80	80 %	A 667
41-St Martin des Bois	02.CB.013	La Guinellerie	2.00	60	95 %	C 181
41-Vernou en Sologne	02.CB.007	Les Augères	0,70	60	95 %	AD 254
45-Courcy aux Loges	02.CB.004	F.D. d'Orléans (Vrigny)	6.72	95	15 %	967

Décembre 1990, Source CEMAGREF

FIGURE 25

Au sein d'une planche de pépinière, les grands plants sont plus vigoureux (croissance ultérieure). Les plants jeunes supportent mieux la crise de transplantation.

Les plants doivent rester frais. "L'échauffement se traduit par un bleuissement des tissus internes des racines visibles en fendant longitudinalement le pivot de quelques plants. Alors que le chêne pédonculé accepte très bien (4 mois) une jauge de terre de jardin, le chêne rouge d'Amérique ne supporte que les jauges de sable pur ou le stockage en sac plastique" hermétiquement fermé à température constante et fraîche (COURRAUD 1983). Cela évite les pertes en eau (potentiel hydrique) tout en permettant l'oxygénation des racines (cf § 2.2, p. 27).

Les pépiniéristes préfèrent arracher les plants de décembre à février en période de repos végétatif pour une meilleure conservation. Cependant les meilleures dates d'installation en forêt sont à la mi-automne (autour du 15 novembre) pour une première reprise racinaire avant l'hiver, l'organisation du chantier doit alors être plus soignée (FRANCOIS et GINISTY).

Une mise en place, toujours en sol sain, en potet semi-travaillé à la pioche-hache est suffisante en l'absence de labour. Les racines trop longues pour être bien positionnées dans la fente ouverte par l'outil peuvent être coupées. On peut aussi préparer le plant en retirant toutes les ramifications de la tige (barbatelle). Le collet doit être très légèrement enterré (quelques centimètres).

Un labour, sur sol ressuyé, facilite la plantation, améliore la reprise et la croissance. On évitera cependant de labourer les sols limoneux en raison du risque de dégradation de la structure (battance). Les planches, si nécessaires, doivent être larges de 25 à 30 m, pour faciliter les entretiens mécaniques et l'exploitation.

Sur ancienne terre agricole, le seul travail du sol nécessaire est un sous-solage ou un labour forestier (profond), sur sol ressuyé, pour briser la semelle de labour.

Le sous-solage peut également améliorer la structure en profondeur, briser un horizon induré ou disloquer un cailloutis.

Un traitement chimique peut être très utile pour éliminer préalablement la concurrence herbacée ou pour contrôler les rejets ligneux.

Les jeunes plants de chêne rouge d'Amérique sont très appétents, si la pression du gibier est forte, une protection est indispensable (FRANCOIS et GINISTY, COURRAUD 1983).

Le chêne rouge d'Amérique rejette abondamment et vigoureusement de souche, bien plus que les chênes indigènes, les rejets peuvent croître jusqu'à 2 mètres par an. Cette capacité autorise le recépage en cas d'abrutissements ou de gels printaniers répétés. Elle perdure jusque vers l'âge de 50 ans (PLAISANCE 1978, BOUDRU 1979, CTGREF 1978).

Les souches des arbres enlevés après éclaircie ne manqueront donc pas de rejeter, constituant un excellent sous-étage. Les Allemands se servent de cette propriété en recépant à 1 m du sol vers 10 à 12 ans les brins concurrents et les "loups" pour y fixer les dégâts du gibier (FORET de FRANCE 1978).

CHENE ROUGE D'AMERIQUE
QUELQUES ACCROISSEMENTS MOYENS
à 60 et 80 ans

BONNE FERTILITE

m ³ /ha/an	BELGIQUE H ₀ 50=24 m (1)	HOLLANDE H ₀ 50=23,7 m (2)	ALLEMAGNE H _m 50 = 23,5 m (3)	HOLLANDE H ₀ 50 = 25,4 m (2)
à 60 ans	8,9	9,4	7,8	11,1 (à 55 ans)
à 80 ans	9,2	-	8,3	-

FERTILITE MEDIOCRE

m ³ /ha/an	BELGIQUE H ₀ 50=21 m (1)	HOLLANDE H ₀ 50=20,3 m (2)	ALLEMAGNE H _m 50 = 21,3 m (3)
à 60 ans	7,5	6,9	6,2
à 80 ans	7,9	6,1	6,8

H₀50 : Hauteur dominante à 50 ans

H_m50 : Hauteur moyenne à 50 ans

(1) Table de production LAURENT, RONDEUX & THILL 1988 (figure 27)

(2) Table de production LA BASTIDE & FABER 1972 in HINLANG 1987

(3) Table de production LANDESFORSTVERWALTUNG, BADE WURTTEMBERG 1966 in HINLANG 1987

FIGURE 26

3.2 - Tempérament et croissance

La croissance initiale du chêne rouge d'Amérique est spectaculaire les premières années (KREMER et DESTREMAU 1984, LANIER et al. 1980, TIMBAL 1990, BOUDRU 1979). Cette vigueur juvénile lui permet un affranchissement rapide.

