Annales 1989 : département forêt

- [.]cemagref Clermont Ferrand Tfcf

▶ **To cite this version:**

- [.]cemagref Clermont Ferrand Tfcf. Annales 1989 : département forêt. Cemagref Editions, pp.194, 1990, Coll. Etudes du Cemagref, série Forêt, n° 5, 2-85362-207-X. hal-02576879

HAL Id: hal-02576879
https://hal.inrae.fr/hal-02576879

Submitted on 24 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PUB 0000 3678

ETUDES

Forêt

n° 5

Annales 1989

Département Forêt

CEMAGT 30

REF

CEMAGREF
DOCUMENTATION
CLERMONT-FERRAND

ANNALES 89

Département Forêt

CEMAGREF

CENTRE NATIONAL
DU MACHINISME AGRICOLE
DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS

DIRECTION GÉNÉRALE
Parc de Tourvoie 92160 Antony
Tél. : (1) 40 96 61 21
Télex : 204 565 F
Télécopie : (1) 46 66 37 44

Collection ***ETUDES*** série **Forêt**

N° 1. Annales 1988 du département Forêt

N° 2. Le Massif Central Cristallin Analyse du milieu - Choix des essences. Alain Franc.

N° 3. Les stations forestières du Pays d'Othe - Denis Giraud

N° 4. Cultures d'arbres à bois précieux en prairies paturés en Auvergne - J.- L. Guitton, G. Bretière, S. Saar.

A paraître :

Typologie foretière de la bordure Sud-Ouest du Massif Central Thomas Curt

Autres séries de la collection ***ETUDES***

Ressources en eau

Hydraulique Agricole

Machinisme Agricole

Equipement des IAA

Montagne et zones défavorisées

Production et économie agricoles

CEMAGREF
DOCUMENTATION
CLERMONT-FERRAND

Le CEMAGREF est un organisme de recherches dans les domaines de l'eau, de l'équipement pour l'agriculture et l'agroalimentaire, de l'aménagement et de la mise en valeur du milieu rural et des ressources naturelles.

En contact permanent avec les agents économiques et les collectivités, il cherche à constituer des outils mieux adaptés dans différents secteurs d'activités :

- *eau*
- *risques naturels et technologiques*
- *montagne et zones défavorisées*
- *forêts*
- *machinisme agricole*
- *équipement des industries agroalimentaires*
- *production et économie agricoles.*

Le CEMAGREF est un Etablissement Public à caractère Scientifique et Technologique sous la tutelle des ministères de la Recherche et de l'Agriculture.

Il emploie 970 agents dont 420 scientifiques répartis en 10 groupements : Aix-en-Provence, Antony, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, Montpellier, Nogent-sur-Vernisson, Outre-Mer (La Martinique), Rennes.

Sommaire

Le département Forêt en 89 9

Publications de l'année 89 27

Notes d'informations techniques 51

Notes et points de vue 101

Résumés/Summaries 173

ENGLISH FOREWORD

The CEMAGREF is a French Institute for agricultural and Environmental Enginering Research. It is divided in eight scientific departments according to the main specific activities in the former fields. One of them is Forestry.

The Departement of Forestry groups teams dealing with sylviculture, forest ecology, agroforestry, genetic selection, mediterranean forests and others. Mechanisation and road building in Forest depend on an other department : Agricultural Mechanisation.

This second yearbook issued by the Department of Forestry aims at valorising the works of all its teams. Il is divided in five parts :

1. Presentation of the Department of Forestry and its activities.

2. Picking up references of publications issued by the teams in the running year.

3. Gathering and letting know forest publications of "Informations Techniques du CEMAGREF".

4. Emphasizing some peculiar research subjects of the running year by new papers.

5. French and English abstracts of these new papers.

INTRODUCTION

Le CEMAGREF est un Centre de Recherches pour l'ingénieur dans les domaines de l'équipement pour l'agro-alimentaire et de la gestion des milieux naturels. Il est structuré en huit départements selon les différents domaines d'activité, dont le département "Forêts".

Le département Forêts regroupe la plupart des équipes concernées par la recherche sur la filière forêt-bois, à l'exception toutefois de celles concernant le machinisme et les routes qui relèvent du département Machinisme Agricole, et de certaines actions dépendant du département Montagne et Zones Défavorisées.

Le département valorise les résultats de ses recherches sous des formes très diverses (appuis techniques, services, pubications).

Les rapports et documents sont variés et destinés à différents publics. L'intérêt suscité par la publication en 1989 des annales 1988 nous a incité à reprendre la même formule et de nous donner pour mission d'y :

- présenter les activités du département

- rassembler les références des publications de l'année

- grouper et faire connaitre les activités des "informations techniques" forestières de l'année

- offrir quelques articles originaux, quelques points de vue.

Pour répondre à une exigence d'ouverture internationale, les articles sont résumés en français et en anglais dans le dernier chapitre.

1. Le département forêt en 1989

Ses actions
et le Schéma d'Orientation Scientifique
et Technique (SOST) du CEMAGREF

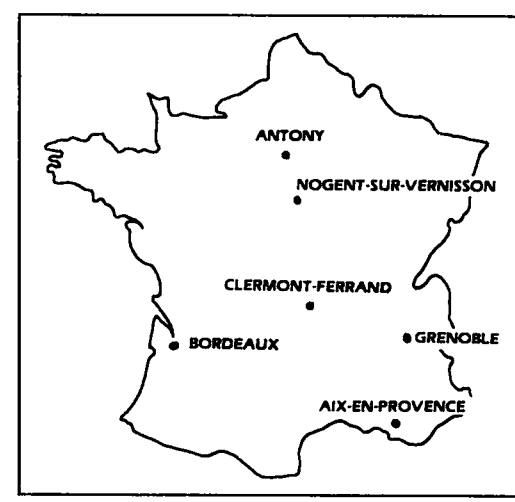
Effectifs du département Forêts au 31 août 1990*

Groupement Division ou Section	Chercheurs	IGREF	Ingénieurs contractuels	ITEF	ITA	Techniciens et ouvriers profession.	Administratifs
Aix-en-Provence							
Techniques forestières méditerranéennes	1	3			1	4	1
Clermont-Ferrand							
Techniques forestières		2	1			3	
Grenoble							
Protection phytosanitaire			3			1	1
Nogent-sur-Vernisson	1						
Protection phytosanitaire						1	
Graines et plants forestiers		2	1	2,5		5	1
Techniques forestières		1	3	1		3	2
Chasse		2	3	1		3	1
Bordeaux							
(Typologie)		1				1	
	2	11	11	4,5	1	21	6

* Y compris 4 postes d'ingénieurs vacants

Les implantations des divisions du département Forêts

Groupements	Divisions ou Sections
Aix-en-Provence	Techniques forestières méditerranéennes
Clermont-Ferrand	Techniques forestières
Grenoble	Protection phytosanitaire de la forêt
Nogent-sur-Vernisson	Techniques forestières Graines et plants forestiers Chasse Protection phytosanitaire de la Forêt



Il est banal de rappeler que le CEMAGREF est l'un des acteurs du système français de recherche et développement forestier.

Son activité dans ce domaine est pour l'essentiel confiée au Département Forêts, sachant que certains programmes sont également assumés par les Départements Montagne et Mécanisation.

Au cours de ces dernières années, on s'est efforcé de recentrer cette activité dans le cadre de programmes mieux définis, tenant compte en particulier des responsabilités couvertes par les autres acteurs, et des priorités fixées par le Ministère de l'Agriculture.

Les conclusions de cette réflexion sont condensées dans les documents qui suivent, extraits de la première version du schéma d'orientation scientifique et technique (SOST) que l'organisme élabore actuellement.

On y trouvera une description des "trois actions" couvrant huit programmes conduits par le Département Forêts, ainsi qu'un extrait de l'action intitulée "Connaissance du milieu naturel montagnard : développement de techniques de gestion et d'aménagement" pour la partie concernant les forêts de montagne.

Il convient aussi de rappeler brièvement le rôle joué dans le secteur Machinisme, notamment pour le matériel d'exploitation des petits bois et d'élagage (en coopération avec l'ARMEF).

Ce SOST vise à décrire de manière très résumée nos activités actuelles et leur évolution prévisible au cours des prochaines années. Nous restons disponibles pour apporter toute précision désirée.

En conclusion de cette brève introduction, on notera que malgré l'inévitable inertie de tout programme de recherche forestière, les évolutions en cours et celles proposées sont relativement importantes.

C.E.M.A.G.R.E.F.

DEPARTEMENT FORETS

SOST

Mars 1990

INTRODUCTION

Dans la plupart des régions du globe, la recherche forestière appliquée est généralement mobilisée par trois préoccupations majeures :

- Connaître les conditions de milieu des zones dévolues à la forêt.

- Sélectionner le matériel végétal arbre le mieux adapté et susceptible de répondre aux besoins.

- Etablir des règles de conduite (régénération, éclaircies, coupe finale).

Les trois actions prises en considération au CEMAGREF répondent, au moins partiellement, à ces trois grands thèmes.

Action 15 - Connaissance du milieu et des écosystèmes forestiers

La forêt française (plus de 14 millions d'hectares) se caractérise entre autres par une très grande diversité (conditions de milieu, espèces, traitements, régimes de propriété, etc...). Soumise depuis longtemps à l'action de l'homme, elle ne constitue pas, comme beaucoup le croient, un milieu strictement naturel. Il s'agit néanmoins d'écosystèmes généralement moins artificialisés que ceux gérés par l'agriculture. Pour des raisons, en particulier économiques, les apports extérieurs restent limités. Une gestion forestière logique doit donc s'appuyer sur une connaissance approfondie des potentialités du milieu et des réactions des écosystèmes forestiers à des agressions diverses biotiques ou abiotiques.

La contribution du CEMAGREF dans ce domaine se résume en quatre programmes, à savoir :

- Description du milieu et évaluation de sa productivité (programme 6.8).

- Protection phytosanitaire (programme 6.2).

- Relations forêt-gibier (programme 6.4).

- Prévention des incendies (programme 6.1).

Description du milieu et évaluation de sa productivité (programme 6.8)

L'objectif est de forger des outils permettant au sylviculteur de décrire le milieu et d'optimiser ses choix (espèces, conduite de peuplement) en fonction de la potentialité des stations.

L'activité du CEMAGREF comporte donc les deux volets principaux suivants :

- identification des descripteurs du milieu

- influence du milieu sur la production (aspects qualitatifs et quantitatifs).

Le CEMAGREF collabore dans cette entreprise avec divers partenaires (INRA, IDF, ONF, ENGREF, IFN).

Identification des descripteurs du milieu

Les approches restent diversifiées et complémentaires, le point de départ étant soit le milieu (caractérisation globale c'est à dire typologie classique ou approche factorielle, en privilégiant les facteurs les plus explicatifs de la production ligneuse), soit l'essence (approche autécologique).

L'équipe concernée se désengage progressivement de la réalisation de catalogues classiques de stations pour faire porter l'effort sur des synthèses régionales qui devraient déboucher sur une accélération de la couverture du territoire.

Influence du milieu sur la production

Le sylviculteur ne s'intéressera à l'analyse du milieu que dans la mesure où cela peut lui permettre d'orienter ses décisions, ce qui suppose la connaissance des liaisons entre variables écologiques et variables de production pour les principales espèces.

Le CEMAGREF doit au cours des prochaines années élaborer des méthodologies concernant l'estimation de ces relations stations/production. Dans un pemier temps, il ne s'agit pas, sauf cas particulier, d'aboutir à un instrument précis et sophistiqué ne s'appliquant qu'à une faible portion du territoire, mais au contraire de créer un système robuste susceptible d'éviter des erreurs grossières pour un grand nombre de cas.

Parmi les nombreuses difficultés, il faut souligner celles dues à l'importance dans notre pays des peuplements mélangés, non équiennes, et dont le passé sylvicole est mal connu.

Le CEMAGREF joue ici le rôle d'expert auprès de la DERF.

Protection phytosanitaire
(programme 6.2)

Le programme actuel comporte trois volets :

. les insectes
. les maladies
. la pollution atmosphérique.

La très petite équipe concernée fonctionne dans un système récemment réorganisé. L'activité du CEMAGREF se situe entre celle conduite par l'INRA à tendance fondamentale assez marquée et la mission de surveillance confiée au Service de Santé de la Forêt.

Pour le secteur entomologie, le programme vise surtout à définir des méthodes de surveillance de populations d'insectes avec les deux options principales suivantes :

- corréler les captures de pièges à phéromones avec les méthodes plus traditionnelles

- apprécier les facteurs du milieu et du peuplement qui influent sur la dynamique de populations d'insectes.

Les modèles étudiés actuellement concernent le typographe, la cheimatobie, la tordeuse verte et le sténographe. Au cours des prochaines années, l'accent sera mis sur le deuxième point ainsi que sur le thème insuffisamment abordé jusqu'à présent, à savoir l'expérimentation liée à l'homologation de produits chimiques et l'optimisation des paramètres de traitement.

L'activité pathologie est centrée sur :

- la définition de stratégies de luttes chimiques (rouille courbeuse des pins, anthracnose du merisier, flore pathogène du sol en pépinière)

- l'exploration d'un problème nouveau à savoir l'apparition de colorations anormales du bois de certains feuillus élagués.

L'évolution proposée vise à la prise en compte des facteurs abiotiques intervenant en pathologie forestière. Il conviendra aussi de définir les stratégies de luttes chimiques et d'explorer les problèmes nouveaux liés à l'évolution des techniques et à la diversification des essences forestières.

En ce qui concerne les effets de la pollution atmosphérique (DEFORPA), le CEMAGREF assume la responsabilité du traitement informatique des données issues des 40 000 arbres des réseaux de surveillance des dégâts aux forêts attribués à la pollution.

Enfin, dans la mesure des possibilités, il est souhaité d'explorer sur quelques modèles simples le coût réel des problèmes sanitaires les plus connus, par exemple ceux induits par des pertes de croissance.

Relations forêt-gibier
(programme 6.4)

Ce programme relativement original dans notre pays est pour le moment axé sur les interactions forêt-cervidés avec une attention particulière sur le chevreuil.

On assiste en effet depuis quelques années à une augmentation généralisée des populations de chevreuils, ce qui pose des problèmes aigus pour certaines opérations de régénérations naturelles ou artificielles.

Les axes principaux se résument comme suit :

. Analyse de l'habitat forestier

- potentialités notamment alimentaires
- capacité territoriale et densité optimales de gibier
- évolution de l'habitat en fonction de l'aménagement forestier et des règles sylvicoles correspondantes.

. Etude des populations animales

- paramètres de dynamiques de population (dont le suivi des effectifs)
- comportement alimentaire

. Analyse des dégâts dus au gibier - évaluation des procédés de protection proposés.

Au cours des prochaines années, il conviendrait de privilégier certains aspects et notamment :

. L'analyse de l'interaction entre le gibier (surtout le chevreuil) et les nouvelles techniques sylvicoles : par exemple culture de bois feuillus précieux, ou plantations (et non plus semis) de pin maritime de variétés très seléctionnées.

. Comportement alimentaire du chevreuil : déterminisme du choix alimentaire et identification de bio-indicateurs.

. Rôle de la chasse, voire de l'élevage extensif de cervidés en vue de diversifier l'utilisation des sols.

Enfin, on pourra prendre en considération un autre modèle par exemple le sanglier.

Prévention des incendies
(programme 6.1)

On connait l'importance des problèmes engendrés par les incendies de forêts en particulier en zone méditerranéenne.

L'activité du CEMAGREF dans ce domaine, en cours de redéfinition, doit s'orienter dans les directions suivantes :

- Elaboration d'indicateurs de risques d'incendies des diverses formations végétales. Intégration de cette notion dans les études de typologie et potentialités des stations en zone méditerranéenne.

- Synthèse permanente des acquis en matière de prévention.

- Réexamen des méthodes de contrôle de la végétation basse (en particulier débroussaillement), appréciation, étude de leur efficacité dans le cadre de la lutte préventive.

Ce programme suppose une coopération étroite avec les divers partenaires d'amont (INRA, Universités...) et d'aval (Services forestiers, Autorités régionales...).

Action 16 - Amélioration génétique du matériel végétal forestier

Production, évaluation, gestion du matériel végétal amélioré (programme 6.5)

La sylviculture française a pendant fort longtemps privilégié des méthodes de régénération dites "naturelles", le renouvellement des forêts étant effectué, soit à partir de graines issues directement du vieux peuplement (futaie), soit à partir de rejets se développant sur les souches après exploitation (taillis).

Le développement rapide de méthodes de régénération artificielles ou naturelles assistées implique une bonne connaissance des caractéristiques génétiques du matériel végétal utilisé. C'est aussi une voie intéressante pour améliorer aussi bien les qualités d'adaptation que la production ligneuse (en qualité et quantité). Les conséquences de quelques erreurs génétiques commises dans le passé (introduction de mélèze d'Europe alpins en zone atlantique, de pins sylvestres exprimant une mauvaise forme en plaine, des pins maritimes portugais sensibles au froid dans les Landes) suffisent pour justifier l'effort entrepris et à poursuivre.

Plusieurs organismes s'intéressent au problème en France. Le rôle très important du CEMAGREF s'inscrit dans le cadre d'une coopération étroite avec l'INRA, les objectifs étant fixés par le Ministère de l'Agriculture.

L'action se limite actuellement à un seul programme se subdivisant en sous-programmes dont certains pourraient ultérieurement évoluer en programmes à part entière.

- Sélection phénotypique de peuplements porte-graines :

1 800 peulements, soit 75 000 hectares relevant de 17 espèces sont déjà enregistrés. Ils fournissent un matériel de base (graines) dit "sélectionné" (sens CEE) qui correspond au niveau minimum d'exigence requis pour la commercialisation des graines et plants.

L'activité du CEMAGREF sera concentrée au cours des années à venir sur les points suivants :

- Amélioration de la gestion du "stock" de peuplements classés
  . analyse des flux de graines
  . détection des régions de provenance déficitaires
  . détection des peuplemetns disparus ou à rayer des registres

- Sélection de nouveaux peuplements pour les espèces déjà retenues (combler les déficits)

- Sélection de peuplements d'espèces nouvelles (mises au point méthodologiques préalables, notamment pour les espèces non sociales).

- Elaboration de règles de "gestion fructifère" des peuplements à partir d'un programme de recherche ad hoc sur l'induction et l'augmentation de la fructification.

- Populiculture : l'évaluation systématique au niveau régional des clones susceptibles d'être cultivés en France sera poursuivie (obtentions françaises ou étrangères). Un effort particulier portera sur l'appréciation des caractéristiques du bois et le comportement phytosanitaire (volume de l'expérimentation en place : 114 dispositifs soit 260 ha).

- Vergers à graines : le CEMAGREF gère pour le compte du Ministère de l'Agriculture le très important programme de vergers à graines de l'Etat (actuellement 300 ha) qui devrait satisfaire dans une dizaine d'années 30 à 50 % des besoins en graines d'espèces résineuses principales (sauf pin maritime).

L'activité future devra privilégier les axes suivants :

. poursuite des éclaircies génétiques (vergers de familles)
. prise en compte de nouvelles espèces : merisier, noyer, érables
. intensification des recherches sur la fructification.

Le CEMAGREF devra être associé à toutes les études préalables à la création des variétés du futur quelle que soit leur nature, et maintenir les relations de collaboration existantes, notamment dans le cadre du GIS Variétés Forestières Améliorées dont le CEMAGREF est coprésident.

- Evaluation et homologation des variétés améliorées : les variétés dites "contrôlées" (sens CEE) ne peuvent être commercialisées qu'après démonstration de leur supériorité génétique par rapport à des témoins dans des conditions de milieu données. Il s'agit ici, aussi bien de variétés multipliées par voie générative (graines), que des variétés multipliées par voie végétative. Le CEMAGREF doit assumer cette responsabilité,quelque peu nouvelle, notamment en élaborant des méthodologies d'expertise et (ou) d'expérimentation et en organisant celles-ci avec des partenaires régionaux. L'enjeu est énorme sachant qu'il convient de fournir le plus rapidement possible aux sylviculteurs des informations sur les gains prévisibles et les "modes d'emplois" des variétés améliorées.

- Conservation des ressources génétiques : l'intervention du CEMAGREF, dans un passé récent, à savoir sa participation à l'élaboration d'une politique de conservation, ainsi que la réalisation d'actions concrètes (plantations conservatoires-404 ha dans 60 dispositifs déjà réalisés- et sauvetage de génotypes d'orme -200 clones en dépôt) devra se prolonger avec les divers partenaires dans la mesure où des moyens disponibles le permettront.

- Rédaction de textes règlementaires, secrétariat technique : cette activité sera poursuivie, notamment dans le cadre des commissions techniques du Ministère de l'Agriculture (Commission du Peuplier, CTPS, etc...).

Il convient en conclusion de rappeler que la qualité des forêts du siècle prochain dépendra pour une bonne part de l'efficacité de ce programme.

Action 17 - Etude des sytèmes de production

Connaissant les potentialités des stations dont il dispose, le sylviculteur doit installer et gérer des peuplements susceptibles de lui fournir les services qu'il en attend (production ligneuse, protection, récréation, etc...).

Il devrait donc pouvoir disposer, pour tous les cas possibles, d'un minimum d'informations techniques pouvant le guider. C'est encore loin d'être le cas.

Le CEMAGREF, dans ce domaine, apporte une contribution dans le cadre des trois programmes suivants :

- Méthodes d'élevage du matériel végétal forestier
(programme 6.6)

- Création et conduite des peuplements forestiers
(programme 6.7)

- Agroforesterie (programme 6.3)

Méthode d'élevage du matériel végétal forestier
(programme 6.1)

La régénération artificielle ou naturelle assistée suppose une production importante de plants de bonne qualité (qualités génétiques et qualités extérieures).

L'aspect génétique est abordé dans l'action n° 16.

Les autres points prioritaires se résument comme suit :

- Obligations d'augmenter le rendement graines/plants sachant que l'on va généraliser l'emploi de variétés améliorées dont le matériel de base ne sera disponible qu'en quantité limitée.

- Assurer une production de plants dans un "état physiologique et physique" permettant une bonne reprise et un développement initial de reboisement aussi rapide que possible.

- Maitriser le prix de revient.

Ce programme en cours de réorganisation, devrait se développer grâce à la mise à disposition du CEMAGREF des pépinières administratives (Guéméné-Penfao, Peyrat-le-Chateau, et partiellement Les Milles). Il doit aussi bénéficier d'acquis scientifiques récents ou à venir (mycorhization, multiplication par voie végétative, etc...).

Actuellement, l'effort porte plus précisément sur les points suivants :

- Multiplication par voie végétative (boutures) de l'épicéa
- Mycorhization contrôlée
- Normes d'élevage en conteneur (surtout en zone méditerranéenne).

Dans un futur proche, il conviendra d'aborder notamment les objectifs nouveaux suivants :

- Multiplication par voie végétative d'autres espèces en utilisant d'autres voies que le bouturage horticole (en particulier multiplication en vrac de variétés très améliorées de mélèze, pin laricio, etc...).

- Normes d'élevage en conteneur pour l'ensemble du territoire.

Mise au point de critères d'évaluation "d'états physiologiques" des plants en fin d'élevage.

Enfin, le CEMAGREF joue dans ce domaine un rôle d'expert auprès du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (DERF).

Création et conduite de peuplements
(programme 6.7)

Le CEMAGREF ne couvre qu'une fraction de l'ensemble des actions que pourrait recouvrir ce titre.

. Création et renouvellement par voie artificielle

De nombreux dispositifs de terrain ont été installés au cours des années passées sur les thèmes : préparation de la station, fertilisation, types de plants, densité de plantation, entretiens, etc... L'effort le plus récent a porté sur les espèces feuillues (chêne, hêtre, châtaignier, merisier).

Cet ensemble concerne : Feuillus - 102 essais - 80 ha
Résineux - 5 essais - 7 ha

Il convient maintenant de donner une certaine priorité à l'exploitation des informations fournies par ces expérimentations.

On doit par ailleurs intensifier les études concernant l'emploi des phytocides : test de nouvelles molécules, optimisation de l'utilisation des produits classiques, intégrée dans un processus technique global, étude de la rémanence de ces produits (en coopération avec des partenaires). Nous disposons déjà de 9 essais sur feuillus et 8 essais sur résineux.

Il conviendra enfin d'intensifier l'effort expérimental concernant un certain nombre de problèmes techniques d'actualité, entre autres :

- L'interaction déformations racinaires/vigueur du reboisement, ces risques de déformation étant accentués par la généralisation de techniques telles que le repiquage ou des plantations mécanisées, ou l'utilisation de plants en conteneur.

- Les questions posées par le reboisement éventuel de terres à long passé agricole.

- L'évaluation objective des choix initiaux de densité de plantation et d'innovations diverses proposées au sylviculteur, telles que le paillage, le pralinage, la mycorhization, etc..

A l'évidence, ces activités devront être concertées avec celles leur correspondant dans d'autres programmes, en particulier les méthodes d'élevage.

. Conduite des peuplements

L'objectif est de participer à la construction des modèles de sylviculture, en collaboration avec d'autres organismes : ENGREF et INRA sur le thème modélisation de la croissance et IDF et ONF pour la gestion coordonnée de dispositifs.

Dans ce domaine également, le portefeuille est important :

Résineux - 38 dispositifs - 26 ha
Feuillus - 26 dispositifs - 19 ha.

L'accent est et sera mis sur les premières interventions (dépressage, premières éclaircies, élagages) dont on connait l'importance pour "modeler" le peuplement et qui posent des problèmes économiques aigus (valeur faible voire négative de ces petits bois sur pied).

Le CEMAGREF doit affirmer son rôle dans la coopérative nationale de données qui vient de se créer sous l'égide de l'ENGREF. Il doit aussi accélérer l'exploitation de certaines données disponibles. Les espèces concernées sont nombreuses, chêne, hêtre, feuillus précieux, châtaignier, pin sylvestre, pin laricio, douglas et épicéa.

Agroforesterie
(programme 6.3)

Ce terme signifie association de cultures d'arbres forestiers à des productions agricoles (patûrages ou cultures).

Ce système d'utilisation du sol, répandu et conseillé en zone tropicale, a été la règle dans certaines régions de notre pays (région méditerranéenne).

L'objectif du CEMAGREF est l'élaboration de modèles modernes sylvopastoraux au profit, notamment, des régions de moyenne altitude en zone tempérée froide (d'autres organismes s'intéressent à la région méditerranéenne).

En cas de réussite (sur les plans technique et économique), ce type d'utilisation des sols permettrait de répondre à deux préoccupations :

- Produire (assez rapidement) du bois d'oeuvre de qualité (très déficitaire en Europe).
- Assurer le maintien d'une activité et donc d'une population rurale dans des zones en voie de désertification.

Il s'agit d'un programme récent et original (dans notre pays), multidisciplinaire, qui peut s'appuyer sur des réalisations plus anciennes de pays tels que la Grande Bretagne ou la Nouvelle Zélande.

Les diverses questions posées sont les suivantes :

- densité d'arbres compatible avec la production fourragère, interaction arbre/fourrage
- protection des arbres contre les animaux
- culture d'arbres en croissance libre en vue de produire du bois d'oeuvre précieux (conduite des arbres, suivi de la qualité du bois et de la forme des arbres, etc...)
- choix d'un matériel végétal (arbre) sélectionné et adapté aux stations
- conduite des troupeaux, choix d'un bétail adapté à cette mise en valeur extensive
- économie du système
- contraintes sociologiques.

Ces différents points sont et seront examinés sur des dispositifs en vraie grandeur à installer dans différentes régions susceptibles d'accueillir ce type de mise en valeur.

C.E.M.A.G.R.E.F.

DEPARTEMENT MONTAGNE

SOST

mars 1990

Forêt de montagne

Extrait de l'action "Connaissance du milieu naturel montagnard : développement de techniques de gestion et d'aménagement".

Le programme "Fonction de protection du couvert végétal" s'attache également à la définition d'une problématique "Forêt de montagne" (1/3 du territoire montagnard) dans sa double fonction "protection" et "gestion de l'espace" (les entrées "production" et "loisirs" ne sont pas traitées ici).

Ce thème, repris récemment au CEMAGREF, s'avère prometteur et doit permettre d'aborder :

- la structure et la stabilité des peuplements

- le rôle anti-érosif de la forêt

- les techniques d'exploitation en forte pente

- la gestion extensive des forêts

- la typologie des milieux à partir de banques de données

- les techniques de reboisement d'altitude (à partir du réseau de placettes "200 000 plants" mis en place par le CEMAGREF en 1975).

II - PUBLICATIONS DE L'ANNÉE 1989

PRODUCTION, EVALUATION, GESTION DU MATERIEL VEGETAL FORESTIER AMELIORE

FERNANDEZ R.

- Répertoire national des matériels de base français des essences forestières (peuplements et vergers à graines) - 1ère édition - Edition DERF. MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Tableaux récapitulatifs des peuplements classés et contrôlés (peuplements et vergers à graines) avec leurs principales caractéristiques.

FERNANDEZ R.

- Récolte et flux de graines forestières pour la campagne 1987-1988 - Rapport, - CEMAGREF, division Graines et Plants Forestiers - Nogent/Vernisson - 5 p. .

- Tableaux des récoltes, de l'utilisation, du commerce extérieur et des stocks des graines des principales essences forestières pour l'année 1988-1989 et pour les essences soumises au Code Forestier, tableaux des récoltes et des stocks par régions de provenance.

GUIBERT M., PHILIPPE G.

- Les vergers à graines du secteur public - Les premières récoltes. Annales Département Forêts - CEMAGREF n° 1, pp. 95-105 - CEMAGREF, DICOVA - Antony.

En 1969, fut décidé un programme national de vergers à graines pour produire environ les deux tiers des besoins des reboisements résineux français. Ce programme est réalisé à 80 % avec deux sortes de semences :

- des arbres plus sélectionnés en forêt et en plantation dont le niveau de sélection n'est pas connu ;

- des arbres d'élite sélectionnés dans des tests dont la supériorité est connue et varie de 0 à 20 % selon le caractère étudié et l'espèce.

Les premières fructifications et récoltes sont maintenant effectives : l'article fournit des prévisions de production pour 1995 et analyse le comportement de production des différentes espèces.

PHILIPPE G.

- Influence de la fertilisation et du cernage racinaire sur la fructification du Douglas (Pseudotsuga menziesii). Rapport pour Programme GIS variétés forestières améliorées, - CEMAGREF -Division Graines et Plants Forestiers, Nogent/Vernisson 23 p..

Les 4 traitements fertilisants testés dans cet essai ont permis d'intensifier la floraison mâle et la fructification d'arbres âgés de 10 ans (depuis la greffe) installés en vergers à graines. La production de cônes des arbres fertilisés est en moyenne accrue de 70 %. Sans doute trop peu sévère, le cernage racinaire n'a eu, en revanche, aucune incidence sur la formation d'organes reproducteurs.

Les engrais ont eu un effet d'induction plutôt que de stimulation de la floraison dans la mesure où ils ont conduit à une augmentation du pourcentage d'arbres porteurs de cônes et de fleurs mâles sans parvenir à accroître significativement la quantité de pollen ou le nombre de cônes produits par ces derniers.

L'efficacité de la fertilisation s'est révélée indépendante de la forme sous laquelle l'azote est apporté et de la dose appliquée. Les traitements fertilisants n'ont eu aucune action sur la taille des cônes, le pourcentage de graines pleines, leur poids ou le taux d'attaque par Megastigmus spermotorphus. Cependant, les arbres ayant reçu de l'azote sous forme d'ammonitrate ont produit des graines dotées d'une meilleure faculté germinative.

PHILIPPE G.

- Influence d'une fertilisation azotée sur la fructification du chêne pédonculé en Forêt Domaniale de LISLE (55), CEMAGREF, division Graines et Plants Forestiers, Nogent/Vernisson 11 p. + annexes.

Une fertilisation azotée, à raison de 2 kg d'azote par arbre (ammonitrate), appliquée en surface fin mai 1986 à des semenciers âgés de 90 à 180 ans a entraîné l'année suivante un accroissement significatif du nombre de glands sains (+ 140 %). L'action des engrais s'est manifestée essentiellement par le biais d'une réduction du pourcentage d'arbres non ou peu fructifères. La réponse au traitement est fonction de la grosseur des arbres, ceux de faible diamètre ayant beaucoup mieux réagi.

La seconde année, en revanche, on observe une chute de production de la part des arbres fertilisés (- 30 %), imputable principalement aux individus de petit diamètre qui avaient été fortement stimulés par le traitement l'année précédente.

Sur le plan qualitatif, on enregistre une diminution du poids des glands issus d'arbres fertilisés sans toutefois que leur viabilité en soit altérée.

PHILIPPE G.

- Intensification de la production de glands sur chêne sessile deux ans après une fertilisation complète - F.D.LOCHES (37), -CEMAGREF - Division GPF, Nogent/Vernisson 9 p. + annexes .

Une fertilisation complète NPK (respectivement 200, 300 et 200 unités/ha) a eu lieu fin mai 1988 dans une parcelle en régénération de chêne sessile (200 ans).

Elle a permis l'intensification de la fructification en augmentant de façon significative le pourcentage d'arbres fructifères (64 % contre 39 %). Ce qui a conduit au doublement de la production de glands sains par arbre. Ceux issus d'arbres fertilisés étaient plus volumineux, plus lourds et dotés d'une meilleure faculté germinative, ce qui accroît encore l'efficacité du traitement (gain de 150 % pour ce qui concerne le nombre de germes vivants récoltés par semencier).

Enfin, l'aspect le plus intéressant de cette étude réside peut être dans le fait qu'en l'absence de glandée en 1987 l'influence du traitement s'est manifestée 2 ans après l'apport d'engrais.

PHILIPPE G.

- Expérimentation fructifère sur Pin Maritime (compte rendu) -CEMAGREF - Division GPF, Nogent/Vernisson 7 p..

Cette étude confirme l'intérêt du sulfate d'ammoniaque qui avait déjà prouvé son efficacité dans les Landes. Il a une action positive sur les floraisons mâles et femelles, entraînant notamment un accroissement du pourcentage d'arbres florifères et du nombre de fleurs mâles et femelles produites par ces derniers. Des apports supplémentaires de Round up ou de "Round up + supertriple" ne permettent pas d'amélioration sensible.

Les traitements au Round up et à l'ammonitrate ne sont significativement supérieurs au témoin que dans le cas de la floraison mâle, leur efficacité restant cependant inférieure à celle du sulfate d'ammoniaque.

PHILIPPE G.

- Induction des floraisons mâle et femelle sur boutures de Douglas à l'aide de Gibberellines 4/7, - CEMAGREF - Division GPF, Nogent/Vernisson 5 p..

Des injections de Gibberellines 4/7 (à raison de 15 mg par mètre de hauteur), pratiquées au moment du débourrement végétatif, ont permis la floraison de boutures de Douglas, jusque là non florifères. Les productions de pollen et de fleurs femelles étaient faibles mais cela est probablement imputable aux conditions climatiques, l'année du traitement peu propices à l'initiation florale.

Ces régulateurs de croissance ont également favorisé l'allongement des pousses végétatives. Cet effet était nettement plus prononcé dans le cas des arbres florifères, ce qui tend à confirmer qu'un apport exogène de gibberellines stimule en priorité la croissance végétative et n'a une action sur la floraison que dans un deuxième temps.

TERRASSON D., DORNIER C.

- Conservation des ressources génétiques de l'Orme champêtre -région Poitou-Charentes. Rapport CEMAGREF, division GPF, Nogent/Vernisson 15 p..

Le programme de conservation des ressources génétiques de l'Orme champêtre a pour objet de constituer une collection représentative de la variabilité génétique de l'espèce.

Une campagne de prospection effectuée en 1987 et 1988 sur deux départements de la région POITOU-CHARENTES a permis de localiser 136 individus. Parmi ceux-ci, 63 arbres ont été récoltés dont 35 dans le département des Deux-Sèvres et 28 dans la Vienne. La multiplication végétative a été réussie pour 53 clones.

Le Conservatoire National installé à NOGENT/VERNISSON dans le Domaine des Barres, compte actuellement 122 clones originaires de 7 départements.

VIENOT C., DEBOISSE G. , TERRASSON D.

- Les rouilles à Melampsora du peuplier - Compte rendu 1988. Rapport CEMAGREF, contrat CEE n° MAI B 00 6 C, division GPF, Nogent/Vernisson 12 p..

La sensibilité des cultivars de peupliers aux rouilles a généralement été testée avec Melampsora larici populina. Dans la vallée de la Loire l'inoculum naturel, est composé d'un mélange d'espèces dans lequel Melampsora allii populina est prépondérant; il a été utilisé pour tester 115 clones dans la pépinière de GUEMENE PENFAO. Des niveaux de sensibilité élevés ont pu être mis en évidence sur des sélections récentes obtenues en Belgique et aux Pays-Bas.

Par ailleurs, deux dispositifs ont été mis en place pour mesurer l'impact d'une inoculation précoce de rouille, sur la croissance des peupliers interaméricains.

VIENOT C.

- Variabilité de la sensibilité clonale aux maladies foliaires des espèces cultivées de peupliers - Mémoire ENITEF, - ENITEF, Nogent/Vernisson 63 p. + annexes .

La sensibilité clonale des cultivars de peupliers aux maladies foliaires est généralement étudiée en pépinière, à travers une observation des symptômes de la maladie. Ces observations doivent ensuite être codées pour aboutir à une échelle de sensibilité, mais il convient de s'interroger sur la cohérence des formules de codage et leur stabilité en fonction des conditions de la notation. Plusieurs dispositifs concernant Marssonina brunnea et Melampsora allii populina, ont été analysés.

Par ailleurs, la variabilité des sensibilités clonales entre années, peut révéler une variabilité génétique au sein du pathogène. Des tests de terrain et en laboratoire, ont permis de préciser la variabilité génétique de l'espèce Melampsora allii populina sans toutefois lever l'indétermination concernant sa nature : race ou forme spéciale.

TERRASSON D.

- Le peuplier 'Lux' possibilités d'utilisation en France. Informations techniques du CEMAGREF, n° 73-2, 8 p.

Publié ci-après dans le chapitre Informations Techniques.

BEAUBOIS R., TERRASSON D.

- Multiplication végétative de l'Epicéa commun, rapport CEMAGREF, - Division GPF, Nogent/Vernisson 20 p..

La multiplication végétative de l'Epicéa commun est envisagée pour la diffusion d'une variété multiclonale comprenant 302 clones conservés en parc à pieds-mères.

Les boutures sont placées sous tunnel pour la phase d'enracinement et les principaux paramètres culturaux ont pu être étudiés. Au niveau du substrat l'écorce compostée a donné des résultats nettement supérieurs au gravier qui est couramment utilisé. Par contre, il apparaît nécessaire de la désinfecter au Bromure de Méthyle et de diminuer les densités (500 boutures par mètre carré). L'hormonage des boutures n'est pas strictement indispensable et des meilleurs rendements sont obtenus avec de l'AIB à 0,5 %.

TERRASSON D., AMIRAULT JM.

- Mycorhization contrôlée en pépinière classique. Rapport CEMAGREF - Division GPF, Nogent/Vernisson 15 p..

La première série d'expérimentation sur la mycorhization contrôlée du Douglas vert par Lariccia laccata a permis d'établir les 3 points suivants :

- L'effet très significatif de la désinfection des substrats sur la croissance en hauteur du Douglas vert pendant la première saison de végétation. Les gains ont avoisinés 60 % pendant deux campagnes consécutives.

- La possibilité d'obtenir une mycorhization effective des plants à l'issue de la première saison de végétation et de la conserver après repiquage dans une pépinière à niveau de fertilité élevé. Par contre, l'effet de la mycorhization s'avère faible ou nul dans ces conditions.

- L'irrégularité et en règle générale l'inefficacité de l'inoculum commercial disponible en 1987 et 1988, ce qui constitue un obstacle majeur au développement de ces méthodes à grande échelle.

Par ailleurs, une première tentative de mycorhization de boutures d'épicéa commun a été réalisée à PEYRAT LE CHATEAU.

FALCONNET G.

- La culture hors-sol de plants forestiers méditerranéens. Le conteneur - le substrat - la mycorhization. - CEMAGREF, division Techniques Forestières Méditérranéenne, Aix en Provence Novembre 1989, 33 p..

Synthèse des connaissances concernant la culture hors-sol de plants forestiers méditerranéens (conteneur, substrat, mycorhization).

FALCONNET G., GRUEZ J.

- Etude des malformations racinaires observées sur les plants forestiers élevés en conteneurs. Boisement expérimental de Montaren-St Médiers. Compte rendu des travaux. - CEMAGREF, division TFM, Conseil Régional Languedoc-Roussillon, janvier 1989, 13 p., Tabl. (Rapport).

Cette étude a été lancée en 1982 sur Cedrus atlantica, avec le même substrat et six conteneurs différents. L'objectif est de :

- observer en pépinière les malformations racinaires en fonction du type de conteneur,

- vérifier en boisements expérimentaux le comportement des plants par le contrôle des tuax de survie, de la croissance des plants et surtout le développement des systèmes racinaires.

GUEHL J.M., FALCONNET G., GRUEZ J.

- Caractéristiques physiologiques et survie après plantation de plants de Cedrus atlantica élevés en conteneurs sur différents types de substrats de cultures. - in Annales des Sciences Forestières, 1989, vol. 46, pp. 1-14.

Ces plants ont été élevés pendant un an en condition de fertilisation optimale et de fertilisation limitante, sur différents substrats. Celui-ci apparaît comme un facteur important du développement racinaire et de la croissance des plants. Le taux de reprise est lié à la capacité photosynthétique totale des plants. Les résultats montrent l'intérêt de pouvoir disposer de critères physiologiques, plus fiables que les critères morphologiques et visuels, pour évaluer la qualité de la reprise.

ARGILLIER C., BRAHIC P., FALCONNET G, GRUEZ J.

- Mise au point d'une technique d'élevage hors-sol de sapins méditerranéens Abies Cephalonica et Abies Bornmulleriana - Contrat CEE n° MA 1B-0024-F (CD). Compte rendu des travaux. CEMAGREF, division Techniques Forestières Méditerranéennes, Aix en Provence Décembre 1989, 16 p. .

Les sapins méditerranéens Abies Cephalonica et Abies Bornmulleriana connaissent un certain engouement auprès des forestiers pour le reboisement des zones méditerranéennes montagneuses. Or, les méthodes actuelles d'élevage hors-sol des plants de sapins ne permettent pas, pour diverses raisons, d'obtenir des plants de qualité. Grâce aux connaissances acquises notamment en matière de conteneurs, de substrats et de nutrition par le CEMAGREF, cette étude vise donc à définir une technique d'élevage la plus favorable au développement des sapins en ayant pour objectifs de réduire la période d'élevage en pépinière et d'améliorer la survie et la croissance lors de leur mise en place dans les boisements.

FALCONNET G., GRUEZ J.

- Etude d'un support de culture de plants forestiers méditerranéens en conteneurs. Compte rendu des travaux 1985 à 1988. - ann., tabl., - CEMAGREF - Division TFM, Aix en Provence Avril 1989, 8 p..

GRUEZ J., MOUSAIN D., ARGILLIER C., FALCONNET G., TILLARD P.

- Recherche et développement de la mycorhization contrôlée en pépinière forestière méditerranéenne. Compte rendu des travaux 1986-1987-1988. - CEMAGREF - Division TFM, Conseil Régional Languedoc-Roussillon, février 1989, 22 p.

Débutée en 1980, cette étude a d'abord pris en compte les déformations racinaires induites par certains conteneurs. Elle a été complétée par la mise au point de techniques d'élevage en fonction de la nature du substrat employé. En ce qui concerne la nutrition des plants et en particulier leur mycorhization, celle-ci laisserait entrevoir trois avantages :

- meilleure croissance en pépinière,
- meilleure reprise sur le terrain,
- protection phytosanitaire des plants.

L'objectif de la présente étude débutée en 1986 est donc de vérifier si, à l'échelle d'une pépinière de production cette pratique est concevable techniquement et économiquement, et d'observer quelles sont les différences de comportement induites par la mycorhization.

Ce compte rendu présente les travaux des trois dernières années, qui ont comporté six phases :

1.- prospections mycologiques en boisements jeunes et adultes, isolement et culture de mycélium végétatif de champignons mycorhiziens,
2.- préparation d'inoculum mycorhizien,
3.- obtention des plants et inoculation en pépinière,
4.- contrôle et effet de la mycorhization en pépinière,
5.- mise en place de boisements expérimentaux,
6.- suivi des boisements mis en place.

GRUEZ (J.), ARGILLIER (C.), FALCONNET (G.)

- Recherche et développement de la mycorhization contrôlée en pépinière forestière méditerranéenne. Compte rendu des travaux 1989. - CEMAGREF - Division TFM, Conseil Régional Languedoc-Roussillon, septembre 1989, 9 p.

Présente dans une première partie les résultats obtenus en 1989 sur les boisements des Baux de Provence et de Villeveyrac, et les observations réalisées à Vinon-sur-Verdon et en Petite Camargue. La seconde partie décrit le programme d'inoculation mis en place en 1989.

BUFFET (M.)

- L'évolution des techniques de reboisement en France - CEMAGREF - Division Techniques Forestières - Nogent sur Vernisson - 7 p. in Informations Techniques du CEMAGREF,mars 1989, n° 73, note 1.

Article repris dans le chapitre suivant.

GINISTY (C.), MILLOT (M.)

- Mise en valeur des tailles de châtaigniers par le dépressage précoce - CEMAGREF - Division Techniques Forestières - Nogent sur Vernisson - 8 p. in Informations Techniques du CEMAGREF, septembre 1989, n° 75, note 2.

Article repris dans le chapitre suivant.

DESSAIGNE (D.)

- Résultats des essais de fertilisation du Massif Central sur douglas-épicéa - rapport de stage TS Ecole d'agriculture Poisy-Annecy - CEMAGREF - Division Techniques Forestières - Clermont-Ferrand, 40 p. + annexes.

Ce rapport récapitule et analyse treize essais de fertilisation sur douglas et épicéa installés par la Station de Recherche sur les sols forestiers et la fertilisation de l'INRA de Nancy et gérés depuis 1986 par la division Techniques Forestières de Riom.

Le phosphore apparaît l'élément fondamental de toute fertilisation sur ces essences forestières, mais les formules complètes N P K Ca sont toujours supérieures.

