

**ETUDES**

**Forêt**

PUB0000 3112

**n° 10**



**Annales 1992**  
*Département Forêt*



**CEMA GT 35 REF**

CEMAGREF  
DOCUMENTATION  
CLERMONT-FERRAND

# **ANNALES 92**

## **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  
Télécopie : (1) 46.66.37.44

## Les *ÉTUDES* du CEMAGREF

### **Série : Forêt**

**N° 1 - Annales 1988 - 1989, 126 pages - 150 F**

**N° 2 - Le Massif Central Cristallin. Analyse du milieu - Choix des essences - 1989, 104 pages - 150 F**

**N° 3 - Les stations forestières du pays d'Othe - 1990, 174 pages - 150 F**

**N° 4 - Culture d'arbres à bois précieux en prairies pâturées en moyenne montagne humide - 1990, 120 pages - 150 F**

**N° 5 - Annales 1989 - 1991, 196 pages - 150 F**

**N° 6 - Annales 1990 - 1991, 268 pages - 200 F**

**N° 7 - Les stations forestières du plateau nivernais - 1991, 164 pages - 150 F**

**N° 8 - Les types de stations forestières du Lannemezan, Ger et Moyen Adour - 1991, 436 pages - 250 F**

**N° 9 - Annales 1991 - 1992, 190 pages - 200 F**

**N° 10 - Annales 1992 - 1993, 232 pages - 200 F**

### **Série : Montagne**

**N° 1 - Éléments d'hydraulique torrentielle - 1991, 280 pages - 300 F**

**N° 2 - Aspects socio-économiques de la gestion des risques naturels - 1992, 152 pages - 150 F**

**N° 3 - Éléments de pastoralisme montagnard - Tome 1 : Végétation, équipements 1992, 168 pages - 200 F**

**N° 4 - Le développement touristique local - Les stations de sports d'hiver - 1993, 344 pages - 350 F**

**N° 5 - Rhéologie des boues et laves torrentielles - Étude de dispersions et suspensions concentrées - 1993, 416 pages - 400 F**

#### **Publications de la collection *Études* du CEMAGREF dans les séries :**

Ressources en eau, Hydraulique agricole, Équipement des IAA, Production et économie agricoles, Gestion des services publics, voir à la fin de l'ouvrage.

**A commander au CEMAGREF - DICOVA,**  
BP 22, 92162 ANTONY Cedex - Tél. : (1) 40 96 61 32 - Fax : (1) 40 96 61 64  
joindre votre paiement à la commande

**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, hydrologie, hydraulique agricole, qualité des eaux**
- risques naturels et technologiques**
- montagne et zones défavorisées**
- forêts**
- machinisme et équipement agricoles**
- équipement des industries agroalimentaires**
- production et économie agricoles.**

**Le CEMAGREF est un Établissement Public à caractère Scientifique et Technologique sous la tutelle des ministères de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, de l'Agriculture et de la Pêche.**

**Il emploie 1 000 agents dont 450 scientifiques répartis en 10 groupements : Aix-en-Provence, Antony, Bordeaux, Clermont-Ferrand, Grenoble, Lyon, La Martinique, Montpellier, Nogent-sur-Vernisson, Rennes.**



# SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	6-7
<b>Le département Forêt en 1992</b>	9
Faits marquants de chaque programme pour l'année	11-30
Agroforesterie	16
Amélioration génétique des arbres forestiers	17-18
Création et conduite de peuplements	19-20
Méthode d'élevage du matériel végétal forestier	21
Potentialités des écosystèmes forestiers	22-23
Protection des forêts contre l'incendie	24
Protection phytosanitaire	25-26
Relations forêt-gibier	27-28
Forêt de montagne (département montagne)	29-30
<b>Publications de l'année 1992</b>	31
Agroforesterie	33-34
Amélioration génétique des arbres forestiers	35-40
Création et conduite de peuplements	41-42
Méthode d'élevage du matériel végétal forestier	43-45
Potentialités des écosystèmes forestiers	46-50
Protection des forêts contre l'incendie	51
Protection phytosanitaire	52-57
Relations forêt-gibier	58-62
Forêt de montagne (département montagne)	63-65
<b>Note d'informations techniques</b>	67
<b>Curt T.</b> : Les stations forestières du Massif Central : Etude pour une typologie de la bordure Est	69-79
<b>Notes et analyses</b>	81
<b>Abgrall J.F., Juvy B.</b> : Essai de deux insecticides du groupe des pyréthriinoïdes de synthèse contre le Petit Charançon des Pins, <u>Pissodes notatus</u> F. (Coleoptères, Curculionides)	83-97
<b>Agrech G., Guitton J.L.</b> : Etude dendrométrique et morphologique de mélèzes isolés du plateau Limousin	99-116
<b>Gama A., Dumas Y., Dugast J.F., Jequel M., Lourdet Y.</b> : Dévitalisation de souches en forêt	117-129