Sa sensibilité aux gelées printanières (PLAISANCE 1978, BOUDRU 1979, DECOUFLE 1988, FORET de FRANCE 1978), et aux gelées automnales qui endommagent les pousses mal aoûtées (observation que nous avons souvent pu faire en région Centre) les premières années, sont cause de fourchaison, s'il ne "boude" pas quelques années.

Une étude menée en région Centre sur quelques jeunes plantations (SICOT 1989) a montré que les défauts de port se répartissent :

. grosse branche :	68 %
. grosse branche allant concurrencer la cime :	16 %
. cimes multiples :	9 %
. fourchaison :	7 %
	<hr/>
	100 %

Une protection (2 m) peut sortir les plants de ces difficultés (DECOUFLE 1988). La taille de formation (figure 21, p. 27) est indispensable sur au moins 400 plants par hectare.

"Au départ, les hésitations sur les branches à ôter font penser que l'opération sera longue et coûteuse et de luxe pour certains. En fait, l'habitude vient très vite : on choisit en passant d'un arbre à l'autre la ou les branches que l'on va enlever. L'opération de défourchage devient alors très rapide et n'est plus fonction que du nombre de plants à l'hectare et du temps de parcours. L'observation un an plus tard du redressement des flèches conservées ne laisse plus de doute quant à l'efficacité de cette opération" (COURRAUD 1983).

Pour une cicatrisation rapide des plaies de taille et pour préserver la qualité du bois (colorations anormales localisées seulement), il convient de ne couper que des branches d'un diamètre inférieur à 3 cm et ce, juste avant un départ de végétation, soit au début du printemps soit fin juillet - début août (SOUTRENON 1990).

Le chêne rouge d'Amérique présente un phototropisme marqué se traduisant, lorsque l'éclairement n'est pas homogène de tous côtés (bordures), par une inclinaison des troncs et par la formation de grosses branches dans le houppier (TIMBAL 1990, BOUDRU 1979). Ceci justifie l'élagage des arbres d'avenir à 6 à 8 m.

Le chêne rouge d'Amérique tolère très bien l'ombre pendant plusieurs années (maintien de la capacité photosynthétique pour un éclairement plus faible par rapport aux chênes indigènes - TIMBAL 1990).

Il est très sensible à la concurrence, la croissance en diamètre des dominants et codominants (nombreux) est alors relativement faible (PLAISANCE 1978, LANIER et al. 1980, CTGREF 1978, GELPE et al. 1986, FORET de FRANCE 1978).

Par conséquent, le chêne rouge d'Amérique réclame de la lumière régulièrement répartie, des densités relativement faibles, un bon suivi sylvicole pour croître en diamètre. Une densité finale de 80 à 120 arbres/ha pourrait être désignée entre 20 et 30 ans et atteinte dès 50 ans.

La grande majorité des peuplements tant en France qu'à l'étranger est bien souvent trop dense (PILARD - LANDEAU 1984, ZAHND 1980, LANIER et al. 1980, LAURENT et al. 1988). Le chêne rouge d'Amérique réagit cependant très bien aux éclaircies même tardives (LANIER et al. 1980, BOUDRU 1979, FORET de FRANCE 1978).

TABLES DE PRODUCTION POUR LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE EN BELGIQUE

(LAURENT, RONDEUX et THILL, 1988)

H50 = 21 m

H50 = 24 m

AGE	Acg	Amg	Ptg	Ho	Acv	Amv	Ptv	Ho	Acv	Amv	Ptv	Age
20	1.4	0.8	16.7	12.9	10.3	3.3	066	14.9	11.6	4.8	095	20
25	1.3	0.9	23.4	14.7	10.1	4.7	116	16.9	11.4	6.1	153	25
30	1.1	1.0	29.4	16.2	9.9	5.5	166	18.7	11.2	7.0	209	30
35	1.0	1.0	34.8	17.6	9.7	6.2	215	20.2	11.0	7.6	265	35
40	1.0	1.0	39.7	18.8	9.6	6.6	264	21.6	10.0	8.0	319	40
45	0.9	1.0	44.3	20.0	9.5	6.9	311	22.8	10.7	8.3	373	45
50	0.8	1.0	48.6	21.0	9.4	7.2	359	24.0	10.6	8.5	427	50
55	0.8	1.0	52.6	22.0	9.3	7.4	405	25.1	10.5	8.7	480	55
60	0.7	0.9	56.5	22.9	9.2	7.5	452	26.1	10.4	8.9	532	60
65	0.7	0.9	60.1	23.8	9.2	7.7	498	27.1	10.4	9.0	584	65
70	0.7	0.9	63.6	24.6	9.1	7.8	543	28.0	10.3	9.1	636	70
75	0.7	0.9	66.9	25.4	9.0	7.8	589	28.9	10.2	9.2	687	75
80	0.6	0.9	70.2	26.2	9.0	7.9	634	29.8	10.1	9.2	738	80
85	0.6	0.9	73.2	26.9	8.9	8.0	678	30.6	10.1	9.3	788	85
90	0.6	0.8	76.2	27.6	8.9	8.0	723	31.4	10.0	9.3	839	90
95	0.6	0.8	79.1	28.3	8.8	8.1	767	32.2	10.0	9.4	889	95
100	0.6	0.8	81.9	29.0	8.8	8.1	811	32.9	9.9	9.4	938	100