EPENOUX (F. d')

- Liaison station/production, Pin noir d'Autriche : Alpes externes méridionales. - CEMAGREF - Division TFM, Université de Grenoble - Laboratoire de Botanique et Biologie Végétale, novembre 1989, 25 p. (rapport)

Ce premier rapport constitue un préliminaire à l'étude des liaisons station-production dans les Alpes externes méridionales appliquées au pin noir d'Autriche. L'objet de cette thèse est, après une étude des différents paramètres du milieu et de la fertilité, de relier ces éléments pour caractériser le milieu en fonction de la production forestière. Il aborde l'étude climatique, géologique et le calcul de l'indice de fertilité.

GIRAULT D.

- Préétude en vue de l'établissement d'un catalogue des stations forestières du plateau Nivernais - CEMAGREF, division Techniques Forestières, Nogent/Vernisson - p.

GIRAULT D.

- Compte rendu de mission du 32ème Symposium de l'International Association for Vegetation Sciences à Uppsala (Suède) - 21 au 26 août 1989 sur le thème "les forêts du monde : diversité et dynamique" - CEMAGREF, division Techniques Forestières, Nogent/Vernisson p..

GIRAULT (D.)

- Etude des sols forestiers hydromorphes par des mesures pézométriques - Bilan d'une campagne de relevés effectués en Puisage - CEMAGREF Division Techniques Forestières Nogent sur Vernisson 4 p. in Informations Techniques du CEMAGREF, juin 1989, n° 74, note 6.

FRANC (A.)

- Le Massif Central cristallin - Analyse du milieu - Choix des essences - CEMAGREF - DICOVA, Division Techniques Forestières CLERMONT-FERRAND - 102 p.

Les études des stations forestières en France sont souvent réalisées à l'aide d'outils phytoécologiques. Ce document propose une orientation plus finalisée vers l'autécologie des arbres forestiers, axée sur les propriétés et les fonctionnements physiques et chimiques du milieu. Le plan est le suivant :

- présentation de la démarche
- découpage en secteurs écologiques
- typologie des stations
- réserve en eau et niveau trophique
- autécologie des principales essences.

CEMAGREF-ONC

- Aménagement des territoires de chasse grand gibier - Etude, CEMAGREF Division Chasse, Nogent sur Vernisson, 40 p.

Ce document, après avoir analysé la situation de la forêt et du grand gibier en France, définit le concept de "l'équilibre forêt-gibier", en précisant les notions d'écosystème forestier, de besoins des espèces animales, de facteurs limitants, et les méthodes d'appréciation de cet équilibre.

Il étudie ensuite le rôle déterminant d'un aménagement forestier sur la grande faune en proposant notamment une grille de cotation de la valeur alimentaire des peuplements forestiers.

L'étude passe ensuite en revue, les différentes améliorations des pratiques sylvicoles à des fins cynégétiques, et les équipements spécifiques pour la grande faune. Elle détaille également les équipements possibles pour l'observation de la faune et sa gestion cynégétique.

Enfin elle présente trois cas concrets d'aménagements spécifiques déjà réalisés en France pour le chevreuil, le cerf et le sanglier.

CEMAGREF-ONC

- Protections individuelles des plants forestiers contre les dégâts de chevreuils - BM.ONC, n° 141, décembre 1989 - Fiche n° 62, 6 p.

Après un bref rappel des types de dégâts commis par le chevreuil en forêt, cette note présente les différentes techniques de protection individuelle utilisables, une description des divers moyens de protection, une analyse des possibilités d'emploi et des coûts de mise en oeuvre.

CEMAGREF-ONC

- Quelles protections pour les plants forestiers ? - BM.ONC, n° 141, décembre 1989, pp. 31-35.

Cet article rappelle la sensibilité des jeunes peuplements forestiers aux dégâts commis par les cervidés et insiste sur les critères de choix quant aux moyens de lutte.

BALLON Ph.

- Bilan d'une expérimentation de protection d'une plantation de chênes contre les dégâts de chevreuils - BM.ONC, n° 141, décembre 1989, pp.24-28.

Cet article rend compte des résultats d'un essai de protection par répulsif chimique d'une plantation de chêne rouvre. L'essai présenté a permis de mettre en évidence l'efficacité de deux traitements répulsifs (Aaprotect et HaTe A) pour la protection des plants en période hivernale. Toutefois, l'impossibilité de protéger efficacement par répulsif en période estivale rend cette technique peu envisageable pour protéger des plants feuillus.

BALLON Ph. MAIZERET Ch.

- Impact of red deer and roe browsing upon the development of maritime pine - XIXe Congrès de l'IUGB à Trondheim (Norvège) (non encore publiée).

Cette communication présentée au XIXème Congrès des Biologistes du gibier à Trondheim fait état des conséquences des dégâts d'abroutissement du cerf et du chevreuil sur le développement des semis de pin maritime. Sur 18 parcelles en régénération un suivi individuel de 400 semis par parcelle a été effectué mensuellement pendant deux ans.

La pression d'abroutissement est généralement forte variant de 12 à 97 %. Néanmoins les premiers dégâts sur le pin maritime ont peu de conséquences.

Les effets de l'abroutissement sur la croissance en hauteur sont négligeables sauf sur les sols les plus pauvres (landes sèches).L'abroutissement entraine une baisse de qualité par la production de pousses multiples. L'abroutissement du cerf induit un surcoût dû au défourchage.

BREMAN P.

- Intégration des lignes électriques à haute et très haute tension dans le milieu (journée d'étude "Environnement" du 9/11/89 à Paris (EDF) (non encore publiée).

DENIS M.

- Rapport de mission Congrès ITC à Rome (Italie) - 21 au 29 août 1989 - CEMAGREF, division Chasse, Nogent/Vernisson.

BALLON Ph.

- Rapport de mission Congrès à Trondheim (Norvège) - 8 au 16 septembre 1989 - CEMAGREF, division Chasse, Nogent/Vernisson.

BREMAN P.

- Rapport de mission à Baden, Würtemberg (RFA) - 4 au 7 décembre 1989 - CEMAGREF, Division Chasse, Nogent/Vernisson.

BALLON Ph. et DENIS M.

- Rapport de mission Congrès URG à Leicester (GB) - 20 au 21 décembre 1989 - CEMAGREF, division Chasse, Nogent/Vernisson.

CEMAGREF BALLON Ph.

- GEREA - "Etudes des dégâts de cervidés sur le pin maritime dans les Landes de Gascogne" - rapport de synthèse, 27 p. - CEMAGREF, division Chasse, Nogent/Vernisson

BALLON Ph. DENIS M., GUIBERT B.

- Autoroute A160 actualisation et approfondissement du dossier "cohérence d'un parti autoroutier avec le schéma des grandes infrastructures routières autour d'Orléans" - CEMAGREF, division Chasse, Nogent/Vernisson.

Circulaires DERF du 29 août 1989 SDF/C89/n°3009

- "Mise en oeuvre du plan de chasse, caractérisation des dégâts forestiers et des équilibres sylvo-cynégétiques".

ABGRALL (J. F)

- Evolution d'une population de Typographe en F.D. de grande Chartreuse de 1983 à 1988. Piègeage avec phénomène de synthèse dans un dispositif permanent. Rapport interne CEMAGREF division Protection Phytosanitaire de la forêt - Grenoble 1989, 16 p.

Le suivi des captures relevées pendant 6 années consécutives dans un dispositif permanent de pièges artificels amorcés de Phéroprax, a permis de caractériser la crise démographique ayant affecté les populations de Typographe aprés de forts chablis en 1980 et l'apparition de foyers de mortalité en 1982 :

- passage d'une situation "endémique" à une situation "épidémique" de 1981 à 1983 avec 10 000 à 20 000 captures par piège.

- régression des populations de typographe de 1984 à 1987 à des niveaux très faibles (1 000 insectes par piège) soit une période de crise étalée sur 7 ans.

Une première approche de la signification des captures en relation avec les dégâts observés peut ainsi être proposée sous forme d'une échelle de risques dont le seuil est compris, pour les pessières en cause, entre 2 000 et 4 000 captures moyennes par piège.

L'étude souligne ainsi l'intérêt de l'utilisation de phéromones de synthèse pour la surveillance des populations de scolytides dans le cadre de réseaux de piègeage.

ABGRALL (J.F)

- Caractérisation d'une pullulation de Typographe, Ips typographus. Piègeage avec une phéromone de synthèse. F.D. du Meygal (Haute Loire). Document interne CEMAGREF division Protection phytosanitaire de la forêt - Grenoble 1989, 27 p.

Sept années après les chablis catastrophiques de 1982, (110 000 m3 au sol), une très forte pullulation de typographe a été mise en évidence en Forêt Domaniale du Meygal à l'aide d'un dispositif de piègeage amorcé de Phéroprax.

Le niveau très élevé des captures enregistrées (de 12 000 à 35 000 captures moyennes par piège) est à la mesure des dégâts observés (2 600 m3 détruits de 1984 à 1986, 4 000 en 1987, 3 000 en 1988) et s'oppose à la normalisation constatée dans de nombreuses pessières du Massif Central et des Alpes du Nord.

Ces performances restent cependant encore trop faibles pour considérer que le sténoprax est en mesure de créer une attraction de masse envers le sténographe comparable à celle du Phéroprax ou du Chalcoprax, respectivement pour le Typographe et le Chalcographe.

Les observations faites à proximité des pièges artificiels sur le comportement d'attaque du sténographe suggère la possibilité d'une amélioration de la formulation du Sténoprax aprés étude des processus fins qui interviennent dans les différentes séquences de la colonisation de l'essence hôte (phéromone "d'attraction" et d'"atterissage").

ABGRALL (J.F)

- Surveillance des populations de Typographe dans les pessières du Vercors de 1984 à 1988 par piégeage phéromone de synthèse. Rapport interne CEMAGREF division Protection phytosanitaire de la Forêt - Grenoble 1989, 14 p.

A l'aide d'un dispositif de piégeage constitué de plusieurs centaines de pièges de type tube amorcés de Phéropax, nous avons pu suivre dans les pessières du Plateau du Vercors (10 000 ha environ) l'évolution des captures moyennes de Typographe de 1984 à 1988 après un fort coup de chablis à l'origine de l'apparition de foyers de dépérissement.

Après un maximum de captures enregistrées 2 à 3 ans après la tornade de 1982, le retour à une situation "normale" est constaté, comme dans de nombreux peuplements touchés du Massif Central et du Nord des Alpes, après 5 à 6 ans selon les secteurs.
Une bonne relation a été établie entre l'évolution des captures moyennes dans le temps et celle des dégâts dus au typographe, relation qui permet de proposer une échelle de risque adaptée aux pessières du Vercors :

- risque faible : captures < 1 000
- risque moyen : captures entre 1 000 et 3 000
- risque fort : captures > 3 000

L'incidence du climat et la nature des stations plus défavorables conduisent à admettre des seuils de risque de dégâts plus faibles que dans les pessières plus arrosées du Massif de la Grande Chartreuse.

La bonne concordance globale entre piégeage "extensif" (1 piège pour 25 à 50 ha) et piégeage de surveillance (1 piège pour 250 ha) constitue une première référence pour la mise en oeuvre de structures de surveillance des populations de Typographe compatible avec les contraintes pratiques et économiques d'une gestion sylvicole normale.

ABGRALL (J.F)

- Piégeages du chalcographe, Pityogenes chalcographus L., Coléoptère Scolytide, avec le CME 519-74 et le Chalcoprax. Colloque "station - essence hôte - scolytides", Louvain la Neuve, Belgique, 11-14 septembre 1989 - 12 p.

Une synthèse des travaux effectués par le Cemagref sur le complexe phéromonal du chalcographe est présenté soulignant l'intérêt de la préparation commerciale "Chacolprax" comme moyen d'attraction de masse de ce scolytidé ravageur de jeunes peuplements d'épicéas. Comme avec le "Phéroprax" pour le Typographe, cete phéromone artificielle permet de suivre les fluctuations relatives des populations de l'insecte dans le temps à l'aide de pièges modèle barière (Roechling) très supérieur au modèle tube. Un essai de permutation journalière de piège, outre l'étude comparative de leur performance, a permis de mettre en évidence un effet position en relation avec la proximité des lisières. Ainsi, à la

différence du scolyte liséré ou du typographe, le positionnement des pièges à quelques mètres à l'extérieur des bordures forestières optimise les captures du chalcographe.

ABGRALL (J.F)

- Piègeages du sténographe, Ips sexdentatus, en F.D. de Mende avec une préparation attractive de synthèse, le Sténoprax. Document interne CEMAGREF, division Protection phytosanitaire de la forêt - Grenoble 1989, 23 p.

L'étude des capacités attractives de la nouvelle formulation phéromonale de synthèse "Sténoprax" a été menée dans divers peuplements de pins noirs en F.D. de Mende (48), dans des dispositifs de piègeage constitués de pièges artificiels barrières (Roechling), de tas de billons pièges et de grumes pièges, traités amorcés ou non.

La progression des captures observées dans les pièges Roechling, de plus de 7 fois par rapport à la formulation phéromonale CME 51 968 testée en 1986, fait apparaître une nette amélioration du pouvoir attractif du sténoprax (1 800 captures par piège).

Une plus grande fragilisation des peuplements entretenue par les forts déficits hydriques de 1983 à 1985, associée à des stations forestières plus difficiles expliquent cette situation de crise permanente.

La bonne relation observée entre niveaux de captures et niveaux de dégâts souligne l'intérêt des piègeages avec phéromone de synthèse comme estimateur de risques de dégâts.

ABGRALL (J.F)

- Analyse des observations du réseau Surveillance Processionnaire du Pin, cycle de développement 1988 - 1989. Document interne CEMAGREF division Protection phytosanitaire de la forêt - Grenoble 1989, 10 p.

La synthèse des données du réseau "processionnaire" recueillies au cours de l'hiver 1988-1989 a permis de confirmer les tendances mises en évidence au cours du cycle de développement précédent :

- développement de la gradation avec une deuxième année de pullulation en Aquitaine, dans les Corbières, le Sud-Est du Massif Central et les Alpes du Sud,

- nette poussée du ravageur dans les vallées du Rhône et de la Saône,

- faible progression sur la façade atlantique et la vallée de la Loire.

Les conseils d'intervention transmis aux gestionnaires de la forêt, la poursuite des actions menées en 1988 résultent de l'analyse de cette situation de crise dans le Sud de la France.

SOUTRENON (A.) - PERRIN (R.)

- La lutte chimique contre les fontes de semis en pépinières forestières - résultats obtenus en 1988. Document interne CEMAGREF division Protection phytosanitaire de la forêt - Grenoble - INRA Dijon - Janvier 1989 - 23 p.

Ce compte rendu fait le point des essais de lutte chimique effectués contre les fontes de semis en 1988 sur le douglas, l'épicéa commun, le pin laricio de Corse dans deux pépinières forestières (Bourgogne et Rhône-Alpes).

Pour la troisième année d'études dans ce domaine, l'intérêt de certaines matières actives employées en association a été confirmé, notamment le furalaxi contre les Pytium et le mépronil contre Rhizoctonia solani; par contre, le bénomyl, seul fongicide anti-Fusarium actuellement sur le marché, n'a toujours qu'une efficacité partielle.

Les résultats obtenus avec le procédé des graines forestières sont encourageants et méritent une confirmation par de nouveaux essais en 1989.

Les tests effectués sur le terrain ont été également simulés en laboratoire sous conditions contrôlées permettant ainsi un maintien continuel de l'humidité relative au sol et un contrôle de la température afin d'obtenir un développement important de l'épidémie.

MONTGOLFIER (J. de)

- L'environnement dans le contexte du marché intérieur 1992. La situation en France. Rapport intermédiaire contrat CEE n° 6617-30-88 - mai 1989.

Il s'agit d'abord d'une analyse historique des conséquences de la création d'un marché national unifié sur les zones rurales de ce pays et donc sur son environnement. Puis il évalue les problèmes à prendre en compte pour 1992, et propose une gestion intégrée et patrimoniale de l'environnement.

AUDEMA (M.), MONTGOLFIER (J. de)

- L'expérience du CEMAGREF dans l'étude des zones marginales -in : Colloques interdisciplinarité, zones marginales et France du Sud-Marseille : CRES, 1989 - 14 p.

Confronté aux questions que pose le bouleversement des relations entre monde rural et monde urbain, le CEMAGREF cherche à développer une approche pluridisciplinaire, tournée vers le souci d'une gestion patrimoniale des ressources naturelles et de l'espace rural.

CHAPPAZ (G.)

- Contribution à l'histoire agraire des Alpes du Sud. Le cas du Bassin versant Sasse-Grand Vallon. - CEMAGREF, division TFM, ADR - décembre 1989 - 50 p. + 3 volumes d'annexes.

Dans une des zones les moins peuplées de France, dépourvue du moindre tissu économique, la forêt a gagné rapidement sur les anciennes terres agricoles abandonnées. L'ONF est le principal gestionnaire du milieu et se trouve confronté à deux problèmes :

- quel avenir pour les reboisements artificiels arrivés à maturité, notamment en pins noirs, alors que la filière bois méditerranéenne permet difficilement d'envisager une quelconque valorisation
- quels coûts peut supporter la colectivité pour la gestion d'espaces dépourvus de rentabilité.

L'étude se présente sous la forme suivante : une approche historique générale des systèmes agraires une approche forestière plus détaillée, incluant l'évolution du parcellaire de six sites sélectionnés pour l'étude de la dynamique de la végétation.

JANODET (E.), JOURDAIN (X.), STROSSER (P.)

- La forêt et la filière-bois comme facteurs de développement dans les zones montagneuses de l'Europe méditerranéenne. - Septembre 1989, 60 p., ann. (Rapport).

Cette étude fait le bilan de l'état et de l'évolution de la forêt et de la filière bois dans les 5 pays de la C.E.E. (Espagne, Portugal, Italie, Grèce, France), et un essai d'évaluation des impacts des différentes politiques forestières (régionales, nationales ou communautaires).

ESCURAT (J.M.)

- Etude forestière du canton de La Chaise-Dieu (Haute-Loire), mémoire 3ème année ENITEF, CEMAGREF, division Techniques Forestières, Clermont-Ferrand - 148 p. + annexes.

Dans le cadre général de la réflexion sur les zones rurales fragiles, le groupement CEMAGREF de Clermont-Ferrand s'est intéressé à la situation et à l'évolution de la forêt dans le canton de la Chaise-Dieu (Haute-Loire).

En effet, ce site présente l'originalité pour le Massif Central d'avoir une forêt majoritaire en surface, en âge de production. Une typologie de peuplement construite pour ce canton montre que la totalité des peuplements des sapins et des pins sylvestres a une structure très régulière et un capital sur pied excédentaire : il devient impératif par le biais de sylvicultures adaptées d'entamer une phase de décapitalisation pour éviter des chablis ou des attaques parasitaires.

L'augmentation des récoltes permettrait de continuer la modernisation des scieries déjà amorcée et de conforter l'agriculture basée pour partie sur le travail en forêt.

Tout développement de la récolte se heurtera au morcellement et à la parcellisation extrême de la propriété forestière privée dominante et nécessitera un vulgarisation active.

SAINT-LAGER (P. de)

- L'incendie du massif de la Sainte-Victoire. - in Spot CEMAGREF, Octobre 1989, n° 12, pp. 9-10.

Décrit et fait un bilan de l'incendie qui a ravagé 5 250 ha dans ce massif le 28 Août 1989.

CHALLOT (A), MONTGOLFIER (J. de)

- Les opérations-pilotes de débroussaillement en région Provence-Alpes Côte d'Azur. - in BTMEA CEMAGREF, Janvier 1989, n° 35.

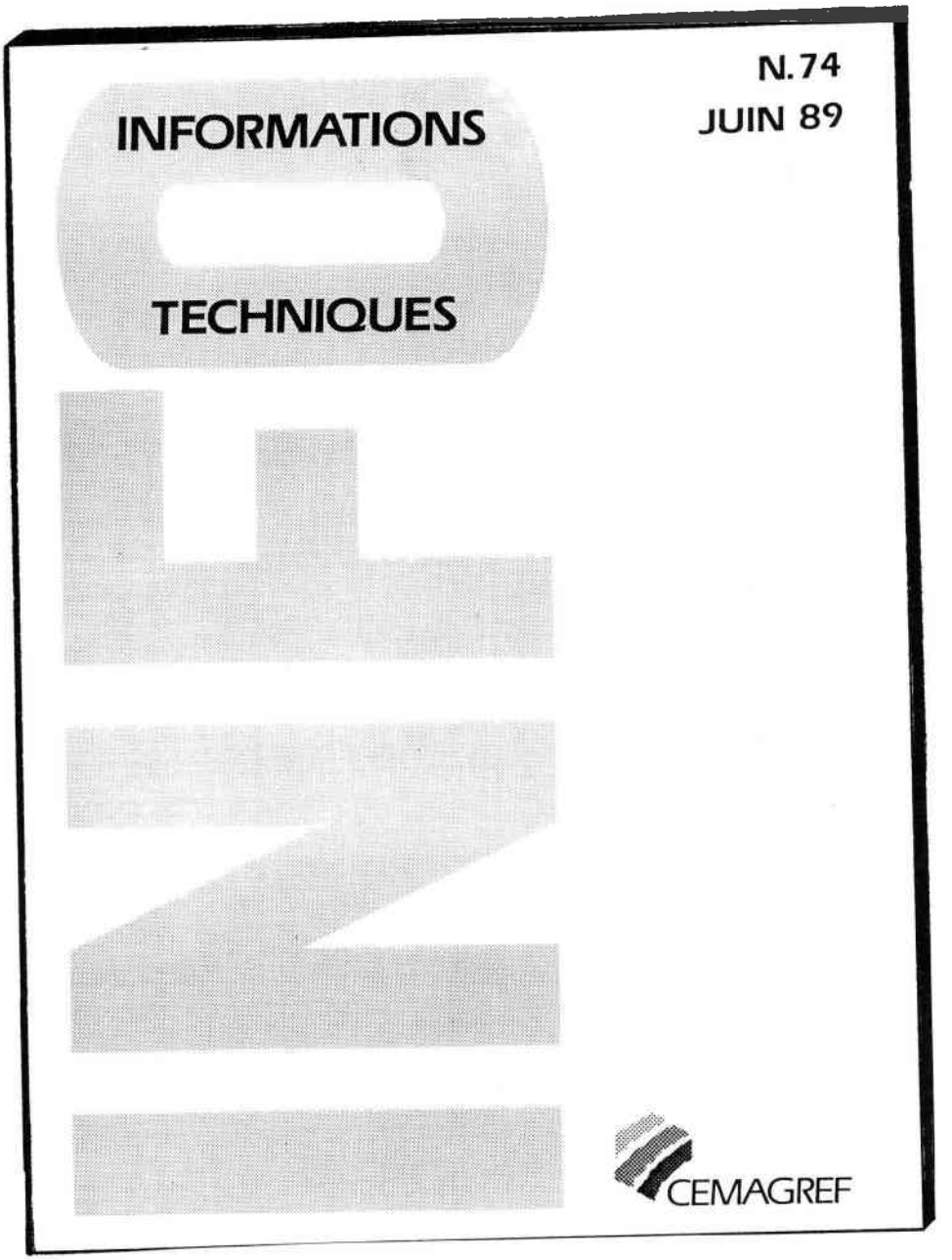
Fait le point sur ces opérations lancées en 1983 et présente quelques engins mis au point et fonctionnant : le Caterpillar 953, le Chapuis 90, le Cimaf DC 160,...

CEMAGREF, Division T.F.M.

- Guide technique du forestier méditerranéen français; chapitre 4 : Protection des forêts contre l'incendie. Décembre 1989, 16 fiches couleurs, sch., bibli.

Ce chapitre traite des connaissances générales sur les incendies en forêt, et des méthodes pour aménager, équiper et gérer les espaces boisés méditerranéens afin de réduire autant que possible le risque.
Il comprend 18 fiches :
1. le mécanisme du feu
2. les principes de la PFCI
3. l'origine des incendies
4. la prise en compte du risque
5. inflammabilité, combustibilité
6. la détection
7. les transmissions
8. les "PAFI", Plans d'Aménagement des Forêts contre l'Incendie
9. routes et pistes : leur utilisation en PFCI
10. le débroussaillement
11. les grandes coupures
12. débroussaillement et entretien mécanique
13. l'entretien chimique des débroussaillements
14. débroussaillement et entretien par la dent du travail
15. le brûlage dirigé
16. l'approvisionnement en eau
17. sylviculture et protection contre l'incendie
18. réaménagement des zones incendiées

III - NOTES D'INFORMATIONS TECHNIQUES



L'évolution des techniques de reboisement en France

par M. Buffet

En mai 1988, s'est tenu à Eberswalde (RDA) un séminaire international sur les techniques de reboisement, à l'initiative du Comité mixte FAO-CEE-OIT des techniques de travail en forêt. Ce comité a pour objectif principal de favoriser l'échange d'informations entre pays membres. Les séminaires qu'il organise se concluent notamment sur des recommandations aux pays membres et aux instituts de recherche.

Le texte qui suit est le rapport (légèrement amendé) présenté à ce séminaire par Michel Buffet, qui conduisait la délégation française; il fait le point des tendances observées en France en matière de reboisement.

Une cadence qui se stabilise, mais plus de feuillus

Les reboisements, fortement encouragés par une aide de l'Etat depuis 1946, présentent, ces dernières années, une certaine tendance au fléchissement, ce qui est logique après l'énorme effort réalisé depuis la guerre.

A titre de référence, la cadence annuelle des seuls reboisements aidés par l'Etat (FFN) s'est maintenue au-dessus de 50.000 hectares de 1948 à 1970, entre 30 et 40.000 jusqu'à 1982, est de l'ordre de 20.000 hectares dans les dernières années.

Bien que les chiffres précis soient inaccessibles, on peut avancer qu'aujourd'hui la France produit annuellement environ 100 millions de plants et reboise entre 40 et 50.000 hectares.

Il est raisonnable de prévoir à terme une stabilisation, voire une légère remontée des surfaces boisées annuellement, et cela pour deux raisons : le renouvellement des peuplements artificiels et le boisement d'une partie des terres libérées par l'agriculture.

Un point important est la diminution des reboisements résineux au profit des reboisements feuillus (aujourd'hui plus de 20 % du total) qui ont recommencé à être aidés par l'Etat en 1974.

L'adaptation des techniques à la croissance des coûts

L'augmentation rapide des coûts de reboisement (et notamment le coût de la main-d'œuvre) a conduit à rechercher des économies dans le recours à la mécanisation, dans l'emploi des auxiliaires chimiques (phytocides) et dans la réduction des densités (photo 1).

L'évolution du marché du bois et, en particulier, la mévente des petits bois, a réagi sur la définition des objectifs et, par contrecoup, sur les modèles de sylviculture et les densités de plantation : la baisse générale des densités de plantations permet des économies au moment du reboisement et supprime des récoltes intermédiaires qui, dans le contexte économique actuel, coûtent plus qu'elles ne rapportent.

En ce qui concerne les essences résineuses, les techniques issues de quarante années d'expérience sont désormais bien au point; mis à part quelques points de détail, ces techniques sont donc stabilisées.

Photo 1 - Mécanisation du semis de glands *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

En revanche, les reboisements feuillus posent des problèmes nouveaux, dont tous ne sont pas encore résolus ; ces problèmes sont d'ailleurs différents selon qu'il s'agit de feuillus sociaux comme les chênes ou le hêtre, ou de feuillus précieux tels que merisier, frêne, érable, etc. Coïncidant avec le développement des plantations feuillues, on assiste à une forte augmentation des dégâts dus au gibier.

Enfin, l'accès à de nouveaux milieux, non forestiers, pose également des problèmes spécifiques. Par exemple, les terres dont la vocation agricole est remise en cause et qui sont susceptibles de boisement présentent des caractéristiques originales qui peuvent être soit des inconvénients (texture, toxicité,...) soit des avantages (état de surface, absence de souche) à exploiter par des techniques appropriées.

Qu'est-ce que planter ?

Avant de poursuivre, il nous semble souhaitable de bien préciser ce qu'est une plantation : c'est la mise en relation d'un jeune arbre avec un certain milieu, en vue d'un objectif déterminé. Il s'agit d'installer un plant bien conformé et en bonne santé, dans un milieu où il pourra rapidement satisfaire ses besoins en eau, en oxygène, en lumière. Cela suppose la mise en condition du milieu par des modifications à court terme destinées à favoriser la reprise et la croissance initiale du plant.

En général, il n'est pas question de modifier les potentialités (fertilité) du sol.

Contrôler le développement de la végétation préexistante

Intérêt de la végétation ligneuse préexistante

Il convient d'insister sur le problème des plantations feuillues : la recherche du moindre coût a conduit, au début des années 70 à concevoir des chantiers résineux de grande surface où la végétation était totalement éliminée. L'application de ces méthodes aux feuillus a souvent conduit à des échecs (mauvaise reprise, croissance faible, forme défectueuse). On est aujourd'hui convaincu de l'intérêt de conserver une certaine "ambiance forestière" à nuancer selon les cas :

- abri vertical (ou latéral) pour le hêtre,
- "bourrage" de végétation ligneuse basse en accompagnement de la plupart des essences feuillues. Ce "bourrage" contribue fortement à empêcher le développement de l'herbe (ennemi n° 1 des plants), améliore la forme des plants et accélère leur croissance initiale.

Ce bourrage est normalement constitué par les rejets de l'ensouchement existant, à condition que cet ensouchement ne soit pas détruit par les travaux préparatoires. Lorsqu'il n'existait pas, on a essayé de le créer (plantation de charmes, parfois semis de bouleaux).

Photo 2 - Pulvérisateur pneumatique dit«Canon» , très apprécié en forêt pour ses qualités «tout terrain»
(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)

Emploi des phytocides

La maîtrise de la végétation concurrente, et surtout la végétation herbacée, doit être envisagée de façon préventive dès la plantation : dans ce domaine, les dernières années ont vu un important développement des méthodes chimiques avec, pour caractéristiques principales (photo **2**) :

- la multiplication des molécules disponibles et donc la meilleure adaptation à des actions précises (par exemple les graminicides),

- l'intégration de l'outil chimique dans des plans de lutte organisés et pouvant faire appel à plusieurs molécules et à des méthodes mécaniques,

- et, chaque fois que possible, la limitation du traitement au seul endroit où il est nécessaire (par exemple plant ou ligne).

Un travail du sol à bon escient

Selon les chantiers, le travail du sol peut avoir deux finalités (photo **3**) :

- modifier l'état de surface par exemple en vue du drainage ou pour faciliter la mécanisation des entretiens ultérieurs,

- modifier les caractéristiques physicochimiques du sol (minéralisation, ameublissement, régime de l'eau) au voisinage du plant.

Lorsque cela est possible, la tendance actuelle est de localiser l'effort sur la ligne de plantation (par exemple : sous-solage) et même sur le trou de plantation (diminution du coût et milieu moins perturbé). Le travail en plein n'est pas toujours indispensable, il est parfois nuisible.

Le cas des zones humides

Le problème des zones humides ne se traite ni à l'échelle du plant, ni même à celle de la plantation. Il ne suffit pas de collecter l'eau, il faut aussi en assurer l'évacuation jusqu'à un émissaire efficace. Cela suppose une étude fine du terrain qui peut d'ailleurs déboucher sur l'abandon du projet de reboisement (photo**4**).

Photo 3 - Préparation du sol au Crabe, cover-crop forestier à disques indépendants *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Photo 4 - Planteuse Cermas avec épandeur d'engrais *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

En zone humide, il peut être important de conserver vivant l'ensouchement feuillu primitif, en vue de maintenir la nappe à un niveau admissible. On parle même aujourd'hui d'assainissement " biologique " par plantation d'aulnes en accompagnement de l'essence-objectif.

Le problème des souches

Il n'y a pas de technique de dessouchage qui soit peu coûteuse. Une exploitation soignée permet d'éviter cette opération et ce, d'autant plus qu'il existe maintenant des engins adaptés au travail sur sol ensouché (par exemple, charrues à corps indépendants qui s'effacent au passage des souches). Il arrive cependant que le dessouchage soit inévitable : c'est le cas, par exemple, à la suite d'un taillis de châtaignier.

La fertilisation peut aider les jeunes plants

En forêt, le gain de production qu'on pourrait espérer de la fertilisation ne justifie pas, en général, l'investissement (exception faite de milieux très pauvres comme la forêt landaise).

L'objectif de la fertilisation n'est donc pas de modifier durablement le niveau de fertilité de la station, mais d'aider la mise en route des plants et d'économiser sur les entretiens en accélérant la croissance pendant les premières années.

De nombreuses années d'expérimentation ont abouti aux conclusions suivantes :

– la fertilisation n'a d'effet qu'en milieu pauvre : elle ne doit être mise en œuvre qu'après évaluation du besoin réel, par analyse du sol ou analyse foliaire,

– la fertilisation profite aussi (voire surtout) à la végétation concurrente; elle doit donc être couplée avec une très bonne maîtrise de cette dernière,

– en France, c'est essentiellement le phosphore qui doit être apporté aux plantations résineuses; on manque de références pour les feuillus.

Sur des stations très acides, on a essayé de relever le pH par des amendements calcaires. Il semble qu'on ait réussi à obtenir une modification importante du sol qui se traduit par un changement du type d'humus. Il reste à vérifier que cette modification est durable.

Disposer les plants en pensant à la récolte

Il s'agit d'occuper au mieux le terrain, de permettre aux plants un développement harmonieux, de se réserver une possibilité de sélection, de préparer les entretiens et les premières récoltes et le tout pour un coût minimum.

Cela explique qu'entre forestiers, la discussion sur les densités est toujours aussi chaude. Il est urgent de montrer qu'il existe des seuils en deçà desquels les peuplements créés n'auront aucune valeur : on dispose déjà pour le hêtre de nombreuses

expériences décevantes. Mais ces densités minimales n'existent pas dans l'absolu. Elles dépendent fortement de la présence d'une végétation ligneuse d'accompagnement et des possibilités pour le propriétaire d'intervenir par des travaux d'amélioration tels que la taille ou l'élagage; mais on connaît mal les effets à terme de ces pratiques sur les feuillus (notamment risque de pourriture).

Lorsque la densité est fixée, l'arrangement spatial des plants dépend surtout des techniques qu'on souhaite utiliser en entretien et pour les premières exploitations. La mécanisation des entretiens suppose un espace entre lignes de 2,50 m à 3 m. Les premières exploitations réclameront un passage d'au moins 3,50 m à 4 m : ce passage peut être soit non planté, soit ouvert par enlèvement d'une rangée d'arbres à la première éclaircie; mais si les interlignes sont supérieurs à 2,50 m, il est préférable de prévoir dès la plantation des interlignes variables, par exemple un interligne de 4 m toutes les quatre lignes.

Préparation et mise en place des plants

Entre la pépinière et le trou de plantation, le plant effectue un parcours plein de dangers : arrachage, conditionnement, stockage, transport, stockage, plantation. Beaucoup d'échecs de reboisement sont imputables à la mise en place de plants "morts" ou très abîmés pendant cette phase.

La protection des plants contre dessication, gel, fermentation est essentielle. De nouvelles techniques de production de plants, en particulier l'utilisation de très jeunes, de petite dimension, permettent d'espérer une amélioration de la reprise (photo **5**).

Photo 5 - Drainage et traitement chimique d'un tapis de Carex sous hêtraie *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Dans le courant des années 70 sont apparues des machines à planter. Certaines entreprises continuent de les utiliser, mais cette technique ne s'est pas développée : ces machines ne sont pas utilisables sur n'importe quel chantier et demandent au moins trois servants; leur rentabilité demeure limitée.

Par ailleurs, ces machines ont eu la malchance d'apparaître à une époque où la préférence allait aux grands plants ; il n'est pas exclu qu'elles connaissent un regain d'intérêt avec l'utilisation des petits plants en motte.

La dernière décennie a permis de prendre particulièrement conscience de l'importance de la mise en place correcte (orientation, contact avec le sol) d'un système racinaire en bon état.

Accompagnant la mise en place des plants, deux techniques semblent présenter un certain intérêt :

le paillage et la pose de tubes abris-serres.

– le paillage consiste à poser sur le sol, autour du plant, un film plastique (ou du papier journal, du carton, etc.) qui interdit le développement de la concurrence herbacée et a probablement un rôle positif sur le bilan thermique et le régime de l'eau,

Photo 6 - Chênes rouges avec abris-serres Akyplant et traitement phytocide localisé *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

– les tubes abris-serres, placés autour des plants, augmentent fortement leur croissance initiale et les protègent contre la dent du gibier (il n'existe pas encore de solution efficace à ce dernier problème par la voie des répulsifs et, si elle est efficace, la pose de clôture est très coûteuse) (photo 6).

Le reboisement des anciennes terres agricoles

Le contexte économique européen actuel permet de supposer que des terres sont susceptibles de perdre leur vocation agricole. Il est nécessaire d'étudier la possibilité de créer des boisements sur certaines d'entre elles.

Elles ne manqueront pas de poser des problèmes spécifiques, tels que :

– nécessité de briser la discontinuité texturale créée par les labours («semelle de labour»),

– problème lié à l'absence d'ambiance forestière (pas d'espèces ligneuses d'accompagnement),

– originalité du tapis végétal,

– absence de mycorhizes adaptées aux essences forestières.

En contrepartie, ces terres peuvent présenter des avantages qu'il convient d'exploiter, par exemple la facilité de mécanisation des travaux.

La forêt : un système complexe qu'il faut domestiquer sans trop le réduire

– De nouvelles techniques apparaissent régulièrement, souvent en provenance de l'agriculture; le forestier doit y être attentif et savoir en tirer le meilleur parti. Mais il convient de les utiliser avec discernement (fertilisation, phytocides, travaux du sol,...).

D'une façon générale, on peut en attendre une amélioration de la qualité des reboisements, mais il ne faut pas se faire trop d'illusion sur les économies réalisées sur le coût des chantiers.

Il convient de souligner que le milieu forestier est un système vivant très complexe et qu'on a souvent intérêt à lui éviter de trop forts traumatismes.

– Le reboisement est une opération coûteuse et qui engage l'avenir pour longtemps. Il est donc indispensable de consacrer un temps de réflexion important à sa conception.

On s'attachera en particulier à la compatibilité des nombreuses tâches élémentaires et l'on raisonnera non seulement en fonction de la situation présente et de l'objectif, mais aussi en tenant compte des futurs entretiens et des premières éclaircies.

Le calcul économique ne doit pas se limiter à l'année du reboisement. Toute recherche d'économie sur le chantier doit être mise en relation avec ses conséquences prévisibles sur la qualité future du peuplement : mieux vaut ne pas reboiser que créer des peuplements sans avenir.

– En conclusion, il est souhaitable qu'à l'amont des techniques, des recherches plus fondamentales soient poursuivies, notamment dans les domaines de :

- la physiologie des plants,
- le fonctionnement des sols,
- la relation entre plant et sol.

– Et le reboiseur ne doit pas oublier que le point le plus important reste de planter la bonne espèce au bon endroit.

Bibliographie

Bonneau M. 1986, Fertilisation à la plantation. *Revue Forestière Française*, Vol. XXXVIII, 3, p. 293-300.

CEMAGREF. 1982, Techniques de reboisement. *Note technique n° 47*, Nogent-sur-Vernisson.

CEMAGREF. 1983, La régénération artificielle des chênes. *Note technique n° 50*, Nogent-sur-Vernisson.

Gama A., Frochot H., Delabraze P. décembre 1987, Application des traitements par produits chimiques phytocides en sylviculture. *Note technique CEMAGREF - INRA*, Nogent-sur-Vernisson.

Le peuplier 'Lux' possibilités d'utilisation en France

par D. Terrasson

Sur proposition de la Commission Nationale du Peuplier, une procédure de révision du catalogue national a été engagée, laquelle prévoit notamment d'autoriser la commercialisation du clone 'Lux'. Ce cultivar appartient à l'espèce *Populus deltoïdes* (section AIGEIROS) qui est originaire de l'ouest de l'Amérique du Nord, entre les 30e et 50e degrés de latitude. Introduits en Europe dès la fin du 17e siècle, les *Populus deltoïdes* se sont rapidement hybridés avec *Populus nigra* pour donner naissance aux peupliers euraméricains qui ont constitué l'essentiel de la populiculture européenne ('I-214', 'Robusta',...). Plus récemment, cette espèce a été hybridée avec *Populus trichocarpa* pour donner les peupliers interaméricains ('Unal', 'Beaupré',...) qui se sont développés rapidement au cours de la dernière décennie dans le nord-ouest de l'Europe.

Bien que les *Populus deltoïdes* aient surtout été utilisés comme parents, ils ont longtemps été cultivés en tant qu'espèce pure à petite échelle ('Angulata de la Sarthe', 'Chautagne', 'Carolin',...) puis progressivement abandonnés. Le clone 'Carolin' demeure néanmoins toujours inscrit au catalogue national, et est encore planté très occasionnellement dans le sud-ouest de la France (Bassin de l'Adour).

Sélection morphologie

Le clone 'Lux' a été sélectionné en Italie par l'Institut d'Expérimentation sur la Populiculture de Casale Monferrato, à partir d'un lot de graines récolté en 1952 par Scott Pauley, dans le sud de l'Illinois (Comté de Massac - latitude : 38° N), dont provient également le clone 'Alcinde' sélectionné en France par la SEITA. Ces deux clones appartiennent à la sous-espèce *missouriensis*, qui présente en règle générale une aptitude satisfaisante à la reprise, ce qui n'est souvent pas le cas chez les autres sous-espèces et qui a toujours constitué un obstacle à la culture des peupliers *deltoïdes*, lesquels présentent par ailleurs des caractéristiques intéressantes au niveau notamment de la vigueur et de la qualité technologique du bois.

Le clone 'Lux', identifié initialement sous le numéro 'I-69/55' est inscrit au catalogue national italien, mais n'y a jamais été réellement cultivé, du fait de sa sensibilité au vent. En Italie, sa croissance est considérée comme légèrement inférieure

à celle de 'I-214', sauf sur les stations à nappe phréatique superficielle où il s'avère nettement supérieur (Sekawin - 1977). Ce clone a par ailleurs été introduit en Chine, où il est cultivé à grande échelle dans les provinces de l'Est situées au sud de Pékin (Shandong, Hubei,...).

'Lux' est un peuplier de sexe femelle et de belle forme, avec un tronc droit ou peu sinueux et une cime ample. Les branches sont fortes, mais la dominance apicale est marquée et ce clone ne présente pas de difficultés particulières à l'élagage, qui devra néanmoins être surveillé de près . Il a une saison de végétation assez longue, proche de celle de 'Robusta', mais une bonne résistance aux gelées précoces (aoûtement précoce). La feuille est grande, modérément cordiforme à la base, avec un court acumen et des nervures rosées. Le tronc présente une excellente résistance au froid (absence de gélivures). La sensibilité au phototropisme est assez marquée.

Comportement en plantation

Le CEMAGREF a installé entre 1972 et 1976, six expérimentations (dont une conjointement avec l'IDF à Pibrac (31)) incluant le clone 'Lux', auxquelles il faut ajouter la plantation de Redon (35) dans laquelle 'Lux' a été introduit avec une année de retard, en remplacement d'un autre peuplier *deltoïdes* ('I-55/53') qui avait connu des difficultés de reprise.

Par ailleurs, le CEMAGREF suit également le dispositif de La Dive (79) mis en place par le S.R.F.B. de Poitou-Charentes au printemps 1981. Les huit dispositifs sont installés dans sept départements différents et couvrent l'essentiel des stations potentiellement concernées par la culture des *deltoïdes* dans les deux tiers du sud de la France.

Photo 1 - Pépinière de Guemene-Penfao - Planche de 'Lux', trois mois après bouturage *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Reprise en plantation

Pour l'ensemble des huit plantations, dont cinq ont été réalisées avec des plançons et trois avec des plants racinés, le taux moyen de reprise s'est élevé à 76,5 %, avec de fortes variations entre dispositifs (tableau 1). La reprise est assurée à 100 % sur bonne station et lorsque la plantation est bien réalisée, mais le taux chute rapidement dès que les conditions ne sont pas idéales. Les déboires peuvent être imputés aux causes suivantes :

– Redon (35) : station soumise à des submersions printanières, qui ont également été à l'origine d'une faible reprise pour 'I-55/53'

(taux de mortalité : 33 %), et d'une mortalité à peu près totale, mais différée pour 'Fritzi Pauley',

– Cadarache (13) : plantation tardive et station soumise à des alternances d'asphyxie et d'abaissement brutal du plan d'eau (réglage des barrages de la Durance),

– La Garette (79) : plantation tardive, ayant occasionné également une mortalité forte sur 'Harvard' (39 %), un autre peuplier *deltoïdes*,

– Selles-sur-Cher (41) : station alluviale sèche.

Par rapport aux autres peupliers *deltoïdes* connus, le taux de reprise de 'Lux' est sensiblement plus élevé que celui d''Harvard' et de 'Carolin'. Il semble par contre inférieur à celui d''Alcinde', clone présent dans six des huit dispositifs cités. (tableau 2)

Par ailleurs, le taux de reprise de 'Lux' reste en moyenne inférieur à celui de la plupart des peupliers euraméricains, avec une différence particulièrement sensible dans les conditions difficiles comme à Cadarache ('Lux' : 3 %, 'I-214' : 86,3 %)..

Tableau 1 - Taux de mortalité à la plantation – Populus deltoïdes cv. 'Lux'

Dispositif	Date de plantation	Nombre de plants 'Lux'	Nombre de plants morts	Taux de mortalité	Taux moyen de mortalité du dispositif	Type de plants	Observations
Redon (35)	1/72	75	40	53,5 %	5,5 %	Plançons	Plantation décalée par rapport au dispositif
Pibrac (31)	1/73	82	0	0 %	0 %	Plançons	
Cadarache (13)	3/73	100	97	97,0 %	58,0 %	Plançons	Asphyxie et sécheresse
Bourret (82)	3/74	133	0	0 %	1,2 %	Plants racinés	
Selles-s/Cher (41)	11/74	80	9	11,3 %	6,4 %	Plants racinés	
La Garette (79)	3/75	78	11	14,1 %	13,4 %	Plançons	Mortalité due essentiellement au clone 'Harvard'
Bommes (33)	12/75	80	0	0 %	1,3 %	Plants racinés	
La Dive (79)	Pr./81	60	5	8,3 %	4,0 %	Plançons	
Ensemble	–	668	162	23,5 %	11,2 %	–	

En conclusion, on peut néanmoins affirmer que l'aptitude à la reprise du clone 'Lux' est satisfaisante, y compris pour des plantations en plançons qui devraient devenir la règle générale, sous réserve d'un minimum de précautions quant au choix de la station et quant à la technique d'installation (plantation précoce, faible durée de conservation entre la récolte et la mise en place, trempage des plançons pendant vingt-quatre heures avant plantation).