<b>Génére B.</b> : Peut-on améliorer la fertilisation du douglas à Peyrat-le-Chateau, en vue de raccourcir sa durée d'élevage ?	131-149
<b>Guibert A., Maizeret C., Ballon P., Montes E.</b> : Influence de la station et de la gestion sylvicole sur les populations de chevreuils des Landes de Gascogne	151-175
<b>Meloux J.L.</b> : Les unités morphopédologiques de la Marche et de ses bordures septentrionales (étude géomorphologique et répartition des sols)	177-200
<b>Terrasson D., Valadon A., Deboisse G.</b> : Plantation mélangée aulnes-peupliers, un exemple décevant	201-217
<b>Abstracts</b>	219
<b>Abgrall J.F., Juvy B.</b> : Testing two insecticides in the group of synthetic pyrethroids against the small pine weevil, <u>Pissodes notatus F.</u>	221
<b>Agrech G., Guitton J.L.</b> : Dendrometrical and morphological study of isolated larches in the plateau Limousin	222
<b>Curt T.</b> : Forest sites of the eastern border of the French Massif Central	223
<b>Gama A., Dumas Y., Dugast J.F., Jequel M., Lourdet Y.</b> : Stump devitalization in forest	224
<b>Génére B.</b> : Could the fertilization of douglas-fir be improved at Peyrat-le-Chateau nursery, so as to produce quicker ?	225
<b>Guibert A., Maizeret C., Ballon P., Montes E.</b> : Influence of site and woodland management on populations of roe deers in the Landes of Gascony	226
<b>Meloux J.L.</b> : Morphopedological units of la Marche and its northern borders (geomorphological study and spatialization of soils)	227
<b>Terrasson D., Valadon A., Deboisse G.</b> : Alder in mixture with poplar a disappointing result	228

## ENGLISH FOREWORD

The CEMAGREF is a French Institute for Agricultural and Environmental Engineering 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 fifth yearbook issued by the Department of Forestry aims at valorising the works of all its teams. It is divided in five parts :

1. Presentation of the main 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 in new papers.
5. English abstracts of these new papers.

## INTRODUCTION

Le Département "Forêt" du CEMAGREF 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 Montagnes.

Le département valorise les résultats de ses recherches sous des formes très diverses, l'appui technique, les revues, les publications.

Cette cinquième version des annales du département Forêts a pour objectif de :

- présenter les activités du département
- rassembler les références des publications de l'année 1992
- grouper et faire connaître les "informations techniques" forestières de l'année
- offrir quelques articles originaux traitant de points précis, d'essais représentatifs des principaux programmes.

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



# **1. Le département Forêt en 1992**

## Les implantations des divisions du département *Forêt*

### **NOGENT-SUR-VERNISSON**

*Division Amélioration génétique et pépinières forestières*  
Daniel Terrasson

*Division Espaces naturels et faune sauvage*  
Jean-Claude Chartron

*Division Techniques forestières*  
Jean-Pierre Cazaux

Domaine des Barres  
45290 Nogent-sur-Vernisson  
Tél. : 38 97 60 59  
Télécopie : 38 97 73 36

*Division Protection phytosanitaire de la forêt*

Claude-Bernard Malphettes  
**INRA, Ardon**  
45160 Olivet  
Tél. : 38 41 78 00  
Télécopie : 38 41 78 79

### **GRENOBLE**

*Division Protection phytosanitaire de la forêt*  
Jean-François Abgrall

*Département montagne : cellule Forêts de protection en montagne*  
Claude Rupé

Domaine Universitaire  
BP 76, 38402 Saint-Martin d'Hères  
Tél. : 76 76 27 27  
Télécopie : 76 51 38 03

### **BORDEAUX**

*Antenne du programme Potentialités des stations forestières*

Anne Hubert-Chêne  
*Division Production et économie agricoles*

50, avenue de verdun  
BP 3, 33611 Gazinet Cedex  
Tél. : 56 36 09 40  
Télécopie : 56 36 75 11

### **CLERMONT-FERRAND - RIOM**

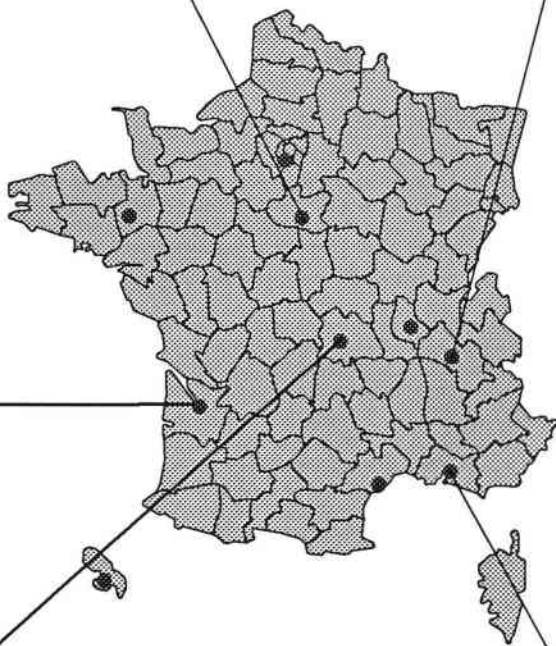
*Division Techniques forestières (moyenne montagne)*

Jean-Luc Guitton  
Domaine de Lалуas - 63200 RIOM  
Tél. : 73 38 20 52  
Télécopie : 73 38 76 41

### **AIX-EN-PROVENCE**

*Division Forêt méditerranéenne*

Patrice Juillet de Saint-Lager  
Le Tholonet, BP 31,  
13612 Aix-en-Provence Cedex 1  
Tél. : 42 66 93 10  
Télécopie : 42 66 88 65





Il était bien normal que Monsieur Jean-François Lacaze qui a assuré pendant sept ans la fonction de chef de département trouve dans ce numéro une place pour nous dire quelques réflexions sur la Recherche Forestière au CEMAGREF.