FIGURE 27

Ac : Accroissement courant
 Am : Accroissement moyen
 Pt : Production totale
 g : Surface terrière (m²)
 v : Volume bois fort (m³)

Ptg = 20.99 A^{0.4057} - 54.04
 Ptv = 15.32 A^{0.9015} - 162.5
 Ptv = 17.33 A^{0.9015} - 162.5
 Ho = 4.20 (A - 6)^{0.424}
 Ho = 5.06 (A - 6)^{0.415}

pour H50 = 21 m
 pour H50 = 24 m
 pour H50 = 21 m
 pour H50 = 24 m.

Bien qu'il réclame de la lumière, son aptitude à supporter l'ombre, à fructifier précocement et à rejeter vigoureusement, induisent des recrues abondants en sous étage formant des peuplements à plusieurs classes d'âge (LAURENT et al. 1988), chose que nous avons bien souvent pu observer en région Centre et qui a fait dire : "si l'on y revenait, le chêne rouge d'Amérique se prêterait très bien au taillis sous futaie à révolution de 20 à 30 ans" (PLAISANCE 1978).

Le couvert du chêne rouge d'Amérique est épais (PLAISANCE 1978, BOUDRU 1979), il peut étouffer les autres espèces, le sous bois est très pauvre. On utilise le chêne rouge d'Amérique pour constituer des pare-feux et cloisonner des peuplements résineux.

De nombreux gourmands peuvent se former sur les troncs, soit par maintien d'une densité trop élevée (CRAVE 1991), soit par mise en lumière brutale lors d'éclaircies trop tardives. Ils s'accompagnent dans le second cas d'une descente de cime comme pour les chênes indigènes. Ces phénomènes, que nous avons observés en région Centre, accentuent la nécessité d'un bon suivi sylvicole des peuplements de chêne rouge d'Amérique.

La limite de survie du chêne rouge d'Amérique peut être située entre 110-120 ans (BOUDRU 1979) et 200-300 ans (PLAISANCE 1978). En fait, elle dépend de la fertilité. En Sologne, sur sol pauvre, on ne devrait pas pouvoir dépasser 120 ans.

L'âge d'exploitabilité, au-delà duquel la croissance en volume diminue par trop et auquel le diamètre d'exploitabilité (50 à 60 cm à 1,30 m) peut être atteint, se situe entre 60 et 80 ans.

En résumé, le chêne rouge d'Amérique se multiplie très facilement. Il est très dynamique et très vigoureux. Il réclame cependant d'être traité avec précautions : plantation soignée, protection contre le gibier, tailles de formation, élagage et suivi sylvicole pour donner sa pleine mesure.

C'est un chêne dont la vocation forestière réside dans la constitution de peuplements homogènes, naturellement à plusieurs étages (rejets, semis).

Il se prête très bien à l'enrichissement de trouées dans les taillis sous futaie et au mélange soit avec des bouleaux, soit avec des résineux, soit dans les parcs péri-urbains.

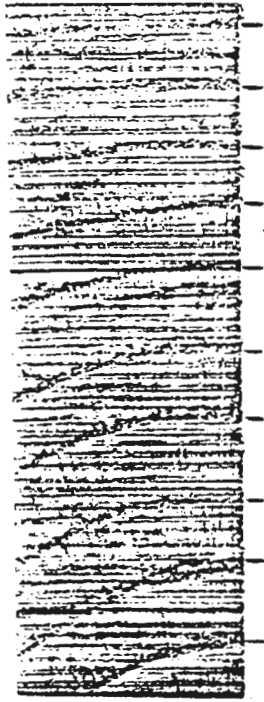
3.3 - Fertilisation

Le chêne rouge d'Amérique y réagit très bien, surtout en stations pauvres (BOUDRU 1979), seules à pouvoir être efficacement et économiquement fertilisées.

Le gain de croissance ne sera obtenu que si la végétation concurrente est bien maîtrisée.