Tableau 2 - Taux de mortalité

Clone	Redon*	Pibrac	Cada-rache	Bourret	La Garette	Bommes	Ensemble
'Lux'	53,5 %	0 %	97,0 %	0 %	14,1 %	0 %	27,4 %
'Alcinde'	9,3 %	0 %	41,1 %	0 %	5 %	0 %	9,2 %

*Plantation réalisée sur le même site, mais pas la même année.

Croissance en circonférence

Parmi les dispositifs installés, deux ne peuvent pas être utilisés pour des comparaisons de clones, à savoir le dispositif de Redon où 'Lux' a été installé avec une année de retard (voire deux pour la moitié des plants), et celui de Bommes dont la station présente des hétérogénéités excessives. Les résultats des six autres expérimentations ont été pris en compte, bien que l'analyse de variance nous ait montré que seuls les dispositifs de Pibrac et la Dive, et avec plus de réserve celui de Bourret, pouvaient être interprétés en toute rigueur.

Sous ces réserves, on note, pour les mesures de circonférence de l'année 1987 (tableau 3) que :

- la différence n'est pas significative entre 'Lux' et 'I-214', sauf à Cadarache, où 'I-214' est supérieur,

- 'Lux' est supérieur à 'Robusta' dans les deux *populetums* de Pibrac et Bourret, mais la différence n'est pas significative dans le premier,

- la différence entre 'Alcinde' et 'Lux' n'est jamais significative.

Par contre, les courbes de croissance montrent les différences importantes qu'il convient de souligner. Si l'on excepte le *populetum* de Cadarache, où les problèmes d'installation ont manifestement joué un rôle prépondérant, on constate que 'Lux' présente toujours la plus forte croissance juvénile. Il se trouve dans tous les cas à la première place pour l'accroissement annuel de surface terrière jusqu'à la cinquième année, mais par contre son accroissement annuel chute très rapidement après un maximum qui semble atteint au même âge par les quatre clones.

La courbe de croissance d''Alcinde' est assez proche de celle de 'Lux', avec toutefois une croissance juvénile un peu plus faible, compensée par une chute des accroissements annuels moins rapide après que le maximum ait été dépassé.

Les deux clones de peupliers euraméricains ont, par contre, une courbe de croissance très différente, avec un démarrage beaucoup plus lent pendant les quatre premières années.

Les plantations sont par contre encore un peu jeunes pour permettre une bonne appréciation de l'évolution des accroissements moyens de surface terrière. A Bourret, on constate néanmoins que l'accroissement moyen maximum est atteint à neuf ans pour 'Lux', entre onze et douze ans pour 'Alcinde' et 'I-214' et à treize ans pour 'Robusta'. A la Garette, il semble que 'Lux' ait déjà dépassé son accroissement moyen maximum (onze ans), et que les autres clones ne l'aient pas encore atteint (figure 1).

Tableau 3 - Mesures de circonférence en centimètres (le classement figure entre parenthèses) – Populus deltoïdes cv. 'Lux'

	Pibrac	Cadarache	Bourret	Selles-s/Cher	La Garette	La Dive
'Lux'	95,5 (3)	74,9 (3)	118,4 (4)	87,3 (2)	110,5 (6)	60,2 (3)
'Alcinde'	–	74,6 (4)	122,0 (1)	–	112,0 (5)	–
'Harvard'	99,0 (2)	77,6 (2)	120,0 (2)	–	108,4 (7)	–
'Onda'	106,01 (1)	–	–	–	126,0 (2)	–
'I-214'	–	86,0 (1)	110,4 (7)	–	119,1 (3)	63,9 (2)
'Robusta'	91,6 (4)	–	91,4 (8)	70,6 (6)	–	–
Circonférence moyenne	98,1	78,3	113,9	80,4	116,2	58,2
Ecart-type (sur la moyenne /clone)	3,5	3,8	3,9	3,8	2,6	2,4
Nombre de clones du dispositif	4	4	8	7	8	7
Age de la mesure	14	14	14	13	13	7
Nombre d'arbres mesurés par clone	27	27	27	27	24	36
Sol	Limon sablo-argileux, profond et compact	Sable fin, limoneux. Bancs de galets en profondeur	Limon sablo-argileux non compacté	Sable limoneux. Bancs de gravier en profondeur	Argilo-limoneux. Riche en matière organique. Tourbe en profondeur	Argilo-limoneux. Tourbe en profondeur
Profondeur de la nappe à l'étiage	> 3 m	> 2 m	2,5 m en années normales	> 3 m	50 cm	1 m
Ruptures d'alimentation en eau	Fréquentes et prolongées	Occasion-nelles et courtes (barrage)	Rupture les années sèches	Fréquentes et prolongées	Nappe perma nente	Nappe perma nente

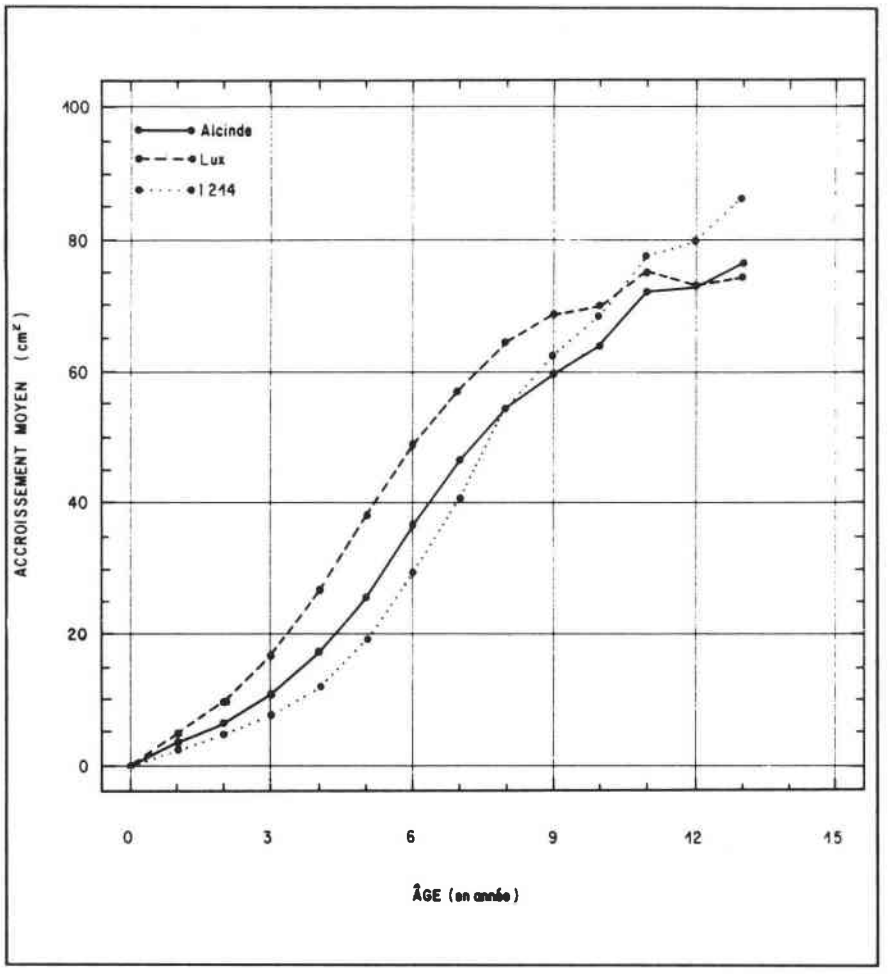


Figure 1 - Populetum de la Garette - Accroissement moyen de surface terrière

Production réelle

Les chiffres précédents sont calculés uniquement sur les arbres ayant repris à la plantation, et exempts d'avaries rédhibitoires (mortalité, tronc cassé à faible hauteur,...). Ils ne donnent donc pas une idée de la production réelle de ces clones, mais simplement de leur potentiel optimum de croissance sur la station considérée. Pour apprécier plus finement la production réelle, la surface terrière réelle ramenée à l'hectare a été calculée, après mensuration de tous les arbres du dispositif.

Les résultats figurent dans le tableau **4** .

On remarque qu''Alcinde' a toujours une production réelle supérieure à celle de 'Lux', la différence n'étant toutefois significative qu'à 'Bourret'.

La différence entre 'Lux' et 'I-214' est toujours significative, et 'I-214' s'avère supérieur dans trois expériences sur quatre.

Par ailleurs, 'Robusta' est toujours significativement inférieur à 'Lux'.

On constate donc que 'Lux' présente toujours la plus grande hauteur totale, alors qu'il n'est jamais classé en tête pour la mesure de circonférence. Ces conclusions peuvent d'ailleurs être généralisées à l'ensemble des peupliers *deltoïdes* expérimentés ici, qui surclassent tous les euraméricains dans les trois dispositifs.

Tableau 4 - Surface terrière exprimée en m²/ha

Nom du dispositif	Pibrac	Cadarache	Bourret	Selles-s/Cher	La Garette	La Dive
Age du dispositif	14	14	14	13	13	7
'Lux'	14,08	8,12	20,92	10,42	17,62	5,24
'Alcinde'	–	9,29	22,69	–	19,70	–
'I-214'	–	11,73*	18,68*	–	21,55*	6,65*
'Robusta'	11,95*	–	12,19*	8,09*	–	–

* Différence significative au seuil de 5 % avec le clone 'Lux'.

Tableau 5 - Hauteur totale en mètres à quatorze ans

Clone	Pibrac	Cada-rache	Bourret
'Lux'	23,5	22,2	31,8
'Alcinde'	–	20,3*	30,1*
'Harvard'	22,0*	20,4*	29,9*
'I-214'	–	20,1*	27,9*
'Robusta'	21,7*	–	24,2*

* Différence significative au seuil de 95 % avec leclone 'Lux'

Croissance en hauteur

Les mesures de hauteur ne sont disponibles que pour trois plantations âgées de quatorze ans. Les conditions de station influent très fortement sur ce caractère et les plantations s'avèrent toutes trop hétérogènes pour permettre une comparaison rigoureuse. Les chiffres méritent néanmoins d'être examinés (tableau 5).

Ce critère n'a cependant pas une importance considérable, dans la mesure où l'essentiel de la valorisation du bois de peuplier se situe au niveau de la bille de pied, que ce soit pour du déroulage ou de l'utilisation en structure, et la longueur de celle-ci est limitée par les contraintes économiques de l'élagage. Le rendement financier est donc plus lié à la surface terrière qu'au volume brut, avec toutefois, une influence non négligeable du coefficient de décroissance, sur lequel nous manquons encore de données pour ce clone.

Les seules références disponibles proviennent du *populetum* de Pibrac exploité en mars 1988 : la décroissance mesurée sur la bille de pied d'une longueur de 9 m, et au-dessus de l'empattement de la base (à partir de la hauteur habituelle de mesure située à 1,30 m du sol) était de 3,6 cm de circonférence par mètre de longueur, ce qui constitue une valeur moyenne pour le peuplier (J. Pourtet - 1961).

Sensibilité au vent

La sensibilité au vent fait partie des éléments intégrés dans le calcul précédent de production. Il est cependant nécessaire d'en faire une étude spécifique dans la mesure où elle introduit un facteur risque dont la connaissance est fondamentale pour le populiculteur. Un inventaire a donc été effectué sur l'ensemble des arbres de chaque dispositif, pour comptabiliser les bris de cime manifestes (considérés comme susceptibles d'affecter la production). Il n'a par contre pas toujours été possible de prendre en compte les mortalités occasionnées par le vent, qui sont parfois vraisemblables, mais pas suffisamment établies dans les archives.

Photo 2 - Populetum de la Garette - Courbures des arbres sous l'effet du vent *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Il faudrait également y ajouter les arbres courbés par le vent, dont le bois sera fortement déprécié (arrachement des fibres), ce qui est difficilement quantifiable, mais fréquent sur 'Lux', avec dans les cas les plus graves, des fentes longitudinales de plusieurs mètres.

Les dégâts de vent répertoriés et rapportés aux nombres d'arbres ayant effectivement repris, figurent dans le tableau **6**.

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence, dans la mesure où les dégâts de vent sont rarement répartis de façon homogène (phénomène de couloirs) et il est donc nécessaire de cumuler les observations effectuées sur plusieurs dispositifs ayant subi plusieurs coups de vent successifs (direction et couloirs souvent différents).

Par ailleurs, il est certain que les différences de vitesse de croissance entre cultivars faussent partiellement les comparaisons dans ce type d'expérimentation.

Sous ces réserves, il apparaît cependant que 'Lux' a manifestement une sensibilité au vent non négligeable, et beaucoup plus forte que celle d''Alcinde'.

La comparaison avec 'I-214' est plus difficile : 'Lux' a subi des dégâts plus importants dans trois dispositifs et nettement moins importants dans un quatrième. On peut néanmoins penser que la sensibilité de 'Lux' est probablement supérieure, dans la mesure où les dégâts enregistrés à Bommes font l'objet d'un événement unique, ayant provoqué des dégâts très localisés (un placeau de 'I-214' rasé à 76 % par la tempête du 22.09.1986) alors que les coups de vent répétés enregistrés dans les autres *populetums* ont toujours donné des résultats inverses.

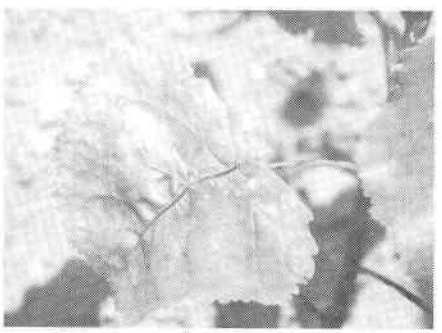


Photo 3 - Symptômes de la mosaïque du peuplier *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Par ailleurs, dans tous les dispositifs, les dégâts sur 'Lux' n'apparaissent en général que pour des arbres adultes (circonférence supérieure à 60 cm), ce qui explique que sa sensibilité au vent ait pu être contestée à partir d'observations enregistrées sur des plantations jeunes.

Enfin, on note que les dégâts sont importants sur les dispositifs les plus vigoureux, et plus faibles lorsque la croissance est lente (Cadarache, Selles-sur-Cher). Ceci confirme les observations effectuées antérieurement par J. Chardenon dans la vallée de la Garonne.

Tableau 6 - Pourcentages d'arbres endommagés par le vent

Clone	Redon	Pibrac	Cadarache	Bourret	Selles-sur-Cher	La Garette	Bommes	La Dive	Moyenne
'Lux'	7 %	23 %	0 %	28 %	0 %	28 %	5 %	0 %	11,4 %
'Alcinde'	0 %	–	0 %	1,3 %	–	4 %	4 %	–	1,9 %
'I-214'	0 %	–	0 %	8 %	–	22 %	29 %	0 %	9,8 %
'Robusta'	0 %	0 %	–	0 %	0 %	–	4 %	–	0,8 %

Résistance à la sécheresse

A la suite des sécheresses persistantes de ces trois dernières années, des dépérissements accompagnés par des attaques de *Discosporium populeum* (= *Dothichiza populea*) et de 'maladies des taches brunes' se sont généralisés en Italie dans les peupleraies de la vallée du Pô, employant les clones 'I-214' et 'Luisa Avanzo'. Les chercheurs de l'Institut de Casale Monferrato ont, par contre, remarqué que 'Lux' et 'San Martino' conservaient un état sanitaire satisfaisant, ce qui a relancé la diffusion de ce second cultivar.

En France, des phénomènes analogues ont également été observés à une échelle plus restreinte dans la vallée de la Garonne (notamment massif de St-Jory - 31). Dans le *populetum* de Bourret (82), les premiers dépérissements sont apparus en 1987 et confirment les données recueillies en Italie (tableau 7).

Ces chiffres sont, là encore, à considérer avec prudence, du fait de l'importance des variations locales dues aux micro-stations dans ce terrain peu homogène, et il est exclu de pouvoir les utiliser pour effectuer une hiérarchie entre les peupliers euraméricains.

Il apparaît tout de même nettement que les peupliers *deltoïdes* présents dans ce dispositif, ainsi que 'San Martino' (supposé être un hybride 3/4 *P. deltoïdes*, 1/4 *P. nigra*), ont une meilleure aptitude à supporter les sécheresses occasionnelles que les peupliers euraméricains représentés. Cette aptitude se limite en fait à une tolérance à l'égard d'événements exceptionnels et il ne faut pas pour autant en déduire que 'Lux' soit adapté aux stations alluviales sèches. En effet, sur celles-ci, sa croissance reste très modeste et sa reprise à la plantation problématique (Selles-sur-Cher). Il faut également se garder de conclure que les peupleraies dépérissantes de la vallée de la Garonne peuvent être replantées en peupliers *deltoïdes*, car il est probable que les modifications apportées au régime hydrique sont en partie irréversibles (aménagement du lit, pompage dans la nappe,...) et sont en conséquence susceptibles de perturber les potentialités de certaines stations traditionnellement affectées à la populiculture.

Tableau 7 - Sécheresse et maladie des taches brunes dans le populetum de Bourret

Clone	Mortalité due à la sécheresse	Taches brunes	Arbres sains
'I-214'	33 %	36 %	31 %
'Robusta'	20 %	32 %	48 %
'I 45/51'	4 %	28 %	68 %
'Bâtard de Hauterive'	0 %	61 %	39 %
'San Martino'	0 %	0 %	100 %
'Lux'	5 %	0 %	95 %
'Alcinde'	0 %	0 %	100 %
'Harvard'	7 %	0 %	93 %

Sensibilité aux maladies

Le CEMAGREF n'a pas entrepris de tests de sensibilité aux maladies pour ce clone, mais uniquement des observations sur le comportement en plantation qui confirment entièrement les résultats des expérimentations effectuées pour l'essentiel par l'Institut de Casale Monferrato et l'INRA.

Maladies foliaires

Maladies cryptogamiques

Le clone 'Lux' est pratiquement résistant aux deux espèces de rouilles régulièrement présentes en France : ***Melampsora larici-populina*** et ***Melampsora allii-populina***. Il est, par contre, sensible au ***Melampsora medusae***, espèce signalée dans l'ensemble du Bassin Aquitain et notamment en 1988 (J. Pinon - communication personnelle), mais qui ne semble s'être développée que très sporadiquement dans la vallée de l'Adour, et à laquelle la plupart des clones actuellement cultivés sont très sensibles.

Par ailleurs, le clone 'Lux' est très peu sensible à ***Marssonina brunnea***, à ***Taphrina aurea*** (agent de la cloque dorée) et à ***Venturia populina*** (tavelure).

Virus de la mosaïque du peuplier

Le virus de la mosaïque du peuplier est un agent pathogène responsable de pertes de croissance importantes dans les peupleraies italiennes, auquel la plupart des provenances méridionales de peupliers ***deltoïdes*** sont fortement sensibles, ce qui a constitué un obstacle majeur à la culture de cette espèce. Ce virus est d'autant plus difficile à étudier que les symptômes foliaires visibles ne sont pas toujours corrélés avec l'influence sur la croissance de l'arbre.

Les observations réalisées à l'Institut de Casale Monferrato indiquent que 'Lux' est sensible à ce virus, mais à un niveau inférieur aux autres ***deltoïdes*** inscrits au catalogue national italien ('Onda' et 'Harvard') et à 'San Martino', et surtout, que la réduction de croissance engendrée sur ce clone par la virose est relativement limitée (elle a tout de même pu atteindre 18 % à quatre ans dans l'expérimentation de Casale Monferrato). On considère donc que la sensibilité à la virose ne constitue pas un réel obstacle à la culture de 'Lux', sous réserve d'une surveillance stricte de l'état sanitaire des pépinières. La multiplication végétative de matériel infecté constitue un élément prédominant dans la diffusion du virus, et les réductions de croissance ne sont effectivement observées que sur des plants porteurs du virus au stade pépinière.

Les observations effectuées en France par l'INRA (station d'Angers) indiquent que 'Lux' aurait une sensibilité supérieure à celle d''Alcinde'. La présence du virus n'a, par ailleurs, jamais été diagnostiquée sur le clone 'Lux' dans la pépinière administrative de Guemene Penfao, mais elle a néanmoins pu être observée dans d'autres lieux (pépinière de la Forêt domaniale de Chautagne notamment).

Maladies du tronc

'Lux' présente une bonne résistance aux maladies cryptogamiques de la tige (*Discosporium populeum*, *Cytospora* sp.), ce qui est à mettre en rapport avec son aptitude à supporter les sécheresses occasionnelles.

Il n'a jamais été testé pour sa sensibilité au chancre bactérien (*Xanthomonas populi*) dans la mesure où l'aire géographique de répartition du pathogène (quart nord-est de la France) ne recouvre pas la zone potentielle de culture de ce clone qui se limite au sud de la Loire. M. Ride a par contre pu observer en pépinière des attaques importantes de *Xanthomonas campestris*, sans que l'impact de cette bactérie encore mal connue puisse être réellement précisé.

Qualités technologiques

Le clone 'Lux' n'a jamais fait l'objet d'études technologiques complètes, mais il existe néanmoins des éléments d'appréciation quant aux propriétés mécaniques et à l'aptitude au déroulage.

L'Association Forêt-Cellulose (A.FO.CEL.) a en effet réalisé des mesures de densité et de rétractibilité du bois (retrait tangentiel entre l'état saturé et l'état sec à l'air) sur des carottes de sondage, dont les principaux résultats sont récapitulés dans le tableau **8.**

Le clone 'Lux' a donc une densité élevée, ce qui devrait lui conférer d'excellentes propriétés mécaniques, mais il est par contre très mal classé pour la rétractibilité du bois.

Tableau 8 - Mesures de densité et de rétractibilité du bois

Clone	Densité (g/dm^3)	Rétractibilité (en %)
'Lux'	361	7,9
'Alcinde'	352	6,0
'Robusta'	369	6,2
'I-214'	267	5,2

L'aptitude au déroulage peut être estimée grâce à deux essais industriels effectués, d'une part à l'initiative de l'Institut pour le Développement Forestier (IDF) aux établissements Allin (79) et, d'autre part, de la Coopération Forestière Garonnaise (CO.FO.GAR.) aux établissements Idenco. Dans les deux cas, l'aptitude au déroulage et les qualités mécaniques ont été jugées bonnes. Par contre, dans le premier cas, les experts ont estimé que le bois était assez nerveux dans une des deux provenances étudiées et que la qualité pouvait être influencée par les conditions de croissance. Dans le second cas, l'industriel a noté que le bois veiné présentait une pigmentation brune indésirable pour la fabrication d'emballages fruits et légumes.

Cette dernière appréciation est manifestement liée aux habitudes actuelles des utilisateurs et ce caractère ne peut pas être considéré comme un vice rédhibitoire, bien qu'il soit susceptible de constituer un obstacle certain à la commercialisation tant que le marché restera dominé par des clones au bois blanc (type I-214).

Pour les caractères purement technologiques, les premières informations sont globalement satisfaisantes et permettent d'affirmer que le bois de 'Lux' conviendra aux exigences de la plupart des utilisations potentielles du bois de peuplier.

Conclusions

Le clone 'Lux' possède indéniablement des atouts qui lui confèrent une place privilégiée, parmi les *Populus deltoïdes* largement expérimentés en France :

- excellente forme,
- bonne adaptation aux conditions climatiques des régions situées au sud de la Loire (ce qui n'était pas le cas d''Harvard', radié de la liste des clones en expérimentation du catalogue national en 1983),
- aptitude satisfaisante à la reprise en plantation, lorsque les conditions sont favorables (raison essentielle de l'abandon de 'Carolin'),
- faible sensibilité à la presque totalité des agents pathogènes présentant une incidence économique.

Sur le plan de la croissance, il semble que les qualités de 'Lux' aient pu être surestimées, du fait d'une croissance juvénile exceptionnelle mais peu durable. 'Lux' reste néanmoins un clone assez plastique, régulièrement classé honorablement et toujours significativement supérieur à 'Robusta'. Par contre, il ne paraît en mesure de rivaliser avec 'I-214' que sur les stations alluviales lesplus fertiles. Or, celles-ci constituent précisément le créneau optimal des clones 'Luisa Avanzo' et 'Cima', dont le premier connaît actuellement un grand développement dans le sud-ouest de la France. Par rapport à ces trois cultivars, le seul gain susceptible d'être apporté par 'Lux' réside dans son aptitude à supporter les ruptures occasionnelles d'alimentation en eau.

A contrario, la culture de 'Lux' comporte un double risque : risque d'échec à la plantation par suite d'une reprise insuffisante si les conditions ne sont pas idéales, et risque accru de destruction au moins partielle des arbres mûrs, du fait de leur fragilité excessive au vent, notamment sur les stations les plus fertiles. Ce second aspect est le plus grave, à la fois financièrement pour le populiculteur en cas de casse importante, mais aussi psychologiquement, car la réputation existe déjà et constituera immanquablement un frein à la diffusion de ce clone. Ceci est d'ailleurs bien compréhensible dans la mesure où la recherche d'un risque minimum semble indispensable pour tout investissement forestier basé sur une immobilisation à long terme et un faible rapport.

Le créneau d'utilisation de 'Lux' semble donc bien étroit, et l'on peut se demander si un tel clone est susceptible de susciter la production d'un volume suffisant de bois, permettant la création d'un véritable marché.

Conseils sylvicoles pour le clone 'Lux'

Aire de culture : sud de la Loire.

Exigences stationnelles :
- exclure les stations ventées ou sèches,
- clone exigeant, qui donnera les meilleurs résultats sur des stations bien alimentées en eau,
- supporte les sols argileux, sous réserve d'un entretien intensif pendant les premières années.

Espacement : 7 m x 7 m minimum – 8 m x 8 m préférable (cime ample).

Plantation :
- plantation précoce en plançon,
- choisir des plançons bien aoûtés (ne pas prélever avant défeuillaison complète),
- couper les plançons le plus tard possible avant la livraison,
- plantation profonde : la base des plançons doit être dans la nappe phréatique.

Entretien :
- sylviculture intensive souhaitable et indispensable sur stations argileuses.

Elagage :
- élagage suivi avec élimination des grosses branches susceptibles de former des fourches dans la cime.

Rotation :
- exploiter jeune (ralentissement précoce de la croissance et réduction des risques de casse au vent).

Bibliographie

Anselmi N., Cellerino G.P., septembre 1982. Reaction to poplar mosaïc virus of several clones - *FAO International Poplar Commission* - Casale Monferrato - 15 p.

Anselmi N., Cellerino G.P., Magnani G., Giorcelli A., septembre 1986. Sur le comportement à l'égard de Melampsorae de clones européens collectionnés dans les pépinières - *UPOV-FAO International Poplar Commission* - Bordeaux - 6 p.

Barneoud C., Bonduelle P., Dubois J.M., 1982. Manuel de populiculture - *Publication AFOCEL* - p. 269-275.

Chardenon J., 1982. Le peuplier aujourd'hui et demain - *Publication Institut pour le Développement Forestier* - p. 89-91.

Jarny B., 1988. Second bilan de l'expérimentation sur le peuplier - *C.R.P.F. Poitou-Charentes.*

Lemoine M., Taris B., Observations sur la sensibilité à Marssonina brunnea à partir du dispositif adopté en 1975 - *Commission Internationale du Peuplier* - XXIIe Session.

Nepveu G., 1984. La variabilité des qualités du bois chez les peupliers, quelques résultats récents de la recherche - 50 p.

Pinon J., 1986. Situation de Melampsora medusae en Europe - *Bulletin OEPP/EPPO* n° 16 - p. 547-551.

Pinon J., Communication personnelle.

Pourtet J., 1961. La culture du peuplier - p. 165-181.

Sekawin M., 1977. I cloni di pioppo iscritti nel registro nazionale italiano de cloni forestali - Collana verde n 45 - 139 p.

Souleres G., janvier 1988. Douze ans d'expérimentations sur 'Alcinde', 'Lux' et 'San Martino' - Forêt - *Entreprise* n° 49 - p. 54-59.

Souleres G., septembre 1988. Les essais technologiques du groupe Peuplier de l'I.D.F. - *Forêt - Entreprise* n° 54 - p. 37-45.

Taris B., Estoup G., Août 1975. Un nouveau danger pour la populiculture : le Melampsora medusae - *Revue Girondine Agricole* n° 156 - 2 p.

Van Kraayenoord C.W.S., 1984. National report on activities related to poplar and willow cultivation - International Poplar Commission, XVIIth session - OTTAWA.

Etude des sols forestiers hydromorphes par des mesures piézométriques

Bilan d'une campagne de relevés effectuée en Puisaye

par D. Girault

L'un des principaux facteurs de contrainte écologique de nombreux sols forestiers de plaine est l'existence de **nappes perchées temporaires**, conséquence d'un mauvais drainage interne. L'intensité de ce phénomène peut être indirectement évaluée au moyen des descripteurs couramment utilisés en typologie des stations forestières : observation de l'**hydromorphie**, analyse de la **végétation spontanée**. Pour éviter toute confusion, il convient de rappeler que l'hydromorphie désigne l'ensemble des caractères présentés par un sol évoluant dans un milieu engorgé de façon périodique ou permanente (par exemple : existence de taches rouille et décolorées, de concrétions), et non le phénomène lui-même.

La description des stations forestières hydromorphes n'est pas sans poser des problèmes :
– hydromorphie parfois «fossile», qui n'est plus en rapport avec le fonctionnement actuel du sol (Becker, 1972);
– fréquemment, absence de corrélations claires entre végétation spontanée et phénomènes d'engorgement temporaire (Claude, 1986).

Une meilleure connaissance du fonctionnement réel de ces sols nécessite l'observation directe du niveau des nappes, au moyen de piézomètres (par exemple : Becker, 1972 - Claude, 1986). L'étude qui suit expose les résultats obtenus à l'aide d'un réseau piézométrique installé en Puisaye dans le but d'évaluer les intensités d'engorgement de certains types de stations préalablement définis (Girault, 1988), et de préciser l'intérêt d'une telle méthode.

Présentation de la région

La Puisaye est une petite région naturelle du Bassin Parisien, située entre les vallées de la Loire et de l'Yonne (figure 1).

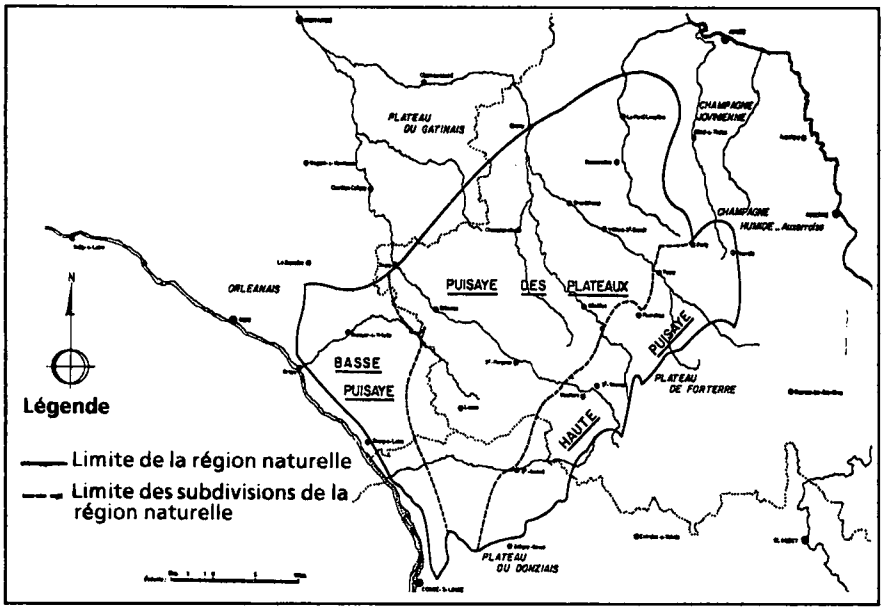


Figure 1 - Délimitation et subdivisions de la région naturelle de la Puisaye

En fonction des affleurements géologiques, il est possible de distinguer trois sous-régions : Basse-Puisaye, Puisaye des plateaux, Haute-Puisaye. L'étude a porté sur la Puisaye des plateaux, qui est la sous-région la plus étendue et globalement la plus marquée par l'hydromorphie.

Le climat est de type océanique dégradé, avec une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 700 à 800 mm par an. Les sols sont développés sur des limons des plateaux ou des limons à cailloutis de silex reposant sur des «argiles à silex» du Paléocène-Eocène; la tonalité générale est celle d'un milieu acide et désaturé. Les peuplements sont de type chênaies ou chênaies-charmaies, à structure de taillis-sous-futaie plus ou moins vieilli. Les unités stationnelles (types de stations, sous-types, variantes) de Puisaye des plateaux prises en compte dans cette étude sont brièvement décrites dans le tableau 1, la nomenclature correspondant à celle du document d'origine (Girault, 1988).

Descriptif

23 placettes (surface unitaire = 400 m^2 environ), représentatives de différentes unités stationnelles, ont été prises en compte; elles sont localisées dans la région de St-Fargeau et de Bléneau, sur quatre sites distincts (figure 2). Pour certaines raisons matérielles (autorisations d'accès, proximité géographique), l'ensemble des points d'observation n'a pu être réparti de manière équilibrée entre les unités stationnelles.

Tableau 1 - Tableau récapitulatif des stations étudiées dans le réseau piézométrique

Type de station	P 7 Chênaie-charmaie acidicline de plateau	P 8 Chênaie-charmaie acidiphile de plateau	P 10 Chênaie mixte acidiphile hydro-morphe de plateau	P 11 Chênaie sessiliflore acidiphile hydro-morphe de plateau
Substrat : **Type de sol :** **Humus :** pH (A1) S/T (Al) **Groupes écologiques caractéristiques :** neutrocalcicoles neutrophiles/1 neutrophiles/2 acidiphiles hygro-acidiphiles	Limon/argile sol lessivé à pseudogley mull acide à mull-moder 4 à 5 25 à 40 % ---------- —————— ——————	Limon/argile sol lessivé à pseudogley mull-moder à dysmoder 4 à 4,5 15 à 25 % ..... —————— --------- ---------	Limon/argile pseudogley acide hydromoder; moder 4 à 4,5 < 15 % ---------- ---------- —————— —————— ——————	Limon/argile pseudogley acide moder 4 à 4,5 < 15 % ..... ---------- ..... —————— ----------
Subdivisions :	P7t : station-type P7a : sous-type sur pseudogley	P8a : sous-type sur 40 à 60 cm de limons P8b : sous-type sur + 60 cm de limons	P10 a : sous-type à molinie en nappe P10 b : sous-type à molinie clairsemée	P11 t : station-type P 11 a : variante à molinie très clairsemée

Représentativité des groupes écologiques :
—————— groupe bien représenté
--------- groupe partiellement représenté
..... groupe peu représenté
Composition succincte des groupes écologiques cités : **neutrocalcicoles** (aubépine épineuse, rosier, pommier sauvage), **neutrophiles/1** (charme, lierre, noisetier, sceau de Salomon), **neutrophiles/2** (chêne pédonculé, tremble), **acidiphiles** (canche flexueuse, pseudoscleropodium purum, fougère aigle, bourdaine), **hygro-acidiphiles** (molinie, peucédan de Paris, potentille tormentille).

Un piézomètre a été installé au centre de chacune de ces placettes, suivant le procédé indiqué sur la figure 3. La base du piézomètre est située au niveau du «plancher» de la nappe, difficile à localiser en raison des transitions texturales progressives (autour de 50 à 70 cm de profondeur en général).

La période d'observation s'est étendue du 11 mars 1987 au 29 juin 1987 (soit sur une période de 17 semaines), à raison d'un relevé hebdomadaire de profondeur de nappe (mesurée par la distance entre la surface du sol et le sommet de la nappe, au moyen d'un flotteur gradué). Chaque relevé de l'ensemble des piézomètres est effectué dans le laps de temps le plus court possible (deux heures environ).

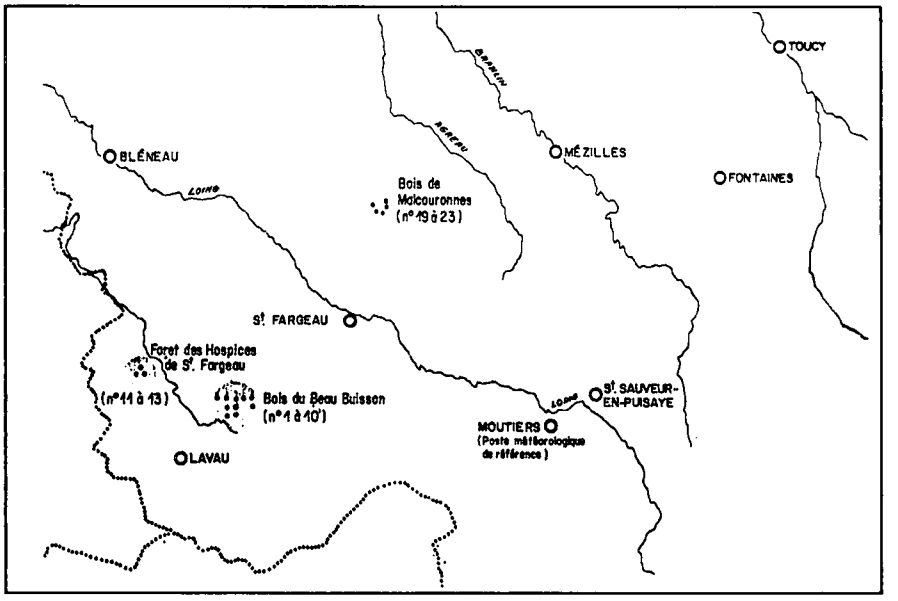


Figure 2 - Situation des piézomètres

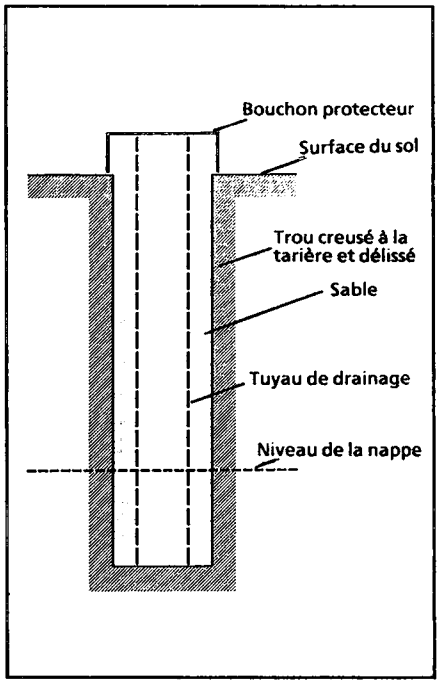


Figure 3 - Mode d'installation des tubes piézométriques

Il est à noter que, malgré la présence d'un manchon de sable, la plupart des piézomètres ont eu tendance à se reboucher partiellement (il s'avèrerait préférable d'ajouter un manchon de géotextile).

Observations hors période de végétation du 11 mars au 27 avril (1ère à la 8ème semaine)

Cette période a été retenue pour effectuer des comparaisons entre les points d'observation, en raison de l'influence négligeable du peuplement sur l'évolution des nappes (absence d'effet de «pompe» par évapotranspiration; il faut néanmoins noter que la fin de la période prise en compte correspond à la montée en sève des arbres et au début du débourrement).

Deux critères ont été étudiés :
– la profondeur minimale (Ymin) atteinte par la nappe après un épisode très pluvieux; pour

la plupart des points, le minimum est atteint le 30 mars (4ème semaine), les précipitations relevées à Moutiers s'élèvent à 57 mm durant la quinzaine précédente;
– un indice de drainage (Id) voisin de ceux pris en compte dans d'autres études (Lévy, 1978 - Claude, 1986); dans le cas présent, il s'agit de la moyenne des cinq mesures effectuées du 30 mars au 27 avril (4ème à la 8ème semaine), période pendant laquelle toutes les nappes ont baissé de manière importante, du fait d'un épisode relativement sec (les précipitations relevées à Moutiers s'élèvent à 35 mm sur cette durée d'un mois).

En fonction de ces deux critères, il a été possible de distinguer deux grands types d'engorgement, dans lesquels certaines nuances sont perceptibles (tableau 2).

Tableau 2 - Tableau récapitulatif des observations piézométriques en Puisaye des plateaux

N° piézomètre	Unité stationnelle	Formation végétale	Type de sol	Ymin	Id	Type d'engorgement
3	P 10 a	Chênaie mixte acidiphile	Pseudogley acidé	13	20	
4	"	"	"	13	22	Ymin < 15 et Id < 22
8	"	"	"	13	19	
9	"	"	"	15	22	
10	"	"	"	14	22	Intense
13	"	"	"	12	18	(Ymin < 20
22	"	"	"	2	7	et Id < 30)
12	P 10 b	"	"	16	23	
21	"	"	"	16	31	22 < Id < 30
23	"	"	"	12	25	
2	P 7 a	Chênaie mixte - charmaie acidicline	Pseudogley peu désaturé	17	24	Intense (Ymin < 20 et Id < 30)
5	P 11 t	Chênaie sessiliflore acidiphile	Pseudogley acidé	21	30	30 < Id < 50
7	"	"	"	26	33	
14	P 11 a	"	"	22	29	Moyen
15	"	"	"	21	32	(20 < 40 et
18	"	"	"	37	51	30 < Id < 50)
19	P 7 t	Chênaie mixte - charmaie acidicline	Sol lessivé à pseudogley	27	38	
1	"	"	"	30	38	35 < Id < 50
6	"	"	"	36	46	
11	"	"	"	24	35	
16	P 8 a	Chênaie mixte - charmaie acidiphile	"	22	34	
20			"	25	39	
17	P 8 b	Chênaie sessiliflore charmaie acidiphile	"	22	34	Moyen (20 < 40 et 30 < Id < 50)

– engorgement intense (Ymin < 20, Id < 30); tous les sols sont de type pseudogley, les peuplements de type chênaie mixte sans charme, à l'exception du sous-type P7a;

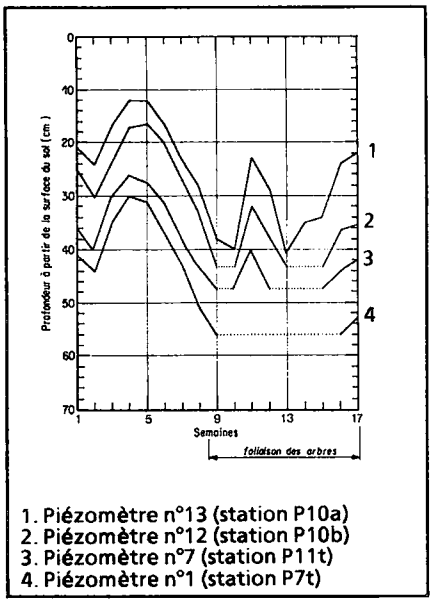
• pour le sous-type P10a, l'engorgement est le plus intense (Ymin < 15, Id < 22);

• pour les sous-types P10b et P7a, l'indice de drainage est un peu plus élevé (22 < Id <30);

– engorgement moyen (20 < Ymin < 40, 30 < Id < 50) : deux cas sont distingués :

• dans le type P11 (chênaie sessiliflore acidiphile), le sol est un pseudogley comparable à celui du type P10 sur le plan morphologique; c'est donc essentiellement l'analyse de la végétation qui a permis de distinguer l'intensité d'engorgement de P10 et P11 (la distinction des unités P11t et P11a semble moins pertinente que celle des unités P10 a et P10b; dans P11a, seul le piézomètre n°18 indique un drainage plus élevé);

• dans le groupe des chênaies-charmaies (P7t, P8a, P8b), l'indice de drainage est en moyenne un peu plus élevé que pour le type P11 (35 < Id < 50); il n'est pas possible de pousser plus loin l'analyse pour différencier P7t, P8a et P8b (ce dernier représenté par un seul point).



1. Piézomètre n°13 (station P10a)
2. Piézomètre n°12 (station P10b)
3. Piézomètre n°7 (station P11t)
4. Piézomètre n°1 (station P7t)

Figure 4 - Courbe de profondeurs hebdomadaires de nappe relevées sur quatre piézomètres représentatifs des quatre intensités d'engorgement mis en évidence sur le tableau 2 (NB. : le trait pointillé indique que le piézomètre est sec)

Observations en période de végétation du 27 avril au 26 juin (9ème à la 17ème semaine)

Cette fois-ci, le comportement des nappes est fortement influencé par le matériel ligneux sur pied (particulièrement plus important en chênaie-charmaie) (figure **4**). Pour cette raison, ces données n'ont fait l'objet que d'une analyse qualitative :

– en chênaie sans charme (types P10 et P11), les nappes se reforment presque systématiquement après deux épisodes pluvieux (11ème et 17ème semaines, avec plus de 35 mm enregistrés à chaque fois au poste de Moutiers dans la semaine qui précède), ce qui est à la fois la conséquence d'un mauvais drainage latéral (limons «battants», mauvais exutoires) et d'une «pompe» végétale modérée;

– en chênaie-charmaie (sous-type P7a, types P7 et P8), les nappes se reforment difficilement, résultat d'un drainage plus efficace et d'un matériel ligneux plus important.

Intérêt de la méthodologie

Cette étude a permis d'aboutir à une mesure des intensités d'engorgement se manifestant dans différentes unités stationnelles de Puisaye des plateaux; il apparaît a posteriori une relative homogénéité de ces unités vis-à-vis de ce facteur de contrainte édaphique. Ceci montre (tout au moins dans le contexte étudié) la complémentarité des informations apportées par l'observation du sol et de la végétation, à partir desquelles la typologie forestière de cette région a été établie.

D'un point de vue pratique, ces données permettent d'établir un classement relatif des unités stationnelles en fonction de l'intensité d'engorgement, ou tout au moins de confirmer celui qui peut être déduit à partir duseul examen des descripteurs du milieu. Elles peuvent donc fournir à l'aménagiste une aide supplémentaire à la décision.