La parole est ensuite donnée aux animateurs des huit programmes du département "Forêt" ainsi qu'à celui du programme "Forêts de Montagne" du département Montagne qui vont vous indiquer en quelques lignes les faits marquants de l'année écoulée et les modifications essentielles d'orientation de leur programme.

Puissent ces quelques pages vous permettre de mieux comprendre la réalité du département "Forêts" et éventuellement vous amener à prendre contact si vous vous sentez concernés.

## **QUELQUES REFLEXIONS SUR LA RECHERCHE FORESTIERE AU CEMAGREF**

**J.F LACAZE**

Il est banal de rappeler que la recherche forestière française relève d'organisme divers, plusieurs dizaines, si l'on inclut les Universités intéressées par le sujet. La situation devient tellement complexe que l'on éprouve de réelles difficultés à décrire précisément la situation, en particulier devant des visiteurs étrangers.

Le CEMAGREF se place parmi les acteurs, tout d'abord avec son Département Forêt, mais pas seulement : les Départements Montagne (forêts d'altitude) et Machinisme Agricole (mécanisation forestière) sont indéniablement impliqués.

Mon propos n'a pas l'ambition de rapporter dans le détail le contenu des programmes ou de présenter un bilan des activités et résultats concernant la recherche forestière au CEMAGREF. Ces informations figurent dans divers documents récents. Je souhaite seulement livrer un témoignage très personnel sur la place logique du CEMAGREF dans cet ensemble.

**D'abord un peu d'histoire.** En 1964, décision fut prise par les décideurs politiques de transférer à l'INRA les activités de recherche conduites au sein de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Nancy. La petite équipe de chercheurs-enseignants et chercheurs était alors répartie entre Nancy, Les Barres, Bordeaux L'Hermitage et Grenoble. Une antenne avignonnaise venait d'être créée.

Pour des raisons diverses, l'INRA ne conservera que les pôles de Nancy, Bordeaux et Avignon. On procédera corrélativement à un partage des responsabilités, l'INRA prenant en charge les programmes disciplinaires classiques : amélioration génétique, sylviculture, écologie, etc..., le reste étant dévolu à un organisme qualifié de "Sections Techniques". Celles-ci reçurent en dotation les programmes plus appliqués ou de synthèse : pépinière et reboisement, populiculture, surveillance phytosanitaire, ou peu familiers pour l'INRA tels que : érosion torrentielle, forêts de montagne. Ces Sections Techniques devaient jouer aussi un rôle indispensable d'appui technique permanent au profit de la Direction des Forêts.

On connaît les évolutions ultérieures, notamment de sigles, pour arriver à un CEMAGREF, Etablissement Public à Caractère Scientifique et Technologique, avec ses Départements dont celui des Forêts.

La coopération avec l'INRA connu des hauts et des bas. Le développement beaucoup plus rapide des équipes forestières INRA engendra progressivement une situation où l'un des partenaires devenait dominant et l'autre... complexé !

Au CEMAGREF (ou ses versions précédentes) un sentiment dominant prévalait, à savoir "*nous devons assumer ce que les autres ne veulent pas faire*". Bien qu'exagérée, cette opinion n'était pas sans fondement.

On notera enfin que l'oeuvre des forestiers du CEMAGREF était fort peu connue à l'étranger.

**Maintenant, quelle est la situation ?** Sans être parfaite, et beaucoup s'en faut, elle s'est effectivement clarifiée.

Les deux organismes ont élaboré une programmation lisible par l'extérieur, ce qui a permis d'affiner la cohérence entre programmes homologues.

Au CEMAGREF, les choix de programmes et leur contenu se font en tenant compte des critères suivants :

- \* Satisfaction d'une demande jugée prioritaire.
- \* Continuité avec les actions déjà couvertes par les principaux partenaires (en particulier l'INRA).
- \* Disponibilité en moyens humains et budgétaires.
- \* Prise en compte d'activités de synthèse (ex. pépinière).

Ces programmes sont susceptibles d'évoluer assez rapidement en fonction des circonstances et des besoins exprimés. A titre d'exemple, c'est ainsi que fut initiée ex nihilo, à la demande de la Direction des Forêts en 1984, une activité dans le domaine de la typologie des stations, avec une inflexion ultérieure, toujours à la demande de la DERF, vers l'objectif plus général potentialités des stations. De même, le programme Agroforesterie a vu le jour au moment où il est devenu évident que l'on devrait imaginer des solutions alternatives d'utilisation du territoire notamment dans les régions dites fragiles.

Une originalité intéressante du CEMAGREF correspond à la possibilité, voire l'obligation, d'assumer des opérations d'appui technique permettant aux agents de maintenir un contact plus étroit avec le terrain.

Enfin, l'évaluation périodique des programmes par une Commission Scientifique Spécialisée (CSS) largement ouverte à des experts extérieurs, d'origines très diverses, est un gage d'efficacité indéniable.

Certes, le système comporte des faiblesses. Je me bornerai à citer celles qui m'apparaissent les plus graves :

- Dépendance beaucoup trop grande pour le fonctionnement de ressources extérieures.

- Inadéquation entre les effectifs et les ambitions et la demande extérieure.

- Le ratio technicien/ingénieur est mauvais, voire désastreux (0,5), sachant la lourdeur des missions techniques en expérimentation forestière.

**Jetant maintenant un regard vers l'avenir**, je crois pouvoir affirmer que ce petit groupe (Département Forêts et autres équipes impliquées) couvre un créneau absolument prioritaire. Le développement rapide de recherches dites pointues, tous azimuts, justifie la nécessité de prévoir des programmes destinés à assembler les acquis scientifiques, pour aboutir à des constructions transférables en forêt. La culture du CEMAGREF et le savoir-faire de son personnel ingénieur constituent des atouts de poids pour une telle mission.