A la plantation, on conseille (GUITTON 1989) d'apporter en sol pauvre un engrais complet peu riche en azote (on craint que celui-ci n'augmente le déséquilibre racine/tige). La fertilisation des premières années peut sortir les chênes rouges d'Amérique de la taille critique où ils sont touchés par les gelées tardives (BAULE et FRICKER 1969 in GUITTON 1989).

VARIABILITE DE LA LARGEUR DE CERNE
DÉS CHENES ROUGE et INDIGÈNES
(exemples de croissance)



croissance rapide

Chêne rouge



croissance lente



croissance rapide

Chênes indigènes



croissance lente

(in AUBERT, 1987)

Elle doit permettre une meilleure reprise à la plantation et un meilleur démarrage, entraînant l'économie d'un ou deux entretiens (DELANNOY 1984).

En peuplement adulte (entre 50 et 80 ans), une fertilisation dite de "regonflage" (azote ou complet) pourrait se justifier soit par une meilleure rentabilité économique (jusqu'à + 50 % de gain de croissance - GRANEY 1983 et KARNIG 1972 in GUITTON 1989), soit par la mise en évidence d'une carence par analyse foliaire (GUITTON 1989). Par manque de référence, cela ne peut encore être conseillé.

MOYENNES DES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET MECANQUES DU CHENE ROUGE

selon quelques auteurs

		densité H=12-15% (g/cm ³)	infra- densité (g/cm ³)	retrait tangential (%)	retrait radial total (%)	retrait volumétri- que total (%)	module d'élasticité (daN/cm ²)	module de en flexion longitudinale (daN/cm ²)	rupture compres- sion axiale (daN/cm ²)
BAUER, 1953	2	0,65	0,57	9,5	4,5	14,0	127 000	1190	645
FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1974	1	-	0,63	8,6	4,0	13,7	125 000	990	465
GOHRE et WAGENKNECHT, 1955	2	0,70	0,57	11,1	4,5	16,7	151 000	1301	612
KELLER, 1980	2	-	0,57	9,5	4,6	14,5	136 000	-	659
KENNEDY, 1965	1	0,69	0,58	7,2	3,2	13,6	119 000	986	498
McLAVERS, 1969	2	0,70	0,64	-	-	-	125 000	1230	574
WAGENFUHR et SCHEIBER, 1974	0	0,70	0,66	8,2	4,0	12,9	129 000	1150	540

0 = chêne rouge d'origine non mentionnée

1 = chêne rouge d'origine américaine

2 = chêne rouge d'origine européenne

- = caractéristique non mesurée

(les caractéristiques mécaniques sont calculées à partir d'essais réalisés
à 12 % d'humidité environ)

(in AUBERT, 1987)

IV - QUALITES ET DEBOUCHES DU BOIS

4.1 - Caractéristiques du bois

Le bois de chêne rouge d'Amérique présente un duramen bien différencié de couleur légèrement rosée. Son aubier est blanc et peu durable.

La duraminisation est précoce. Quelques mesures effectuées sur souche en région Centre ont montré que l'aubier concerne 7 à 17 cernes (figure 22, p. 28). Son épaisseur atteindrait 2,5 à 5 cm.

Comme les chênes indigènes, le bois de chêne rouge d'Amérique présente une zone initiale poreuse (bois de printemps) bien marquée, ainsi que des rayons ligneux visibles à l'oeil nu.

L'épaisseur moyenne des cernes va, pour le chêne rouge d'Amérique de 2 à 6 mm, elle peut dépasser le centimètre. Pour les chênes indigènes, elle est en moyenne de 2 mm, oscillant entre 1 et 3 mm, exceptionnellement 5 mm (figure 28, p. 34).

Contrairement aux chênes indigènes et au châtaignier, il ne forme pas de "bouchons" (thylles) dans ses vaisseaux lors de leur duraminisation.

Il contient peu de tanin : l'écorce en contient 6 %, soit moitié moins que celle du chêne rouvre, le bois seulement 1,2 % (PLAISANCE 1978).

Les caractéristiques physiques et mécaniques présentées figures 29 et 30 (p. 35 et 36) : densité, rétractibilité du bois, modules d'élasticité et de rupture, dureté, sont un reflet des caractéristiques anatomiques du bois.

Le chêne rouge d'Amérique présenterait cependant une anisotropie de retrait plus forte (2,5 à 3,4) que celle des chênes indigènes (voisine de 2) dont il faut tenir compte au séchage (cycle semblable à celui du bois de châtaignier).

Du point de vue technologique, le bois de chêne rouge d'Amérique est assez facile à travailler : rabotage, ponçage, mortaisage, tournage, clouage, vissage et collage. Les placages sont de bonne qualité. Il s'imprègne facilement et prend bien les teintures.

Les rendements au sciage du chêne rouge d'Amérique, tant en plots qu'en avivés sont parmi les meilleurs de nos bois feuillus du fait de la cylindricité des grumes, de la faible proportion d'aubier (15 à 40 %) et d'écorce (10 à 11 %) et de leur meilleure qualité globale (peu de noeuds, de brogues ou de pourritures). Le rendement en avivés choix 2 pourrait aller de 55 à 58 % avec du chêne rouge d'Amérique contre 48 à 50 % avec des chênes indigènes (communication personnelle).