L'installation d'un tel réseau est simple à mettre en œuvre : matériel peu onéreux, rapidité de mise en place (une seule journée pour ces vingt-trois piézomètres); il convient cependant de porter la plus grande attention au choix des emplacements ainsi qu'à la répétition des observations (un minimum de trois à quatre piézomètres par unité stationnelle paraît souhaitable, ce qui n'a pu être réalisé dans la précédente étude). En outre, le suivi des mesures doit être très régulier et demande du temps (dix-sept demi-journées pour ce réseau); il n'est pas nécessaire que l'opérateur soit très qualifié. La période de mesure peut se limiter à l'hiver et au début du printemps (quatre mois environ). Sauf circonstances climatiques exceptionnelles, il est alors possible de calculer un indice de drainage sur un épisode de baisse de nappe bien marqué.

Une telle démarche ne se justifie que dans certains cas précis, notamment lorsque, sur de grandes surfaces, une typologie préalable s'avère insuffisante pour hiérarchiser les potentialités de stations hydromorphes.

Bibliographie

Becker M. 1972. Etude des relations sol-végétation en condition d'hydromorphie dans une forêt de la plaine lorraine. *Ann. Sci. forest.*, 30 (2), p. 143-182.

Claude J. 1986. Etude du comportement d'essences introduites sur sols à hydromorphe dans une forêt de la plaine lorraine et en Haute-Saône. Mémoire 3ème année ENITEF; *document INRA*, Champenoux, 141 p.

Girault D. 1988. Les stations forestières de la Puisaye. *CEMAGREF*, Nogent-sur-Vernisson, 246 p.

Lévy G. 1978. Nutrition et production de l'Epicea commun adulte sur sols hydromorphes en Lorraine : liaisons avec les caractéristiques stationnelles. *Ann. Sci. forest.*, 35 (1), p. 33-53.

Mise en valeur des taillis de châtaignier par le dépressage précoce

par C. Ginisty et M. Millot

La valorisation des taillis de châtaignier représente pour la forêt française un problème majeur ; il en existe en effet, d'après les chiffres de l'Inventaire Forestier National, près d'un million d'hectares (taillis simples et taillis des taillis sous futaie).

Traditionnellement coupés tous les 25-30 ans, ils ne produisent que des bois de faibles dimensions.

Des interventions sylvicoles (dépressages et éclaircies) permettent de concentrer la production ligneuse sur un nombre plus faible de tiges et d'augmenter la dimension et la qualité des bois récoltés.

Deux méthodes de mise en valeur existent :

• celle dite du «**taillis amélioré**», qui vise à produire vers 30 ans, grâce à une ou deux interventions destinées à réduire la densité, 1000 à 1500 tiges à l'hectare d'une circonférence moyenne de 70-80 cm.

Photo 1 - Taillis de châtaignier de 18 ans, après la deuxième éclaircie (placeau éclairci de Pompadour II, sept. 88) ***(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)***

On utilise plus particulièrement cette méthode :

– si le risque de roulure est important (défaut dans la structure du bois se manifestant par un décollement entre deux cernes d'accroissement, et observé plus fréquemment après 30 ans),

– si l'existence de débouchés locaux (piquets, merrains,...) permet d'écouler les bois produits ;

• **la conversion en futaie sur souche**, qui s'oriente plus vers une production de grumes de sciage ; en augmentant le nombre d'éclaircies, on souhaite produire, vers 40-50 ans, environ 200 tiges à l'hectare, d'une circonférence moyenne de 120 cm.

Cette technique est à réserver aux taillis sains (sans chancre) et réputés sans roulure.

Le dépressage consiste à éliminer entre la moitié et les deux tiers des brins. Les brins conservés sont ceux qui présentent les meilleures caractéristiques (bonne vigueur, bonne rectitude de la tige, houppier équilibré). En pratique, l'opération se réalise le plus souvent manuellement à la serpe ou à la tronçonneuse, elle peut, comme nous l'avons réalisée dans les essais, se faire chimiquement par dévitalisation. En sève ascendante, on badigeonne au pinceau sur 50 cm l'écorce des brins à détruire avec un mélange de fuel et de phytocide ; le brin touché meurt progressivement dans le courant de l'année.

On utilise le terme **dépressage** pour des opérations effectuées sur des taillis dont la dimension moyenne des brins est inférieure à 5 cm de diamètre, le terme **éclaircie** pour des opérations portant sur des bois plus gros (les produits de l'éclaircie ont une utilisation possible, ceux du dépressage sont abandonnés sur place).

En 1982 et 1983, la division «Techniques forestières» du groupement de Nogent-sur-Vernisson du CEMAGREF a installé trois dispositifs expérimentaux, dans le but d'étudier l'influence sur la croissance et le développement des taillis, de l'âge au moment de la première intervention (5, 12 et 19 ans), du mode d'intervention (coupe à la serpe ou à la tronçonneuse, dévitalisation chimique) et de l'intensité des interventions (nombre de tiges enlevées).

Le taillis, de par son origine et sa structure, est un système complexe, difficile à étudier (nombre important de cépées, plusieurs brins par cépée, apparition de rejets après coupe, mortalité de brins,...) ; aussi, les réactions aux interventions sylvicoles sont peu prévisibles. De ce fait, les essais installés ont plutôt un caractère exploratoire.

La présente note a pour objectif de présenter les essais et de proposer des solutions techniques.

Présentation des essais et résultats

L'essai Pompadour I

Le dispositif

Installé en forêt domaniale de Pompadour (Corrèze) en janvier 1983 sur un **taillis de 4 et 5 ans**, il est constitué de six placettes de 24 ares chacune (zone centrale de 15 ares entou-rée d'une zone d'isolement périphérique de 9 ares) : deux placettes sont dépressées manuellement à la serpe, une est dépressée chimiquement, les trois autres placettes sont conservées en témoin sans intervention.

Les dépressages ont été faits en plein, avec comme objectif de favoriser les francs-pieds (issus de semis naturels) et de dégager les rejets d'avenir d'une cépée, en enlevant entre un brin sur deux, voire deux brins sur trois dans chaque cépée.

Le taillis

Le taillis est un mode de traitement sylvicole qui repose sur la faculté qu'ont certaines espèces feuillues de produire, après avoir été coupées rez-terre, des rejets. L'ensemble des rejets ou brins produits par une même souche constitue une cépée.

Photo 2 - Brin de châtaignier traité au trichlopyr, nécrose de l'assise cambiale ***(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)***

Tableau 1 - Evolution du nombre de brins, des diamètres et des hauteurs dans l'essai Pompadour I

Numéro de placette	Modalité	Nombre de brins/ha				Diamètre*		Hauteur dominante (m)	
		en 1982			en 1987				
		avant dépressage	enlevés	après dépressage		Moyen 1982	(cm) 1987	1982	1987
1	Dépressage manuel	15.075	8.800 (58 %)	6.275	5.600	2,5	5,8	6,0	10,4
2	Témoin	12.800	0	12.800	5.500	2,5	6,2	5,9	10,7
3	Dépressage chimique	20.925	15.975 (45 %)	5.600	5.300	2,2	5,5	5,5	9,7
4	Témoin	17.050	0	17.050	8.275	2,2	5,2	5,1	10,0
5	Dépressage manuel	21.275	13.300 (63 %)	7.975	7.275	2,5	5,2	6,1	9,9
6	Témoin	20.800	0	20.800	8.000	2,7	6,1	6,9	11,6

* Diamètre calculé d'après l'inventaire en plein de 1982 (avant éclaircie) et de 1987 sur quatre placeaux de sondage de 1 are par placette

Le suivi, les résultats

Le suivi consiste en :

– l'inventaire en diamètre, à la hauteur 1,50 m, des brins de quatre placeaux de sondage de 1 are, choisis de façon systématique dans la zone centrale de la placette (seuls les brins de plus de 2 m sont inventoriés),

– le suivi en hauteur dominante (la hauteur dominante étant définie comme étant la moyenne des hauteurs des dix plus gros brins régulièrement répartis sur la zone centrale),

– le suivi individuel en diamètre des brins de dix cépées dominantes dans chaque placette, les cépées dominantes étant les cépées contenant les brins dominants définis ci-dessus.

Les mesures ont été réalisées au printemps 1983 (avant et après intervention), puis en automne 1985 et 1987 (photo 2).

Les résultats présentés au tableau **1** sont complétés par la figure **1** (évolution du nombre de brins) et la figure **2** (évolution du diamètre moyen des brins des cépées dominantes).

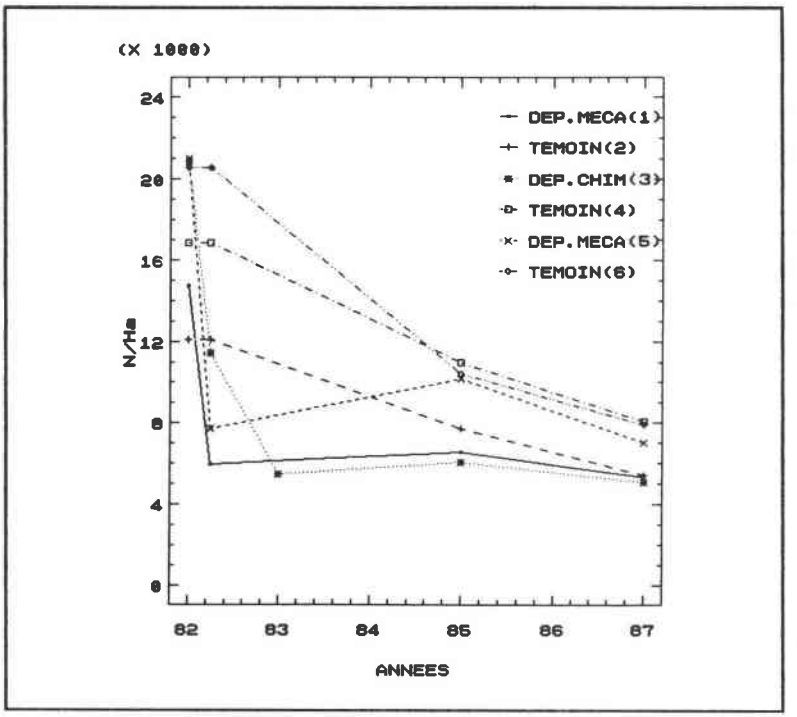


Figure 1 - Pompadour I - Evolution du nombre de brins à l'hectare (N/ha)

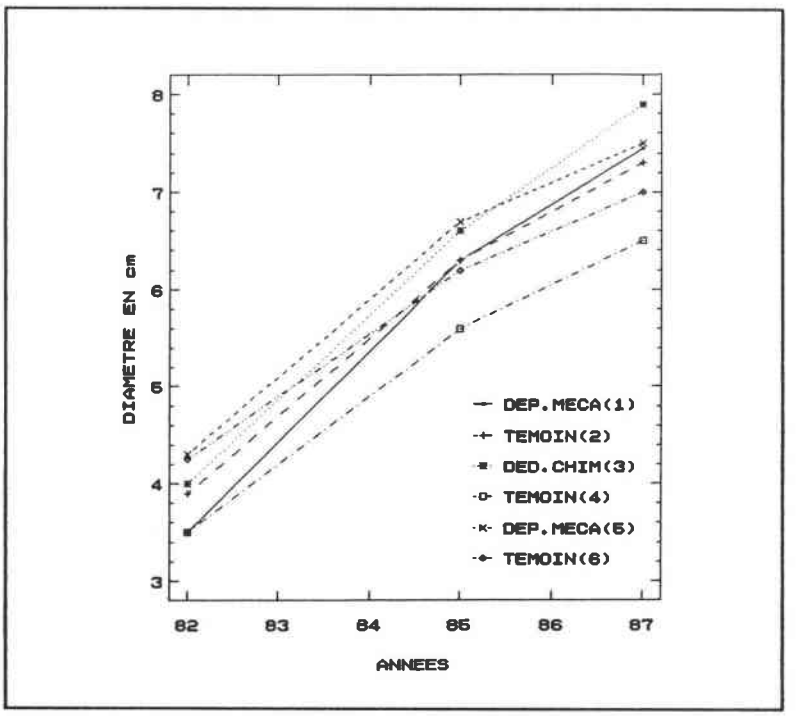


Figure 2 - Pompadour I - Evolution des diamètres entre 1982 et 1987 (en cm) (brins des cépées dominantes)

L'essai Pompadour II

Le dispositif

Installé dans la même forêt de Pompadour sur un **taillis de 12 ans**, il comporte quatre placettes de 20 ares (zone centrale de 12 ares et zone d'isolement périphérique de 8 ares).En juin 1983, deux placettes ont été éclaircies chimiquement, les deux autres conservées comme témoin, constituant ainsi un dispositif à deux modalités, deux répétitions. Cherchant à favoriser les beaux brins, la dévitalisation a touché en moyenne deux à trois brins par cépée (soit près de 50 % du peuplement présent avant éclaircie).

Le suivi, les résultats

L'essai a fait l'objet du même type de suivi que Pompadour I avec inventaire en plein en diamètre (sur toute la zone centrale ; diamètre précomptable 4 cm), mesure des hauteurs dominantes et suivi individuel des cépées dominantes (dix par placette) (photos **1**, **3** et **4**).

Les résultats sont présentés au tableau **2**.

Photo 3 - Cépée d'un taillis de 10 ans (Pompadour II avant intervention, mars 1983) *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Photo 4 -Taillis de châtaignierde 18 ans non éclairci (placeau témoin de Pompadour II, sept. 88) *(CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson)*

Tableau 2 - Evolution du nombre de brins, des diamètres et des hauteurs dans l'essai Pompadour II

Numéro de placette	Modalité	Nombre de brins/ha				Diamètre*		Hauteur dominante (m)	
		en 1982			en 1987				
		avant éclaircie	enlevés	après éclaircie		Moyen 1982	(cm) 1987	1982	1987
1	Eclaircie chimique	7.141	2.892 (40 %)	4.250	3.259	6,4	9,7	11,4	13,7
2	Eclaircie chimique	6.658	3.558 (53 %)	3.100	2.675	6,6	10,7	11,4	13,7
3	Témoin	6.175	0	6.175	3.575	6,6	10,4	11,6	14,7
4	Témoin	7.167	0	7.167	3.708	6,5	10,2	10,8	14,3

* Diamètre calculé d'après l'inventaire en plein de 1982 (avant éclaircie) et de 1987 sur 12 ares par placette

La figure 3 donne l'évolution du nombre de brins à l'hectare sur chaque placette.

La figure 4 l'évolution du diamètre entre 1982 et 1987 (diamètre moyen des brins composant les cépées dominantes).

L'évolution de la hauteur dominante est illustrée figure 5.

L'essai de l'Hermitain

Cet essai a été installé en novembre 1984 en forêt domaniale de l'Hermitain (Deux-Sèvres) afin d'étudier, dans l'objectif de la transformation en futaie sur souche, l'effet de plusieurs intensités d'éclaircie après désignation d'arbres de place dans un taillis de 19 ans.

L'objet de l'essai est de mesurer l'effet d'une éclaircie tardive et de déterminer le meilleur maillage à adopter pour la désignation. La désignation d'arbres de place consiste à repérer, parmi les plus belles tiges du peuplement, entre 150 et 400 tiges bien réparties spatialement ; ces tiges sont destinées à devenir le peuplement final de la futaie et doivent bénéficier prioritairement des éclaircies ; ainsi dans cet essai, seuls les brins gênant les arbres de place ont été exploités (détourage).

Le dispositif

Il est composé de six placettes constituant deux blocs incomplets; le premier bloc comporte deux placettes de 27 ares : un témoin non éclairci et une placette éclaircie en détourant uniquement les arbres de place choisis à la maille de 5 x 5 m. Le deuxième bloc (placettes de 50 ares) est composé d'un témoin et de trois placettes éclaircies (désignation à 5, 7 et 9 m, puis détourage). Le tableau 3 donne les caractéristiques des interventions réalisées.

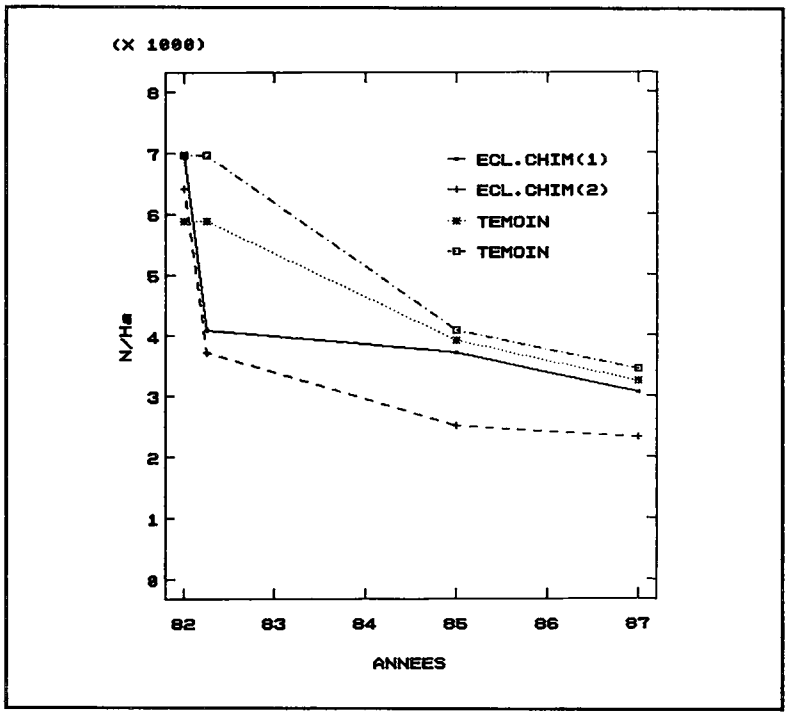


Figure 3 - Pompadour II - Evolution du nombre de brins à l'hectare (N/ha)

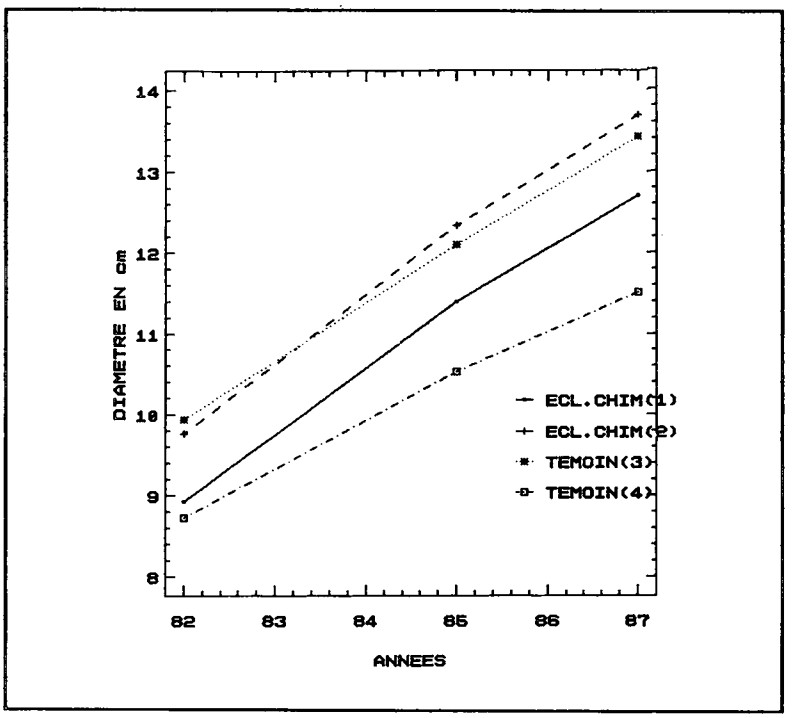


Figure 4 -Pompadour II - Evolution des diamètres entre 1982 et 1987 (en cm) (brins des cépées dominantes)

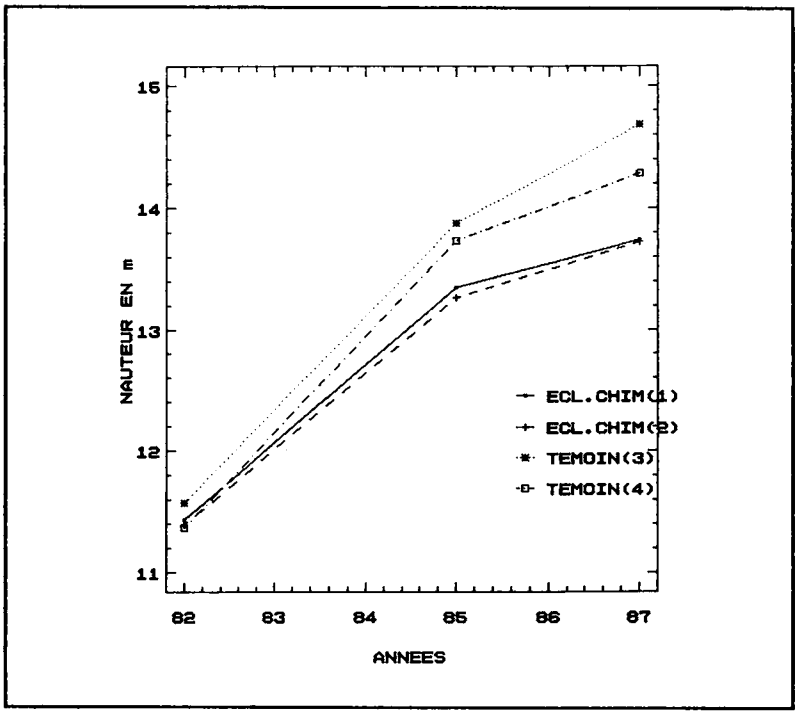


Figure 5 - Pompadour II - Evolution des hauteurs entre 1982 et 1987
(en m)
(brins dominants)

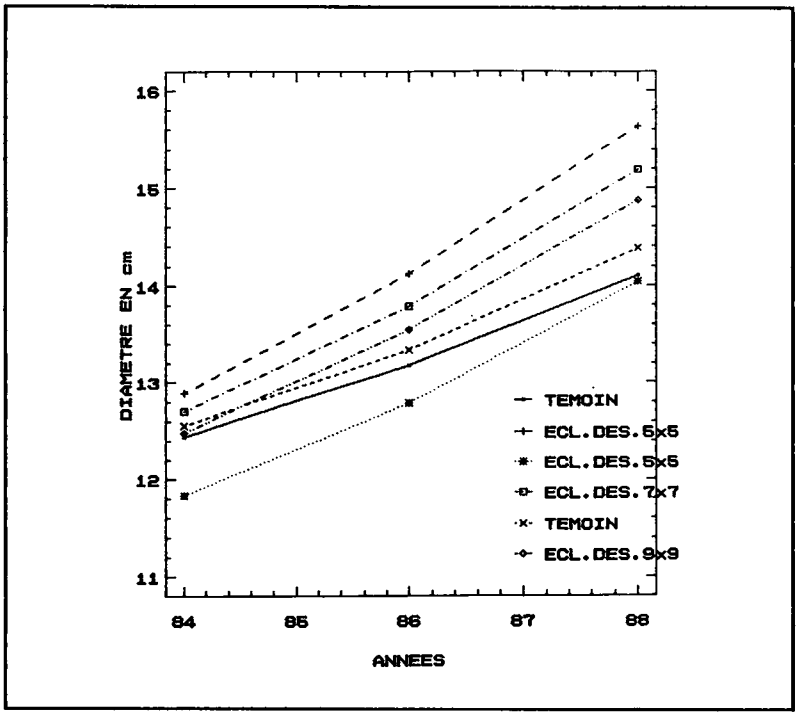


Figure 6 - L'Hermitain - Evolution des diamètres entre 1984 et 1988
(en cm)
(arbres de place)

Tableau 3 - Caractéristiques des interventions réalisées dans l'essai de l'Hermitain

Bloc	Placette	Modalité d'intervention	Nombre d'arbres de place à l'hectare	Nombre de brins/ha		Intensité	
				avant éclaircie	après éclaircie	globale (1)	locale (2)
1	1	Témoin	414	4.586	4.586	0 %	-
1	2	Désignation à la maille de 5 x 5 m et éclaircie	313	4.404	2.848	33 %	3,86
2	3	Désignation à la maille de 5 x 5 m et éclaircie	300	4.748	3.470	30 %	2,84
2	4	Désignation à la maille de 7 x 7 m et éclaircie	179	4.959	3.850	24 %	3,38
2	5	Témoin	186	4.877	4.877	0 %	-
2	6	Désignation à la maille de 9 x 9 m et éclaircie	111	4.623	3.778	21 %	3,32

(1) Nombre de brins enlevés en éclaircie/nombre de brins vivants avant éclaircie
(2) Nombre de brins enlevés en moyenne par arbre de place

Le suivi

Ont été réalisés depuis 1984, l'inventaire en plein en circonférence à 1,50 m avant et après éclaircie (1984), ainsi que le suivi individuel en circonférence des arbres de place (1984, 1986, 1988); une désignation fictive a été réalisée dans les placeaux témoins, afin d'avoir une population d'arbres témoins de référence. La figure **6** donne les courbes d'accroissement en diamètre à 1,50 m des arbres de place.

Discussion des résultats (mars 1989)

Pompadour I : dépressage manuel, chimique et témoin sur taillis de 4-5 ans.

Evolution du nombre de brins

L'évolution du nombre de brins montre que les placeaux témoins «bénéficient» d'une mortalité naturelle, alors que dans les placeaux dépressés manuellement à la serpe, il y a apparition de nouveaux rejets et, de façon paradoxale, la densité augmente. La placette dépressée chimiquement évolue de façon satisfaisante.

Accroissement en diamètre

Les différences d'accroissement en diamètre (au niveau individuel ou global) entre placeaux dépressés et témoins sont faibles. Cependant, entre modalités, des différences significatives existent, au seuil de 5% (test de Student), entre les accroissements en diamètre des tiges restantes en 1987 sur les cépées dominantes (figure **7**).

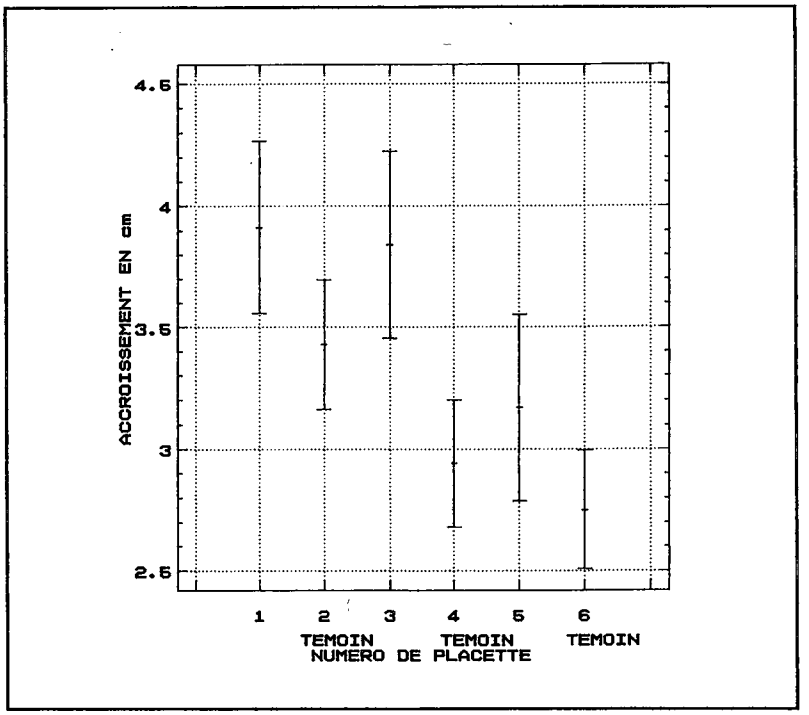


Figure 7 - Pompadour I - Accroissement en diamètre entre 1982 et 1987 (en cm) (intervalle de confiance 95 %)

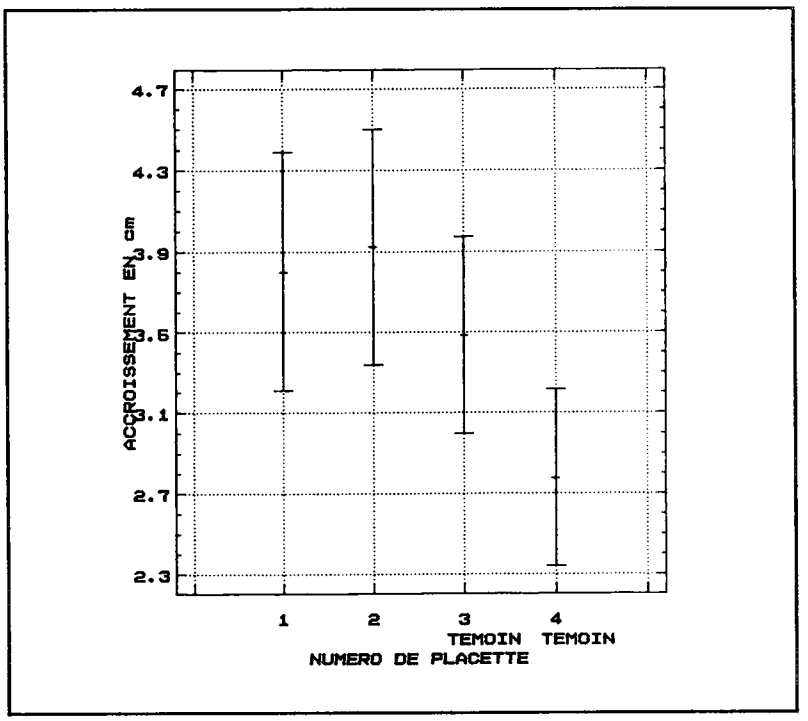


Figure 8 - Pompadour II - Accroissement en diamètre entre 1982 et 1987 (en cm) (intervalle de confiance 95 %)

Pompadour II : éclaircie chimique et témoin sur taillis de 12 ans.

Evolution du nombre de brins

Trois ans après l'intervention, l'effet de la mortalité naturelle observée dans le témoin est pratiquement équivalent à celui de l'éclaircie pratiquée dans la placette 1 ; l'éclaircie dans la placette 2, plus forte (56 % en nombre de tiges), reste en 1987 avec un nombre de tiges plus faible que les autres placettes.

Evolution des hauteurs

Les placettes éclaircies semblent accuser une baisse de croissance en hauteur (de l'ordre de 1 m), probablement liée à l'étalement des houppiers.

Accroissement en diamètre

L'accroissement moyen en diamètre varie selon les placettes de 2,8 à 3,9 cm sur 5 ans (soit 0,6 à 0,8 cm par an). L'effet des éclaircies est peu marqué ; les différences sont non significatives, au seuil de 5% (test de Student), sauf entre placettes 1- 2 et 4 (figure **8**). La régression de l'accroissement en diamètre entre 1982 et 1987 en fonction du diamètre en 1982 indique que l'accroissement est d'autant plus élevé que le diamètre est grand (formule : I = 0,54 D - 1,22; r = 79 %) ; la figure **9** donne la représentation graphique de cette régression (la régression a été faite sur les 51 brins des cépées dominantes des deux placettes éclaircies).

L'Hermitain : éclaircie sur taillis de 19 ans.

La réponse du peuplement à l'éclaircie est nette, sans pour autant être spectaculaire. L'accroissement en diamètre des arbres de place sur 4 ans (période 84-88) passe de 1,7 cm (placette témoin) à 2,7 cm (placette 2, éclaircie la plus forte). Il n'y a pas de différences significatives au seuil de 5% entre les résultats d'accroissement en diamètre des trois placettes éclaircies du bloc 2 (figure **10**).

*
* *

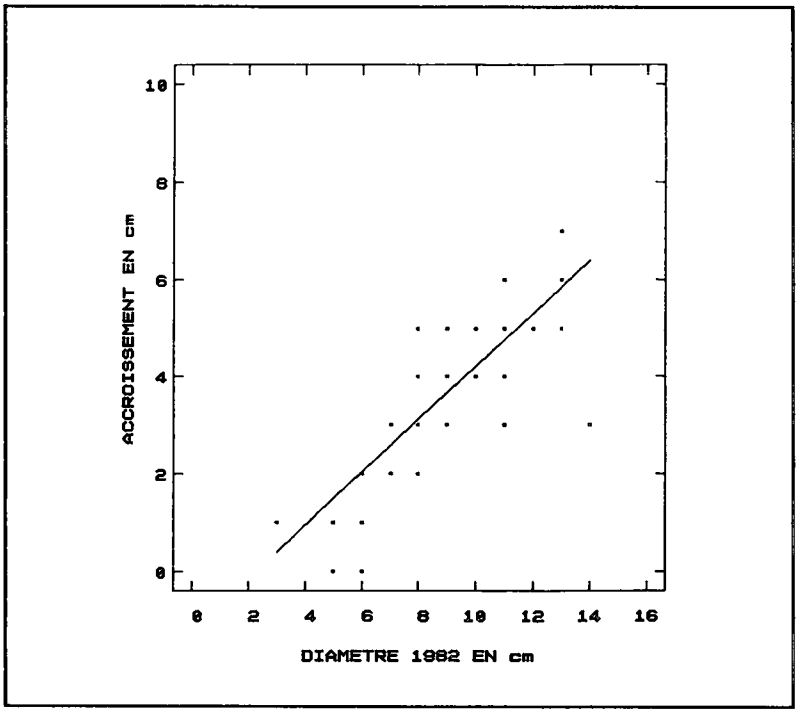


Figure 9 - Pompadour II - Accroissement en diamètre 1982-1987 en fonction du diamètre 1982 (en cm)

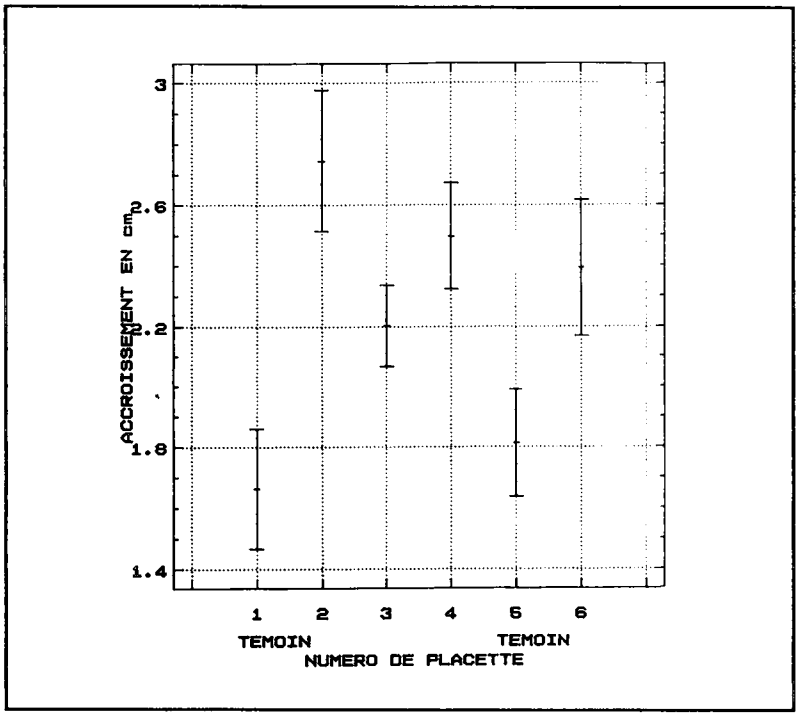


Figure 10 - L'Hermitain - Accroissement en diamètre entre 1984 et 1988 (arbres de place) (en cm) (intervalle de confiance 95 %)

A Pompadour I et Pompadour II, les différences éclaircie-témoin sur l'accroissement en diamètre sont de l'ordre de 1 cm sur 5 ans. En considérant l'évolution du nombre de brins à l'hectare, il apparaît que les éclaircies pratiquées ont seulement anticipé la mortalité naturelle, constatée, elle, dans les témoins. Cinq ans après, les densités en nombre de brins à l'hectare sont voisines. Aussi, on peut probablement qualifier les éclaircies pratiquées dans les deux dispositifs de Pompadour comme **trop faibles.** Néanmoins, même si ce critère n'a pas été mesuré, les tiges restantes après éclaircie sont mieux équilibrées (houppier ouvert, large) que les brins des témoins ; ces placettes éclaircies en 1984 supporteront probablement mieux les éclaircies suivantes, sans trop de risques de voir apparaître les gourmands.

Quant aux modalités d'éclaircie, on constate que ce sont les modalités «chimiques» qui donnent les meilleurs résultats relatifs (croissance en diamètre). L'explication avancée est la suivante : dans les dépressages manuels, faits à la serpe ou à la tronçonneuse, des rejets apparaissent dès la première année ; ceux-ci participent par la suite à la concurrence et l'effet de l'éclaircie est donc annihilé en partie. Avec le dépressage chimique, les brins touchés par le dévitalisant meurent progressivement ; la concurrence diminue sans provoquer de stress ; pratiquement aucun rejet n'apparaît. De plus, du point de vue économique, le dépressage chimique est moins coûteux que le dépressage manuel (2000 F/ha contre 3000-4000 F/ha). La technique à utiliser est décrite dans l'encart.

Le dépressage est à adapter à chaque situation

Prudence : l'opération de dépressage ne doit pas s'effectuer trop tôt ; il faut savoir attendre et profiter de la mortalité naturelle qui, de plus, facilite la pénétration dans le peuplement.

Energie : il faut, dans le cas de décisions d'interventions, opérer énergiquement en dépressage en restant bien sûr dans des limites raisonnables ; l'opération peut se faire par dévitalisation des brins ;

- Le schéma d'intervention proposé dans le cadre de la ***transformation en futaie sur souche*** est le suivant :

Intervention chimique sur taillis de 6-7 m (7-8 ans ?) ayant une densité de 5 à 10000 tiges vivantes. Dévitalisation de quatre brins sur cinq, pour arriver à une densité de l'ordre de 1000 à 2000 tiges/ha ; après quoi les interventions en éclaircie s'échelonneront à un rythme soutenu (5-7 ans) pour atteindre l'objectif de production de 200-250 tiges/ha vers 45 ans.

● Les interventions ***à d'autres stades*** (taillis de plus de 10 ans) peuvent s'envisager comme suit.

Pour des taillis âgés entre 10 et 15 ans, la première intervention sera plus faible (ramener la densité à 2.500 brins/ha) et on éclaircit ensuite à raison d'une opération tous les 5 ans.

Pour des taillis autour de 20 ans, deux solutions : tenter un rattrapage par désignation d'arbres de place et éclaircie prudente à leur profit ou au contraire, sans intervenir, attendre le rendement matière maximum (25-30 ans) et faire la coupe rase pour repartir sur un nouveau cycle.

● Enfin, de nombreux taillis ***trop pauvres***, d'un ensouchement ***trop vieux***, en station limite, ***à risque élevé*** de roulure ou d'état sanitaire non satisfaisant (*Endothia parasitica*) ne rentabiliseraient pas ces opérations. Il faut alors soit décider de «transformer» (par plantation), soit maintenir le taillis en essayant de valoriser au mieux la production, sans faire d'intervention sylvicole coûteuse.

Comment pratiquer le dépressage chimique

Le dépressage chimique a été réalisé, à l'époque de l'installation des essais, au moyen du 2, 4, 5-T, matière active dont la fabrication est aujourd'hui interdite ; des produits tels que le triclopyr (nom commercial Garlon 4EF) semblent pouvoir le remplacer avec la même efficacité. La technique consiste à badigeonner au pinceau, sur 50 cm de hauteur, l'écorce des brins à dévitaliser, avec un mélange produit phytocide-fuel dans les proportions suivantes : 25 à 30 g de matière active (triclopyr) dans 10 l de fuel. L'opération doit impérativement s'effectuer en montée de sève, soit du début mai à la mi-juin ; il convient d'éviter les risques de pluie sous 24 heures pour qu'il n'y ait pas lessivage du produit. Il semble que les plus grosses tiges (diamètre > 10 cm) peuvent être utilement griffées (ou entaillées) pour faciliter la pénétration du produit jusqu'à l'assise cambiale.

Cette technique de dévitalisation est également utilisée, notamment en Limousin, pour détruire les rejets de châtaignier dans les plantations résineuses.

Bibliographie

– IDF.1984.«Les taillis de châtaignier». *Bulletin de la vulgarisation forestière*, n° 22, dossier détachable, 19 p.

– IDF. 1987.«Châtaignier : vers la production de bois d'œuvre». *Bulletin de la vulgarisation forestière*, n° 44, numéro spécial, 64 p.

– Comptes rendus des réunions du groupe de travail «châtaignier à bois» de l'Institut pour le développement forestier (IDF).

IV - NOTES - POINTS DE VUE

LA CROISSANCE EN PEPINIERE DU SAPIN DE CEPHALONIE (ABIES CEPHALONICA LOUD.). INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS NUTRITIONNELS ET PHYSIQUES

C. ARGILLIER, G. FALCONNET, P. BRAHIC et J. GRUEZ
Division Techniques Forestières Méditerranéenne
- Aix en Provence -

Le sapin de Céphalonie se caractérise par une longue période de végétation (augmentation régulière de la biomasse), mais par une période d'élongation réduite qui se traduit par une croissance en hauteur faible comparée à celle d'autres espèces de résineux. Cependant, certaines techniques de pépinières permettent d'améliorer sensiblement cette croissance, de développer la masse racinaire et d'obtenir, en deux années de culture, des plants qui peuvent être installés en boisement. Pour cela, on utilise un conteneur non contraignant pour les racines et d'un volume voisin de 500 cm^3. Le substrat de culture doit avoir une capacité de rétention en eau de 25 à 30 %, et une porosité suffisante pour favoriser le développement du système racinaire. L'équilibre entre l'air et l'eau dans le substrat doit pouvoir être maintenu facilement. Un mélange de 50 % de tourbe blonde et de 50 % de compost d'écorce de pin (granulométrie 5-15 mm) répond à ces exigences. D'autre part, la croissance des plants (hauteur et biomasse) est améliorée par une fertilisation minérale comprenant de l'azote sous forme ammoniacale et un conditionnement de culture hivernale hors-gel.

Introduction

Le sapin de Céphalonie qui présente une grande plasticité, une forte résistance à la sécheresse et à des gels hivernaux, est une essence bien adaptée aux zones montagneuses de la région méditerranéenne (étage supraméditerranéen). Toutefois, du fait de sa faible croissance en pépinière, il est généralement mis en place sur le terrain après au moins trois années de culture en conteneur, ce qui induit une mauvaise qualité du système racinaire des plants et un risque de dysfonctionnement physiologique (Gagnaire Michard *et al.*, 1980). Cette période, relativement longue, est nécessaire à l'obtention d'une taille suffisante pour éviter, sur le terrain, l'étouffement des plants par la végétation voisine.

Cette étude répond à la nécessité d'améliorer la qualité des plants produits, notamment en réduisant la durée d'élevage en conteneur, donc en améliorant la croissance. Nous avons étudié l'influence du volume du conteneur, du substrat de culture, du conditionnement hivernal et de différentes formes de fertilisation azotée sur la croissance et le développement du sapin de Céphalonie durant les deux premières années d'élevage. Dans les expériences décrites ci-après, nous nous sommes basés sur les résultats obtenus antérieurement sur le Cèdre (Guehl *et al.*, 1989).

Matériel et méthodes

Les graines de sapin de Céphalonie (*Abies cephalonica* Loud.) provenance Vytina (Grèce), sont mises en prégermination dans des sacs de tourbe humide à 4°C pendant un mois. Elles sont semées dans des conteneurs WM (Riedacker, 1978), au mois d'avril, selon les protocoles expérimentaux suivants.

Influence du volume des conteneurs

Le conteneur doit avoir un volume suffisant et une forme telle que les déformations racinaires (notamment les enroulements) ne puissent pas se produire (Riedacker, 1978). L'absence de fond est également un facteur important favorisant le cernage des racines. Dans ces expériences, en se basant sur des résultats antérieurs (Benoit de Coignac et Gruez, 1987; Gruez et Falconnet, 1989), nous avons utilisé des conteneurs WM d'un volume au moins égal à 490 cm^3. Les graines sont semées dans des conteneurs de 490, 590, 718, 774 et 832 cm^3 sur un substrat composé de 50 % de tourbe blonde et de 50 % d'écorce de pin compostée. Les plants sont élevés sous ombrière du semis jusqu'au mois de novembre, placés sous serre hors-gel pendant l'hiver, puis reconduits sous ombrière au printemps. La fertilisation est apportée chaque semaine par brumisation au cours de l'arrosage à raison de 5 m^2 de solution nutritive avec un équilibre N-P-K de 8-6,5-13 (Dynaflor). Le niveau hydrique du substrat est maintenu entre pF 1 et pF 1,5. L'évaluation des caractéristiques morphologiques des plants (hauteur, diamètre au collet) est effectuée à l'automne suivant la deuxième année de végétation sur 100 plants soit 20% de l'effectif.

Influence du substrat de culture

Le substrat doit présenter une porosité importante ménageant un bon équilibre entre l'eau et l'air (Rivière *et al.*, 1984). Une première étude réalisée sur le cèdre a conduit à la présélection de trois substrats dont les caractéristiques (pouvoir de rétention en eau et en air) semblent plus favorables à la croissance (Guehl *et al.*, 1989) que celles d'autres mélanges. Les graines sont semées dans des conteneurs de 590 cm^3, sur trois substrats composés de 50 % de tourbe blonde et soit de 50 % d'écorce de pin compostée, soit de 50 % d'argile expansée de granulométrie 3/8, soit de 50 % d'argile expansée de granulométrie 8/12. Ces plants sont élevés et contrôlés dans des conditions identiques à celles de l'expérience précédente.

Influence du conditionnement hivernal

Les graines sont semées dans des conteneurs de 490 cm^3, placés sous ombrière du semis jusqu'au début de l'hiver. Les plants sont alors divisés en trois lots. Un lot est mis hors gel sous serre dont la température varie entre 9°C et 21°C. Le second lot est placé à l'extérieur sous filet "antigel" (températures variant entre 6°C et 19°C). Le dernier lot est maintenu à l'extérieur sans aménagement ni protection. Au mois de mars, les plants des différents lots sont à nouveau regroupés à l'extérieur où ils sont élevés dans des conditions identiques à celles de la première année. Ils sont contrôlés comme dans les expériences précédentes.

Influence de la fertilisation azotée

Les graines sont semées et les plants cultivés sous serre, dans des conteneurs de 590 cm^3, sur substrat TE.