Au moment où, non sans regret, je quitte ce groupe sympathique, je formule le souhait que nombreux soient les ingénieurs à formation forestière généraliste qui décideront de consacrer une partie de leur carrière à l'innovation dans le cadre du CEMAGREF.

## **PROGRAMME AGROFORESTERIE**

L'acceptation au titre de l'appel d'offre CEE- AIR (Recherche en Agriculture et Agro-Industrie) d'un projet de travail intitulé :

### **"Utilisation Alternative des Terres Agricoles par des plantations d'arbres à croissance rapide"**

est l'évènement de l'année 1992 pour le programme agroforesterie.

C'est une reconnaissance de l'effort d'étude et d'expérimentation consenti par les principales équipes britanniques et françaises depuis 5 ans, ces travaux serviront de base aux études proposées dans ce projet.

C'est un soutien financier non négligeable.

C'est enfin l'occasion de dépasser les approches régionales, de confronter les résultats acquis et de bâtir une coopération entre organismes de recherche sur des actions précises.

Sont associés 15 équipes de 6 pays différents : du Royaume-Uni, d'Italie, du Portugal, de Grèce, des Pays-Bas et de France.

Le programme qui sera mis en oeuvre sur quatre ans vise à:

- identifier les éléments du milieu et de la végétation permettant un diagnostic simple des potentialités forestières.

- développer des itinéraires techniques pour l'installation et la culture de systèmes agroforestiers (choix du géno-type, techniques d'installation et de culture des arbres à large espacement, techniques agronomiques et pastorales adaptées à la présence d'arbres.

- modéliser les productions de l'agriculture et des arbres, les résultats économiques, l'intégration sociale et environnementale de ces systèmes.

## **PROGRAMME AMELIORATION GENETIQUE DES ARBRES FORESTIERS**

Les points forts de l'année 1992 sont au nombre de cinq.

### **1 - Accélération de production de Mélèze hybride**

L'excellente floraison de 1992 a permis de :

→ étudier en détail le rendement de la machine à récolter le pollen

→ réaliser la meilleure récolte depuis que la machine est en activité  
(2 kg de pollen sur 133 arbres)

→ d'accélérer la mise au point de la machine à polliniser qui peut maintenant être considérée comme opérationnelle.

Parallèlement un prototype de sécheur de pollen a été construit, dans le but d'amener le pollen jusqu'à une teneur en eau d'équilibre de 8 %. Les premiers résultats sont encourageants mais quelques améliorations paraissent encore envisageables.

En revanche les travaux sur la stimulation de la floraison mâle de plantes en pot élevées sous serre, n'a pas donné les résultats escomptés.

### **2 - Test en descendance de Douglas vert**

Démarrage en collaboration avec l'INRA des tests en descendance des clones de Douglas vert présents dans le verger à graines de "La Luzette".

Cette opération a pour objectif de mettre au point une variété plus productive, produite en croisement contrôlé, après une évaluation précoce en pépinière des valeurs individuelles.



### **3 - Impact de la populiculture sur le paysage**

L'apparition en France de conflits environnementaux liés à l'extension de la populiculture dans plusieurs vallées, a conduit à engager des études de fond sur l'ensemble de ce problème qui comprend de multiples facettes (paysage, écologie...).

Les premiers travaux concernent l'aspect paysage, avec la mise en place d'un programme d'étude sur 5 ans. Au cours de l'année 1992 les études ont porté sur la caractérisation visuelle des peupleraies, et sur la définition d'une première typologie des paysages populicoles.

### **4 - Conservation des ressources génétiques**

Achèvement du programme de plantation conservatoire de Douglas vert réalisé à partir des récoltes pratiquées aux Etats-Unis dans les meilleures provenances sélectionnées à la suite des tests IUFRO. Au total 38 provenances sont conservées dans 60 plantations couvrant une surface totale de 425 hectares.

### **5 - Réforme du système de l'OCDE pour le contrôle des matériels forestiers de reproduction**

Participation au groupe de travail de l'OCDE, et préparation d'une nouvelle rédaction du système qui sera soumis à l'assemblée plénière début 1993.

Les réflexions menées dans ce cadre pourront servir par la suite de canevas pour la révision des directives de la CEE envisagée à partir de 1993.

## **PROGRAMME CREATION ET CONDUITE DES PEUPELEMENTS FORESTIERS**

L'année 1992 a été marquée par une activité soutenue des divisions concernées (FM Aix en Provence, TF Clermont-Ferrand et Nogent-sur-Vernisson, PE Grenoble).

**Le protocole commun IDF-CEMAGREF** sur la sylviculture des résineux (Pins Laricio et Sylvestre, Epicea, Douglas) s'est poursuivi dans de bonnes conditions.

La participation à **divers appels d'offre européens** (AIR, COMPOSTELA FOREST ...) a fortement impliqué ce programme avec divers partenaires français (INRA, AFOCEL ...) et européens (Allemagne, Belgique, Espagne, Portugal ...).

Les divisions ont également participé à **diverses actions régionalisées** (Centre, Auvergne, Limousin, PACA et Languedoc-Roussillon ...).

**Le boisement des terres agricoles** devient une préoccupation constante ; une étude entreprise en situation difficile (Basse Marche) a montré l'importance de la bonne connaissance des sols et de l'adaptation des travaux préparatoires ou d'entretien. Par ailleurs d'autres essais ont mis en évidence la difficulté d'installer une végétation d'accompagnement.