Ces caractéristiques assurent au bois de chêne rouge d'Amérique un grand nombre d'utilisations possibles, comparables à celles du bois des chênes indigènes.

4.2 - Utilisations

Tel quel, en extérieur, il reprend l'humidité en raison de l'absence de bouchon dans les vaisseaux du duramen. Il est donc peu durable mais s'imprègne facilement de produits de préservation.

QUELQUES CARACTERISTIQUES DU BOIS DE CHENE ROUGE ET D'AUTRES ESSENCES FEUILLUES

FIGURE 30

(les caractéristiques mécaniques sont calculées à partir d'essais réalisés à une humidité de 12 % environ)

	Densité (H=12-15%) (g/cm ³)	Retrait volumique (%)	Module d'élasticité (daN/cm ²)	Module de rupture en flexion (daN/cm ²)	Module de rupture en compression axiale daN/cm ²)	Dureté Brinell parallèlement aux fibres (daN/mm ²)
Chêne rouge (<i>Quercus rubra</i> L.)	0,55-0,98	12,9-16,7	93000-151000	980-1300	410-659	6,6
Chêne indigène (<i>Quercus</i> spp)	0,43-1,05	7,8-18,0	90000-149000	540-1560	300-860	6,6
Hêtre (<i>Fagus</i> sp)	0,54-0,93	14,0-22,0	85000-198000	690-2100	390-990	7,2
Châtaignier (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	0,37-0,75	13,0-14,0	86000-150000	520-1430	220-650	2,7-4,7 3,8
Frêne (<i>Fraxinus</i> <i>excelsior</i> L.)	0,45-0,87	13,2	44000-181000	580-2100	230-800	3,6-10,0 6,5
Merisier (<i>Prunus avium</i> L.)	0,55-0,80	14,0	100000-110000	900-1280	450-620	5,9
Orme (Espèces du genre <i>Ulmus</i>)	0,46-0,86	13,2	59000-160000	560-2000	330-740	6,4
Noyer (Espèces du genre <i>Juglans</i>)	0,55-0,75	12,0-15,0	118000-135000	1030-1200	470-530	5,0

Sources : WAGENFUHR et SCHEIBER, 1974
GIORDANO, 1976
C.I.B. (Hêtre, Chêne, Châtaignier, Noyer)
LIGNUM
BAUER, 1953

FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1974
GOHRE et WAGENKNECHT, 1955
KELLER, 1980
KENNEDY, 1965
McLAVERS, 1969

(in AUBERT, 1987)

Traité, il est utilisé en traverses de chemin de fer, en poteaux, et en bois de mines. Grâce à des traitements spéciaux, il est utilisé en tonnellerie en Ecosse. Séché à l'abri des reprises d'humidité, c'est un bois de chauffage à fort pouvoir calorifique.

Il est apprécié comme bois de trituration pour pâtes et panneaux.

Sa résilience (résistance au choc) extraordinaire (1,1 à 1,5 mkg/cm²) et son élasticité le rendent apte à la confection de manches d'outils et de bois courbés. En Amérique du nord, il a été très utilisé en charrognage et en charpente.

Grâce à sa dureté et à son excellente résistance à l'abrasion, il convient très bien en menuiserie intérieure et en parqueterie.

Se finissant bien, le bois de chêne rouge d'Amérique, soit local soit d'importation, est utilisé notamment en Allemagne et en Belgique pour la confection de meubles rustiques.

Son tranchage est de bonne qualité. Aux U.S.A., il est largement utilisé sous cette forme dans l'ameublement et la décoration intérieure. Il peut aussi être déroulé à condition d'être suffisamment étuvé pour conserver une teinte uniforme.

4.3 - Marché

L'importation de grumes de chênes rouge et blanc en provenance des U.S.A. s'élevait en 1989 à 4.000 tonnes pour une valeur de 14 millions de francs (3.500 f la tonne). Celle des sciages à 27.000 tonnes (1 tonne sèche = 2 m³) pour une valeur de 143 millions de francs (5.300 f la tonne). Les grumes de chêne rouge d'Amérique importées sont principalement destinées à l'industrie du tranchage ; les sciages au travail mécanique du bois ; ébénisterie et menuiserie.

Rares sont les scieurs français intéressés par le chêne rouge d'Amérique faute d'une connaissance suffisante de ses qualités. Quelques uns cependant semblent le rechercher pour la fabrication d'avivés de 2^{ème} choix et en sont satisfaits. On lui reproche son grain grossier (largeur de cernes), défaut sans gravité si ce n'est peut être en ébénisterie.