Ils sont arrosés par brumisation avec de l'eau déminéralisée. Les éléments fertilisants sont apportés manuellement sous forme de solutions nutritives 8-6,5-13 à 5 ‰ (Dynaflor) à raison de 2,5 l pour 210 plants, avec de l'azote sous forme nitrique ou ammoniacale, ou mixte (nitrate d'ammonium). Des mesures de l'évolution de la biomasse (après 48h de passage à l'étuve à 80°C), de la hauteur et du diamètre au collet sont effectuées régulièrement sur des plants de chaque lot (25 % de l'effectif soit 96 plants répartis sur trois blocs).

Résultats

Influence du volume du conteneur

Après deux années de culture, le volume du conteneur n'a pas d'effet significatif sur le diamètre au collet des plants des différents lots (tab. 1).

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre le volume du conteneur et la hauteur des plants (tab. 1).

En fin de seconde année d'élevage, le système racinaire a colonisé l'ensemble du conteneur. Nous observons alors une orthotropie des racines latérales initialement plagiotropes et un cernage de l'ensemble des racines à la base des conteneurs.

Les différences de hauteur des plants, observées entre les lots, ne peuvent s'expliquer ni par les différences de densité de conteneurs au m^2, ni par les différences d'apport de solution nutritive ou d'eau (tab. 1).

Tableau 1. Densité au semis, apport journalier d'eau ou de solution nutritive et caractéristiques morphologiques du sapin de Céphalonie après deux saisons de végétation, en fonction du volume du conteneur.

Volume du conteneur	Nombre de plants par m^2	ml de solution ou d'eau apportée par jour		Hauteur moyenne (cm)	Diamètre moyen (mm)
		par plant	par litre de substrat		
490	192	26	53	8,7 a	2,7 a
590	192	26	44	8,0 b	2,8 a
718	126	39,5	55	7,9 b	2,6 a
774	120	41,5	54	8,2 ab	2,8 a
832	120	41,5	50	7,0 c	2,7 a

Pour chaque colonne, les valeurs moyennes par traitements suivies de lettres toutes différentes indiquent une différence significative au seuil de 5 % pour le test de comparaisons multiples de Scheffe.

Influence du substrat de culture
Les caractéristiques morphologiques des sapins de Céphalonie élevés sur ces différents substrats sont présentées dans le tableau 2. L'effet du substrat n'apparaît que sur le diamètre des plants, qui est le plus élevé avec le mélange tourbe-écorce. De plus, ce substrat permet d'obtenir des lots de plants plus verts et plus homogènes que les deux autres substrats utilisés.

Tableau 2. Caractéristiques morphologiques du sapin de Céphalonie après deux saisons de végétation, en fonction du substrat de culture.

Nature du substrat	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)
Tourbe + c. d'écorce	7,2 a	2,4 a
Tourbe + arg. exp. 8/12	7,3 a	2,3 ab
Tourbe + arg. exp. 3/8	7,1 a	2,1 b

Pour chaque colonne, les valeurs moyennes par traitements suivies de lettres toutes différentes indiquent une différence significative au seuil de 5 % pour le test de comparaisons multiples de Scheffe.

Influence du conditionnement hivernal
Au printemps de la deuxième année d'élevage, lors du regroupement des lots, une accélération du débourrement des plants par le passage de l'hiver sous serre a été observée (tab. 3). Cette précocité peut s'expliquer par un réchauffement plus rapide du substrat.
Les mesures de la taille et du diamètre au collet effectuées au mois de septembre suivant la deuxième année de végétation, font également apparaître un effet significatif du conditionnement hivernal sur la croissance (tab. 3). Des températures hivernales plus basses semblent induire au printemps, une croissance en hauteur plus importante.

Tableau 3. Précocité du débourrement et caractéristiques morphologiques (après deux saisons de culture) du sapin de Céphalonie, en fonction du conditionnement hivernal.

Modalité	A. Céphalonica		% de plants débourrés le 15 avril
	Hauteur (cm)	diamètre (mm)	
Hiver serre	6,3 b	2,2 a	80,7
Hiver filet	7,9 a	2,3 ab	64,0
Hiver extérieur	7,3 a	2,0 b	51,0

Pour chaque colonne, les valeurs moyennes par traitements suivies de lettres toutes différentes indiquent une différence significative au seuil de 5 % pour le test de comparaisons multiples de Scheffe.

Influence de la fertilisation azotée

Hauteur

L'évolution de la hauteur des plants des trois lots pendant la première année d'élevage est présentée dans la figure 1. Elle est semblable quel que soit le type de nutrition azotée. La hauteur évolue rapidement de la levée (15 jours après le semis) jusqu'au 70ème jour de culture. Elle diminue ensuite et reste stable jusqu'à l'arrêt du mois de novembre. La première année de culture, les plants ont effectué 70 à 80 % de leur croissance en hauteur durant les deux premiers mois.

En début de culture, les plants fertilisés avec l'azote apporté sous forme de nitrate d'ammonium sont significativement plus grands que les plants des deux autres lots (fig. 1). En fin de période de croissance, 244 jours après le semis, seuls les plants élevés sur milieu nitrique sont significativement plus petits que ceux des autres lots.

Tableau 4. Effets de la fertilisation azotée sur la hauteur, le diamètre au collet et la matière sèche des parties aériennes et racinaires du sapin de Céphalonie après un an de culture.

	Hauteur (cm)	Diamètre (mm)	Matière sèche racines (g)	Matière sèche p. aériennes (g)
NO_3	3,06 b	1,60 a	0,200 a	0,132 b
NH_4	3,70 a	1,64 a	0,215 a	0,155 a
Mix.	3,92 a	1,57 a	0,212 a	0,136 b

Pour chaque colonne, les valeurs moyennes par traitements suivies de lettres toutes différentes indiquent une différence significative au seuil de 5 % pour le test de comparaisons multiples de Scheffe.

Diamètre

La forme azotée n'a pas d'effet sur ce caractère morphologique (tab. 4).

Biomasse

Quel que soit le type de fertilisation, et à l'inverse de la hauteur, la masse totale de matière sèche évolue régulièrement de la levée jusqu'à l'automne (fig. 2 et 3). Bien que les

différences ne soient pas significatives, la biomasse des plants élevés en solution ammoniacale est plus importante que celle des plants des autres lots, 7 mois après le semis (tab. 4).
Dans tous les traitements, la fraction racinaire de la matière sèche totale augmente beaucoup plus rapidement que la fraction aérienne (fig. 4). Elle représente 25 % de la matière sèche totale 50 jours après le semis et plus de 50 % lors de l'arrêt de la croissance en hauteur à l'automne.

Discussion et conclusions

La combinaison des deux éléments : conteneur et substrat, permet d'agir de façon importante sur le développement des plants.
Un volume de 490 cm^3 est suffisant pour obtenir, dans un substrat tourbe-écorce présentant une forte capacité de rétention en eau, 390 cm^3/l de substrat (2 fois plus forte que celle du mélange tourbe + argile expansée) et une porosité importante (80 à 90 %), un système racinaire peu déformé et bien développé. De plus, la maîtrise du niveau hydrique du substrat étant facilitée, il en découle une plus grande homogénéité des lots.
Nous n'avons pas observé de différences de hauteur entre les plants élevés sur les trois substrats testés, mais des mesures de la capacité photosynthétique et de l'efficience de l'eau seront effectuées. En effet, nous avons observé sur Cedrus atlantica, que l'utilisation du mélange de tourbe et de compost d'écorce apportait une amélioration significative de ces caractéristiques (Guehl *et al.*, 1989).

Compte tenu de leur grande porosité, le pouvoir tampon des substrats artificiels est très faible au niveau thermique. Cependant le stockage des plants sous serre n'apparaît pas nécessaire. Il a un effet dépressif sur la croissance malgré un débourrement précoce des plants. L'utilisation de filets "antigel", plus pratique et moins onéreuse, s'avère mieux adaptée aux exigences thermique du sapin de Céphalonie.

Avec une solution nutritive de type Coïc-Lesaint et aux doses que nous avons utilisées, NH_4 semble être, pour le sapin, une meilleure source d'azote combiné que NO_3. Ces résultats concordent avec ceux obtenus sur d'autres essences telles que l'Aulne (Troelstra *et al.*, 1985) et le Douglas (Van Den Driessche et Dangerfield, 1975).

Le sapin de Céphalonie a une croissance en hauteur très réduite et relativement limitée dans le temps. Cependant nous observons, en première année de culture, une augmentation régulière de la masse de matière sèche totale. Ceci s'explique, durant les deux premiers mois d'élevage, par le débourrement et la croissance aérienne, puis essentiellement par une augmentation de la proportion racinaire et par un épaississement de la tige. Le sapin de Céphalonie pourrait appartenir au groupe "A" des arbres présentant un antagonisme entre la croissance des parties aériennes et racinaires défini par Riedacker (1974). Des mesures, actuellement en cours sur les mêmes lots de plants en deuxième année d'élevage, permettront de préciser ces résultats.

L'utilisation de l'ensemble des techniques de culture décrites précédemment nous permet de produire en 2 années des plants d'une hauteur que nous obtenions auparavant en 3, voire 4 années (7 à 8 cm). Leur plantation est alors envisageable avec peu de risque d'enfouissement. Des boisements expérimentaux ont été installés dans différentes régions (Alpes du Sud et Corse) et feront l'objet d'un suivi.

Bibliographie

Benoit de Coignac G. et Gruez J., 1987.- Plants forestiers en conteneurs. Informations techniques du CEMAGREF, Cahier 67, pp 4.

Gagnaire-Michard J., Cavat C. et Bonicel A., 1980.- Variations des concentrations glucidiques dans les tiges induites par les déformations racinaires. *Ann. Rech. Sylvic., AFOCEL*, 255-271.

Gruez J. et Falconnet G., 1989.- Etude des malformations racinaires observées sur les plants forestiers élevés en conteneurs. Boisement de Montaren-Saint Médiers. *Compte Rendu de Travaux*, CEMAGREF Aix en Provence, pp 13.

Guehl J.M., Falconnet G. et Gruez J, 1989.- Caractéristiques physiologiques et survie après plantation de plants de *Cedrus atlantica* élevés en conteneurs sur différents types de substrats de culture. *Ann. Sci. For.*, 46, 1-14.

Riedacker A., 1974.- Rythmes de croissance et de régénération des racines. *C.R. du Groupe d'Etude des Racines*, Tome 2, 84-131.

Riedacker A., 1978.- Etude de la déviation des racines horizontales ou obliques issues de boutures de peuplier qui rencontrent un obstacle : applications pour la conception des conteneurs. *Ann. Sci.for.*, 35(1), 1-18.

Rivière L.M., Dartigues A. et Lemaire F., 1984.- Comment choisir un substrat ? *Hortiforum 1984*, Orléans, 13-16 septembre. Hortimat Ed., Culture hors-sol, St-Cyr-en-Val, 1-21.

Troelstra S.R., Van Dijk K. et Blacquière T., 1985.- Effects of N source on proton excretion, ionic balance and growth of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner : comparison of N fixation with single and mixed sources of NO_3 and NH_4. *Plant and Soil*, 84, 361-385.

Van Den Driessche R. et Dangerfield J., 1975.- Response of Douglas-fir seedlings to nitrate and ammonium nitrogen sources under various environmental conditions. *Plant and soil*, 42, 635-702.

Figure 1

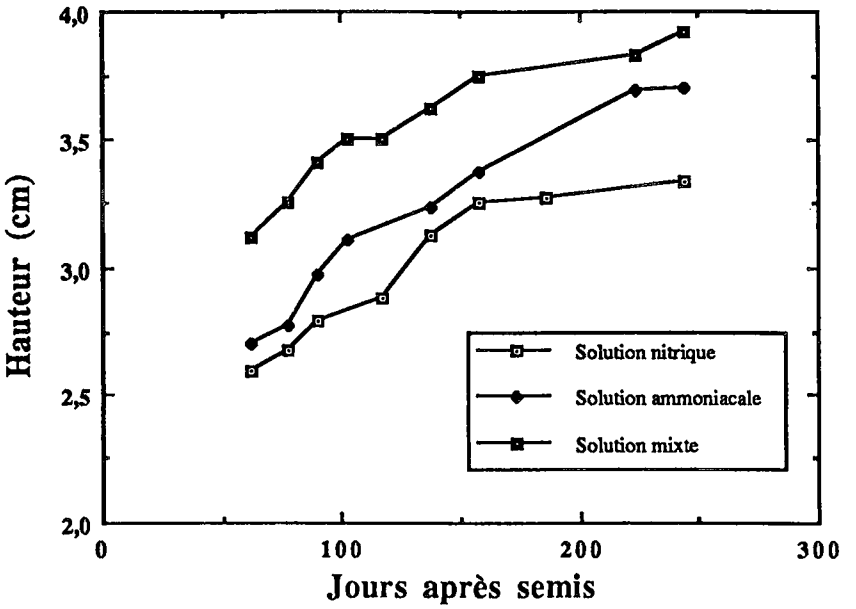


Figure 2

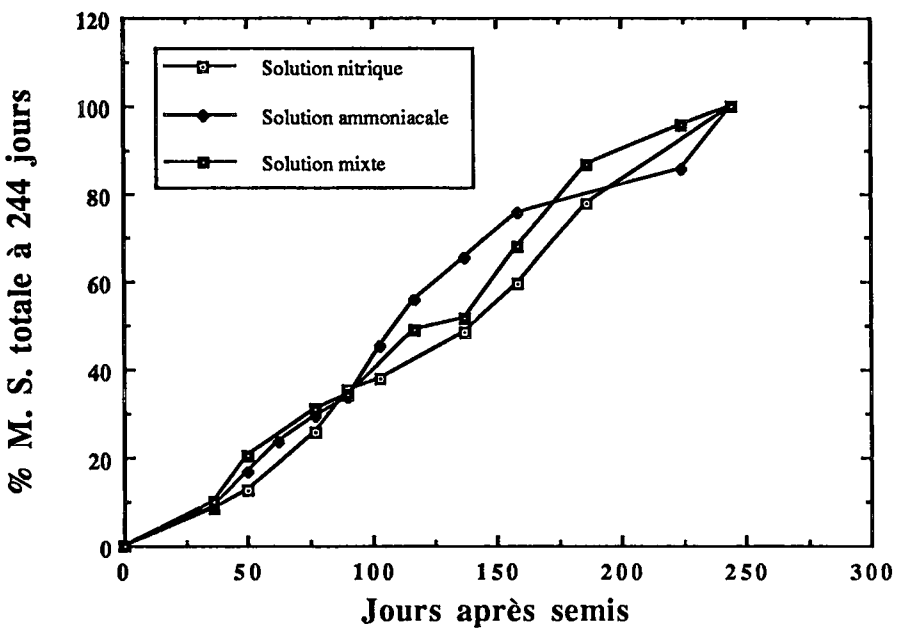


Figure 3a

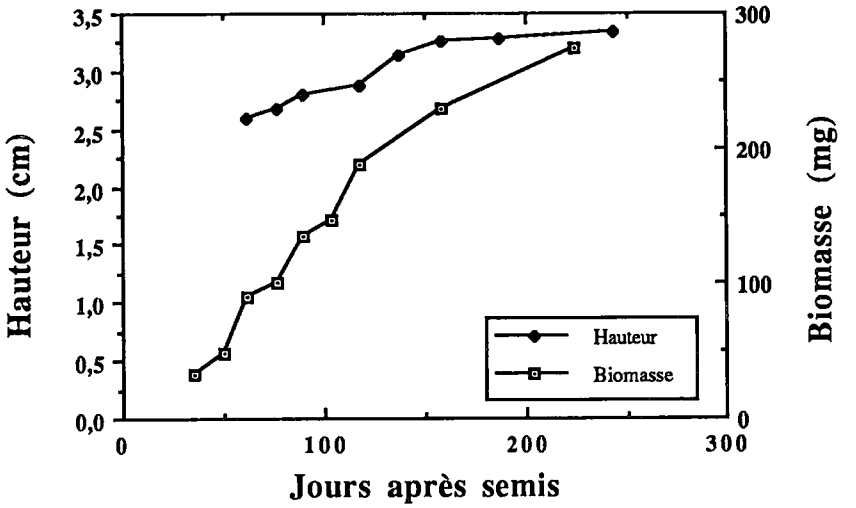


Figure 3b

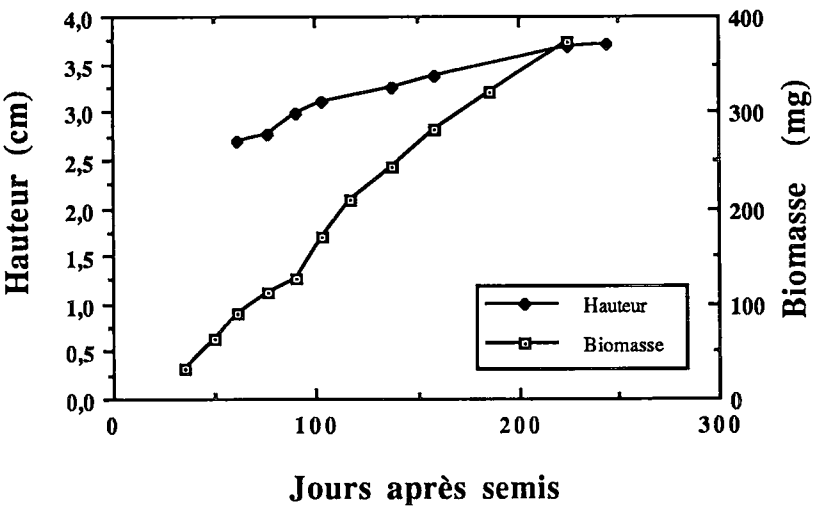


Figure 3c

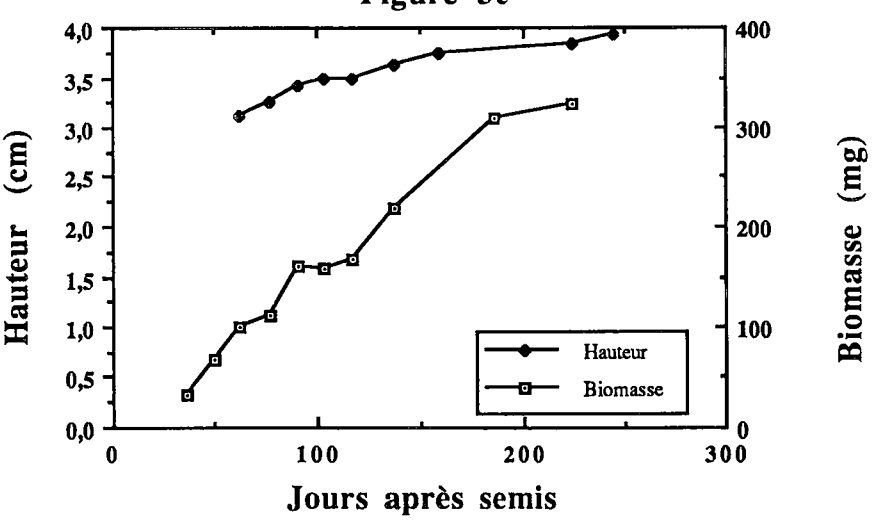


Figure 4a

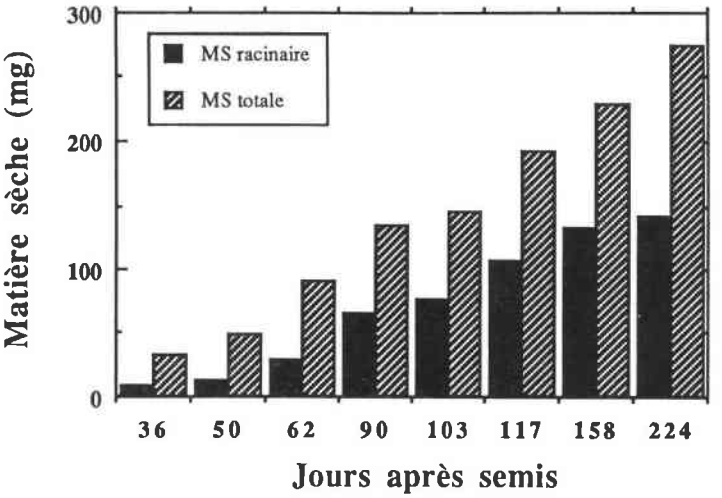


Figure 4b

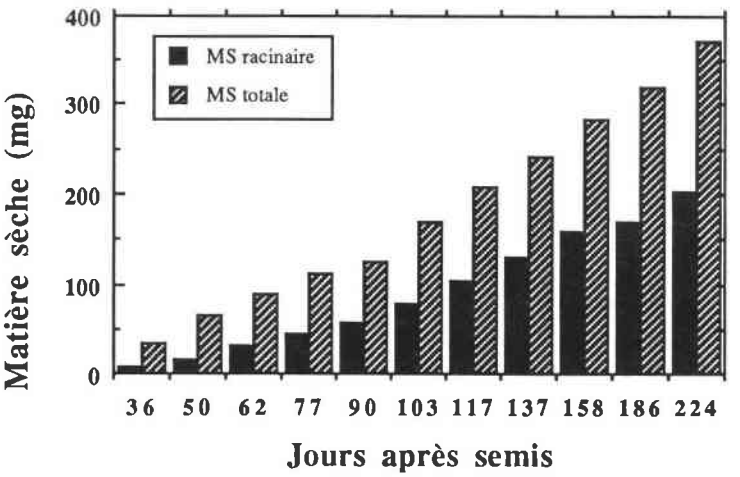
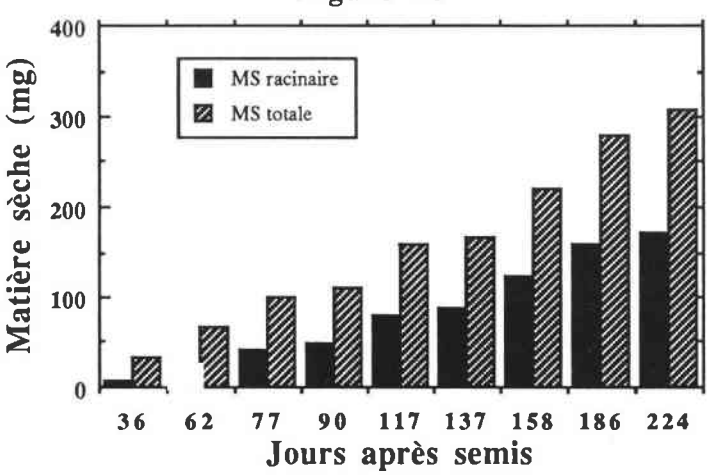


Figure 4c



PRISE EN COMPTE DU CLOISONNEMENT D'EXPLOITATION LORS DES PLANTATIONS RESINEUSES

R. CHEVALIER
Division Techniques Forestières
- Nogent sur Vernisson -

Le cloisonnement d'exploitation dans les jeunes plantations résineuses apparaît de nos jours comme une nécessité, aussi bien pour la rationalisation de la sylviculture que pour l'exploitation des produits.

A une époque où même les premières éclaircies systématiques en lignes deviennent coûteuses (en particulier pour les essences résineuses à bois rouge : pins, douglas, mélèzes), on peut douter de la nécessité de planter des lignes qui seront vouées à l'éclaircie systématique ou aux voies du cloisonnement.

En laissant à la plantation certains interlignes plus larges qui permettent le passage des engins de débardage (on parlera alors de précloisonnement), on peut intervenir sélectivement dès la première éclaircie et valoriser ainsi au maximum la qualité du peuplement.

Dans le cas où le précloisonnement n'est pas souhaitable, il demeure impératif de choisir à la plantation un espacement entre les lignes compatible avec la largeur souhaitée des voies du futur cloisonnement d'exploitation.

Le texte qui suit a pour objectif d'apporter des éléments de réponse permettant des choix adaptés à chaque cas de figure. La réflexion engagée s'appuie sur l'observation de nombreux peuplements résineux, elle essaie de concilier les impératifs concernant :
- les objectifs de la sylviculture (production de bois de qualité, limitation des risques de chablis),
- la réalisation de l'exploitation forestière, en particulier la phase du débardage.

I - PRECLOISONNEMENT D'EXPLOITATION

Le précloisonnement d'exploitation permet, par l'augmentation de l'espacement entre certaines lignes de plantation, le passage d'engins de débardage durant toute la vie du peuplement, sans avoir à exploiter des lignes entières.

1.1. Espacement des voies du précloisonnement
(voir figure 1)

L'espacement entre deux voies du précloisonnement peut s'exprimer en nombre d'interlignes. Afin de faciliter le débardage, les voies d'un précloisonnement doivent se répéter au moins un interligne sur quatre, l'écart (en mètres) entre deux voies du précloisonnement dépend alors de l'espacement entre les lignes de plantation et de la largeur des voies.

Compte tenu de cette limite d'un interligne sur quatre, nous disposons de quatre possibilités de répartition des voies du précloisonnement.

. Précloisonnement tous les interlignes

Il est implicite lorsque l'espacement entre les lignes de plantation est supérieur ou égal à la largeur permettant la pénétration des engins de débardage. Toutes les lignes de plantation sont directement accessibles depuis les voies du précloisonnement et les dégagements mécaniques peuvent s'effectuer en plein.

. Précloisonnement un interligne sur deux

Toutes les lignes de plantation sont directement accessibles depuis les voies du précloisonnement : il s'agit avec la précédente, de la meilleure disposition, celle qui optimise la manutention des bois lors des éclaircies. De plus, tous les arbres sont soumis au même état de concurrence intraspécifique. Cependant, les dégagements ne sont mécanisables qu'un interligne sur deux si l'espacement entre les lignes de plantation (E) est inférieur à la largeur nécessaire pour le passage du tracteur (2,50 à 3 m suivant le tracteur et l'encombrement du terrain).

. Précloisonnement un interligne sur trois

Seule la ligne médiane n'est pas directement accessible depuis les voies du précloisonnement ; cette ligne n'étant pas soumise au même état de concurrence que ses odeux voisines, elle risque d'être composée d'arbres de plus faible diamètre et ce d'autant plus que la première éclaircie tardera.

Les dégagements ne sont mécanisables qu'un interligne sur trois si l'espacement entre les lignes de plantation (E) ne permet pas le passage du tracteur.

. Précloisonnement un interligne sur quatre

Les deux lignes médianes ne sont pas directement accessibles depuis les voies du précloisonnement ; elles risquent d'être composées d'arbres de plus faible diamètre si la première éclaircie tarde.

Les dégagements ne sont mécanisables qu'un interligne sur quatre si l'espacement entre les lignes de plantation (E) ne permet pas le passage du tracteur.

Nous n'envisagerons pas les possibilités de précloisonnement tous les cinq, six ou sept interlignes, qui présentent l'inconvénient de faire augmenter rapidement le coût de la manutention des produits lors des premières éclaircies.

1.2. Largeur des voies du précloisonnement

La limite inférieure de largeur des voies du précloisonnement est définie par la largeur des engins de débardage que l'on prévoit d'utiliser.

Il semble qu'il ne faille pas descendre au dessous de 3,50 m et on doit surdimensionner si le terrain est perturbé (souches, rochers) ou si la pente est forte.

De plus, les branches sont plus vigoureuses dans les voies du précloisonnement, elles peuvent alors présenter une gêne supplémentaire pour la pénétration des engins.

La limite supérieure de largeur des voies du précloisonnement est déterminée par la baisse de qualité des arbres "de bordure"; on a observé que la grosseur des branches devient excessive et que la forme du tronc se dégrade fortement (en particulier pour les pins) lorsque cette largeur atteint 5 m. Nous proposons donc une limite supérieure de 4,50m.

Schématiquement, trois possibilités de largeur sont utilisables : 3,50 m, 4,00 m et 4,50 m. Remarquons que plus cette largeur est faible (3,50 m), plus les arbres de bordure ont une bonne forme mais moins les engins de débardage ont de marge de manoeuvre (problème de blessure des arbres).

1.3. Rapport entre la largeur des voies du précloisonnement et l'espacement entre (ou sur) les lignes de plantation.

Afin de ne pas obtenir des arbres aux houppiers trop dissymétriques et de ne pas induire un état de concurrence trop élevé sur la ligne de plantation (obligeant à des éclaircies plus précoces), il paraît raisonnable que le rapport entre la largeur des voies du précloisonnement et l'espacement entre (ou sur) les lignes de plantation ne soit pas supérieur à 1,75.

Les espacements minimums entre (ou sur) les lignes de plantation sont donc de :
- 2,00 m pour des voies du précloisonnement de 3,50 m de large
- 2,30 m pour des voies du précloisonnement de 4,00 m de large
- 2,60 m pour des voies du précloisonnement de 4,50 m de large

1.4. Différentes possibilités d'utilisation du précloisonnement.

Compte tenu des conditions énumérées ci-dessus, le tableau 1 donne les différentes possibilités d'utilisation du précloisonnement en fonction de la densité de plantation retenue.

Avec les bornes que nous nous sommes fixées, il est possible d'utiliser le précloisonnement pour une densité maximum de :
- 2110/ha pour une largeur des voies du précloisonnement de 3,50m
- 1600/ha pour une largeur des voies du précloisonnement de 4,00m
- 1250/ha pour une largeur des voies du précloisonnement de 4,50m

Etant donné qu'il évite l'exploitation de lignes entières, le précloisonnement d'exploitation permet de réduire légèrement la densité de plantation, tout en conservant la même valeur qualitative d'avenir que dans une plantation classique cloisonnée au moment de la première éclaircie. Le précloisonnement permet ainsi une diminution de densité d'environ 15 %. Dans le même sens, la première éclaircie pourra être légèrement différée.

D'autre part, le précloisonnement fournit des repères spatiaux qui facilitent et permettent de mieux contrôler des opérations telles que la désignation des arbres d'avenir ou le marquage des éclaircies.

II - CLOISONNEMENT D'EXPLOITATION

Le cloisonnement d'exploitation permet, par l'exploitation (généralement lors de la première éclaircie) de lignes entières à intervalle régulier, le passage d'engins de débardage dans le peuplement pendant tout le reste de sa vie.

Il est impératif d'agencer les espacements de plantation en tenant compte du cloisonnement futur.

Deux cas de figure se présentent :

- soit on prévoit des entretiens mécaniques de la plantation (dégagements), dans ce cas, au moins un interligne sur deux devra avoir une largeur suffisante pour permettre le passage d'un tracteur (2,50 m à 3 m suivant le tracteur utilisé et l'encombrement du terrain).

- soit on ne prévoit pas d'entretiens mécaniques et, dans ce cas, on n'est pas limité pour la largeur des interlignes de plantation.

2.1. Cas des plantations dont les entretiens sont mécanisables.

Espacement des voies du cloisonnement futur

Afin de limiter la manutention des produits lors des premières éclaircies, l'espacement entre deux voies du cloisonnement devra être au maximum de 15 mètres (d'axe en axe).

Largeur des voies du cloisonnement futur

Comme pour le cas du précloisonnement, nous retenons 3,50 m comme largeur minimum nécessaire pour le passage des engins de débardage.

Par contre, la limite supérieure peut être relevée car on ne risque plus de détérioration qualitative des arbres par des effets de bordure ; cependant, il n'est pas souhaitable que la largeur des voies du cloisonnement excède 6 m, afin de ne pas créer des "avenues" où le vent pourra s'engouffrer et où le couvert aura du mal à se refermer.

L'enlèvement à intervalle régulier d'une ligne de plantation devra donc conduire à l'ouverture de voies du cloisonnement dont la largeur est comprise entre 3,50 m et 6,00 m.

Rapport d'espacement entre et sur les lignes de plantation

Comme pour le cas du précloisonnement et pour les mêmes raisons, ce rapport ne doit pas excéder 1,75.

Différentes possibilités de prise en compte du cloisonnement dans les plantations dont les entretiens sont mécanisables (voir figure 2)

Compte tenu des conditions précédemment énumérées, on se reportera soit au tableau 2 avec l'utilisation d'espacements réguliers entre les lignes, soit au tableau 3 où deux espacements d'interligne en alternance permettent l'entretien mécanique d'un interligne sur deux.

Dans le premier cas, avec des interlignes de 2,50 m, la densité de plantation maximum permise est de 2670/ha, alors qu'elle atteint 3330/ha pour le second cas.

2.2. Cas des plantations dont les entretiens ne sont pas mécanisables.

Les conditions quant à l'espacement, à la largeur des voies du cloisonnement et au rapport d'espacement, restent les mêmes que dans le cas des plantations mécanisables.

En fonction de la densité de plantation, le cloisonnement futur enlèvera soit une ligne (tableau 4), soit deux lignes contiguës (tableau 5).

La densité de plantation ne pourra excéder 5710/ha avec l'enlèvement d'une ligne et 11900/ha avec l'enlèvement de 2 lignes.

III - CONCLUSION ET UTILISATION DES DIFFERENTS TABLEAUX

Nous venons de voir que la densité de plantation conditionne les possibilités de précloisonnement ou de cloisonnement.

Il n'est pas question ici de débattre des densités de plantation, et en aucun cas la prise en compte du cloisonnement ne doit orienter le choix des densités.

Pour l'utilisation des différents tableaux, le gestionnaire doit déterminer à l'avance :
- la densité de plantation,
- la largeur minimum des voies du cloisonnement en fonction du terrain et des engins de débardage qui pourront être utilisés (éventuellement engins combinés d'exploitation forestière),
- la largeur minimum permettant le passage de ses tracteurs, dans le cas où il envisage des entretiens mécaniques (en plein ou un interligne sur deux).

A partir de ces données, il convient d'entrer dans les différents tableaux en commençant par le tableau 1, et de s'arrêter au premier tableau compatible avec les exigences de la plantation (des exemples d'utilisation des tableaux sont donnés dans la figure 3).

Lorsque dans un même tableau, plusieurs dispositions sont possibles, on cherchera à se rapprocher le plus possible d'une forme régulière. Pour des raisons de clarté, les différents tableaux ne prennent pas en compte les cas où l'espacement sur la ligne est supérieur à celui entre les lignes, possibilités qui du reste présentent plus d'inconvénients que d'avantages.

On donnera toujours la préférence au précloisonnement (tableau 1) ; s'il n'est pas compatible avec les impératifs préalablement déterminés (densité, largeur des voies du précloisonnement, mécanisation des entretiens), on devra se reporter aux tableaux suivants en favorisant si possible la mécanisation des entretiens.

En conclusion, la géométrie d'une plantation doit être un compromis entre le rêve du sylviculteur et les contraintes de l'exploitant. Il est essentiel que ce choix soit bien réfléchi. Les lignes qui précèdent donnent des éléments de réponse, elles n'ont pas la prétention d'épuiser les bonnes solutions.

Tableau 1 - PRECLOISONNEMENTS D'EXPLOITATION

Densité de plantation (N/ha)	P (largeur préclois.) : 3,50 m					P (largeur préclois.) : 4,00 m						P (largeur préclois.) : 4,50 m					
	Espacements de plantation					Espacements de plantation						Espacements de plantation					
	e \ E	2,00	2,50	3,00	3,50	e \ E	2,30	2,50	3,00	3,50	4,00	e \ E	2,60	3,00	3,50	4,00	4,50
Préclois. tous les inter-lignes (plantation régulière)	2,00				1430	2,30					1090	2,60					850
	2,25				1270	2,50					1000	2,75					810
	2,50				1140	2,75					910	3,00					740
	2,75				1040	3,00					830	3,25					680
	3,00				950	3,25					770	3,50					630
	3,25				880	3,50					710	3,75					590
	3,50				820	3,75					670	4,00					560
	-					4,00					630	4,25					520
	-					-						4,50					490
Préclois. un inter-ligne sur deux	2,00	1820	1670	1540		2,30	1380	1340	1240	1160		2,60	1080	1030	960	900	
	2,25		1480	1370		2,50		1230	1140	1070		2,75		970	910	860	
	2,50		1330	1230		2,75			1040	970		3,00		890	830	780	
	2,75			1120		3,00			950	890		3,25			770	720	
	3,00			1030		3,25				820		3,50			710	670	
	-					3,50				760		3,75				630	
	-					-						4,00				590	
Préclois. un inter-ligne sur trois	2,00	2000	1760	1580		2,30	1520	1450	1300	1190		2,60	1190	1100	1000	920	
	2,25		1570	1400		2,50		1330	1200	1090		2,75		1040	950	870	
	2,50		1410	1260		2,75			1090	990		3,00		950	870	800	
	2,75			1150		3,00			1000	910		3,25			800	740	
	3,00			1050		3,25				840		3,50			750	690	
	-					3,50				780		3,75				640	
	-					-						4,00				600	
Préclois. un interligne sur quatre	2,00	2110	1820	1600		2,30	1600	1510	1340	1200		2,60	1250	1140	1030	930	
	2,25		1620	1420		2,50		1390	1230	1100		2,75		1080	970	880	
	2,50		1450	1280		2,75			1120	1000		3,00		990	890	810	
	2,75			1160		3,00			1030	920		3,25			820	750	
	3,00			1070		3,25				850		3,50			760	690	
	-					3,50				790		3,75				650	
	-					-						4,00				610	

avec P : largeur des précloisonnements (m)
e : espacement sur les lignes (m)
E : espacement entre les lignes (m)

Tableau 2 : CLOISONNEMENTS - ENTRETIENS MECANISABLES SUR TOUS LES INTERLIGNES

E \ e	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
2,50	2670	2500	2350	2220	2110	2000	1900	1820	1740	1670	1600					
2,75		2270	2140	2020	1910	1820	1730	1650	1580	1520	1450	1400	1350			
3,00				1850	1750	1670	1590	1520	1450	1390	1330	1280	1230	1190	1150	1110

avec e : espacement sur les lignes (m)
E : espacement entre les lignes (m)

TABLEAU 3 : CLOISONNEMENTS - ENTRETIENS MECANISABLES UN INTERLIGNE SUR DEUX

Em	e \ Enm	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60
2,50	1,50	3330	3250	3180	3100	3030	2960	2900	2840				
	1,60		3050	2980	2910	2840	2780	2720	2660				
	1,70			2800	2740	2670	2610	2560	2500				
	1,80				2580	2530	2470	2420	2360				
	1,90					2390	2340	2290	2240				
	2,00						2220	2170	2130				
	2,10							2070	2030				
2,75	1,60		2870	2810	2750	2690	2630	2580	2530	2480	2430		
	1,70			2640	2590	2530	2480	2430	2380	2330	2280		
	1,80				2440	2390	2340	2290	2240	2200	2160		
	1,90					2260	2220	2170	2130	2080	2040		
	2,00						2110	2060	2020	1980	1940		
	2,10							1960	1920	1890	1850		
	2,20								1840	1800	1770		
	2,30									1720	1690		
3,00	1,80				2310	2270	2220	2180	2140	2100	2060	2020	1980
	1,90					2150	2110	2060	2020	1990	1950	1910	1880
	2,00						2000	1960	1920	1890	1850	1820	1790
	2,10							1870	1830	1800	1760	1730	1700
	2,20								1750	1720	1680	1650	1620
	2,30									1640	1610	1580	1550
	2,40										1540	1520	1490
	2,50											1450	1430
	2,60												1370

avec - Enm : largeur des interlignes non mécanisables (m)
- Em : largeur des interlignes mécanisables (m)
- e : espacement sur les lignes (m)

Tableau 4 : CLOISONNEMENTS ENLEVANT UNE LIGNE - ENTRETIENS NON MECANISABLES

E \ e	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
1,75	5710	5190	4760	4400	4080	3810	3570	3360				
1,80		5050	4630	4270	3970	3700	3470	3270	3090			
1,90		4780	4390	4050	3760	3510	3290	3100	2920	2770		
2,00			4170	3850	3570	3330	3130	2940	2780	2630	2500	
2,10			3970	3660	3400	3170	2980	2800	2650	2510	2380	2270
2,20				3500	3250	3030	2840	2670	2530	2390	2270	2160
2,30					3110	2900	2720	2560	2420	2290	2170	2070
2,40					2980	2780	2600	2450	2310	2190	2080	1980

avec e : espacement sur les lignes
E : espacement entre les lignes

Tableau 5 : CLOISONNEMENTS ENLEVANT DEUX LIGNES CONTIGUES - ENTRETIENS NON MECANISABLES

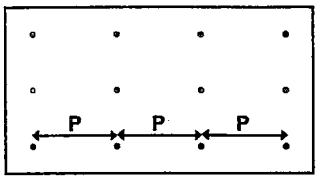
E \ e	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70
1,20	11900	10420	9260	8330	7580	6940					
1,30		9620	8550	7690	6990	6410	5920				
1,40		8930	7940	7140	6490	5950	5490	5100			
1,50			7410	6670	6060	5560	5130	4760	4440		
1,60				6250	5680	5210	4810	4460	4170	3910	
1,70				5880	5350	4900	4520	4200	3920	3680	3460

avec e : espacement sur les lignes
E : espacement entre les lignes

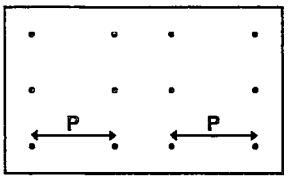
Figure 1 :

POSSIBILITÉS DE RÉPARTITION DES VOIES DU PRÉCLOISONNEMENT D'EXPLOITATION

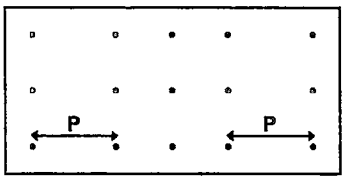
P = précloisonnement



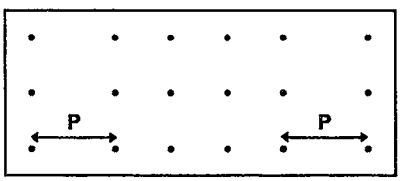
Précloisonnement tous les interlignes (implicites)



Précloisonnement 1 interligne sur 2



Précloisonnement 1 interligne sur 3

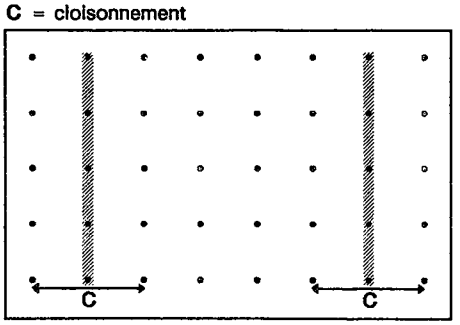


Précloisonnement 1 interligne sur 4

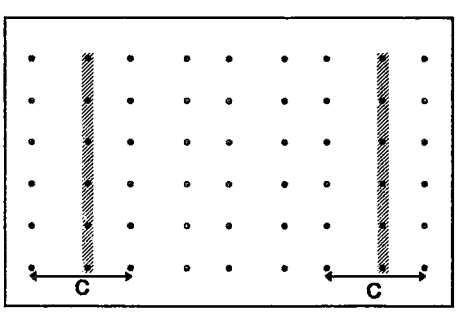
Figure 2 :

POSSIBILITÉS DE RÉPARTITION DES VOIES DU CLOISONNEMENT D'EXPLOITATION, PLANTATIONS DONT LES ENTRETIENS SONT MÉCANISABLES

C = cloisonnement



cas 1 : espacement régulier des interlignes

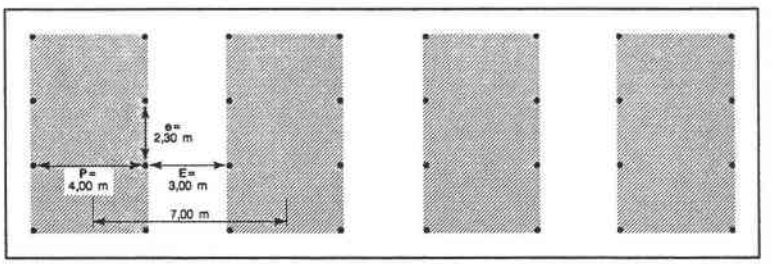


cas 2 : 2 espacements d'interligne en alternance

Figure 3 :
EXEMPLES DE PRISE EN COMPTE DU CLOISONNEMENT D'EXPLOITATION LORS DE LA PLANTATION

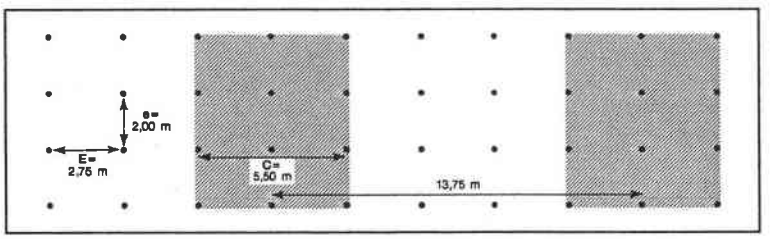
1er exemple : plantation de douglas à environ 1250 /ha, largeur de cloisonnement nécessaire : 4,00 m, entretiens mécanisables (E nécessaire : 2,50 m)

Tableau n° 1 : 1240 /ha avec P 1/2 = 4,00 m, E = 3,00 m et e = 2,30 m



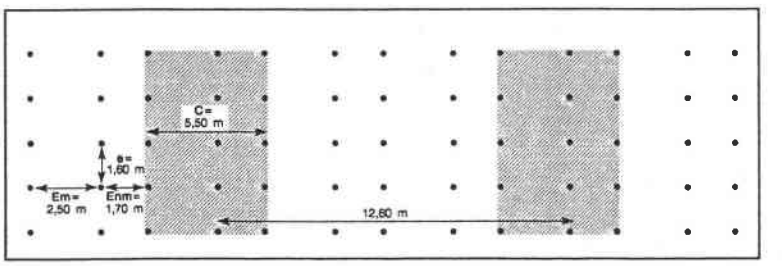
2e exemple : plantation de pin laricio à environ 1820 /ha, largeur de cloisonnement nécessaire : 4,00 m, entretiens mécanisables (E nécessaire : 2,50 m)

Tableau n° 2 : 1820 /ha avec E = 2,75 m et e = 2,00 m



3e exemple : plantation de pin sylvestre à environ 3000 /ha, largeur de cloisonnement nécessaire : 4,00 m, entretiens mécanisables (E nécessaire : 2,50 m)

Tableau n° 3 : 2980 /ha avec Em = 2,50 m, Enm = 1,70 m et e = 2,30 m



BIBLIOGRAPHIE

- **CENTRE TECHNIQUE FORESTIER**
Le cloisonnement.
Note technique n° 17 - Division : Sylviculture et aménagement des forêts - 1971, 13 p.

- **INSTITUT POUR LE DEVELOPPEMENT FORESTIER**
Le cloisonnement.
Forêt entreprise n° 35, avril-mai 1986, pp. 11 à 39.