**Les scénarios de sylviculture intensive** se sont accompagnés d'essais associés avec d'autres divisions sur la mesure de la **biodiversité** (végétation naturelle et lumière).

Les actions concertées avec les **firmes agropharmaceutiques** concernant les **phytoïdes** ont progressé, en particulier dans le domaine des essais spécifiques à la **dévitallisation** (taillis et souches) et aux **produits de substitution des triazines**.

Les études spécifiques sur la concurrence en **sylviculture irrégulière** ont été poursuivies avec l'arrivée d'un thésard à Grenoble ; l'approche des systèmes irréguliers et mélangés deviendra un thème important.

Une enquête sur le **boisement en zone collinéenne méditerranéenne** a été poursuivie et ses résultats seront acquis et publiés en 1993.

L'action concertée concernant la coopérative de données s'est poursuivie en particulier sur l'élaboration du protocole chêne avec l'INRA et l'ONF.

Enfin la Commission Scientifique spécialisée "Forêt" du CEMAGREF a prévu l'évaluation de ce programme en 1993.

## **PROGRAMME METHODE D'ELEVAGE DU MATERIEL VEGETAL FORESTIER**

Le meilleur résultat de l'année 1992 concerne indéniablement la commercialisation de la REPIQUEUSE CEMAG (repiqueuse à pose linéaire) pour laquelle un brevet a été déposé par le CEMAGREF. La machine est produite par les Etablissements GREGOIRE et BESSON et 30 % des ventes ont été faites à l'exportation. Cette repiqueuse permet d'éviter les déformations racinaires cause de plus de 10 % de pertes en pépinières forestières. Outre cet usage, elle trouve également des applications en agriculture notamment pour le repiquage du poireau.

Les travaux sur la mycorhization contrôlée du Douglas vert en pépinière sont en voie d'achèvement. Un réseau de 10 expérimentations est maintenant mis en place pour préciser l'intérêt de cette technique pour le reboiseur. On cherche notamment à préciser les conditions de conservation de la mycorhize entre pépinière et chantier de reboisement, et l'influence de la mycorhization par le *Laccaria laccata* S 238 sur la croissance initiale en fonction du site de reboisement.

L'étude de la multiplication végétative en vrac du Douglas vert ont concerné essentiellement des techniques de forçage des pieds-mères en serre, et notamment l'effet de l'éclairage artificiel (éclairage photosynthétique ou photopériodique) et de la fertilisation. Les mêmes travaux ont été entrepris pour le Mélèze hybride, avec en outre la recherche de conditions de "forçage rustique" qui vise à optimiser le coût de la bouture produite.

Pour la zone méditerranéenne, mise en route d'un programme destiné à évaluer l'influence des techniques de pépinière sur la reprise en plantation de chêne liège. Les expérimentations installées en 1993 comparent la culture en conteneur (différents volumes unitaires), la production à racines nues et le semis direct.

## **PROGRAMME POTENTIALITES DES ECOSYSTEMES FORESTIERS**

Les publications du programme étant rappelées intégralement dans ces annales, nous insisterons dans cette présentation sur les directions nouvelles, infléchissements et événements majeurs vécus par les acteurs du programme.

L'année 1992 a été marquée par :

- ⇨ une évolution très nette de la demande faite à ce programme
- ⇨ l'évaluation le 3 décembre par la commission scientifique spécialisée du département.
- ⇨ une forte implication dans des réseaux coopératifs de recherche

L'évolution de la demande s'est sentie dans quatre directions :

- une diminution pour les relations stations-production, au sens strict
- une augmentation pour les relations entre le milieu et la qualité de bois feuillu
- une demande également accrue sur la typologie des milieux ouverts
- une demande nouvelle pour la prise en compte de la diversité des milieux forestiers.

L'évaluation du programme dont l'expertise a été confiée à une commission animée par Anne Bossy (Ministère de l'Agriculture, DERF), a recommandé notamment que soient :

- conservé un équilibre subtil entre recherche finalisée et appui technique
- explorées des voies raisonnables d'évolution du programme vers des problématiques plus centrées sur l'écologie terrestre
- conservé et développé le mode de fonctionnement du programme en réseau, tant interne au CEMAGREF qu'externe avec nos partenaires naturels.

Enfin, les principaux réseaux coopératifs de recherche développés en 1992 où sont impliquées des équipes du programme PEF sont :

→ l'autécologie du pin laricio, en liaison avec l'écophysiologie à l'INRA de Nancy

→ les relations entre le milieu, la croissance et la qualité du bois de chêne indigène, avec l'INRA Nancy (Qualité des bois, Croissance et Production), l'ENGREF et l'ONF, autour de deux thèses

→ la production de bois feuillu de qualité, dans un programme européen AIR,

→ la production d'outils pour la planification et l'aménagement forestier, dans le cadre d'un programme européen AIR

→ l'utilisation alternative des terres agricoles par la plantation d'arbres à croissance rapide, également dans le cadre d'un projet AIR, en liaison avec l'agroforesterie.

## **PROGRAMME PROTECTION DES FORETS CONTRE L'INCENDIE**

Pour participer activement à la protection des forêts contre l'incendie (PFCI), la Division Forêt Méditerranéenne du CEMAGREF d'Aix-en-Provence conduit deux opérations de recherche-développement avec comme objectif de créer des outils pratiques directement utilisables par les services chargés de la forêt et de l'aménagement du territoire.