Quoi qu'il en soit, la disponibilité annuelle quasi nulle ne favorise pas l'installation en France d'un flux commercial stable. Seuls quelques marchés locaux et ponctuels peuvent actuellement aboutir.

En Belgique, ce bois est fortement importé. Il y concurrence fortement le chêne français par son prix (sciage : 2.700 f/m³) pour la réalisation de meubles. Ses qualités sont comparables à celles du chêne français. Les surbilles n'ont qu'une utilisation en palette (DRON, communication personnelle).

En Allemagne, ses principaux débouchés sont la parqueterie et la menuiserie, mais là encore il devrait avoir un avenir intéressant lorsque le volume de bois mis sur le marché sera plus conséquent (FORET de FRANCE 1978).

Actuellement, on doit pouvoir dans les bonnes qualités obtenir un prix de vente voisin des deux tiers de celui du chêne français, principalement en raison d'une méconnaissance liée aux faibles volumes offerts à la vente.

En résumé, le bois de chêne rouge d'Amérique est de bonne qualité, comparable en bien des points à celui des chênes indigènes. Il devrait pouvoir trouver des utilisations intéressantes en menuiserie intérieure, en charpente et même en ébénisterie. Le marché souffre actuellement de préjugés défavorables en raison d'une méconnaissance liée aux faibles volumes offerts à la vente.

BIBLIOGRAPHIE

I - OUVRAGES GENERAUX ET DIVERS

- Anonyme, 1978. Journée d'information sur le chêne rouge en Allemagne, Forêt de France n° 217, pp. 55 à 56
- BOUDRU M., 1979. La culture du chêne rouge d'Amérique en Belgique, Bull. Rech. Agron. Gembloux n° 14 (1), pp. 3 à 22
- COOPER G. et WATT R., 1973. Oak, an american wood, USDA Forêt Service, 9p.
- CTGREF Nogent sur Vernisson, 1978. Le chêne rouge d'Amérique, la Forêt Privée n° 123, pp. 36 à 43 (circulaire SF n° 3024)
- DECOUFLE L., 1988. Les atouts du chêne rouge d'Amérique, la Forêt Privée n° 183, pp. 51 à 59
- FOWELLS H., 1965. Silvics of forest trees of the United-States, Agriculture handbook n° 271, USDA Forest Service, Washington DC, pp. 587 à 591
- KREMER A. et DESTREMAU D.X., 1984. Les chênes d'Amérique, Afocel - Arnef, Information forêt n° 2, fascicule 247, pp. 151 à 161
- LANIER L., KELLER R., KREMER A., 1980. Le chêne rouge en France, RFF n° 32, pp. 419 à 449
- PLAISANCE G., 1978. Le chêne rouge d'Amérique, BVF n° 78, pp. 23 à 32
- TIMBAL J., 1985. Premiers résultats de l'enquête chêne rouge, Forêt-Entreprise n° 30, p. 6

II - AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVITE

- BECKER M. et LE GOFF N., 1988. Diagnostic stationnel et potentiel de production, RFF n° 40 spécial, pp. 29 à 43
- BELGRAND M., 1983. Comportement de jeunes plants feuillus (chêne pédonculé, chêne rouge, chêne sessile, hêtre) sur substrat engorgé. Adaptations racinaires. Application à la mise en valeur forestière des pseudogley, INRA Nancy, 188 p.
- CHARNET F., 1988. Catalogue des types de station forestière du Perche, CRPF d'Ile de France et du Centre, Orléans, 571 p.
- DEMARCO Ph., 1988. Contribution à l'étude de la gélivure du chêne rouge, ONF STIR Massif Central, Clermont-Ferrand, 21 p.
- GELPE J., LEMOINE B., PILARD-LANDEAU B., TIMBAL J., 1986. Le chêne rouge d'Amérique dans le sud-ouest de la France, RFF n° 38-1, pp. 27 à 40
- HINLANG R., 1987. Le chêne rouge en Limousin, étude de ses exigences stationnelles, rapport TS, ENITEF Les Barres, SERFOB Limoges, 32 p. + annexes
- LAURENT C., RONDEUX J. et THILL A., 1988. Production du chêne rouge d'Amérique en moyenne et haute Belgique, IRSIA Gembloux, 37 p.

- MOLLIERE C., 1989. Le chêne rouge d'Amérique en table. Forêt de France n° 320, pp. 19 et 20
- MULLER G., 1987. Le chêne rouge d'Amérique dans le nord-est de la France, croissance en hauteur et fertilité des stations, mémoire ENITEF Les Barres, INRA Nancy, 114 p.
- PILARD-LANDEAU B., 1984. Le chêne rouge d'Amérique, stations, production et sylviculture dans le sud-ouest, mémoire ENITEF Les Barres, INRA Bordeaux-Cestas, 106 p.
- SAINT-SEVER P., 1987. Contribution à l'étude de la variabilité géographique du chêne rouge d'Amérique en Sologne, rapport de stage TS, ENITEF Les Barres, INRA Bordeaux-Cestas, 23 p. + annexes
- TIMBAL J., 1990. Le chêne rouge d'Amérique, écologie et facteurs limitants, RFF n° 42, pp. 165 à 173
- ZAHND E., 1980. Etude des exigences stationnelles, des performances de croissance et de la qualité du bois de chêne rouge d'Amérique et de l'érable sycomore en Alsace, mémoire ENITEF Les Barres, DDAF du Bas-Rhin, INRA Nancy, 192 p.