- **ROTARU Cicéron**
Exploitation des premières éclaircies résineuses. Coûts d'exploitation et incidence du pas de cloisonnement sur ces coûts.
Publication CTBA, février 1987, 141 p.

Cloisonnement dans une plantation de pin Laricio

BALIVAGE DU MERISIER : RESULTATS DE DEUX ESSAIS MENES EN REGION CENTRE

C. GINISTY et M. MILLOT
Division Techniques Forestières
- Nogent sur Vernisson -

Depuis une dizaine d'années, le merisier, feuillu dit noble ou précieux, a déclenché dans le monde forestier un certain engouement. Sa rareté, sa capacité à croître rapidement, sa haute valeur technologique, le prix élevé de son bois, tous ces atouts ont amené les forestiers à essayer de gérer correctement le potentiel existant (notamment par balivage) et à en accroître l'importance (par plantation).

La division "Techniques Forestières" du CEMAGREF, Groupement de Nogent-sur-Vernisson, a décidé d'étudier plus particulièrement comment on pouvait tirer parti du potentiel existant dans les taillis et taillis-sous-futaie ; elle a donc installé à l'automne 1983, deux placettes sylvicoles sur des peuplements riches en baliveaux de merisier, une dans le massif forestier de Marchenoir (41), la seconde, sur la commune de Meslay (41). Chacune des placettes a fait l'objet fin 1983 d'une intervention sylvicole en faveur des plus belles tiges avec comme objectif d'obtenir à terme, une futaie peu dense de merisier. Ces opérations s'apparentent au "balivage intensif" de l'IDF.

Les interventions ont été finement quantifiées et les brins de merisier suivis annuellement en circonférence.

Nous nous proposons dans cet article de décrire les expérimentations, d'en présenter les résultats et de les discuter.

I - LA PLACETTE DE MESLAY (41)

1.1. Description

La placette est située sur la commune de Meslay (à proximité de Vendôme, Loir et Cher). En 1983, le peuplement est un taillis-sous-futaie classique composé de chêne, de charme et de merisier ; la dernière coupe de taillis remonte à 30 ans. La hauteur dominante des brins de merisier a été estimée en 1983 à 15 m.

Le peuplement est sur un sol brun lessivé très légèrement marmorisé en profondeur ; c'est un sol profond (80 cm prospectable par les racines), sain, à structure favorable présentant une réserve en eau suffisante (réserve utile : 150 mm) et une bonne richesse chimique (mull mésotrophe). Il convient donc parfaitement au merisier.

Sur l'ensemble de la placette (surface : 0,50 ha) tous les merisiers ont bénéficié d'une éclaircie (exploitation des brins ou réserves de chêne gênant les meilleurs baliveaux de merisiers) d'intensité légèrement plus forte pour 32 merisiers désignés comme étant les plus beaux et couramment appelés "arbres d'avenir". Les caractéristiques de l'intervention, réalisée en novembre 1983, sont décrites au tableau 1 et montrent que la pression globale de l'éclaircie a été faible (16 % de la surface terrière avant éclaircie) mais qu'au voisinage de chaque tige désignée, l'éclaircie a par contre été relativement forte.

1.2. Résultats :

Ils sont présentés aux tableaux 1 et 2 ci-dessous et sur le graphique 1 (en annexe).

TABLEAU 1 - MESLAY : Inventaire en circonférence
Circ. de précomptage : 17,5 cm
Avant et après éclaircie 1983.

	Avant éclaircie (10/83)			Eclaircie (10/83)			Après éclaircie (10/83)		
	N/ha	C	G	N/ha	C	G	N/ha	C	G
Merisier (baliveau)	387	37,6	4,6	93	31,2	0,8	294	39,6	3,8
Merisier (réserve)	2	170,0	0,5	0	0,0	0,0	2	170,0	0,5
Chêne (réserve et baliveau)	91	65,8	4,9	34	52,7	1,0	57	73,6	3,9
Charme et divers	551	29,7	4,1	61	29,5	0,5	490	29,7	3,6
Total	1031	36,1	14,1	188	34,5	2,3	843	36,5	11,8

N/ha : nombre de tiges à l'hectare
C : circonférence moyenne en cm
G : surface terrière à l'hectare en m^2
Nombre moyen de brins enlevés en éclaircie par arbre d'avenir : 2,9

TABLEAU 2 - MESLAY : Evolution de la circonférence des merisiers entre 1983 et 1988.

	Nombre à l'ha	Circonférence moyenne (cm) *				Accroiss. annuel moyen entre 83 et 88 (cm/an)
		83	84	86	88	
Merisier désigné	64	47,7	48,8	53,7	59,4	2,3
Total merisier	278	40,1	41,1	45,4	50,5	2,1

* Les moyennes de 1983 à 1988 sont calculées en fonction des arbres encore vivants en 198

Il en ressort que :

- fin 1984, 1 an après l'éclaircie, la croissance en circonférence est faible (1 cm), les merisiers accusent un stress dû à une brutale mise en lumière (observation de cimes desséchées et descentes de cimes) ;

- par la suite les accroissements de 84 à 86 et 86 à 88 montrent une nette amélioration : 2,5 cm/an sur la circonférence pour les classes de circonférence les plus élevées.

La réaction semble donc très positive. Fin 1989 (et donc 6 ans après l'intervention) le peuplement s'est quasiment refermé; il a été décidé, pour permettre aux merisiers de maintenir (voire d'accroître) leur rythme de croissance, de faire une nouvelle éclaircie en fin d'année 1990. On peut donc espérer, avec ce balivage pas trop tardif (à 30 ans), et des merisiers apparemment sains et assez bien conformés, obtenir pour une récolte finale vers 2025 (peuplement âgé de 70 ans) des produits de 150 cm de circonférence moyenne.

II - LA PLACETTE DE MARCHENOIR

2.1. Description de la placette

Située à quelques dizaines de kilomètres de Meslay, la placette de Marchenoir (Commune de St-Laurent des Bois, Loir et Cher) a également été installée en novembre 1983. Le peuplement initial est un taillis-sous-futaie composé de chêne et de charme, assez pauvre en chêne mais avec de très nombreux baliveaux de merisier . La dernière coupe de taillis remonte aux années 1945-1947 (*).

Développé sur des limons des plateaux, le sol de la placette est un sol brun lessivé complexe, limono-argileux, sain (sans trace d'hydromorphie), suffisamment riche du point de vue minéral (mull mésotrophe). Par rapport à la placette de Meslay, le facteur limitant le plus défavorable de Marchenoir est certainement sa réserve utile en eau plus faible (110 mm), pouvant conduire à un stress hydrique en cas de sécheresse prolongée.

(*) Les baliveaux de merisier auraient donc entre 36 et 38 ans au moment de l'intervention, pour une hauteur dominante de l'ordre de 16,5 m.

La première intervention sylvicole a eu lieu en Novembre 1983. Dans un premier temps on a désigné des arbres d'avenir (77 par ha) ; pour éliminer les variations du milieu, on a choisi à l'intérieur de cette population des couples d'arbres de circonférences voisines et pas trop éloignés l'un de l'autre, dont l'un a été éclairci et l'autre non (témoin). Une deuxième intervention a eu lieu en novembre 1988.

L'intervention pratiquée en novembre 1983 a enlevé en moyenne 5 brins autour de chaque arbre d'avenir (non-témoin), uniquement dans l'étage dominant pour préserver autant que possible le sous-étage de charme. L'intervention marquée 5 ans plus tard (fin 1988) a enlevé 10 brins en moyenne par arbre d'avenir, afin de leur donner un maximum d'espace ; ces brins enlevés étaient dominants, codominants ou dominés.

Les caractéristiques du peuplement et des interventions sont présentées dans le tableau 3. Le suivi de cette placette a été réalisé de façon continue de 1983 à 1989 (mesure en circonférence des arbres d'avenir) avec inventaire de l'ensemble du peuplement avant chaque éclaircie (1983 et 1988). Les résultats sont donnés dans les tableaux 3 et 4 ci-dessous et graphiques 2 et 3 (en annexe).

TABLEAU 3 - MARCHENOIR : Inventaire en circonférence avant éclaircie 1983 et après éclaircie 1988.

	1983 Avant éclaircie			1988 Après la 2ème éclaircie		
	N/ha	C	G/ha	N/ha	C	G/ha
Merisier	281	41,7	4,4	149	56,0	4,1
Charme	3144	28,3	21,5	2325	30,2	18,4
Chêne	63	58,8	2,3	38	78,2	2,2
Divers	215	27,3	1,4	132	30,2	1,1

N/ha : nombre à l'hectare
C : circonférence moyenne en cm
G/ha : surface terrière à l'hectare en m^2
nombre moyen de tiges enlevées par arbre d'avenir éclairci : Ne 83 = 5
Ne 88 = 10

TABLEAU 4 - MARCHENOIR : Accroissement en circonférence des arbres d'avenir et significativité

Arbre d'avenir	Accroissement annuel en circonférence (cm)					
	Ic 84	Ic 85	Ic 86	Ic 87	Ic 88	Ic 89
Témoin	1,53	1,32	1,46	1,69	1,66	0,89
Eclairci	1,65	1,53	1,63	1,87	1,76	1,50
Significativité au seuil de 5 %	NS	NS	NS	NS	NS	S

2.2. Commentaire des résultats

Suite à la première éclaircie et jusqu'à fin 1988, on ne note aucune différence significative entre les accroissements en circonférence des arbres témoins et ceux éclaircis. Après la deuxième éclaircie de fin 1988, plus dynamique que la première, on observe une différence significative (au seuil de 5 %) : les arbres témoins accusent une baisse de croissance qui peut être due à la sécheresse observée en 1989 alors que les arbres éclaircis conservent leur rythme de croissance. On observe une réaction (croissance en circonférence) différente des tiges, en fonction de leur grosseur au moment de l'éclaircie ; les arbres les plus gros ayant la croissance la plus importante (cf graphique 3).

Si les différences d'accroissement entre témoins et éclaircis s'accentuaient ces prochaines années, on pourrait penser qu'enfin les merisiers réagissent et que la première éclaircie a été trop faible ; par contre si les merisiers poursuivaient leur petit rythme de croissance (1,5 cm par an sur la circonférence) on serait amené à douter de l'efficacité d'un tel balivage : en effet il faudrait attendre encore plus de 50 ans pour espérer obtenir des arbres de 150 cm de circonférence ; il est fort possible qu'en plus la qualité des arbres se détériore pendant ces 50 années à venir (pourriture au pied due à l'ensouchement, dépérissement, veine verte ...).

CONCLUSION :

Le suivi de ces deux opérations de balivage montre donc des comportements assez différents : la placette de Meslay (taillis de 30 ans) semble bien réagir, celle de Marchenoir (taillis de 36 ans), beaucoup moins (du moins, plus tard et seulement après la deuxième intervention).

Il semble donc que les interventions au profit de baliveaux de merisier ne peuvent s'envisager avec raison que sur des taillis assez jeunes (moins de 35 ans) ; au-delà de cet âge, les merisiers ont une réaction trop lente pour qu'on puisse atteindre l'objectif qu'on veut leur assigner.

La technique de balivage étudiée dans les 2 placettes décrites ci-dessus se limite au repérage des merisiers d'avenir et au travail à leur profit (50 tiges correctes à l'hectare suffisent). Les critères de choix pour ces baliveaux sont les suivants :

- être suffisamment espacés les uns des autres (8 m semble un minimum);

- avoir une espérance de vie suffisante (âge inférieur à 35 ans, sans tare ni blessure) ; préférer les tiges de franc-pied ;

- avoir une bille de pied sans défaut technologique rédhibitoire sur au moins 4 m ;

- être vigoureux : c'est probablement le critère à prendre le plus en compte ; les dispositifs de Meslay et Marchenoir nous montrent que la réaction à l'intervention est la plus significative sur les tiges dominantes en grosseur.

Le marquage en éclaircie doit s'effectuer principalement au profit de chaque arbre désigné par enlèvement au minimum de 2 à 3 tiges dominantes; de plus, quelques tiges codominantes ou dominées voisines peuvent être enlevées. Si on est en taillis-sous-futaie, aucune réserve ne doit gêner les baliveaux de merisier repérés. En sus du marquage de l'éclaircie localisée au profit des arbres d'avenir, il faut prévoir le marquage d'un cloisonnement d'exploitation (3,5 m tous les 15 m par exemple) et un élagage des brins désignés ; ce dernier enlèvera sur 6-7 m toute trace de branche ou chicot pour assurer une production de bois sans noeud.

Cette première éclaircie n'est pas une fin en soi mais marque un changement dans le mode de conduite du peuplement (phase de conversion) qui se concrètisera par des passages réguliers en éclaircie ; la rotation de passage doit être comme pour les dispositifs décrits dans cet article, de l'ordre de 5 à 7 ans.

Photo 1 placette de Meslay riche en merisier

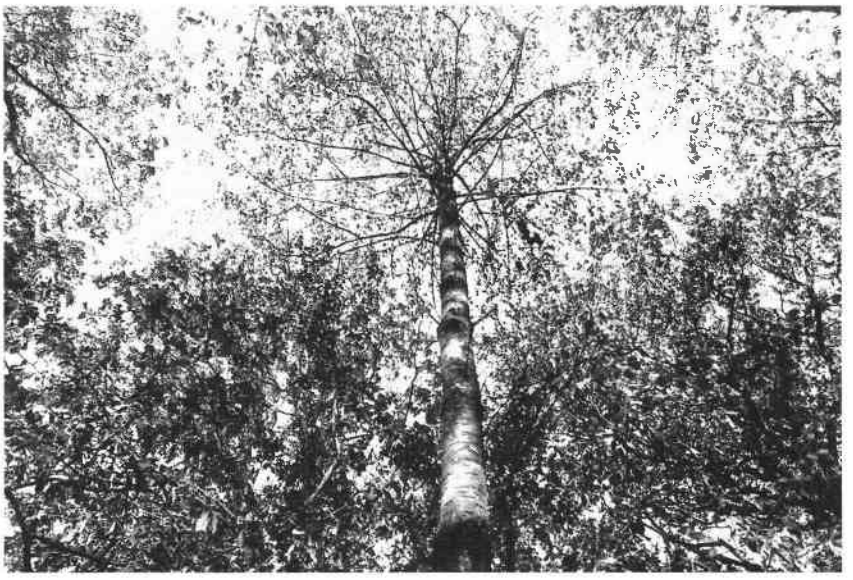


Photo 2 Meslay beau baliveau de merisier arbre d'avenir

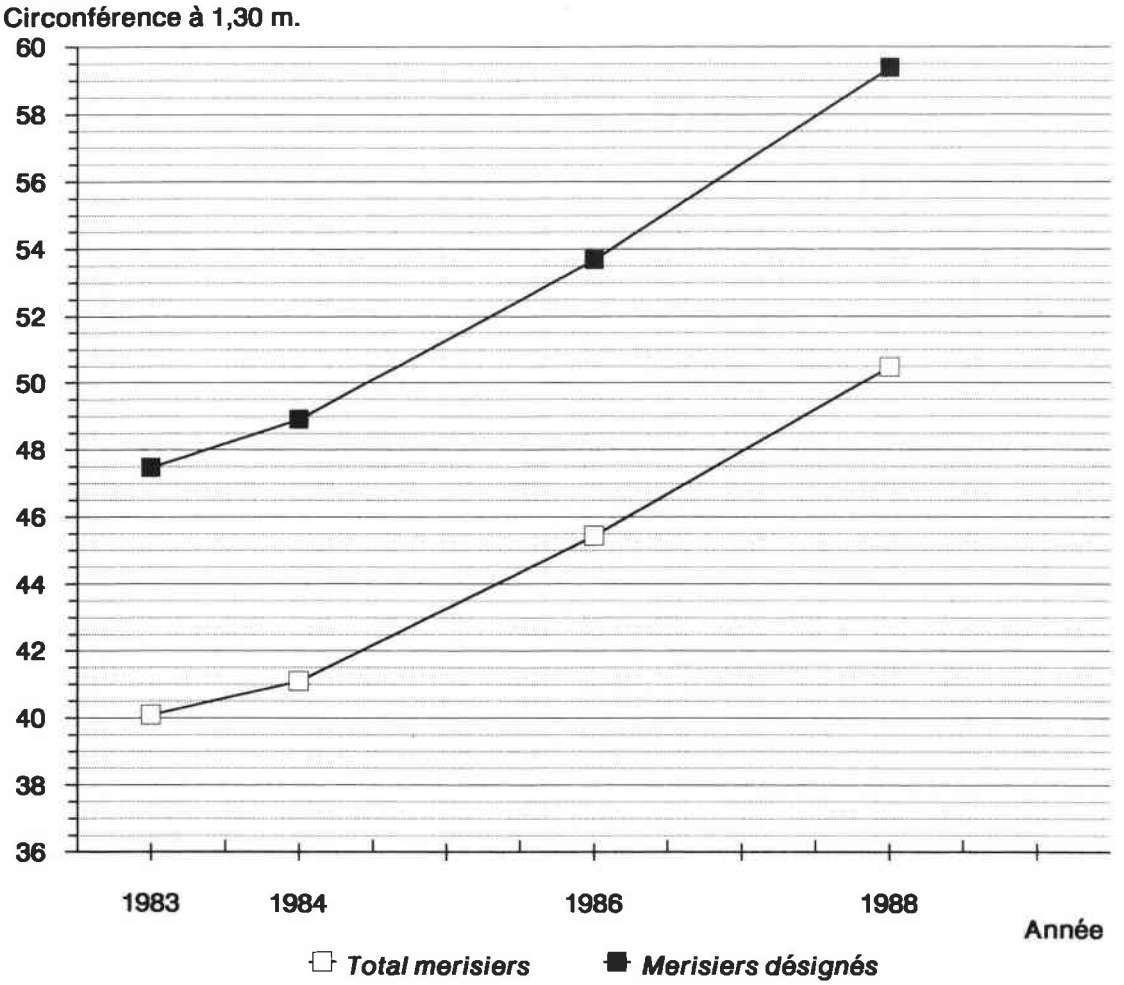
Photo 3 placette de Marchenoir

Photo 4 Marchenoir merisier témoin

Graphique 1

MERISIERS - MESLAY (41)

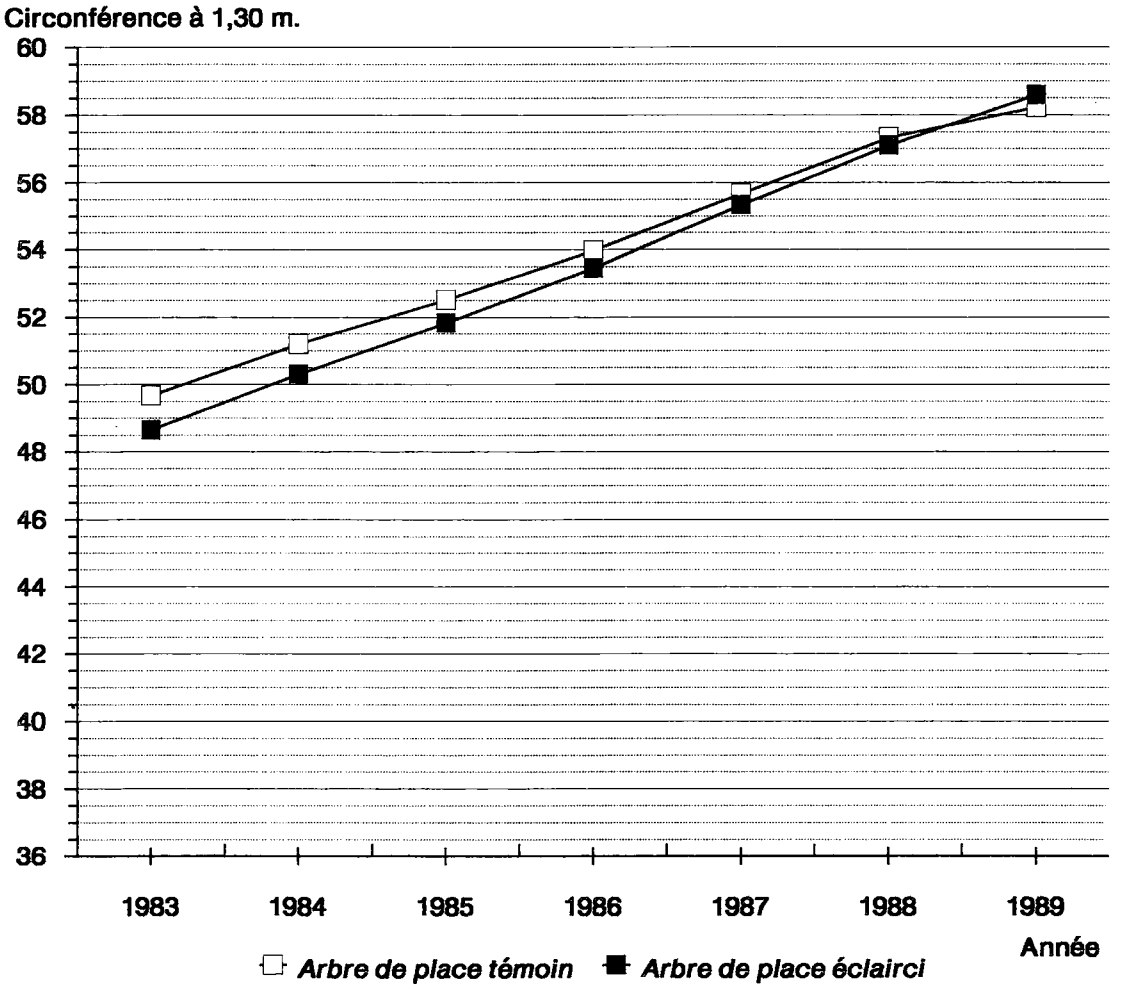
Évolution des circonférences



Graphique 2

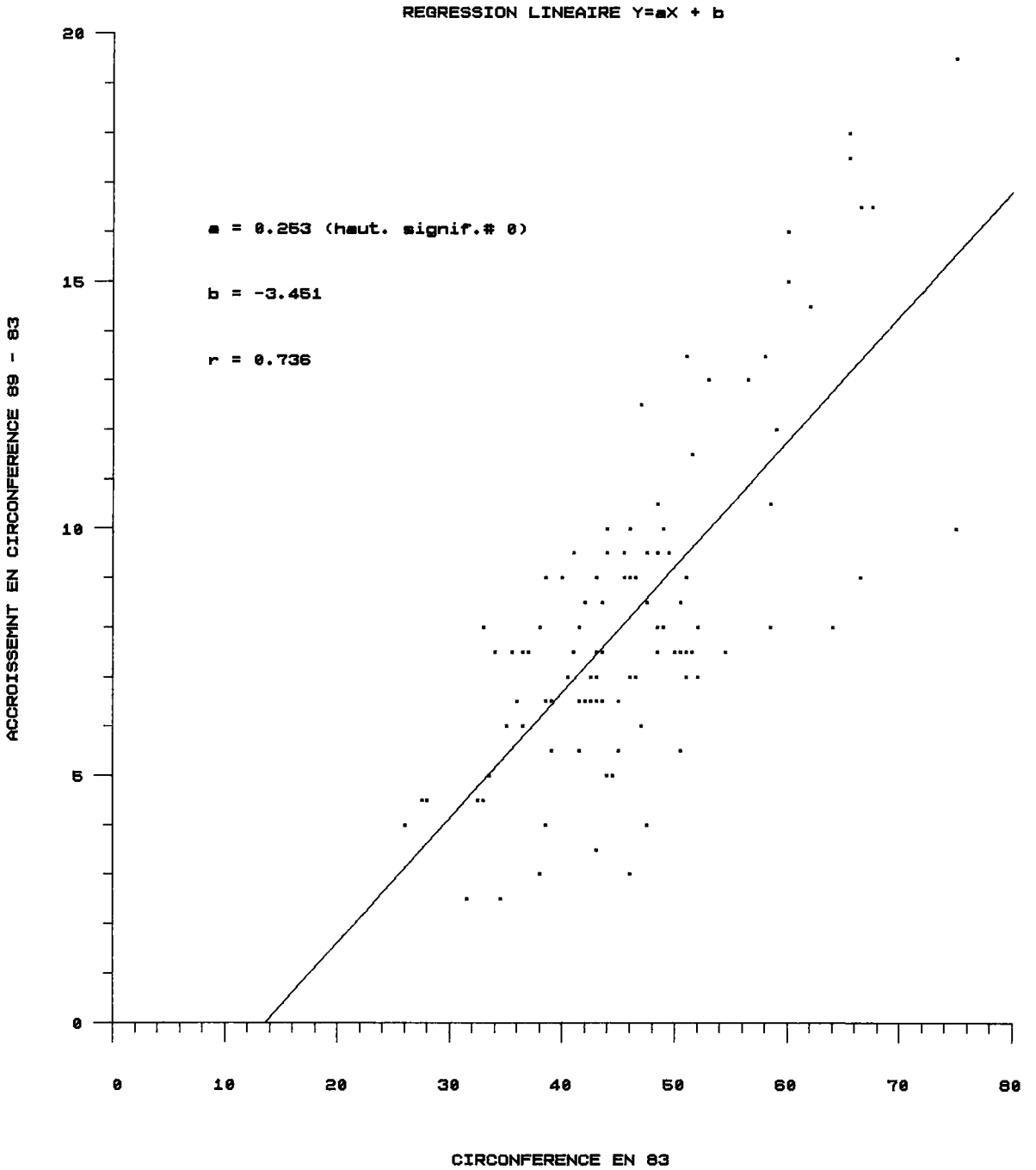
MERISIERS - MARCHENOIR (41)

Évolution des circonférences



GRAPHIQUE 3

MARCHENOIR - tous baliveaux de merisier



ESSAI DE FERTILISATION MINERALE DE SAPINS DE CEPHALONIE DE BOIS PELENC (VAR)

J.L. GUITTON
Division Techniques Forestières - Clermont-Ferrand
M. BONNEAU
INRA Nancy
Laboratoire Sols et nutrition des arbres forestiers

1 Conditions écologiques

L'essai est situé dans la commune de Montmeyan, en forêt domaniale de Pelenc, canton de Cadenières, à une altitude de 500m.

Le sol est une rendzine brunifiée, développée sur une mince couche d'argile de décarbonatation du calcaire portlandien très fissuré. La teneur en potassium en surface est bonne (1 m.e./100g), ainsi que la teneur en magnésium (1,7 m.e./100 g). Par contre, la fertilité en phosphore est insuffisante : 0,07/00 P2O5 assimilable à 15-25 cm dans l'horizon B (selon la méthode Duchaufour), en regard du seuil minimum 0,1. La teneur en matière organique de l'horizon A1 faible varie de 2,9 % à 3,9 %.

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

L'essai a été installé dans un taillis vieilli de chêne pubescent mélangé de chêne vert et de genévrier oxycèdre. Des bandes de 5 m de large, équidistantes de 9 m d'axe en axe, ont été ouvertes dans le taillis pour la plantation et le sol y a été sous-solé sur les deux lignes de plantation distantes de 2,5 m environ. La plantation a été effectuée au printemps 1968.

2 Dispositif

L'essai comporte quatre provenances grecques de sapin de Céphalonie : n° 63173 Eptaphalos, n° 63174 Pertali, n° 63175 Ouest Réénoléon, n° 63177 Mont Olympe, réparties selon des blocs.

Il est conçu davantage comme un test de nutrition que comme un test de fertilisation : on apporte les différents éléments chimiques de base N, P, K, seuls ou combinés et on observe la réaction en croissance des sapins. Toutefois à partir des résultats peuvent être dégagées des conclusions sur une fertilisation possible de cette essence en région méditerranéenne.

Huit traitements : T (témoin), N, P, K, NP, NK, PK, NPK, ont été répétés huit fois selon des blocs incomplets (8 demi-blocs T, NP, NK, PK et 8 demi-blocs N, P, K, NPK). Ce dispositif ne permet théoriquement que de tester des effets "élément" ou "interaction". Cependant, les conditions écologiques étant très peu différentes entre deux demi-blocs homologues, l'exploitation en blocs complets et la comparaison de tous les traitements entre eux est possible.

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

- N : ammonitrate à 34,5 % épandu en surface autour des plants et apportant à chacun 3,4 g d'azote en 1969 (un an après la plantation); 6,8 g en 1971, 5 g en 1975, 6 g en 1981 et 50 g en 1987, chaque fois au printemps.

- P : superphosphate triple à 45 % légèrement enfoui par griffage sur 2 cm de profondeur à l'emplacement de chaque plant, à l'automne 1967, environ 3 mois avant la plantation, apportant 22,5 g de P2O5. Des apports complémentaires, toujours sous forme de superphosphate triple, ont été effectués ultérieurement en surface autour des plants : 36 g de P2O5 en 1975, 45 g en 1981.

- K : sulfate de potassium à 50 % répandu à l'automne 1967 dans les mêmes conditions que le phosphore et apportant 12 g de K20 par plant; 20 g de K2O ont été dispersés en surface en 1975, 20 g en 1981, 50 g en 1987.

Les parcelles unitaires contenaient chacune 74 plants mesurables; une éclaircie conduite de façon homogène fin 1986, a retiré 13 % des tiges.

Cet essai, installé par l'INRA, est gêré depuis 1986 par la division Techniques Forestières du groupement CEMAGREF de Clermont-Ferrand.

3 Résultats

Les différentes mesures en hauteur et accroissement sont rassemblées dans le tableau de résultats de la page suivante. Les traitements N et NK ont eu constamment un effet légèrement négatif; le traitement K, un peu meilleur que le témoin, mais non significativement différent jusqu'en 1980 lui devient inférieur en 1986. Ces trois traitements non significativement différents du témoin n'ont pas été mesurés en 1989.

L'éclaircie pratiquée par le bas en 1986 entraine une variation des hauteurs moyennes entre les deux tableaux avant et après éclaircie. De plus, pour les mesures après éclaircie,les blocs 5 et 8 hétérogènes ont été retirés des calculs.

Les principaux résultats sont :

31 Une faible croissance en hauteur

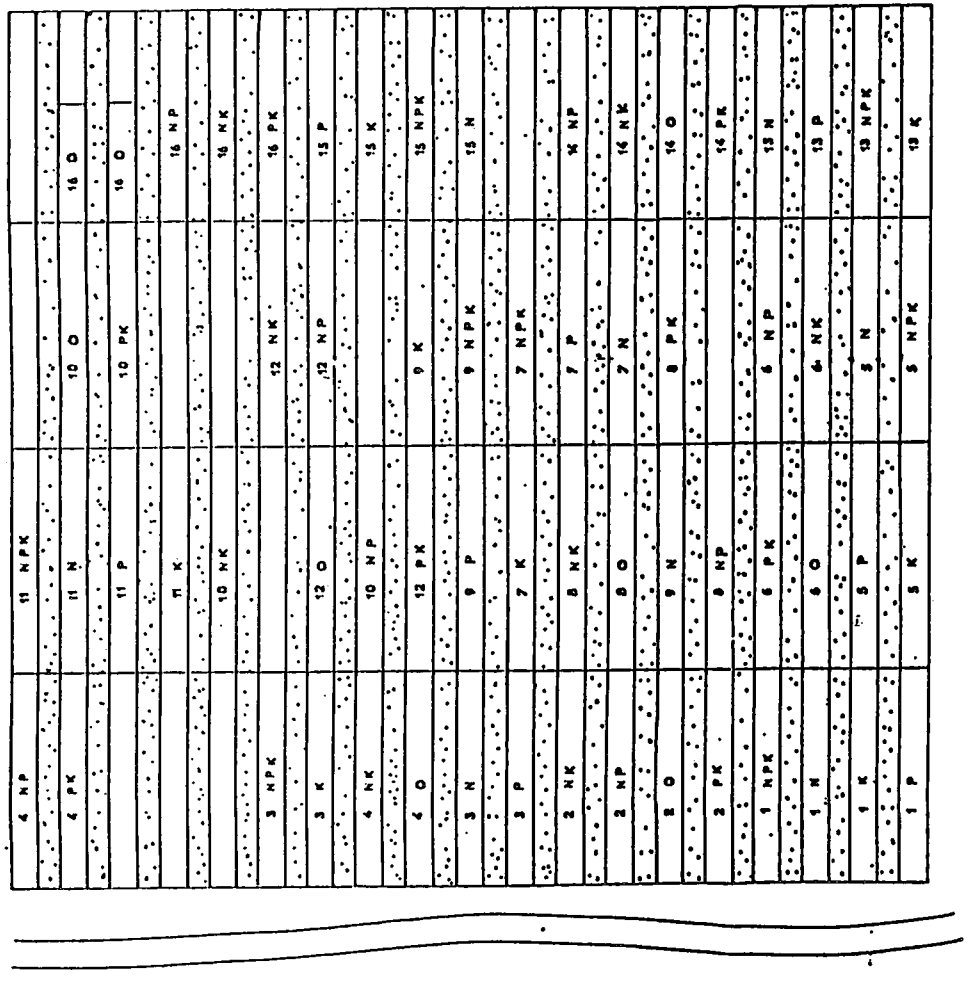
de 19 à 25 cm/an en moyenne depuis 11 ans : les conditions naturelles sont très difficiles, tant du fait de la sécheresse estivale que du caractère superficiel du sol.

La comparaison des provenances fait ressortir la provenance n° 63174 Pertali comme significativement inférieure (au seuil de 5 %) aux trois autres qui se valent, pour la hauteur. La meilleure est celle du Mont Olympe.

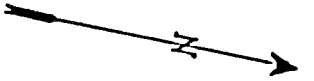
Pour le taux de reprise (nombre d'arbres vivants en 1986), c'est la provenance n° 63173 Eptaphalos qui est très inférieure aux autres : 79 plants vivants sur les 148 plantés contre une moyenne de 102. Il faut également noter que l'apport de fertilisant ne change rien dans le taux de reprise (test non significatif).

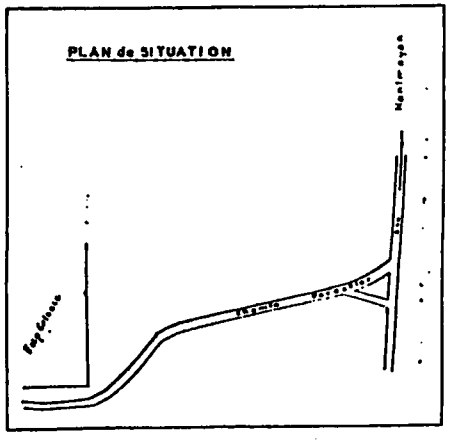
Alors qu'est souvent mis en évidence le rôle favorable de l'abri latéral pour la croissance du sapin de Céphalonie, on ne mesure plus aucune différence de hauteur moyenne entre les deux rangs situés au nord et au sud des bandes de taillis en 1989 (3,63 m et 3,64 m respectivement).

BOIS PELENC (83)



ECHELLE 1/800





RESULTATS DE L'ESSAI DE FERTILISATION DE BOIS PELERC (83)

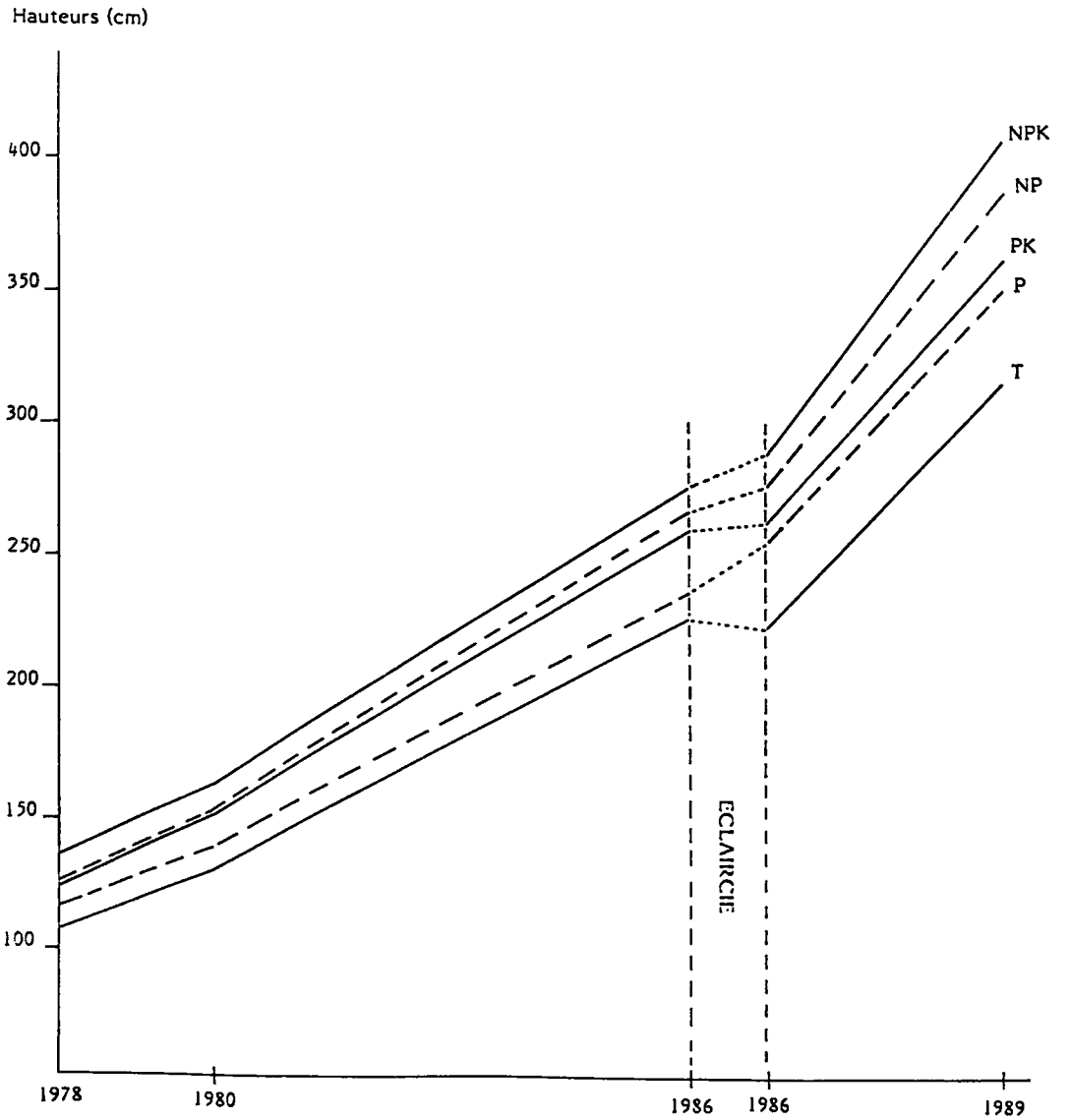
SAPIN DE CEPHALONIE

							APRES ECLAIRCIE blocs 5 et 8 supprimés					
	HAUTEUR 1978	%	HAUTEUR 1980	%	HAUTEUR 1986	%	HAUTEUR 1986	%	HAUTEUR 1989	%	H 1989 - H 1986	%
T	108	100,0	129	100,0	226	100,0	222	100,0	317	100,0	95	100,0
N	108	100,0	127	98,4	222	98,2	243	109,5				
P	116	107,4	138	107,0	236	104,4	254	114,4	350	110,4	97	102,1
NP	127	117,6	151	117,1	267	118,1	276	124,3	387	122,1	111	116,8
K	115	106,5	138	107,0	222	98,2	238	107,2				
NK	104	96,3	122	94,6	222	98,2	233	105,0				
PK	126	116,7	150	116,3	257	113,7	262	118,0	362	114,2	99	104,2
NPK	136	125,9	162	125,6	277	122,6	289	130,2	407	128,4	118	124,2
PPDS												
5%	11		18		24		25		26		13	
1%	18		24		33		34		36		18	
0,1%	24		31		43		45		48		24	

Traitements significativement différents du témoin:

				APRES ECLAIRCIE blocs 5 et 8 supprimés		
PPDS	HAUTEUR 1978	HAUTEUR 1980	HAUTEUR 1986	HAUTEUR 1986	HAUTEUR 1989	H 1989 - H 1986
5%	NP	NP PK	PK	P	P	NP
1%	PK		NP	PK	PK	
0,1%	NPK	NPK		NP NPK	NP NPK	NPK

BOIS PELENC (83)



32 le rôle primordial du phosphore

L'interprétation factorielle des données de 1986 montre que l'élément qui joue le rôle primordial est le PHOSPHORE, le seul à avoir un effet positif statistiquement significatif (à 1 %). N et K n'ont d'effet qu'en interaction avec P.

Le potassium et l'azote, s'ils n'ont aucun effet seul, ont cependant un effet important lorsqu'ils sont apportés en complément du phosphore :

dans l'analyse des mesures après éclaircie, les différences avec le témoin sont affirmées et tous les traitements sont significativement différents du témoin à des niveaux statistiques croissants avec la complexité de l'engrais apporté

P (5 %), PK (1 %), NP et NPK (0,1 %).

33 la fugacité de la réponse à l'engrais

Les hauteurs relatives par rapport au témoin des différentes modalités ont tendance à décroître doucement d'une mesure à l'autre et les accroissements en hauteur 1986-1989 se discriminent moins du témoin que les hauteurs 1989 : seuls NP et NPK diffèrent significativement du témoin.

Les réponses à l'engrais sont donc fugaces et les apports de fertilisants plus rares après 1980 ne font plus d'effet (les derniers apports datent de 1981 pour le phosphore, de 1987 pour le potassium et l'azote) :

- le phosphore de 1981 n'entraine plus de gain de croissance entre 1986 et 1989.
- l'apport de potassium de 1987 ne semble pas avoir été efficace, ce qui est logique puisque le sol, d'après les analyses, est riche en cet élément.
- seul l'azote apporté en 1987 a été très positif.

Cet effritement de la position de la modalité par rapport au témoin du fait de la fugacité de l'action de l'engrais ne doit pas faire oublier le gain de croissance obtenu pendant les années consécutives à l'apport : 33 cm (+ 10 %) pour P, 70 cm (+ 22 %) pour NP et 90 cm (+ 28 %) pour NPK de gain en hauteur sur le témoin à 30 ans.

Il apparait donc qu'un apport de fertilisant à base de phosphore fait gagner dans les cinq années suivantes une bonne dizaine de pourcents de croissance en hauteur et que ce gain reste acquis pour le reste de la vie de l'arbre.

34 d'autres facteurs limitants

Les analyses foliaires de 1986 montrent que la nutrition azotée reste limite même pour le traitement NP (1,11 % contre 1,02 % pour le témoin et un seuil critique établi à 1,3 %); la nutrition en phosphore (0,13 % pour NP contre 0,11 % pour le témoin et un seuil critique établi à 0,15 %) est également mauvaise.

Des analyses devraient être pratiquées cette année pour vérifier ou confirmer ces observations après les apports d'azote et de potassium de 1987. Il semble que les conditions d'alimentation hydrique soient, dans ce site, le facteur limitant premier et que des apports d'éléments fertilisants, s'ils améliorent la croissance, ne peuvent pas la rendre optimale.

4 Conclusions

Cet essai de Bois Pelenc montre donc une gradation d'efficacité pour la croissance du sapin de Céphalonie :
P (+ 10 %), NP (+ 24 %), NPK (+ 30 %). L'effet d'un apport de fertilisant parait fugitif, mais l'avance acquise se conserve.
Toutefois, les conditions hydriques très défavorables limitent l'ampleur de ces réponses.

On obtient les mêmes résultats dans l'essai d'Arques (Aude) sur pin Laricio. Alexandrian (1979) met en évidence également l'utilité d'une fertilisation complète NPK dans l'essai de Fontfroide (Aude) et évoque, pour des essais de l'AFOCEL et du CRPF Languedoc-Roussillon, les résultats positifs avec P et NP quelques années après plantation.

Globalement, on peut dire que, en conditions méditerranéennes, il est indispensable que la fertilisation apporte à la fois azote et phosphore ; il faut même préférer d'emblée une fertilisation complète NPK à apporter deux ou trois ans après la plantation.

Photo 1 Vue en 1978 avant enlèvement des bandes-abris de chêne

BIBLIOGRAPHIE

ALEXANDRIAN D. - 1979
Premiers résultats d'un essai de fertilisation dans le périmètre D.F.C.I. du Massif de Fontfroide (Aude).
Revue Forestière Française n° 6 - 1979, pp. 483 - 490.

BONNEAU M. - 1980
Note sur l'essai de fertilisation de Bois-Pelenc (Var)
Forêt Méditerranéenne, tome 2, n° 2, 1980, pp. 183- 188.

GUITTON J.L., BONNEAU M., ADRIAN M. 1988
Résultats de fertilisation minérale en région méditerranéenne.
Revue Forestière Française n° 4 - 1988, pp. 315 - 320.

Phot 2 Sapin de Céphalonie en 1984

INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION DE GLANDS SUR CHENE SESSILE DEUX ANS APRES UNE FERTILISATION COMPLETE - FD. LOCHES (37)

G. PHILIPPE
Division Graines et Plants Forestiers
- Nogent sur Vernisson -

Le CEMAGREF, Groupement de NOGENT/VERNISSON, et l'OFFICE NATIONAL DES FORETS se sont associés pour mettre en place des expérimentations en peuplements classés de Douglas, Hêtre, Chênes rouge, sessile et pédonculé. Ces essais visent à étudier l'influence de la fertilisation sur la fructification de ces essences.

En ce qui concerne le chêne sessile, la mise au point de techniques propres à stimuler la floraison contribuerait à accroître la part des peuplements les plus remarquables dans la production nationale de semences et à réduire l'importance des récoltes en dérogation (bien qu'une évolution favorable se fasse jour puisque ces dernières sont en très nette diminution depuis 1988 (FERNANDEZ - 1989). En outre, l'utilisation de tels traitements favoriserait les régénérations naturelles, tout particulièrement dans les parties du territoire caractérisées par une grande irrégularité des fructifications.

Si la fertilisation, principalement azotée, constitue une des techniques les plus anciennes et les plus répandues pour intensifier la floraison des conifères (OWENS et BLAKE - 1986), la documentation concernant les espèces feuillues, notamment les chênes, apparaît très lacunaire. Si l'on excepte la bibliographie de BRAZEAU et VEILLEUX (1976) qui fait état de deux essais sur chênes en Russie, les seules informations disponibles sont celles émanant des expérimentations mises en place en forêts de Bercé et de Boulogne par GARBAYE et LEROY (1974) et en forêt de Lisle (chêne pédonculé) par PHILIPPE (1989), cette dernière s'inscrivant dans le programme d'essais réalisé conjointement par l'Office National des Forêts et le CEMAGREF.