### **1) Evaluation du niveau de risque des zones sensibles aux incendies de forêts**

Elle repose sur l'analyse des facteurs du milieu naturel (relief, météo, végétation, etc..) et des facteurs humains (présence de routes, de dépôts d'ordure, etc..). Elle aboutit à la cartographie des zones sensibles à l'incendie, document d'aide à la décision surtout utile aux services chargés de l'aménagement du territoire et de la protection de la forêt. Elle débute par une préétude en cours de réalisation dans le Massif des Maures (Var).

### **2) Etude des caractéristiques techniques et des modes de mises en valeur des grandes coupures stratégiques**

Depuis plusieurs années, dans certains départements méditerranéens, les services chargés de la protection de la forêt ont mis en place un réseau de coupures ayant pour but de rompre la continuité des massifs forestiers, causes du développement des grands incendies non maîtrisables. Elles font le plus souvent l'objet d'une mise en valeur agricole ou pastorale destinée à assurer leur efficacité et leur pérennité.

La division travaille à définir les caractéristiques techniques et les modes de mise en valeur des grandes coupures existant dans les 15 départements méditerranéens. Les résultats de cette étude feront l'objet d'une note technique fournissant les clauses d'établissement et d'entretien des grandes coupures stratégiques prescrites par le Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (rapport de Monsieur l'Ingénieur Général COCHELIN).



## **PROGRAMME PROTECTION PHYTOSANITAIRE DE LA FORET**

Les activités se sont poursuivies en entomologie et en pathologie forestières selon cinq axes principaux.

### **- Etude de méthodes de surveillance et de gestion des insectes ravageurs**

Le suivi des fluctuations de population du Typographe par piégeage avec phéromone de synthèse s'est poursuivi dans la forêt du Meygal en précisant l'incidence de la température sur le développement de la première génération annuelle.

L'étude des captures de Cheimatobie dans le Val de Saône a permis de confronter dans le temps deux techniques de piégeage (arbres piège et pièges à phéromone) sur un insecte en phase de recrudescence.

Le suivi des populations d'hylobe, à l'aide de pièges artificiels appâtés par un mélange d'éthanol et d'alpha-pinène a été maintenu, pour vérifier la présence des insectes en fonction de l'âge de la coupe.

### **- Etude des altérations du bois liées aux plaies d'élagage.**

Les premiers résultats obtenus à partir d'expérimentation de terrain ont permis de préciser les dates optimum d'élagage pour le hêtre (hiver) ; l'élagage d'été pour le merisier reste à confirmer.

L'intérêt de deux onguents protecteurs des plaies d'élagage est souligné pour une meilleure cicatrisation.

### **- Expérimentation de lutte.**

En matière de stratégie de lutte l'efficacité du triadiménol, appliqué lors de l'apparition des 1ère et 2ème pousses a été mis en évidence contre l'Oïdium du chêne ainsi que celle de 2 triazols contre la Cylindrosporiose du merisier.

Dans le domaine de l'entomologie l'intérêt de 2 pyréthrinoïdes a été testé sur les populations dommageables de Pissode, et celui du carbosulfan sur larves de hanneton, dans les vergers à graines du Lot.

**- Réseaux "Dépérissement des forêts"**

L'évolution de l'état des placettes du réseau CEE s'est poursuivi à l'aide de la base de donnée constituée. Les travaux concernant le réseau bleu sont en attente de normalisation informatique.

**- Appui technique**

Enfin les chercheurs du programme prennent en charge la surveillance phytosanitaire des vergers à graine de l'Etat sous la responsabilité du CEMAGREF. Ils ont apporté **un appui technique** sous forme **d'expertises et d'enseignement**, au Département de la Santé Forêt et à l'ONF.

## **PROGRAMME RELATIONS FORET-GIBIER**

L'activité de la Division "Espace Naturels et Faune Sauvage", en sus d'une part très importante d'appui technique notamment auprès des services extérieurs de l'Office National des Forêts (5,3 mois de techniciens, en 1992) et des Fédérations Départementales des Chasseurs, estimation de population sur 45 000 ha (cerf) et 35 000 ha (chevreuil) demeure orientée sur :

- \* l'évaluation de la capacité d'accueil du milieu forestier pour les cervidés,
- \* la prise en compte de la grande faune dans l'aménagement et les techniques sylvicoles,
- \* l'intégration dans le paysage des régénérations, boisements neufs et équipements linéaires,
- \* l'analyse et la prévention des dégâts,
- \* la diversification des utilisations du territoire rural dans le cadre de la déprise agricole.

Les études en cours ont confirmé, en ce qui concerne le chevreuil, que la période hivernale n'est pas le seul facteur limitant de la capacité d'accueil, et montré que l'offre alimentaire estivale est bien l'un des facteurs limitants essentiels des populations de chevreuil (ce que corroborent des travaux effectués par ailleurs sur les graisses osseuses). L'année 1992 a en outre fait apparaître certaines différences dans les paramètres de la dynamique des populations de chevreuil, entre les écotypes "bois" et les écotypes "plaine" et "mixte".

La mise au point d'indicateurs floristiques révélateurs de l'état d'équilibre de l'habitat forestier et des populations de cervidés a été poursuivie en 1992 ; par l'installation d'un test de validation des méthodes de gestion des populations de chevreuils proposées à l'issue de l'étude antérieurement réalisée dans les Landes de Gascogne.