III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE

- BACCHETTA R., 1984. La placette chêne rouge de la glandée d'Amérique du domaine des Barres, CEMAGREF Nogent sur Vernisson, 49 p.
- COURRAUD R., 1983. Causes de la mauvaise reprise du chêne rouge d'Amérique, Forêt Entreprise n° 14, pp. 22 et 23
- COURRAUD R., 1983. Deux exemples de plantation de chêne rouge d'Amérique à faible densité, Forêt Entreprise n° 14, pp. 17 à 21
- CRAVE M.F., 1991. Chêne rouge d'Amérique : priorité aux éclaircies, Forêt Entreprise n° 73, pp. 14 et 15
- DELANNOY E., 1984. La plantation des feuillus précieux, mémoire ENGREF Nancy, 80 p.
- FRANCOIS J.M. et GINISTY C., à paraître. Production de plants et techniques d'installation des peuplements de chêne rouge, 22 p.
- GUITTON J.L., 1989. Fertilisation du chêne rouge d'Amérique, CEMAGREF Riom, 5 p.
- LEGRAND P., 1986. Plantation de merisiers et de chênes rouges, balivages intensifs de taillis, mémoire ENITEF Les Barres, DDAF de l'Oise, Beauvais, 58 p.
- SICOT F.X., 1989. Le chêne rouge d'Amérique, contribution à l'étude de la forme et de la croissance en plantation dans le jeune âge, thème pluridisciplinaire DEUG B, ENITEF Les Barres, 31 p.
- SOUTRENON A., 1990. Elagage artificiel et problèmes phytosanitaires chez les feuillus, La Forêt Privée n° 195, pp. 23 à 33

IV - QUALITES DU BOIS

AUBERT M., 1987. Recherche de relations entre caractéristiques simples du bois de chêne rouge et deux de ses propriétés technologiques, thèse de doctorat, Université de Nancy I, INRA Nancy, doc. et annexes, 348 p.

COSSON B.. Le bois du chêne rouge d'Amérique, 2 p.

CRAVE M.F., 1987. Le groupe de travail merisier-chêne rouge de l'IDF, Forêt Entreprise n° 46, pp. 17 et 18

KELLER R., PERRIN J.R. et TIERCELIN F., 1981. Qualité du bois de chêne rouge de quelques peuplements français. Bull. tech. ONF n° 13, pp. 3 à 27

V - AMELIORATION GENETIQUE

JUNG-MULLER B., 1987. Variabilité morphologique et électrophorétique des peuplements de chêne rouge introduits, mémoire ENITEF Les Barres, INRA Bordeaux-Cestas, 102 p.

KREMER A., 1978. Propositions pour l'amélioration génétique du chêne rouge, INRA Bordeaux-Cestas, 29 p.

VI - RISQUES PHYTOSANITAIRES

DELATOUR C., 1986. Le problème de *Phytophthora cinnamomi* sur le chêne rouge, Bull. OEPP n° 16, pp. 499 à 504

GIBBS J., LIESE W. et PINON J., 1985. Le flétrissement américain du chêne, une menace pour l'Europe ? La Recherche n° 164, pp. 406 à 409

GUILLAUMIN J.J., BERNARD Ch., DELATOUR C., BELGRAND M., 1983. Le dépérissement du chêne à Tronçais : pathologie racinaire, RFF n° 35-6, pp. 415 à 424

PINON J. et JANUS Ch., 1985. Le flétrissement américain du chêne, Bull. tech. d'information n° 402, pp. 549 à 556

PINON J. et SCHVESTER D., 1983. Etude prospective sur les risques phytosanitaires dans les taillis à courte rotation, INRA Nancy, 70 p.