Dans le premier cas, une fertilisation N P K Ca Mg entraînait une augmentation significative du nombre de glands par arbre, de 22 % et 45 % l'année suivant l'épandage à Bercé et de 62 % deux ans après la fertilisation à Boulogne, mais restait sans effet sur la qualité des glands produits (poids, composition chimique, faculté germinative). Dans le second, une application d'azote à raison de 200 unités/ha réalisée fin Mai a abouti 18 mois plus tard à une augmentation de production, exprimée en nombre de glands par arbre, de 140 % par rapport au témoin. En revanche, les glands issus des semenciers fertilisés étaient moins lourds, sans toutefois que cela nuise à leur viabilité.

L'essai envisagé dans ce document a été installé dans une parcelle de chêne sessile en Forêt Domaniale de Loches. L'étude comporte deux volets : influence de la fertilisation, d'une part sur l'abondance, et d'autre part sur la qualité de la glandée.

I - MATERIEL ET METHODES

La forêt de Loches est située dans l'Indre et Loire, à une altitude moyenne de 120 m. La pluviométrie est de l'ordre de 650 mm/an, la température moyenne d'environ 11° C. Les facteurs climatiques sont favorables à la fructification, celle-ci se révélant régulière et très bonne tous les 5 ans en moyenne, d'après l'Office National des Forêts.

La parcelle 29 retenue pour l'essai est inscrite au registre des peuplements porte-graines (n°01-CR-11, région de provenance 01 - secteur ligérien). Elle est âgée d'environ 200 ans et a été mise en régénération en 1982.La première coupe secondaire, exploitée fin 1985, a fait chuter la densité de 75 à 50 tiges/ha. Les arbres ont, en moyenne, une hauteur de 33 m et un diamètre de 70 cm.

Le sol est limoneux, acide (pH 4,5), bien pourvu en magnésium mais, en revanche, carencé en phosphore et potassium. Le rapport C/N, voisin de 20, révèle une décomposition assez lente de la matière organique. La végétation qui tend à envahir la parcelle du fait de la disparition du couvert, est constituée essentiellement de ronce, de fougère aigle et de molinie dans les lieux plus humides.

La parcelle a fait l'objet d'un inventaire complet, sur la base duquel ont été définis des couples de parcelles unitaires homogènes (proximité, densité,diamètre moyen). Le dispositif comporte 10 parcelles unitaires de 5 000 m2 contenant en moyenne 25 arbres chacune et formant 5 répétitions de 2 traitements (témoin et fertilisé).

Pour pallier les carences mises en évidence par l'analyse de sol, phosphore et potassium ont été adjoints à l'azote. La fertilisation comportait donc :

- 200 unités/ha d'azote sous forme d'ammonitrate
- 300 unités/ha de P2O5 (supertriple)
- 200 unités/ha de K2O (sulfate de potasse).

L'épandage a été réalisé les 29 et 30 Mai 1986. Dans les répétitions 1, 2 et 4, les engrais ont été apportés à une profondeur voisine de 15 cm, le long de raies de sous-solage (quadrillage à environ 7 m x 7 m), à l'aide d'un localisateur d'engrais dont le débit est proportionnel à l'avancement du tracteur. Par contre, les rémanents de la coupe intervenue fin 1985 interdisant la pénétration du tracteur dans la partie Ouest de la parcelle, les placeaux des répétitions 3 et 5 ont été fertilisés en surface et en plein, manuellement.

Les engrais étant supposés avoir une action sur l'initiation florale, leur effet aurait dû se manifester lors de la récolte de l'automne 1987. La glandée était malheureusement nulle cette année-là et la récolte n'a pu avoir lieu que l'année suivante, soit 2 ans après la fertilisation.

Le ramassage des glands a été effectué arbre par arbre, sur des filets couvrant partiellement la surface de projection des houppiers. Ces filets avaient tous les mêmes dimensions (rectangles de 18 m2) et étaient tous disposés de la même manière, à l'aplomb de la partie Sud des houppiers. Le ramassage des glands était suivi, pour chaque semencier, d'une flottation destinée à séparer les glands supposés sains (non flottants) de ceux de mauvaise qualité (surnageants). A l'inverse de la partie non flottante, la partie surnageante contenait,outre les glands, un volume non négligeable de déchets divers (cupules, feuilles,brindilles...) et ceci malgré le tri réalisé au préalable. Il est donc impossible de comparer les volumes de glands recensés dans les deux fractions.

A l'issue de la récolte, 2 échantillons de 500 glands (100 tirages au hasard de 5 glands) ont été prélevés à l'intérieur des lots de glands non flottants issus des arbres témoins et fertilisés. Ils ont ensuite été acheminés au CEMAGREF où a eu lieu l'analyse qualitative (après traitement fongicide).

2 - RESULTATS

21 - Effet de la fertilisation sur l'abondance de la fructification.

La glandée de 1988 peut être qualifiée de faible puisque la production de glands non flottants des arbres témoins est en moyenne de 0,7 l par filet, soit environ 2,5 kg par arbre si l'on admet que la surface de projection du houppier est voisine de 100 m2 (on peut considérer qu'une glandée moyenne correspond à 6 kg/semencier).

211 - Glands non flottants

L'analyse de variance indique un effet traitement fortement significatif et une interaction traitement x répétition non significative.

TABLEAU 1 - INFLUENCE DE LA FERTILISATION SUR LA PRODUCTION DE GLANDS

	TRAITEMENT : TEMOIN	FERTILISATION	
- Nb arbres	117	122	
- volume non flottant/arbre (l.)	0,71	1,67	(**)
- Nb glands non flottants/arbre	180	336	(**)
- Nb arbres fructifères	46	78	
- % arbres fructifères	39,3	63,9	(**)
- volume non flottant/arbre fructifère (l.)	1,80	2,61	(**)
- Nb glands non flottants/arbre fructifère	457	526	(NS)
- % glands flottants /arbre fructifère (en nb)	63,7	64,1	(NS)
- Nb glands flottants/arbre	287	618	(**)

Remarques : - les nombres et volumes de glands indiqués ci-dessus correspondent à des récoltes réalisées sur des filets de 18 m2 de surface.

- * (**) : différence significative au seuil de 5 % (1 %)
- NS : différence non significative.

Les arbres fertilisés ont présenté, en moyenne, une fructification plus abondante que leur homologues témoins (tableau 1) : + 135 % en volume et + 87 % en nombre de glands.Ceci est dû essentiellemnt au fait que la population fertilisée comprend une plus forte proportion d'arbres fructifères.

Si l'on ne considère que ces individus fructifères, on constate que la fertilisation a entraîné une augmentation du volume de glands non flottants produit par arbre. En revanche, pour ce qui concerne leur nombre, la différence n'est pas significative (p = 0,22).

212 - Pourcentage de glands flottants

La part de cette catégorie de glands dans la récolte est relativement forte, tout au moins si l'on raisonne en nombre de glands (tableau 1) et du même ordre de grandeur pour les populations témoin et fertilisée. Le traitement n'a donc pas permis ici de réduire la proportion de glands de mauvaise qualité.

22 - Influence du mode d'épandage

Si l'on considère les fertilisations manuelle (répétitions 3 et 5) et mécanique (répétitions 1, 2, 4) comme deux traitements différents, il apparaît qu'ils entraînent des réponses identiques et se distinguent tous deux de la modalité témoin pour ce qui concerne la production de glands non flottants et le pourcentage d'arbres fructifères :

	TRAITEMENT :		
	TEMOIN	F MECANIQUE	F MANUELLE
- effectif	117	69	53
- volume glands non flottants/arbre (l.)	0,71 (a)	1,89 (b)	1,39 (b)
- Nb glands non flottants/arbre	180 (a)	390 (b)	266 (b)
- % arbres fructifères	39,30 (a)	65,2 (b)	62,3 (b)

Remarque : les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 %.

Cependant la fructification des arbres témoins s'avère sensiblement moins importante dans le haut de la parcelle (répétitions 3 et 5) où précisément l'épandage des engrais a été réalisé manuellement. Le fractionnement de la population témoin en deux sous-populations (répétitions 3 et 5 peu fructifères situées en haut de la parcelle et répétitions 1, 2, 4 dans la partie basse) permet de mettre en évidence un effet plus net de la fertilisation manuelle. En particulier, ce mode d'épandage est le seul susceptible d'accroître le pourcentage d'arbres fructifères (cf. tableau ci-dessous).

	Partie haute (rep 3, 5)		Partie basse (rep 1, 2, 4)	
	TEMOIN	F MANUELLE	TEMOIN	F MECANIQUE
- effectif	55	53	62	69
- volume glands non flottants/arbre (l)	0,37	1,39** (p = 10-4)	1,0	1,89** (p = 4.10-3)
- Nb glands non flottants/arbre	124	266** (p = 6.10-4)	229	390* (p = 0,013)
- % arbres fructifères	39,30 (a)	62,3** (p = 2.10-4)	50	65,2 (NS) (P = 0,08)

Néanmoins, il n'est pas possible, en toute rigueur, de comparer les effets de deux traitements réalisés dans des conditions différentes et il convient de considérer ces résultats avec prudence. Rien ne prouve en effet que la réponse aux engrais ne soit pas fonction de l'aptitude naturelle des arbres à fructifier.

23 - Influence du diamètre des semenciers

L'action des engrais semble relativement indépendante de la grosseur des arbres traités bien que, comme en témoigne le tableau suivant, l'effet soit un peu plus marqué dans le cas des semenciers de diamètre supérieur à la moyenne (70 cm).

Diamètre	Traitement	Nb arbres fructifères	% arbres fructifères	Volume n f par arbre fructifère	Nb glands n f par arbre fructifère	% glands f par arbre fructifère (en nb)
< 70 cm	T	21	35	1,97	523	66,1
	F	34	58*	2,67 (NS)	565 (NS)	63,9(NS)
> 70 cm	T	25	44	1,65	402	61,6
	F	44	69**	2,57*	496 (NS)	64,3 (NS)

Remarque : nf = non flottant ; f= flottant

D'autre part, au sein de la population témoin, il n'existe aucune corrélation entre la production de glands par arbre et le diamètre.

24 - Analyse qualitative

Les arbres fertilisés ont produit des glands (non flottants) plus volumineux et plus lourds. La différence observée n'est pas liée à une variation de la teneur en eau, celle-ci étant voisine que les arbres aient fait l'objet d'une fertilisation ou non (respectivement 45 % et 43

Traitement	Nb de glands/litre		Nb de glands/kg
	(1)	(2)	(3)
T	260**	429**	371**
F	200	377	323

Ces valeurs ont été calculées d'après les observations suivantes :

(1) : nombre de glands non flottants/0,5 l (pour chaque arbre fructifère, sur le terrain, lors de la récolte)

(2) : mesure du volume d'eau déplacé après immersion de x glands ($50 < x < 80$). Il s'agit dans ce cas du volume réel des glands.

(3) : poids de 50 glands non flottants à l'issue de la récolte.

Il convient ici de signaler que le pourcentage de glands flottants subsistant après la flottation réalisée sur le terrain était faible en moyenne (7 %), mais nettement plus important pour les glands issus d'arbres témoins (11 % contre 3 % seulement pour la récolte provenant de semenciers fertilisés). Cela implique que l'efficacité de la fertilisation, quant à la production de glands sains, a été quelque peu sous estimée dans les pages précédentes (gain en nombre de glands non flottants/arbre de 104 % au lieu de 87 %).

Après la seconde flottation, le pourcentage de glands sains à la coupe est similaire avec et sans traitement (respectivement 83 % et 86 %).

En revanche, la faculté germinative des glands issus d'arbres fertilisés apparaît supérieure (76 % contre 62 %). Toutefois, la fertilisation n'a pas eu d'incidence sur la vitesse de germination.

DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats de cette étude confirment l'intérêt que présente la fertilisation pour ce qui concerne la stimulation de la fructification. Dans cet essai, les gains, importants puisqu'on observe un doublement du nombre de glands sains, sont intermédiaires entre ceux enregistrés à Bercé et Boulogne (GARBAYE et LEROY - 1974) et à Lisle (PHILIPPE - 1989). On se doit toutefois de souligner qu'ils ont été obtenus une année de faible fructification.

Bien que l'avantage de la fertilisation manuelle, réalisée en plein et en surface, sur l'épandage localisé en profondeur ne puisse être clairement démontré dans cette étude, un tel résultat n'apparaîtrait pas surprenant. Un essai ultérieur nous ayant enseigné que la migration horizontale des engrais est très limitée, on conçoit bien que les éléments fertilisants ne puissent exercer leur action sur la totalité des systèmes racinaires s'ils sont épandus localement. Quant au cernage lié à cette technique, il est certainement trop peu sévère pour être en mesure d'agir efficacement sur la fructification des arbres concernés.

Il convient de remarquer qu'aussi bien en F.D. de Loches qu'en F.D. de Lisle, l'action des engrais s'est manifestée essentiellement par le biais d'une augmentation du pourcentage d'arbres fructifères. En revanche, la fertilisation n'a eu que peu d'incidence sur la production moyenne des arbres fructifères. D'un point de vue pratique, cela peut paraître regrettable dans la mesure où les frais de récolte sont moins élevés lorsqu'une grande part de la production se trouve concentrée sous un petit nombre de semenciers. Cependant, la nécessité de "morceler" la récolte entraîne aussi une plus grands variabilité génétique du matériel végétal utilisé ultérieurement en reboisement.

L'aspect le plus intéressant de cette étude réside peut être dans le fait que l'influence du traitement s'est manifestée 2 ans après l'apport d'engrais (année n + 2) alors que la glandée n + 1 s'était révélée nulle. Dans les mêmes conditions, GARBAYE et LEROY avaient observé le même phénomène (gain de 62 % en nombre de glands à Boulogne). Par contre, si l'on en juge par les résultats de l'essai réalisé sur chêne pédonculé en F.D. de Lisle, l'effet bénéfique des engrais azotés ne semble pas se manifester au-delà de la première année en cas d'apparition d'une fructification l'année n + 1.

Enfin, et contrairement aux observations effectuées en F.D. de Lisle, les glands issus d'arbres fertilisés sont plus volumineux, plus lourds, et surtout sont dotés d'une meilleure faculté germinative, ce qui accroît encore l'efficacité du traitement (gain de 150 % pour ce qui concerne le nombre de germes vivants récoltés par semencier). Néanmoins le pourcentage de glands flottants, présumés vains, reste inchangé que les arbres aient fait l'objet ou non d'une fertilisation.

Photo 1 Fertilisation mécanique à l'aide d'un enfouisseur d'engrais

Photo 2 Récolte 1989 de glands sur filets de l'essai de fertilisation de la forêt domaniale de Nissembourg

BIBLIOGRAPHIE

- **BRAZEAU M., VEILLEUX - 1976**
Bibliographie annotée sur les effets de la fertilisation sur la production de cônes et de semences.
Gouvernement du Québec - Service de la Recherche - Mémoire n° 25.

- **FERNANDEZ R. - 1990**
Peuplements porte-graines de chênes pédonculé et sessile, récolte et utilisation des graines.
Revue Forestière Française N°2 - 1990, pp. 205 - 211.

- **GARBAYE J., LEROY Ph. - 1974**
Influence de la fertilisation sur la production de glands en forêt de Bercé et forêt de Boulogne.
Revue Forestière Française - XXVI - 3 - 1974, pp. 223 - 228.

- **LE BOULER H., DELION D. - 1985**
La récolte et la conservation des glands à la pépinière de GUEMENE- PENFAO de 1978 à 1985.
Document interne CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, 13 p.

- **OWENS J.N., BLAKE M.D. - 1985**
Production de semences forestières.
Information Report Pi-X-53, Petawawa National Forestry Institute, 216 p.

- **PHILIPPE G. - 1989**
Influence d'une fertilisation azotée sur la fructification du chêne pédonculé en forêt domaniale de Lisle (55).
Document interne CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, 11 p.

ELAGAGE ARTIFICIEL ET PROBLEMES PHYTOSANITAIRES CHEZ LES FEUILLUS

A. SOUTRENON
Division Protection Phytosanitaire de la Forêt
- Grenoble -

La recherche d'une production de bois de qualité, préoccupation permanente du forestier français, a pris une acüité particulière depuis quelques années.

C'est la raison pour laquelle des aides financières sont attribuées pour développer la pratique de l'élagage artificiel. Cette technique risque de devenir une des méthodes déterminantes de la sylviculture au cours des années à venir, au moins là où les conditions sylvicoles permettent d'envisager la production de bois de grande valeur.

Cependant au moment où la DERF envisage de généraliser l'encouragement à la pratique de l'élagage, certaines inquiétudes sont apparues. Elles font suite à des informations de gestionnaires qui ont observé des problèmes de coloration anormale sur des bois feuillus, notamment chez le hêtre.

Cette nouvelle politique qui se met en place doit s'appuyer sur des données scientifiques et techniques solides adaptées à chaque essence ; c'est la raison pour laquelle la Division Protection Phytosanitaire de la Forêt du CEMAGREF de Grenoble a été chargée d'étudier les risques phytosanitaires spécifiques liés à l'élagage artificiel, d'en préciser la nature (physiologique, biotique) et de rechercher des solutions pouvant atténuer ou faire disparaitre les défauts résultant des plaies d'élagage.

Les colorations constatées et d'une façon générale les altérations (coloration anormale, pourriture) sont-elles conséquentes ?

Face à cette question, il a été demandé au CEMAGREF de travailler deux grands axes d'étude :

- faire le point sur le sujet dans la bibliographie nationale ou internationale,

- commencer une étude sur le terrain et au laboratoire pour poser les termes scientifiques du problème.

Ce travail ne concerne que les feuillus (exceptés les peupliers) ; l'accent a été mis sur le hêtre mais l'érable, le merisier, le frêne, le chêne et le noyer ont été également étudiés.

LES MOYENS POUR ETUDIER CES DEUX AXES

. Pour mener à bien cette étude, la synthèse bibliographique a été faite sur 210 fiches représentant des références éparses et fragmentaires, parues à ce jour concernant les feuillus.

. Un premier constat de l'étendue du phénomène a été réalisé lors de la visite de plantations élaguées : observations extérieures des arbres sur le terrain et observations "internes" de coupes longitudinales à partir de tiges abattues à cet effet (il faut noter à ce propos les difficultés éprouvées pour trouver des arbres à faire abattre !).

Dans les 20 forêts visitées dans la moitié Nord de la France, 39 observations "choisies" au hasard ont été effectuées nécessitant l'abattage d'environ 60 arbres.

. Le travail de laboratoire a consisté en la mise au point d'une stratégie de recherches des éventuels agents pathogènes : on a réalisé des prélèvements dans les zones altérées d'échantillons de tiges abattues, leur mise en culture en conditions stériles et l'identification des agents, après lecture et interprétation des boites de Pétri.

. Des contacts ont été établis avec des spécialistes d'autres disciplines sur des points précis pour obtenir des informations supplémentaires (CTBA, qualité des bois ; CTFT, anatomie et biochimie du bois ; INRA, bactériologie ; ENITEF, technologie du bois).

. La recherche d'informations et l'analyse de la littérature concernant les onguents, produits de désinfection et de protection des plaies, ont été abordées en vue de préciser leur réelle opportunité et leur efficacité.

LES TRAVAUX MENES SUR LES PROBLEMES DE L'ELAGAGE

La synthèse bibliographique montre que, d'une manière générale, le sujet a été peu étudié : une grande masse de documentation (essentiellement étrangère) doit être consultée pour trouver quelques éléments d'information valables sur les risques encourus par les arbres au moment ou à la suite de l'élagage artificiel.

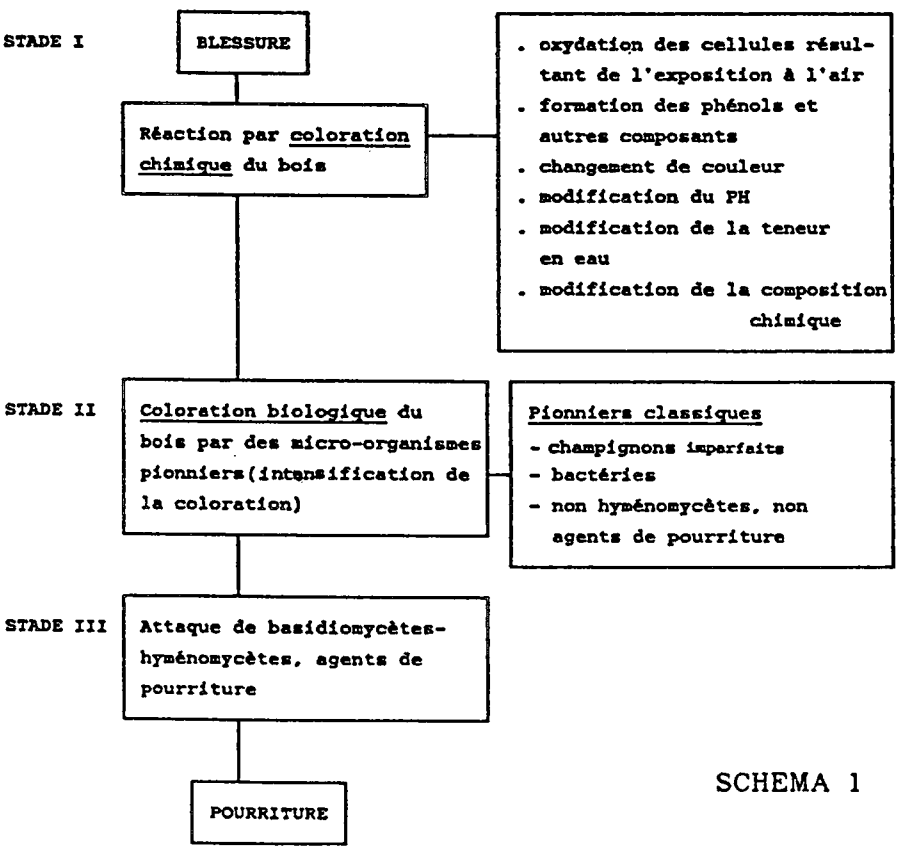
De cette revue émergent les travaux du pathologiste américain SHIGO Alex et de son équipe (USDA Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station, Durham, New Hampshire) qui portent essentiellement sur les conséquences de blessures artificielles.
Ces études traitent peu ou de façon imprécise des risques représentés par les plaies d'élagage ; néanmoins, on peut penser qu'une blessure artificielle de faible profondeur aura les mêmes répercutions qu'une plaie d'élagage.

En outre, cette analyse bibliographique montre qu'un certain nombre de descriptions ou d'expériences réalisées aboutissent à des résultats divergents, voire parfois contradictoires.

On retiendra surtout la définition des deux modèles explicatifs décrits par SHIGO :

1/ Mécanisme de succession parasitaire : L'infection est un phénomène complexe ; dans le processus de coloration anormale et de pourriture du bois, on relève une séquence de microorganismes qui s'installent les uns après les autres dans un ordre précis.

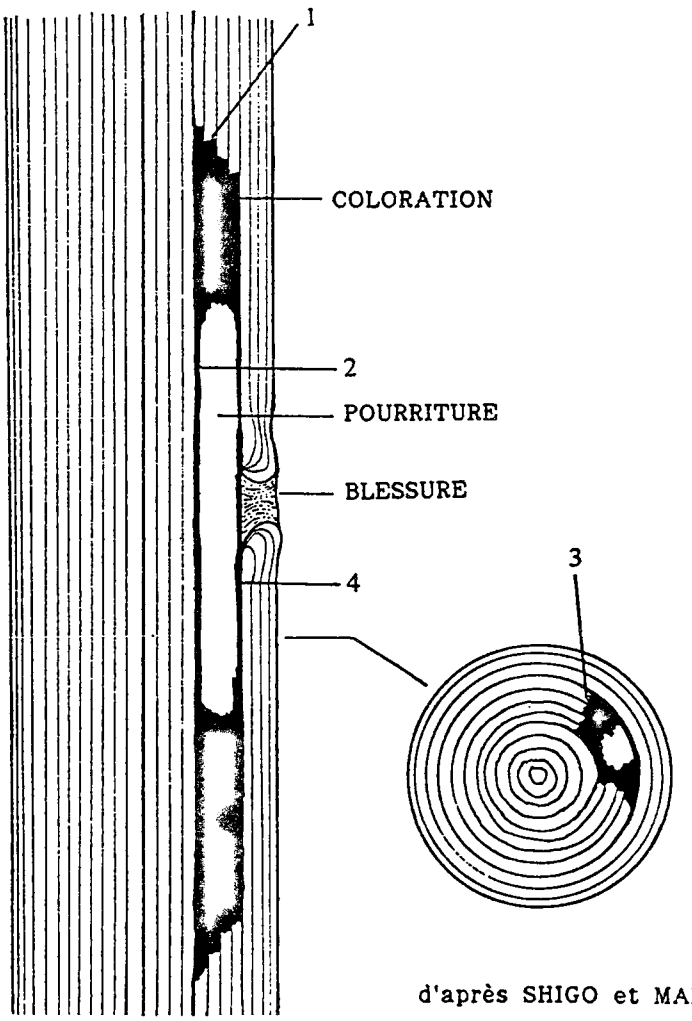
L'arbre réagit à l'ouverture de la plaie par une coloration anormale du bois suivie d'une colonisation par des bactéries et des champignons "pionniers" qui accentueraient la coloration et favoriseraient éventuellement le développement ultérieur de champignons pathogènes agents de pourriture.



SCHEMA 1

Selon la vigueur de l'arbre et la taille de la plaie, l'altération peut se traduire soit par une simple coloration anormale localisée ou non, soit par une pourriture.

2/ Compartimentage et théorie des barrières : Outre la fermeture de la plaie d'élagage et la formation du cal de cicatrisation, l'arbre réagit aux infections consécutives aux blessures. Afin de classer les réactions de l'arbre et de comprendre comment apparaissent les zones d'altération, SHIGO a construit un modèle CODIT (Compartmentalization Of Decay In Trees = compartimentage de la pourriture dans les arbres) définissant quatre barrières permettant de réduire le développement spatial de l'altération.



d'après SHIGO et MARX, 1977

Par ordre d'efficacité croissante :

. la barrière 1 ou transversale empêche la propagation verticale de l'infection par des processus anatomique et chimique (obstruction des vaisseaux ...) ; c'est la barrière la plus fragile.

. La barrière 2 ou frontale s'oppose à l'extension de l'infection vers le coeur par l'intermédiaire des cernes annuels.

. La barrière 3 ou latérale fait obstacle à la diffusion latérale de l'infection grâce aux rayons médullaires ligneux.

. La barrière 4 ("zone de barrage"), la plus efficace, empêche la propagation de l'infection de l'intérieur vers l'extérieur et est élaborée par le cambium après ouverture de la plaie. Produite entre le bois présent au moment de la blessure et le bois formé ultérieurement, elle est constituée de cellules fortement parenchymenteuses et est infranchissable par la plupart des bactéries et des champignons qui colonisent le bois et de ce fait, les cernes formés après la blessure restent sains.

LES OBSERVATIONS FAITES SUR LE TERRAIN

L'examen d'échantillons prélevés sur des sujets abattus ont permis de faire un premier constat dans les plantations élaguées visitées, conforté par les résultats des examens de laboratoire.

1/ Comportement du hêtre

Quelques problèmes d'altération ont été soulevés à son sujet et ont suscité des inquiétudes.

Il convient de distinguer un cas particulier assez spectaculaire dans une plantations de 26 ans élaguée début 1985 se traduisant par une coloration anormale brune depuis le cerne 1985 jusqu'au coeur, s'étendant vers le bas jusqu'au collet et vers le haut, même dans la partie non élaguée. Après étude détaillée, il apparait que l'altération correspond au stade II de SHIGO sous forme d'une coloration anormale généralisée plus spectaculaire que dommageable (l'élagage n'a pas été réalisé avec les précautions nécessaires). C'est à ce jour le seul cas observé mais il n'est pas exclu que d'autres puissent être détectés en France.

Exception faite de ce cas, les observations effectuées sur douze plantations situées dans les huit forêts ont révélé des altérations se traduisant le plus souvent par des colorations anormales brunes localisées à la zone de la branche interne du tronc, à partir de laquelle, dans de rares cas, démarrent quelques "trainées" brunes filamenteuses descendantes ou remontantes.

Seuls deux élagages inappropriés ou mal effectués avec arrachement de l'écorce à la base de la branche ou trop ras du tronc, ont entrainé des cas de pourriture.

Les propos pessimistes tenus sur les conséquences de l'élagage sont-ils donc réellement fondés ? Dans l'état actuel de nos observations, il semblerait en fait que, dans le cas d'une pratique correcte, l'élagage ne puisse être réellement responsable que de faibles dégâts chez le hêtre.

2/ Le comportement de l'érable

Seules deux observations ont été réalisées :

elles révèlent chez l'érable sycomore une coloration anormale marron-foncé bien limitée aux tissus de la branche interne au tronc, tandis que chez l'érable plane la coloration plus importante se poursuit parallèlement à la moëlle vers le bas sous forme de colonne verticale sur une longueur de 30 à 40 cm.

D'autres observations sont nécessaires. A la suite des cultures effectuées, l'absence de cas de pourriture doit être soulignée.

3/ Le comportement du merisier

Le merisier semble assez sensible aux infections consécutives à l'élagage artificiel. Les observations pratiquées dans neuf plantations montrent trois types de manifestations de gravité croissante : coloration anormale, brun-clair, bien localisée avec parfois des petites traînées brunes, coloration plus conséquente gris-brun sous forme de colonne descendante d'épaisseur correspondant au diamètre de la branche coupée et qui s'estompe progressivement, et enfin traces de pourriture sous forme de flammes ou de taches blanches.

Même les arbres correctement élagués ne sont pas indemnes : ceci semble démontrer la bonne réceptivité du bois de merisier à l'infection lorsqu'il est mis à nu.

Pour cette essence plus que toute autre, une pratique correcte de l'élagage devra être particulièrement recommandée (période, diamètre des branches, emplacement de la coupe) (voir plus loin).

4/ Le comportement du frêne

Les constatations faites dans trois forêts montrent que les altérations se traduisent par des colorations anormales brun-foncé limitées (pour un diamètre des branches de 1,5 cm) ou plus importantes descendantes le long de la moelle sur une longueur de 4 à 25 cm (pour un diamètre de 2 à 3 cm) ; ceci tend à démontrer que l'élagage du frêne doit être réalisé très tôt sur de petites branches.

Aucune trace de pourriture n'a été décelée.

5/ Le comportement du chêne

Si le diamètre de la branche n'excède pas 3 cm, les trois espèces de chêne observées (rouvre, pédonculé, rouge d'Amérique) ont révélé de faibles manifestations s'exprimant le plus souvent par des colorations anormales brunâtres très limitées, avec parfois quelques traînées descendantes en flamme pour le chêne rouvre ou sous forme de colonne pour le chêne rouge.

Des traces de pourriture ont été décelées lorsque le diamètre de la branche élaguée dépasse 6 cm chez le chêne rouge (cas d'un élagage tardif).

6/ Le comportement du noyer

Les observations faites sur deux espèces de noyer (hybride, noir d'Amérique) révèlent essentiellement une coloration anormale brune du bois, parfois difficile à cerner à cause du phénomène de duraminisation ; aucune trace de pourriture n'a été décelée sur les échantillons analysés.

On sait que l'élagage du noyer est souvent tardif et parfois intempestif ; les blessures les plus graves proviennent de l'élagage plus ou moins maladroit de grosses branches. Aussi, la pratique de l'élagage devra respecter des règles rigoureuses puisque l'objectif principal est d'obtenir une grume de tranchage sans défaut, "propre" sur environ quatre mètres.

7/ Les enseignements de ces observations de terrain

Le bilan de toutes les observations faites sur les six essences feuillues examinées fait apparaitre trois grands points :

On est le plus souvent en présence d'une coloration anormale du bois essentiellement de couleur brune limitée le plus souvent à la partie de la branche interne au tronc ; l'hypothèse que ce phénomène résulte de processus physiologiques normaux, consécutifs à une mise à nu des cellules vivantes du bois, ne peut être écartée. A cette coloration physiologique peut s'ajouter une coloration biologique dûe à la présence d'agents non pathogènes (bactéries, champignons imparfaits notamment).

. Les cas de pourriture par des basidiomycètes-hyménomycètes sont dans l'ensemble réduits et découlent le plus souvent d'élagages tardifs ou mal effectués entrainant des plaies importantes difficiles à cicatriser.

. Rien de ce que nous avons pu observer n'est en contradiction avec les théories de SHIGO sur les mécanismes de défense de l'arbre : si les barrières 1, 2 et 3 décrites plus haut peuvent être parfois franchies, la bois formé après la période d'élagage est toujours sain et ne présente jamais d'altération témoignant de l'efficacité parfaite de la barrière 4.

LES ANALYSES ET RECHERCHES DE LABORATOIRE

Les isolements effectués à partir de prélèvement pratiqués au niveau des altérations sur les différentes essences confirment les deux premiers points du paragraphe précédent ; ils révèlent en effet :

- la présence d'un grand nombre de champignons imparfaits (Adélomycètes) qui ne sont pas pathogènes pour la plupart ; ils peuvent être responsables de la coloration biologique et être susceptibles, en tant que pionniers, de "préparer le terrain" aux éventuels agents de pourriture. Les principaux champignons imparfaits rencontrés appartiennent aux genres Phialophora, Trichoderma, Penicillium, Epicoccum, Acremonium, Fusarium, Gliocladium, Cephalosporium, Pestalotiopsis, Aplanocladium, Ulocladium.

- Un nombre limité d'agents de pourriture du bois (basidiomycètes, hyménomycètes); Corticium, Ganoderma, Dryodon, ainsi que des basidiomycètes avec ou sans boucles (non identifiés) ont été le plus souvent isolés.

- Une quantité importante de bactéries dont le rôle ne nous semble pas à priori pathogène.

LES INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES

Les différents contacts que nous avons pu avoir peuvent se résumer ainsi :

- Le CTFT insiste sur le phénomène oxydatif de bois entrainant des colorations foncées.

- Afin de mettre en évidence la présence de bactéries, l'INRA a mené quelques isolement rapides ; le caractère pathogène ou non de ces bactéries n'a pas été déterminé.

- L'ENITEF indique que, dans la plupart des cas, le bois présentant des colorations anormales semble posséder des propriétés mécaniques sensiblement identiques à celle du bois sain.

PRODUITS DE DESINFECTION ET DE PROTECTION DES PLAIES

L'étude bibliographique effectuée sur ce sujet révèle que, malgré quelques divergences, de nombreux auteurs ont montré le bien fondé de cette méthode : ils sont favorables à cette pratique au moins pour l'élagage de branches d'un diamètre supérieur à 3 cm.

La littérature indique également que l'application d'un quelconque produit ne peut compenser une coupe mal effectuée et la plupart des auteurs sont d'accord pour déconseiller des anciens enduits non fongicides (désinfectants violents ou corrosifs, certains mastics à greffer, substances goudronneuses) susceptibles de provoquer la nécrose de tissus vivants du bois.

Pour notre part aucun jugement ne peut être donné, nos observations ayant porté sur des élagages où aucune application n'a été effectuée. Parmi les produits commercialisés en France, le choix du plus performant reste posé.

CONCLUSIONS

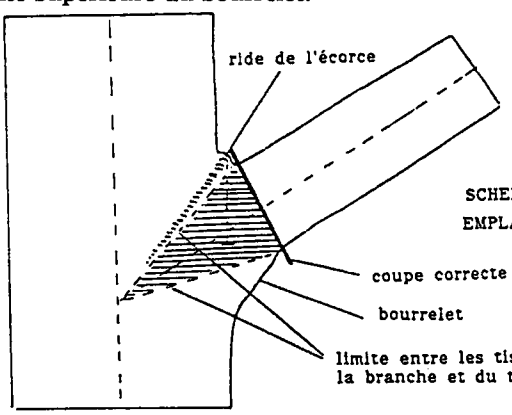
Après cette première approche en 1989, on peut conclure que les altérations constatées ne sont pas aussi systématiques qu'on pouvait le supposer à priori. D'après les analyses de laboratoire, si certains champignons sont mis en évidence, beaucoup ne sont pas pathogènes.

Les observations menées sur 36 cas différents indiquent que le respect de bonnes règles d'élagage ne devrait pas entrainer de risques phytosanitaires importants.

Selon les principes simples indiqués par la bibliographie et corroborés par les constatations de terrain, la définition d'un élagage idéal pour les six essences étudiées peut se résumer ainsi :

- **Un élagage précoce** pour obtenir des plaies de moins de 3 cm de diamètre assurant une cicatrisation rapide et totale et ainsi un risque d'infection minime.

- **Un emplacement correct de la coupe** avec une section nette, précise et propre sans arrachement, ni écrasement. La branche ne doit pas être coupée raz tronc mais à très faible distance pour préserver ainsi le bourrelet, partie enflée de quelques millimètres à la base de la branche ; le plan de coupe doit joindre la partie supérieure de la ride de l'écorce et l'extrémité supérieure du bourrelet.



SCHEMA 3
EMPLACEMENT DE LA COUPE (d'après MICHAU, 1987)

- **Un choix judicieux de l'époque d'élagage** : de la période d'élagage dépend la vitesse de cicatrisation ; pour l'instant, on peut signaler que les périodes les plus favorables pour trois essences semblent être la fin de l'hiver ou le début du printemps pour le hêtre, la fin juillet pour le merisier, juillet ou août pour le noyer. Pour les autres essences, la période demande à être précisée.

- **La protection des plaies uniquement pour des branches d'un diamètre supérieur à 3 cm** avec un produit bien sélectionné.

Les résultats acquis et décrits ci-dessus doivent être considérés comme provisoires ; ils seront complétés par une nouvelle campagne d'observations et d'analyses de laboratoire.

Le nombre d'observations faites en 1989 est insuffisant pour statuer définitivement sur les risques en fonction des essences car ceux-ci ne peuvent être évalués que sur un nombre plus élevé d'observations.

Les premières constatations effectuées ne remettent pas en cause la pratique de l'élagage artificiel puisque le bois produit après la période de coupe est sain et de qualité conformément à la théorie de SHIGO, une éventuelle altération se limitant seulement à un petit cylindre de bois central.

Par ailleurs, des tests comparatifs de différents produits protecteur des plaies d'élagage restent à entreprendre.

Cet article résume les principaux points d'un document CEMAGREF : "L'élagage artificiel et les éventuels risques phytosanitaires chez les feuillus - Le point actuel" par Alain SOUTRENON. Avril 1990 - 50 pages + annexes.
Les personnes qui souhaitent obtenir des informations complémentaires pourront se référer à ce document pourvu d'une abondante bibliographie.

Photo 1 : Coloration anormale brune bien localisée à la seule partie de la branche interne au tronc chez le hêtre (FD. de Souilly, p.47).

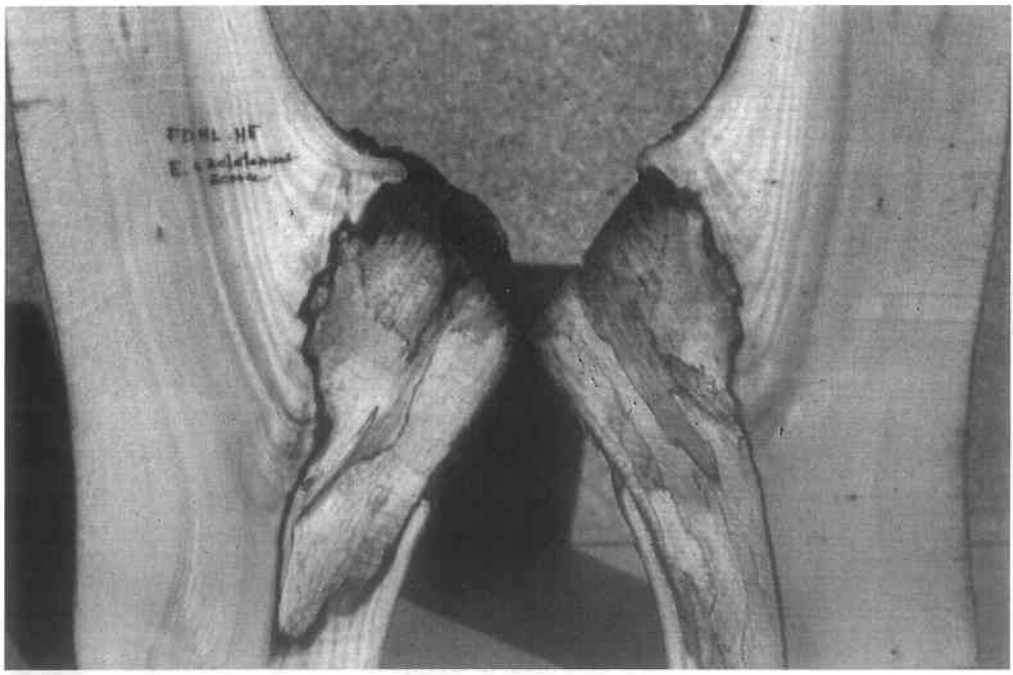


Photo 2 : Altération se traduisant par une pourriture à la suite d'un élagage mal effectué avec arrachement de l'écorce au niveau du bourrelet chez le hêtre (FD. d'Halatte, p. 163).

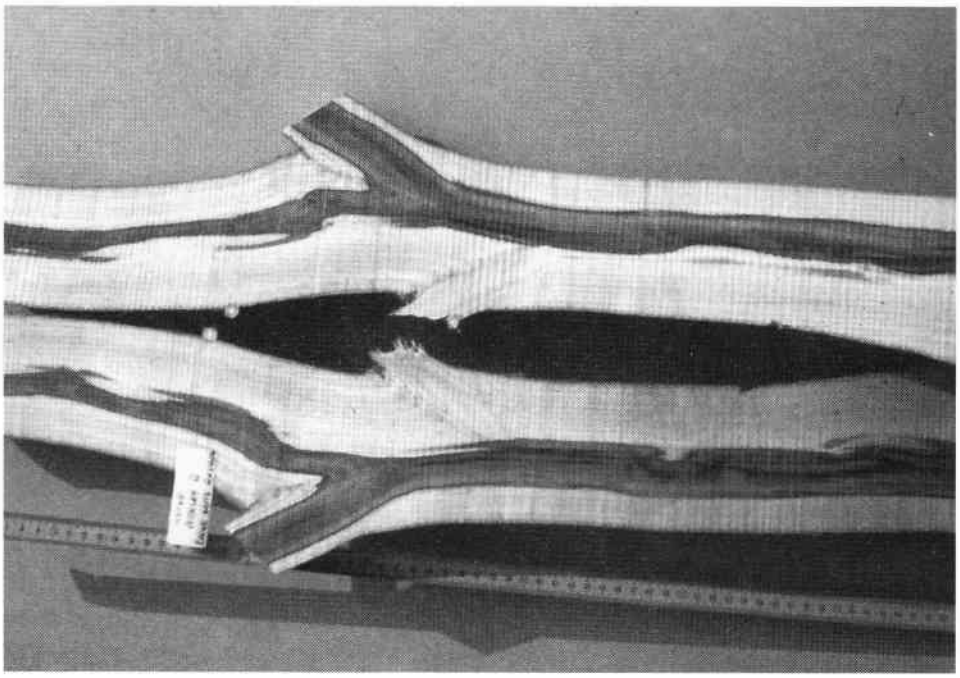


Photo 3 : Seul cas spectaculaire observé chez le hêtre : coloration anormale brun-foncé généralisée (FD. de Chauffour-Ferrières, p. 9).

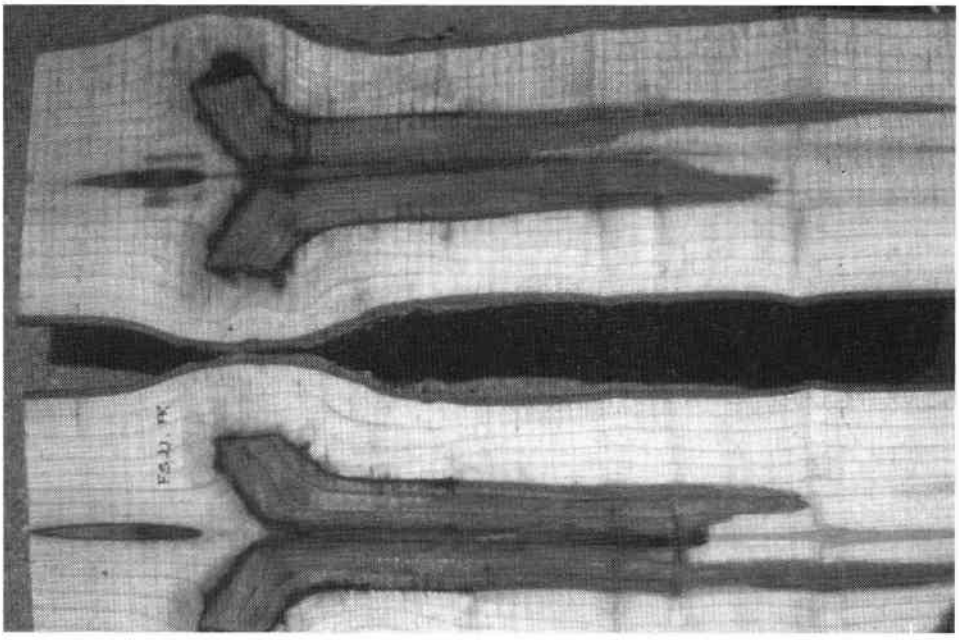


Photo 4 : Chez le frêne, coloration anormale descendante le long de la moelle (Forêt de St Jean-les-deux-Jumeaux).

LE POPULETUM DE NOYON : UNE REFERENCE EN PICARDIE

D. TERRASSON et G. DEBOISSE
Division Graines et Plants Forestiers
- Nogent sur Vernisson -

INTRODUCTION

Les peupliers interaméricains sont apparus dans la populiculture française avec l'inscription au catalogue national en 1982 des cultivars 'Unal' et 'Beaupré' réellement utilisés de façon significative à partir de 1985.

Leur développement s'est ensuite fait très rapidement, et l'enquête nationale sur les pépinières forestières nous indique qu'ils représentent une part de la production nationale des plants de peupliers de près de 25 % en 1989, en augmentation régulière de 5 % par an depuis les 5 dernières années.