Les effets des différents modes d'éclaircie sur la quantité et la qualité de la végétation disponible au sol ont été analysés dans de jeunes peuplements résineux (pin laricio et pin sylvestre) ; l'étude des niveaux d'abondance et d'utilisation de la flore par les cervidés, en liaison avec la structure des peuplements et la sylviculture, a été amorcée en cours d'année dans les Vosges du nord.

En matière de dégâts, les études 1992 ont montré que dans certains cas (Landes de Gascogne), la connaissance de leur niveau pouvait constituer un outil efficace de gestion des populations pourvu que des seuils de dégâts tolérables aient été antérieurement définis. L'anti-appétence des extraits bruts obtenus à partir du bugle rampant a été vérifiée sur des chenilles de lépidoptères et, en liaison avec le CNRS, sur des chevreuils en captivité ; il convient de préciser maintenant la durabilité de cet effet répulsif, imputée à l'ajugareptansine, et de poursuivre la synthèse de cette molécule ou tout au moins d'un analogue présentant les mêmes caractéristiques. Par ailleurs, un programme pluriannuel d'étude du déterminisme de la consommation des essences forestières par le chevreuil a été lancé fin 1992, en association avec le CNRS (CEBC) et le Groupe de Recherches et d'Etudes pour la gestion de l'Environnement (GREGE).

Enfin, la division a procédé en 1992 à deux importantes études :

\* pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement des Pyrénées Atlantiques, étude de l'impact du réaménagement de la RN 134 sur la grande faune pyrénéenne en Vallée d'Aspe ;

\* pour le compte de l'ONF, diagnostic des relations forêt/cervidés en Forêt Domaniale de Tronçais (03).

## PROGRAMME FORET DE MONTAGNE

Il aborde plusieurs thèmes :

- **l'étude de la structure et de la stabilité des peuplements forestiers de montagne.** Cette étude regroupe 3 volets :

. l'analyse comprenant la cartographie des risques et des enjeux ainsi que la description des structures sylvicoles ; elle a été réalisée pour 10 sites dans les Alpes du Nord (Haute-Savoie, Savoie, Isère) ;

. les opérations d'innovation sylvicole prévues sur une partie de chaque site, à l'issue d'un diagnostic prenant en compte l'ensemble des résultats de l'analyse précédente ; elles ont commencé, en collaboration avec les services de l'ONF. Elles seront poursuivies en 1993 par la mise en place de placettes de référence destinées à l'observation des conséquences à moyen terme des expérimentations entreprises ;

. un travail de synthèse générale à réaliser en 1993 à partir des typologies et des travaux réalisés sur chaque site.

- **la modélisation de la croissance des peuplements irréguliers.** C'est le sujet d'une thèse sur la modélisation appliquée aux pessières montagnardes irrégulières. L'analyse de la croissance en diamètre connue par des sondages est menée conjointement à la réflexion sur l'élaboration du modèle (compétition pour la lumière et l'espace, représentation des arbres en 3 dimensions) ;

- **le zonage des forêts à fonction de protection du département de la Savoie.** Cette étude a donné lieu à un travail de 3<sup>ème</sup> année d'un élève civil de l'ENITEF, et a permis de cartographier sur la moitié environ du département de la Savoie, les zones forestières à fonction de protection prioritaire. La maîtrise de l'outil informatique pour la numérisation des cartes, et le traitement de l'information géographique permet d'envisager le prolongement de cette étude par une thèse qui devra approfondir la détermination et la quantification de toutes les fonctions assurées par ces forêts.

Elle concernera un massif de taille plus réduite, et aura pour objectif de produire un outil d'aide à la décision performant. Grâce à la création **utilisant le système d'information géographique** ;

- **l' étude de la dynamique de végétation dans les bassins du Sasse et du Grand Vallon.** Cette étude, entreprise en 1988, s'est achevée en 1992 par la soutenance de la thèse de Sonia DARRACQ.  
A la suite de cette étude devraient être abordés les aspects techniques d'une gestion forestière adaptée aux contextes écologique et socio-économique des Alpes du Sud.

Un tel travail ne peut cependant pas être envisagé sans une collaboration étroite avec d'autres équipes au sein de l'établissement ou extérieures ;

- étude des forêts subnaturelles. Cette étude débute et devrait connaître des développements importants en 1993 : les contacts interdisciplinaires ont permis en 1992 d'arrêter le choix de 3 sites particuliers, de fixer la participation des différentes équipes intéressées et d'engager une réflexion méthodologique sur la nature des travaux à entreprendre ;

- reboisements et barrières à neige. Des expérimentations conduites en collaboration avec la division nivologie sur 3 sites distincts permettent d'étudier l'efficacité de plantations de conifères et de feuillus dans la lutte contre les formations de congères au voisinage de voies de circulation (col routier par exemple).

## 2. Publications de l'année 1992







## **PROGRAMME AGROFORESTERIE**

**AGRECH G., juin 1992**

**Potentialités du mélèze dans les plantations agroforestières : le mélèze d'Europe isolé sur le plateau limousin - rapport de stage de B.T.S production forestière, CEMAGREF - Division Techniques Forestières moyenne montagne, 39 p.**

Le programme agroforestier du CEMAGREF porte essentiellement sur l'étude et l'expérimentation de plantations d'arbres à bois précieux dans les prairies pâturées. Des essais récents testent les techniques d'installation des arbres et de protection contre le bétail. Mais l'observation d'arbres de plein champ isolés est un des seuls moyens de vérifier les hypothèses de croissance utilisées dans les schémas expérimentaux. Le travail conduit sur des mélèzes isolés du plateau Limousin valide les principales caractéristiques de grume, des croissances en hauteur et en diamètre régulières, plutôt faibles ici du fait de sols acides. L'étude détaillée du houppier a montré des différences morphologiques interindividuelles fortes et une tendance générale pour un port cylindrique, passé un certain âge. Du fait de son houppier plutôt étroit et sans considération du niveau d'absorption de la lumière par le feuillage, le mélèze pourrait être planté à plus forte densité que les feuillus précieux.