PINON J., 1990. Le flétrissement américain des chênes, évaluation des risques et prévention, RFF n° 42, pp. 186 à 190

PINON J., TAINTER F.H., McDONALD W.L., 1988. Short-term susceptibility tests of european oaks to oak wilt, *Phytopathologie* Déc. 1988, p. 1554

VII - OUVRAGES REGIONAUX

GUELLEC I., 1987. Caractérisation de quelques sols majeurs de la Sologne centrale, Ann. Sci. For. 44(4), pp. 489 à 510

ROUSSEAU G., 1985. Le chêne rouge d'Amérique, son emploi dans le reboisement en Sologne, SERFOB Orléans, 32 p. + annexes

TABLE des FIGURES

Figure	Page
1 – Systématique de l'ordre des Fagales, situation du chêne rouge	5
2 – Feuilles de chênes rouges	6
3 – Carte de localisation des placettes	7
4 – Courbe hauteur/âge en région Centre	8
5 – Comparaison de la courbe de croissance en hauteur de la région Centre avec celles d'autres régions	9
6 – Groupes d'espèces indicatrices rencontrées	10
7 – Tableau floristique simplifié	11
8 – Caractéristiques édaphiques des unités stationnelles	12
9 – Indices de fertilité par relevé	13
10 – Analyse des contraintes des sols	14
11 – Indices de fertilité par groupe d'unités stationnelles	15
12 – Indices de fertilité par groupe d'unités stationnelles : tests d'homogénéité des moyennes – valeurs moyennes des indices de fertilité et productivité approchées par groupe d'unités stationnelles	16
13 – Gélivure	17
14 – Carte des aptitudes des régions forestières du Centre vis-à-vis du chêne rouge d'Amérique	18
15 – Fréquences des défauts de formes du chêne rouge d'Amérique en région Centre	19
16 – Densité en fonction de l'âge (% des arbres d'avenir)	22
17 – Densité en fonction de l'âge	23
18 – Densité des arbres dominants en fonction de l'âge	24
19 – Densité en fonction de l'âge (épaisseur moyenne des cernes)	25
20 – Guide de sylviculture pour le chêne rouge d'Amérique en peuplement pur et régulier	26
21 – Taille de formation et élagage	27
22 – Exemple de croissance et distinction aubier/duramen sur carotte de sondage	28
23 – Aire naturelle du chêne rouge d'Amérique	29
24 – Surface des peuplements de chêne rouge d'Amérique en France par département	30
25 – Peuplements classés	31
26 – Quelques accroissements moyens à 60 et 80 ans	32
27 – Tables de production pour le chêne rouge d'Amérique en Belgique	33
28 – Variabilité de la largeur de cernes des chênes rouge et indigène (exemples de croissance)	34
29 – Moyennes des caractéristiques physiques et mécaniques du chêne rouge selon quelques auteurs	35
30 – Quelques caractéristiques du bois de chêne rouge et d'autres essences feuillues	36

TABLE des MATIERES

	Page
SOMMAIRE	2
RESUME	3
INTRODUCTION	4
I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE	5
II - AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVIE EN REGION CENTRE	6
2.1 - Méthodologie	7
2.1.1 - Recueil des données	7
2.1.2 - Etude dendrométrique	7
2.1.3 - Etude phytoécologique	8
2.2 - Les facteurs écologiques de fertilité du chêne rouge d'Amérique en région Centre	9
2.2.1 - Analyse des cas anormaux	9
2.2.2 - Résultats synthétiques	10
2.3 - Peu de gélivures en région Centre	11
2.4 - Place du chêne rouge d'Amérique en région Centre	12
III - COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE	14
3.1 - Forme des arbres	14
3.2 - Age, densité et croissance en diamètre	15
3.3 - Sylviculture préconisée	16
3.3.1 - Préliminaires	16
3.3.2 - Préparation du terrain	17
3.3.3 - Choix et installation des plants	18
3.3.4 - Conduite du peuplement	18
CONCLUSION	20
ANNEXE : Synthèse bibliographique	21
I - LE CHENE ROUGE D'AMERIQUE	22
1.1 - Aire de répartition	22
1.1.1 - Aire naturelle	22
1.1.2 - Aire d'introduction	22

	Page
1.2 – Amélioration génétique	23
1.2.1 – Les peuplements classés "porte-graines"	23
1.2.2 – Le programme d'amélioration	24
1.3 – Risques phytosanitaires	25
1.3.1 – Insectes	25
1.3.2 – Maladies	25
II – AUTOECOLOGIE ET PRODUCTIVITE	27
2.1 – Facteurs climatiques	27
2.2 – Facteurs édaphiques	27
2.3 – Facteurs biotiques	28
2.4 – Productivité	29
III – COMPORTEMENT ET SYLVICULTURE	30
3.1 – Reproduction et multiplication	30
3.2 – Tempérament et croissance	32
3.3 – Fertilisation	33
IV – QUALITES ET DEBOUCHES DU BOIS	35
4.1 – Caractéristiques du bois	35
4.2 – Utilisations	35
4.3 – Marché	36
BIBLIOGRAPHIE	38
TABLE DES FIGURES	41
TABLE DES MATIERES	42

CENTRE REGIONAL DE LA PROPRIETE FORESTIERE

D'ILE DE FRANCE ET DU CENTRE

43 rue du Boeuf Saint Paterne – 45000 ORLEANS

Tél. 38.53.07.91 – Minitel 3614 INFOBOIS