Il existe de fortes disparités régionales, car les peupliers interaméricains ont surtout été plantés au nord de la Loire. Leur progression a été spécialement importante dans le quart nord-est de la France, dont la populiculture était retournée à une quasi-monoculture de 'Robusta' après les deux désillusions successives engendrées, d'abord par les piètres résultats d''I-214' utilisé inconsidérémment avant d'être touché par l'épidémie de Marssonina brunnea, et ensuite, par la populiculture forestière prônée à l'occasion de l'introduction de 'Fritzi Pauley'. 'Robusta' apparaissait malgré tout comme un pis-aller, en raison de sa productivité limitée, et des alertes sanitaires épisodiques frappant les pépinières ou les plantations (Dothichiza, Melampsora, Phytobia c.), ce qui a laissé le champ libre pour les peupliers interaméricains dont la forme, la vigueur et l'aspect sanitaire sont spectaculaires en pépinière, c'est à dire au moment ou le populiculteur opte pour un cultivar.

Néanmoins, l'acheteur avait peu d'éléments pour départager 'Unal' et 'Beaupré', et son choix est devenu encore plus difficile avec l'adjonction au catalogue national en 1989, de 4 clones interaméricains supplémentaires ('Boelare', 'Donk', 'Hunnegem' et 'Raspalje'). A ce titre, les résultats du populetum de NOYON qui comporte l'ensemble de ces cultivars sont particulièrement instructifs.

LE POPULETUM DE NOYON

La plantation a été installée en Décembre 1978 sur un terrain appartenant à la commune de NOYON dans le département de l'Oise et loué par la SEITA, en fonction d'une convention entre cette société, l'ENGREF et le CEMAGREF.

Le terrain est dans son ensemble très favorable pour la populiculture, mais il comporte néanmoins des hétérogénéités importantes avec deux stations distinctes séparées par des zones de transition. Il existe une station riche et sèche dans laquelle on rencontre les groupes phytoécologiques des xérophiles (Avoine élevée, Dactyle aggloméré,...) et des neutrophiles (Ortie, Liseron des haies). Cette station est caractérisée par une texture équilibrée, un pH élevé (pH = 8) et une nappe phréatique dont la profondeur à l'étiage est voisine de 2 mètres. La partie nord du populetum constitue par contre une station riche et humide, dans laquelle on rencontre les groupes phytoécologiques des mésohygroneutrophiles (Guimauve, Phalaris) et hygrophiles (Menthe aquatique, Carex, Iris). Dans cette seconde station la texture est argileuse (483/1.000), très riche en matière organique, le pH proche de la neutralité (pH = 6,7), et la nappe phréatique proche de la surface. Dans les zones les plus basses la profondeur de la nappe à l'étiage varie entre 50 et 70 cm, mais il n'y a cependant jamais de submersions printanières.

1 - Le dispositif expérimental

L'expérimentation a pour objet de comparer l'ensemble des cultivars de peupliers interaméricains et trichocarpa inscrits aux catalogues nationaux belges et hollandais, avec 2 clones témoins : le cultivar P. x euraméricana 'I-214', et le cultivar de P. trichocarpa 'Fritzi Pauley' commercialisé en France depuis 1971.

Elle comprend les 12 clones suivants :

- Populus trichocarpa

- sélections belges : . Trichobel
  . V.471 x 24/35

- sélections hollandaises : . Blom
  . Heimburger

- Hybrides interaméricains

- sélections belges : . Beaupré
  . Boelare
  . Hunnegem
  . Raspalje
  . Unal

- sélections hollandaises : . Barn
  . Donk
  . Rap.

On remarque qu'il manque le cultivar 'Columbia River' inscrit au catalogue national français depuis 1982, lequel a été remplacé ici par le clone 'V.471 x 24/35', issu du croisement entre 'Fritzi Pauley' et 'Columbia River', qui a également produit 'Trichobel'.

Le dispositif est en blocs complets avec 3 répétitions, et des parcelles unitaires de 25 plants dont seuls les 9 du centre sont mesurés. L'expérimentation comprend au total 1.050 arbres, plantés à 7 m x 7 m sur une superficie dépassant 5 ha.

2 - Déroulement de l'essai

La plantation a été réalisée en Décembre 1978, avec des plançons mis en place à la tarière, à une profondeur de 0,80 m sur un sol préparé par labour.

Le taux de reprise est excellent (97 %) même pour les plants de faible calibre, sauf pour 'I-214' dont la mortalité s'est élevée à 15 %.

Le sol a été entretenu pendant 6 ans par un seul passage de charrue à disques chaque année. Ces entretiens ont vraisemblablement été d'un intérêt limité en raison de leur caractère tardif (Août ou Septembre) : la portance du terrain ne permet pas le passage des engins au printemps.

Une taille de formation, délicate, a eu lieu à l'intersaison 1982-1983 sur la quasi-totalité des plants. Ceux-ci ont très bien réagi en rétablissant dès la saison de végétation suivante une bonne dominance apicale.

Un seul élagage a été effectué, en deux tranches (printemps 1986 et printemps 1987).

Dès l'origine, la comparaison a été en partie biaisée par des différences dans la qualité du matériel végétal. Les plançons des clones de sélection belge, fournis par l'Institut de Recherche de Grammont, étaient en effet bien calibrés et de catégorie A 3, alors que les autres clones produits par la pépinière administrative de GUEMENE PENFAO étaient de qualité très inférieure (inférieure à la catégorie A 1 pour près de la moitié des plants). Le clone 'I-214' ne s'est en particulier jamais installé normalement, d'autant que des attaques de Marssonia brunnea sont venues se conjuguer aux conséquences de la dimension un peu insuffisantes des plançons.

Par ailleurs, le découpage des blocs n'a pas pu tenir entièrement compte des différences de station.

Enfin, il faut signaler que la plantation est exposée au vent, et qu'elle a subi de nombreux bris de cime perturbant la croissance des cultivars les plus touchés. Ces dégâts font partie des facteurs intrinsèques qui conditionnent la production réelle d'une variété, mais ils ne reflètent pas seulement une variabilité de sensibilité clonale, car ils sont parfois influencés par des phénomènes locaux (couloirs de vent, différence de hauteur entre clones voisins,...). Les comparaisons de croissance entre clones peuvent donc être partiellement perturbées par ces facteurs extérieurs.

RESULTATS

1 - Circonférence à 11 ans

Compte tenu des difficultés mentionnées précédemment, il est nécessaire d'être prudent dans l'interprétation de la comparaison de clones.

L'analyse de variance effectuée sur les mesures annuelles de circonférence, fait apparaître un effet clone et un effet bloc très significatifs dès la première saison de végétation. L'interaction entre ces deux facteurs est également significative, pendant les 10 premières années, mais la valeur de F diminue progressivement à partir de la 7ème année, et elle cesse d'être significative la onzième année (p = 0,21). L'effet clonal a donc progressivement "gommé" les hétérogénéités édaphiques, ce qui s'explique par la bonne richesse du sol et la présence d'une nappe phréatique stable accessible par les racines après quelques années de développement. On peut donc comparer strictement les clones installés avec des plançons de qualité similaire,à partir de la 11ème année.

A l'issue de la onzième saison de végétation (tableau 1), la circonférence moyenne de la plantation est de 105 cm ce qui correspond à un accroissement moyen de 8,6 cm par an, très satisfaisant pour la Picardie.

Par ailleurs la moyenne des circonférences des hybrides interaméricains est de 109,5 cm, supérieure de 8,6 % à celle des trichocarpa qui ressort à 100,8 cm.

TABLEAU 1 - Circonférence à 11 ans dans le populetum de NOYON

Clone	Espèce	Circonférence en cm	Différences significatives (à 5 %)	Pourcentage de la moyen.
I-214	D x N	78	a	74
Heimburger	T	94	b	90
Barn	T x D	96	bc	91
Fritzi-Pauley	T	98	bcd	94
Trichobel	T	100	bcde	96
Donk	D x T	101	bcde	96
Blom	T	103	cde	98
Unal	T x D	106	def	101
V-471 x 24/35	T	108	efg	103
Rap	T x D	111	fg	106
Raspalje	T x D	112	fgh	107
Beaupré	T x D	113	fgh	108
Boelare	T x D	116	gh	110
Hunnegem	T x D	121	h	115

Légende : D : P. deltoïdes T : Populus trichocarpa N : P. nigra.

Il faut tout particulièrement souligner la remarquable homogénéité des peupliers interaméricains de sélection belge, entre lesquels il n'existe aucune différence significative à l'exception du clone 'Unal' dont les résultats sont légèrement moins bons. le clone 'Donk' n'est pas significativement inférieur à 'Unal' mais il ne faut pas oublier qu'il a pu être désavantagé par les dimensions insuffisantes des plançons utilisés.

2 - Courbes de croissance

Les résultats des années antérieures montrent, d'une part, un tassement progressif des écarts relatifs entre clones et d'autre part une évolution sensible des hiérarchies au fur et à mesure que la plantation vieillit. Si le premier point peut s'expliquer par une augmentation de la concurrence avec les dimensions de l'arbre, le second implique des différences de rythme de croissance. D'une manière générale le rang des peupliers interaméricains tend à s'améliorer au détriment de celui des peupliers trichocarpa, mais il existe également des différences importantes au sein de chaque groupe systématique.

En ce qui concerne les six cultivars d'hybrides interaméricains inscrits au catalogue national, qui nous intéressent plus particulièrement, l'examen de la courbe des accroissements courants de surface terrière (figure 1) nous montre que :

- 'Raspalje' et dans une moindre mesure 'Beaupré', ont une très forte croissance juvénile, mais les accroissements annuels se stabilisent pratiquement à partir de la septième année.

- 'Hunnegem' prend ensuite le relais, et atteint son accroissement maximum à 9 ans.

- 'Boelare' et 'Unal' ont des accroissements qui augmentent très régulièrement tout au long de la période d'observation.

- 'Donk' a un démarrage relativement lent, (probablement imputable en partie à la qualité du matériel végétal utilisé), puis sa croissance s'accélère progressivement à partir de la sixième année, ce qui lui permet même, de surpasser tous les autres cultivars au cours de la onzième année.

Ces différences de comportement sont bien illustrées par la courbe des accroissements courants rapportés à la moyenne annuelle de l'expérimentation (figure 2). Il est amusant de noter que les hiérarchies des premières et des onzièmes saisons de végétation sont exactement inversées.

Ces résultats méritent d'être soulignés, car ils montrent une fois de plus, qu'en matière clonale les courbes de croissance peuvent fortement diverger, et qu'il faut se garder de tout engouement excessif pour un matériel observé seulement à l'état juvénile.

3 - Croissance en hauteur

Une mesure de hauteur totale a été réalisée à 10 ans, sur trois arbres encadrant la moyenne des circonférences dans chaque parcelle unitaire (tableau 2). Les Populus trichocarpa apparaissent en moyenne plus élancés que les hybrides interaméricains. Il faut néanmoins rappeler que ce critère est secondaire pour le populiculteur destinant sa production au déroulage, dans la mesure où le prix d'achat ne prend pratiquement en compte que la bille de pied.

TABLEAU 2 - Hauteur totale à 10 ans

Clone	Hauteur en m	Différence à 5 %	h/c (x100)
I-214	15,3	a	24
Heimburger	17,9	b	21
Barn	19,0	c	22
Donk	20,1	d	23
Fritzi-Pauley	20,3	d	24
Blom	20,5	d	22
Trichobel	22,1	e	24
Beaupré	22,4	ef	23
Unal	22,4	efg	23
Hunnegem	22,7	efg	21
Rap	22,9	efg	23
Boelare	23,0	fg	22
Raspalje	23,2	fg	22
V-471 x 24/35	23,2	g	23
Moyenne.....	21,1		23

4 - Fragilité au vent

Les bris de cimes ont été inventoriés en Avril 1987 après huit saisons de végétation (tableau 3). Depuis cette date, le nombre d'arbres touchés à légèrement augmenté, mais le populetum n'a pas souffert des tempêtes de l'hiver 1989-1990 survenues en période d'arrêt de végétation.

Les résultats font apparaître des différences clonales importantes, qui sont malgré tout à interpréter avec prudence compte tenu de la mauvaise répartition de ce type d'effet. Sous ces réserves, on note que :

- la sensibilité excessive de 'Fritzi Pauley' est encore confirmée dans cette expérience
- les autres P. trichocarpa semblent assez sensibles pour les 2 clones belges, et résistants pour les 2 clones hollandais (mais ils sont plus petits)
- les peupliers interaméricains donnent des résultats voisins à l'exception de 'Raspalje' qui semble plus fragile, et surtout de 'Rap' et 'Hunnegem' qui ont par contre été très peu touchés.

TABLEAU 3 - Fragilité au vent

Clone	Nbre d'arbres brisés par le vent au niveau :			Pourcentage d'arbres cassés
	du tronc	de la cime	total	
Fritzi-Pauley	24	29	53	71
V-471 x 24/35	24	17	41	56
Raspalje	15	16	31	41
Trichobel	7	18	25	33
Boelare	5	14	19	25
Donk	5	13	18	24
Beaupré	8	10	18	24
Barn	7	8	15	20
Unal	7	7	14	19
Blom	3	4	7	9
Rap	1	6	7	9
Hunnegem	-	4	4	5
Heimburger	2	0	2	3
I-214 *	-	-	-	-
TOTAL.....	116	138	254	26

* non inventorié (retard excessif)

5 - Autres dépréciations

Aucun arbre ne présente de gélivures dans le populetum de NOYON, ce qui contraste avec les dégâts très importants observés dans la vallée de la Loire et dans l'est de la France sur 'Hunnegem' et 'Raspalje' à l'occasion des hivers rigoureux de 1985 et 1986.

CONCLUSIONS

Pour apprécier les résultats du populetum de NOYON, il faut rappeler que 'Robusta' demande en Picardie un minimum de 25 ans pour atteindre des dimensions commerciales sur les meilleurs terrains. Son principal concurrent 'I-214', permet d'escompter des rotations un peu plus courtes de l'ordre de 20 ans, mais la réussite des plantations s'avère parfois aléatoires, ce qui est d'ailleurs confirmé ici.

A côté de cela, la circonférence moyenne du populetum de NOYON dépasse 100 cm à 11 ans, et approche 110 cm pour l'ensemble des interaméricains. Par ailleurs les accroissements courants sur la circonférence restent encore voisins de 10 cm par an, ce qui permettra d'atteindre des dimensions commerciales (circonférence comprise entre 120 et 140 cm) à 12 ans pour les meilleurs clones, et avant 15 ans pour l'ensemble de la plantation. Il est donc possible d'obtenir en Picardie des productions comparables à celles de la populiculture méridionale, sur une station qui est certes favorable mais en restant dans le cadre d'une culture peu intensive.

En ce qui concerne le choix parmi les cultivars commercialisables en France, le populetum de NOYON nous apporte trois enseignements :

- Sur une station fertile et bien alimentée en eau, la croissance des hybrides interaméricains est significativement supérieure à celle des peupliers trichocarpa, avec un progrès considérable quand à la réaction à l'élagage.

- Les différences de croissance entre les clones interaméricains sont extrêmement minimes. 'Unal' et 'Donk' sont ici légèrement inférieurs mais il faut noter d'une part que l'âge d'exploitabilité n'est pas encore atteint, et d'autre part que les courbes de croissance laissent entrevoir un tassement probable des écarts.

- Les interaméricains présentent une sensibilité au vent non négligeable. Ils se comportent cependant mieux que les trichocarpa inscrits au catalogue national, à l'exception de 'Raspalje' dont la fragilité est certainement excessive. Par ailleurs 'Trichobel' représente sur ce plan, un progrès par rapport à 'Fritzi Pauley'.

D'une façon générale, on peut en déduire que parmi les six clones inscrits au catalogue national, seul 'Raspalje', qui n'est d'ailleurs pas finançable par le Fond Forestier National, est à proscrire malgré sa forte croissance juvénile, en raison de sa sensibilité au vent, à laquelle il faudrait ajouter quelques incertitudes sur le plan sanitaire et un créneau écologique plus étroit que pour les autres cultivars. Il reste donc le choix entre 5 clones qui ont en fait été inscrits au catalogue national, en raison de leurs susceptibilités variables à différentes maladies foliaires (Marssonina, races et espèces de Melampsora),afin d'éviter une monoculture propice au développement des épidémies dont la populiculture européenne a déjà trop eu à souffrir. Il est donc souhaitable que les populiculteurs, et les conseillers du monde forestier exploitent cette diversité en alternant les plantations des 5 cultivars, ce qui constituera la meilleure garantie pour l'avenir de tous. Dans l'état actuel des connaissances il n'existe pas de raisons sérieuses permettant de privilégier ou d'exclure l'un d'entre eux, et nous avons cherché ici à montrer que le rendement d'une peupleraie pouvait être affecté par des facteurs extérieurs comme le vent, et que les hiérarchies étaient susceptibles d'être profondément remaniées entre la fin de la période d'installation et l'exploitation. Dans le populetum de NOYON, 'Hunnegem' arrive actuellement en tête des classements sur la circonférence et la résistance au vent, avec en outre une forme remarquable ; néanmoins, ce clone peut avoir d'autres inconvénients (sensibilité au gel notamment), qui conduisent à rester prudent pour son utilisation au nord de la vallée de la Loire.

Enfin il faudra éviter de déduire des bons résultats de cette expérience, que les interaméricains conviennent à toutes les stations rencontrées en Picardie. Leur amplitude

d'utilisation reste à préciser, mais l'on connaît déjà certaines de leurs limites, et notamment les parcelles soumises à submersion pendant la saison de végétation et les sols acides chimiquement pauvres.

Photo 1 Populetum de Noyon vue d'ensemble

Photo 2 Parcelle de Raspalje dévastée par le vent

Photo 3 Hunnegem à 9 ans, un arbre exploitable

Photo 4 Beaupré : une cime ample avec quelques branches plus fortes

Figure 1

POPULETUM DE NOYON

ACCROISSEMENTS COURANTS-SURFACE TERRIERE

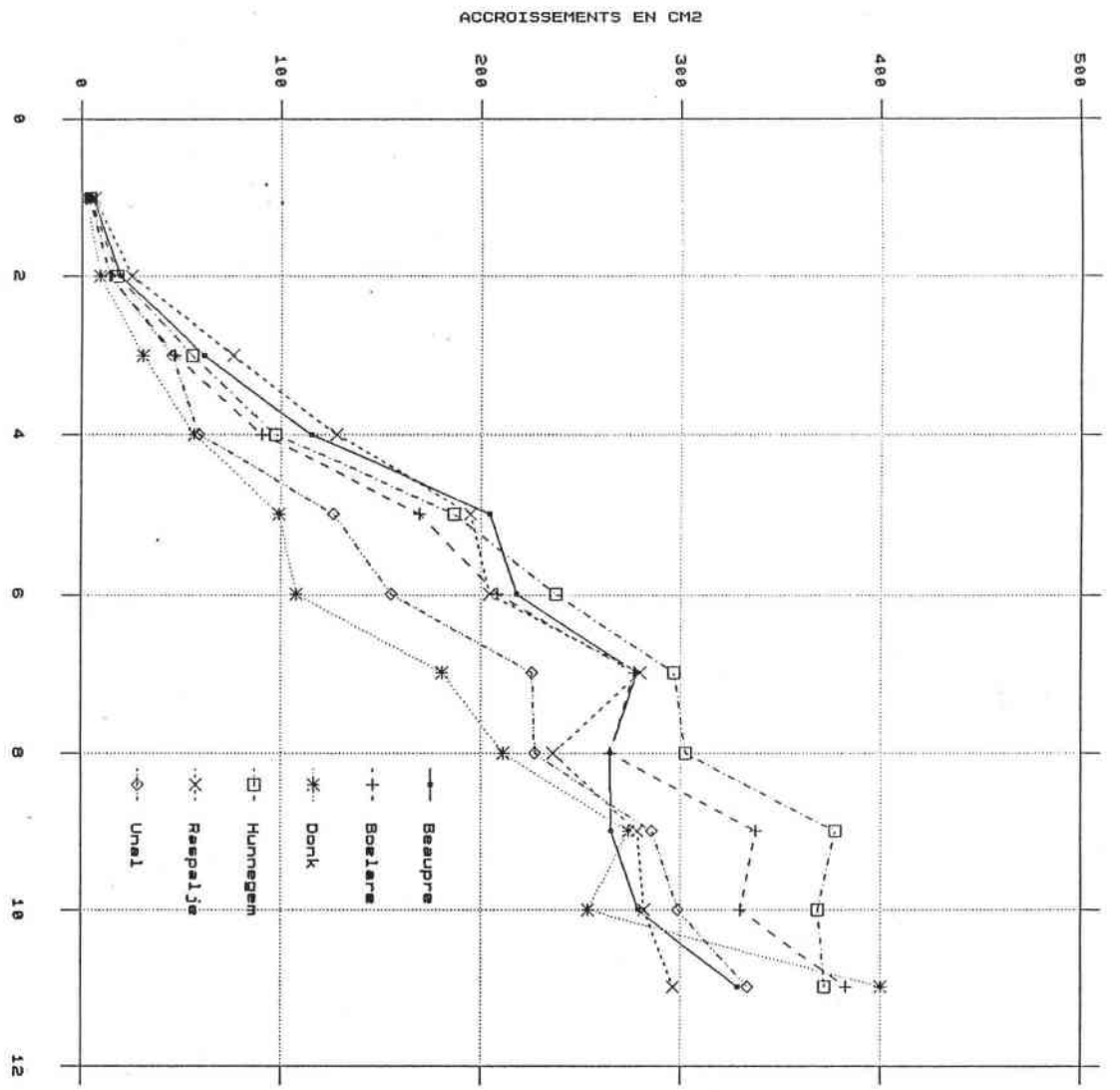
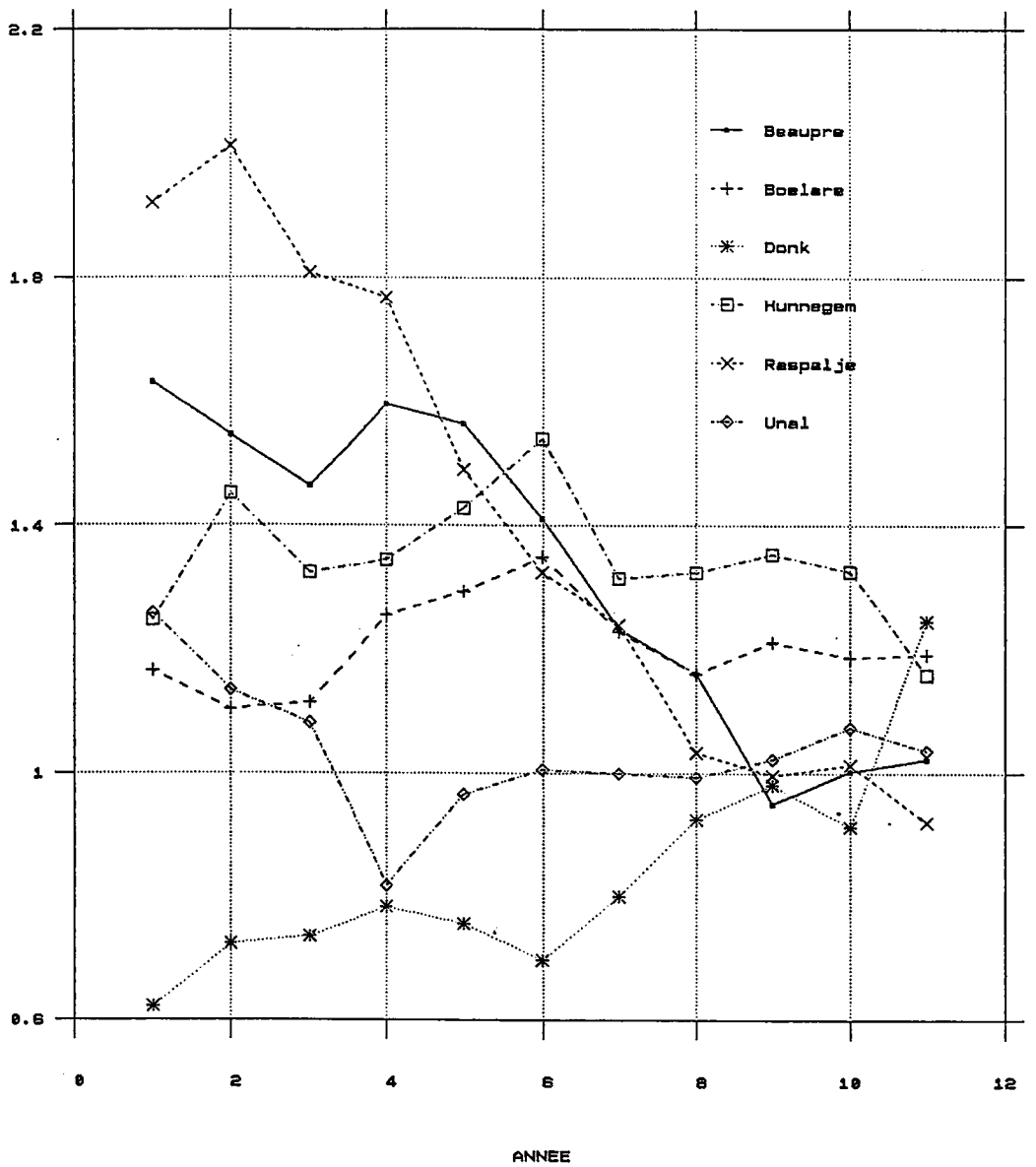


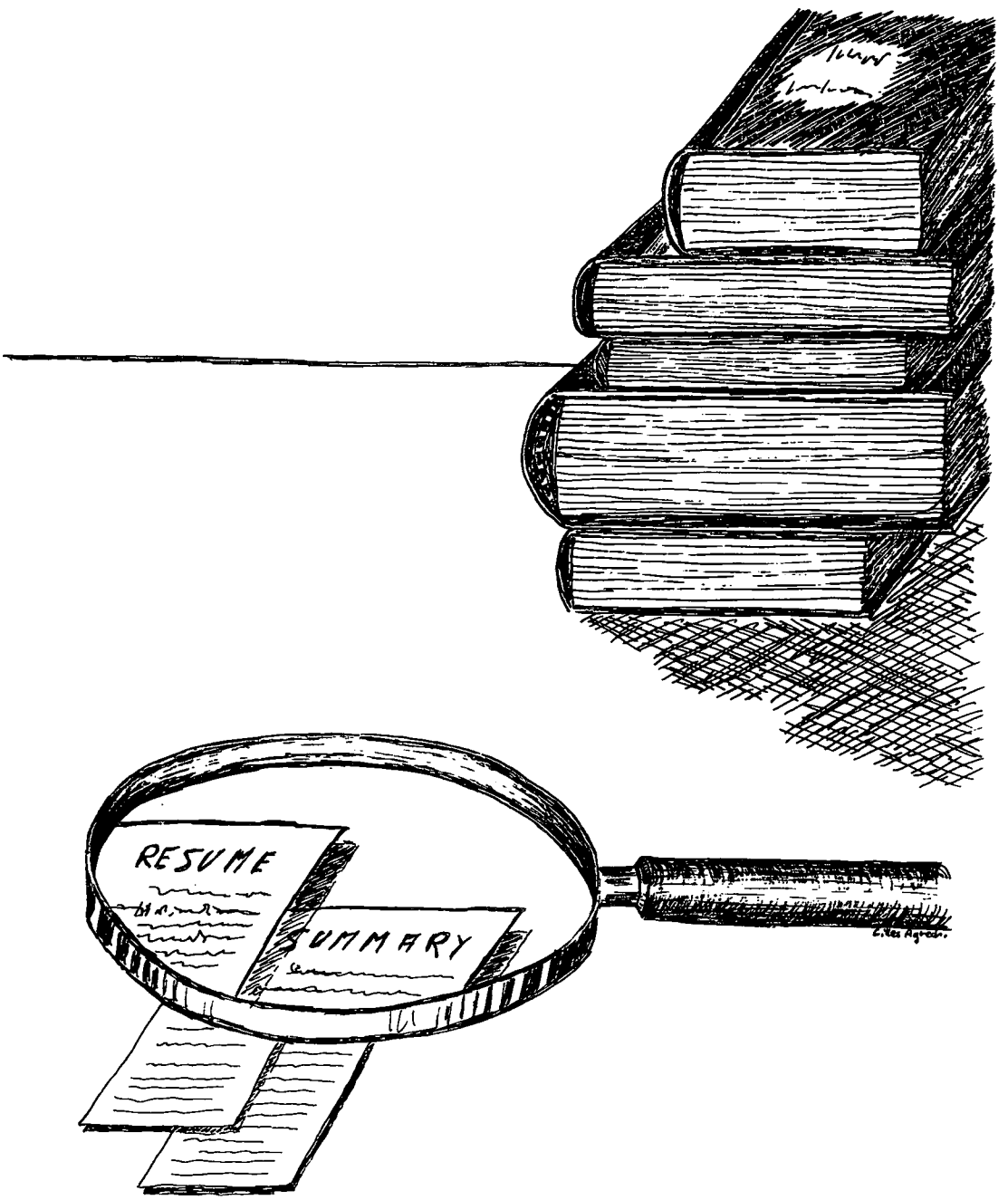
Figure 2

ACCROISSEMENTS DE SURFACE TERRIERE

RAPPORT CLONE / MOYENNE DU POPULETUM



V - RÉSUMÉS/SUMMARIES



L'EVOLUTION DES TECHNIQUES DE REBOISEMENT EN FRANCE

M. BUFFET

Si les essences feuillues ont pris une part plus importante dans les reboisements depuis 1974, les surfaces actuellement reboisées ont néanmoins diminué et semblent stabilisées aujourd'hui à près de 40000 ha/an.

Les techniques actuelles font de plus en plus appel à la mécanisation, à l'emploi de produits phytocides et tendent vers une diminution des densités de plantation.

L'article décrit les avantages à escompter et les dangers à craindre des nouvelles techniques, et traite de certains problèmes spécifiques : fertilisation, paillage, drainage, ambiance forestière, etc ...

Le reboisement reste une opération onéreuse qu'il convient d'entreprendre après mûre réflexion.

DEVELOPMENT OF RESTOCKING TECHNICS IN FRANCE

M. BUFFET

Even while broadleaved species have played a more important part in reforestations since 1974, the actual restocked areas have nevertheless decreased and seem stabilised at about 40 000 ha/year.

The actual technics tend to employ more and more mechanization, herbicides, and tend to a reduction of plantation densities.

The article describes the advantages and the disadvantages of these new technics, and deals with some specific problems such as: fertilizing, mulching, drainage, etc ...

Reforestation is still an expensive operation which should be undertaken after careful considerations.

PRISE EN COMPTE DU CLOISONNEMENT D'EXPLOITATION LORS DES PLANTATIONS RESINEUSES

R. CHEVALIER

Le cloisonnement d'exploitation apparaît de nos jours comme une nécessité pour la réalisation des éclaircies dans les plantations résineuses. Il doit être pris en compte dès l'organisation de la plantation.

A partir d'observations personnelles, l'auteur propose en premier lieu d'augmenter l'espacement entre certaines lignes de plantation, pour permettre le passage ultérieur des engins de débardage. On parle alors de PRECLOISONNEMENT d'exploitation. Lorsque le précloisonnement n'est pas envisageable, il convient de définir des espacements de plantation compatibles avec la réalisation du futur CLOISONNEMENT d'exploitation (enlèvement de lignes entières à distance régulière, au moment de la première éclaircie).

Conciliant les impératifs de l'exploitation et le maintien d'une qualité convenable des peuplements, une série de tableaux permet au gestionnaire de choisir la géométrie de plantation la mieux adaptée.

PLANNING LOGGING-RACKS IN CONIFEROUS PLANTATION

R. CHEVALIER

Racks seem today to be a necessity for the recovery of wood in coniferous stands. They have to be foreseen as early as the plantation stage.

After personnal observations, the author proposes to increase the distance between some rows to permit the future use of logging machines. These are called "pre-racks".

Where the planning of "pre-racks" is not possible, the layout has to be compatible with the future logging-racks (i.e.cutting of rows regularly distanced during the first thinning).

A series of tables have been produced which permit the manager to chose the best adapted geometry of the plantation, bearing in mind the harvesting criteria and stand quality.

BALIVAGE DU MERISIER : RESULTATS DE DEUX ESSAIS MENES EN REGION CENTRE

C. GINISTY

L'article donne les résultats de deux essais de balivage de merisier, installés en 1983 en région Centre. Les essais sont décrits et les résultats d'observation sur 7 ans sont présentés puis analysés.

La réaction à l'éclaircie est assez faible ; les tiges d'avenir désignées réagissent le mieux. Les auteurs concluent sur l'intérêt d'agir précocement, sur des taillis ayant moins de 35 ans, proposent des critères de choix pour la désignation des arbres d'avenir puis donnent la méthode sylvicole à suivre.

WILD CHERRY THINNING : RESULTS OF TWO EXPERIMENTS IN CENTRE OF FRANCE

C. GINISTY

This article presents the results of two wild cherry thinning experiments. These experiments were set up in 1983 in the centre of France. The experiments are described and the results seven years of observation results are presented and analysed.

The response to thinnings are rather minimal ; the selected trees react the best. The authors conclude on the interest of an early intervention on coppice less than 35 years old. They propose criterias for marking trees and recommend the silvicultural methods to be put into practice.

MISE EN VALEUR DES TAILLIS DE CHATAIGNIER PAR LE DEPRESSAGE PRECOCE

C. GINISTY

Le thème de cette étude aborde le problème de la transformation du taillis de châtaignier en une futaie sur souches. En réalisant des interventions précoces (dépressage), on cherche à favoriser certains brins qui permettront de produire vers 45 ans des petites grumes de sciage (généralement les taillis sont exploités en coupe rase tous les 25-30 ans et ne donnent que des bois de faible valeur).

L'article analyse les résultats de trois dispositifs expérimentaux qui comparent l'âge d'intervention (à 5, 12 ou 19 ans), le mode d'intervention (coupe à la serpe ou tronçonneuse, dévitalisation chimique) et l'intensité des arbres enlevés.

Il en résulte qu'il est préférable d'éclaircir en plein, assez vigoureusement et par dévitalisation chimique lorsque les taillis mesurent 6 à 7 m -(soit environ 8 ans) ; en présence d'un taillis plus âgé (environ 15 ans), il est bon de désigner 200 à 250 tiges/ha et de n'éclaircir qu'au profit de ces tiges.

Dans ces deux cas, de nouvelles interventions sont à programmer tous les 5 à 7 ans.

INCREASING THE VALUE CHESTNUT COPPICE THROUGH EARLY THINNING S

C. GINISTY

This study presents the problems presented when transformating a chestnut coppice into a high stand forest. In undertaking early interventions, we are looking to favoring some stems wich will produce small sawlogs (at about 45 years). (Generally coppice is clearcut every 25-30 years and give only low value wood).

The article analyses the results of three experiments which compare age (5, 12, or 19 years), type (cutting with bill-hook or chainsaw, and chemical thinning) intensity of thinnings.

The author concludes that, a heavy chemical crown thinning, when the coppice is 6 or 7 meters high (about 8 years old) is advisable ; in older coppice stands (about 15 years old), it is better to select 200 to 250 stems per hectare and to thin to favour these trees.

In both cases, thinning are necessary every 5 to 7 years.

ETUDE DES SOLS FORESTIERS HYDROMORPHES PAR DES MESURES PIEZOMETRIQUES

Bilan d'une campagne de relevés effectuée en Puisaye

D. GIRAULT

Les méthodes traditionnelles utilisées en typologie des stations ne permettent pas toujours une étude fine de l'intensité et de la durée d'engorgement des sols forestiers.

L'installation d'un réseau piézométrique constitué de 23 placettes dans la sous-région de la Puisaye des Plateaux, a permis de définir précisément deux grands types d'engorgements, eux-mêmes divisés en sous-types.

Globalement, l'installation d'un réseau piézométrique donne la possibilité d'établir ou de confirmer un classement des unités stationnelles en fonction de l'intensité de l'engorgement.

L'auteur décrit par ailleurs la méthodologie utilisée et son intérêt.

TYPOLOGY OF FORESTS UNDER HYDROMORPHIC CONDITIONS : AN EXAMPLE OF UTILIZATION OF PIEZOMETRICAL MEASUREMENTS

D. GIRAULT

Traditional methods used in forest typology don't always permit a precise study of intensity and duration of waterlogging in forest soils.

The establishment of 23 piezometers in the natural sub region named "Puisaye des Plateaux", in the middle of France, made it possible to define two types of waterlogging, themselves divided into sub types.

The utilization of piezometrical measurements allows the possibility of establishing or confirming a classification of stational units according to the intensity of waterlogging.

Moreover, the author describes the methodology used and its usefulness.

ESSAI DE FERTILISATION MINERALE DE SAPINS DE CEPHALONIE DE BOIS PELENC (VAR)

J.L. GUITTON et M. BONNEAU

L'essai de fertilisation minérale de sapins de Céphalonie de Bois Pelenc (Var), mis en place à la plantation en 1968, teste la réponse à l'apport répété des éléments chimiques de base N, P, K, seuls ou combinés. L'essai comprend huit modalités répétées huit fois (avec quatre provenances grecques).

La croissance en hauteur est faible (environ 20 cm/an), à cause des conditions de climat et de sol difficiles, mais l'apport de phosphore seul ou combiné avec l'azote ou, et le potassium permet des gains de croissance de 10 à 25 %. La réponse à l'engrais est fugace mais la supériorité reste acquise dans le temps.

En se basant sur ces résultats et sur ceux d'autres essais méditerranéens, on peut affirmer qu'une fertilisation doit toujours comporter du phosphore et de préférence apporter les trois éléments N, P, et K combinés.

MINERAL FERTILIZATION TRIAL OF ABIES CEPHALONICA IN BOIS PELENC (VAR)

J.L. GUITTON et M. BONNEAU

The CEMAGREF's trial of Bois Pelenc (VAR), set up at the plantation in 1968, tests the response of Abies cephalonica to repeated bringings of the chemical basic elements N, P, K, alone or together. the trial is composed of eight treatments repeated eight times (with four greak provenances).

The growth in height is weak (around 20 cm/year), because of hard climate and soil conditions, but bringing phosphorous alone or combined with nitrogen or, and potassium gives growing gains between 10 and 25 %. Fertiliser response is fugitive but the superiority remains gained in the time.

From these results and those other mediterranean trials, one can say that every fertilisation must be based on phosphorous bringings and better, must combine the three elements N, P and K.

INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION DE GLANDS SUR CHENE SESSILE DEUX ANS APRES UNE FERTILISATION COMPLETE

G PHILIPPE

Une fertilisation complète NPK (respectivement 200, 300 et 200 unités/ha) a eu lieu fin Mai 1986 dans une parcelle de chêne sessile en régénération (200 ans).

Elle a permis l'intensification de la fructification en augmentant de façon significative le pourcentage d'arbres fructifères (64 % contre 39 %), ce qui a conduit au doublement de la production de glands sains . Ceux issus d'arbres fertilisés étaient plus volumineux, plus lourds et dotés d'une meilleure faculté germinative, ce qui accroît encore l'efficacité du traitement (gain de 150 % pour ce qui concerne le nombre de germes vivants récoltés par semencier).

Enfin l'aspect le plus intéressant de cette étude réside peut être dans le fait qu'en l'absence de glandée en 1987 l'influence du traitement s'est manifestée 2 ans après l'apport d'engrais.

ENHANCEMENT OF THE ACORN CROP TWO YEARS AFTER A COMPLETE FERTILIZATION IN QUERCUS SESSILIFLORA

G. PHILIPPE

A NPK fertilization (200, 300 and 200 units/hectare respectively) has been done at the end of May, 1986 in a 200 year - old stand of Quercus sessiliflora.

This treatment increased the fructification by the way of an enhancement of the percentage of fruit - bearing trees (64 % instead of 39 %) and led to a doubling of the number of sound acorns harvested . The acorns produced by fertilized trees were bigger, heavier and endowed with a better viability which made the treatment still more efficient (150 % more viable acorns per tree).

Finally the most interesting point concerns the carry-over stimulation of fructification into the second year whereas the acorn crop was missing the year after the fertilization.

ELAGAGE ARTIFICIEL ET PROBLEMES PHYTOSANITAIRES CHEZ LES FEUILLUS

A. SOUTRENON

L'élagage artificiel risque de devenir une des méthodes déterminantes de la sylviculture au cours des années à venir, au moins là où les conditions de station permettent de produire un bois de grande qualité.

Cependant, des observations ponctuelles de colorations anormales relevées notamment sur le hêtre, ont suscité des inquiétudes sur les conséquences de l'élagage artificiel. Cette pratique entraine-t-elle des risques phytosanitaire, physiologique, biotique, au niveau de la plaie d'élagage.

Un premier travail, durant l'année 1989 a étudié ces questions au travers d'une synthèse bibliographique des références parues sur le sujet (travaux de SHIGO en particulier) et d'un premier constat de l'importance du phénomène (visites de plantations élaguées, prises d'échantillons, mise en culture de prélèvements au niveau des altérations).

L'étude porte sur six essences (hêtre, érable, merisier, chêne, noyer, frêne). Elle montre que les manifestations redoutées ne sont pas aussi systématiques qu'on pouvait le craindre à priori. On relève le plus souvent une coloration anormale du bois limitée à la partie de la branche interne au tronc ; les rares cas de pourriture observés sont consécutifs à des élagages tardifs ou mal effectués et les théories de SHIGO ont été vérifiées. Enfin, l'article conclut en définissant un élagage idéal en regard des connaissances actuelles.

ARTIFICIAL PRUNING AND RISKS OF DISEASES ON BROADLEAVED TREES

A. SOUTRENON

Artificial pruning may become one of the main methods of sylviculture in the next years, at the least where site conditions allow to product great quality timber.

However, anormal colorations, observed punctually, particularly on beech timber have created some anxiety about the consequences of artificial pruning. What are the risks for the safety, the physiology and the growth of the wood artificially pruned ?

A first study, during the year 1989 deals this problem through a bibliographic synthesis and a first state in France of the importance of this phenomenous.

For six species, beech, maple,wild cherry tree, oak, walnut tree, ash, this work shows that feared manifestations are not so systematic than it would be supposed first. The more often a anormal coloration of wood is observed, limited at the part of the branch facing the trunk; rare cases with rot wood result from late or bad done prunings and verify the Shigo's theories.

The article concludes with the definition of an ideal pruning according to the present stateof our knowledges.

LE PEUPLIER 'LUX'
POSSIBILITES D'UTILISATION EN FRANCE

D. TERRASSON

Le clone de Populus deltoïdes 'Lux' a été autorisé à la commercialisation en France en 1989. Sa reprise en plantation est satisfaisante lorsque les conditions de plantations sont bonnes, mais elle peut chuter fortement en cas de sècheresse ou d'inondation.

Le clone 'Lux' est surtout remarquable par son exceptionnelle vigueur juvénille, mais sa croissance se ralentit assez vite. Par ailleurs, 'Lux' présente une forte sensibilité au vent, qui se traduit par des bris de cime mais aussi par des fentes longitudinales. A l'âge adulte, sa production réelle ramenée à l'hectare, s'avère alors inférieure à celles de clones plus réguliers comme 'Alcinde'. Malgré un excellent état sanitaire, et un bois de qualité technologique appréciable, on peut donc penser que les possibilités de développement en France de 'Lux' sont limitées.

POPULUS DELTOIDES CV. LUX
UTILISATION IN FRANCE

D. TERRASSON

Populus deltoïdes cv. 'Lux' has been registered in France in 1989. Its rooting ability is good in normal planting conditions but it can decrease significantly in case of drought or flood.

'Lux' is mainly outstanding because of its youth vigour but its growth slows down very soon. 'Lux' shows also a high wind susceptibility leading to trunk break or lengthwise split. Consequently, the final productivity by hectare with 'Lux' is lower than with some more regular clones like 'Alcinde'. In spite of an excellent sanitary status, and good wood quality, it is likely that the developpement of 'Lux' in France will be limited.

LE POPULETUM DE NOYON : UNE REFERENCE POUR LA CULTURE DES INTERAMERICAINS EN PICARDIE

D. TERRASSON et G. DEBOISSE

Le populetum de NOYON est la plus ancienne comparaison de clones installée en France, incluant l'ensemble des cultivars de Populus trichocarpa et d'hybrides Populus trichocarpa x Populus deltoïdes commercialisables en Belgique et aux Pays Bas. Avec une populiculture semi-intensive, la circonférence moyenne atteint 105 cm à 11 ans, production comparable à celle des Populus x euramericana dans le Sud-Ouest de la France. En moyenne les hybrides interaméricains ont un diamètre supérieur à celui des Populus trichocarpa.

Parmi ces hybrides, il apparaît de fortes différences dans les courbes de croissance, qui entraînent une évolution des hiérarchies dans le temps. Enfin les interaméricains montrent une sensibilité au vent non négligeable, mais avec une forte variabilité clonale, et une susceptibilité moyenne inférieure à celle des peupliers baumiers commercialisés. Le clone 'Hunnegem' arrive en tête des classements, mais il s'avère très proche des autres interaméricains de la série UNAL, à l'exception de 'Raspalje' qui semble devoir être éliminé pour une fragilité au vent excessive.

POPULETUM OF NOYON
A REFERENCE FOR THE CULTIVATION OF BALSAM HYBRIDS IN PICARDIE

D. TERRASSON et G. DEBOISSE

The populetum in NOYON is the oldest clonal comparative test established in France including all the cultivars of P.trichocarpa and P. trichocarpa x P. deltoïdes registered in Belgium and the Netherlands. With a semi-intensive cultivation, the mean girth reaches 105 cm at 11 years, which is comparable with the growth of P. x euramericana in the south-west of France.

As for mean girth, balsam hybrids rank above P.trichocarpa. As for wind susceptibility, balsam hybrids taken as a whole are more resistant than the registered P.trichocarpa, but their susceptibility is not negligible and shows a strong clonal variability.

Growth curves differ considerably among balsam hybrids, leading to an evolution of clonal ranking. In the end, the best clone is 'Hunnegem', but the differences with the other UNAL balsam hybrids are not significant. However 'Raspalje' should not be used because of its strong wind susceptibility.

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN
BP 87 — 05003 GAP Cedex
Tél. : 92.51.35.23
Dépôt légal : 88 — Janvier 1991
Imprimé en France