**DUPRAZ C., AUCLAIR D., GUITTON J.L., novembre 1992**

**L'agroforesterie néo-zélandaise - Revue Forestière Française XLIV 1992 - 6, pp. 525-538**

Cet article, regroupe avec un deuxième paru début 1993 sous le titre : "Vingt ans de recherche agroforestière en Nouvelle Zélande : Quels enseignements pour l'Europe ? L'analyse des différentes formes d'agroforesterie pratiquées dans ce pays.

Dans ces deux îles au climat très tempéré, la moitié du territoire est couvert de pâturage, un quart par la forêt. 4 % (1,2M ha) concernent la forêt exotique de *Pinus radiata* très productive. Des associations agroforestières basées sur la culture intensive de pin et le pâturage ovin ou bovin ont été développées depuis vingt ans et ont fait l'objet d'expérimentations poussées.

L'article décrit les trois formes d'association :

- les haies productrices de bois de qualité,
- le pâturage en forêt,
- les plantations à faible densité sur prairies

Les auteurs analysent les avantages et contraintes de chacune de ces associations, les progrès permis par la recherche en Nouvelle-Zélande, le niveau de développement actuel et prévisible de l'agroforesterie.

**GUITTON J.L., de MONTARD F.X., RAPEY H., juillet 1992**

**Ouverture de plantations résineuses au pâturage : premier essai - principes et modalités de mise en place - Annales 1991 du Département Forêt - collection Etudes Forêt n°9 - pp.115-130.**

L'expérimentation d'ouverture de plantations résineuses au pâturage, second volet du programme agroforestier à en deux ans largement dépassé le stade du premier essai d'obtention d'herbe de Manson. Le présent article détaille cette expérimentation sous épicéa commun, les différents traitements testés au niveau du travail du sol, de la composition du mélange de graminées et de légumineuses, de la dose semée, ainsi que de la fertilisation. Il analyse les résultats obtenus pendant les années 1990 et 1991.

**TURPIN C., GUEUX C.,- septembre 1992**

**L'agroforesterie moderne : une solution pour gérer les difficultés liées à la déprise agricole en moyenne montagne ? Rapport de stage ISARA Division Techniques Forestières moyenne montagne, 102 p.**

Le rapport analyse à partir d'enquêtes de terrain, la situation foncière de deux communes du Livradois-Forez, contrastées quant au dynamisme de la population agricole. Dans ces deux communes déjà à moitié boisées, pour des raisons différentes, pour Sauvessange, une structure foncière agricole morcelée pour Saint-Amand l'absence d'agriculteurs, la tendance est à l'abandon de parties du territoire agricole et leur boisement naturel ou artificiel. Seules des voies collectives par le moyen d'associations forestières agricoles soutenues par des aides publiques pourraient infléchir cette évolution vers des utilisations agroforestières associant des productions de bois d'oeuvre de qualité et du pâturage.

## **PROGRAMME AMELIORATION GENETIQUE DES ARBRES FORESTIERS**

**CEMAGREF, CRPF, CENTRE**

**Culture du peuplier en région Centre - 29 pp**

A partir d'une description sommaire des principales zones alluviales populicoles de la région Centre, un catalogue des grands types de stations populicoles a été élaboré. A chacun de ces types, correspond un choix de clones de peupliers adaptés ainsi que des techniques de culture particulières. Quelques rappels généraux concernant les peupliers, leurs exigences et les interventions culturales courantes complètent cette étude régionale.

**COLLIN E., 1992**

**Résultats recueillis dans les placettes de référence de peuplier de la section LEUCE - rapport CEMAGREF 32 pages.**

Sous forme de 4 comptes rendus régionaux de 8 pages, ce document présente les résultats à 5 ans des expérimentations destinées à cerner l'amplitude écologique des hybrides entre trembles et peupliers blancs obtenus par l'INRA.

**DESCAMPS C., 1992**

**Variabilité de quelques caractéristiques de qualité du pin laricio de Corse. Mémoire ENITEF, 70 p.**

Dans les vergers à graines de familles de Pin laricio de Corse provenance Centre, le travail de sélection a porté principalement sur l'amélioration de la vigueur et accessoirement sur l'amélioration de la forme (fourchaison, polycyclisme, angle de branchaison). L'étude montre que cette sélection n'a eu aucune répercussion sur la qualité intrinsèque du bois, analysée sur des arbres âgés de douze ans. L'infradensité, mesurée sur carotte de sondage, a été utilisée comme caractère de prédiction et de quantification de la qualité du bois.

Elle se caractérise par une variabilité et une héritabilité satisfaisantes, mais les corrélations observées entre l'infradensité du bois de onze ans et du bois juvénile sont trop faibles pour permettre l'utilisation de ce critère en sélection comme prédicteur de la qualité du bois de l'arbre adulte. Une analyse fine au sein d'un échantillonnage familial d'un test de descendance homologue d'un verger permet de constater globalement une augmentation de l'infradensité avec l'âge et la hauteur dans l'arbre et, par ailleurs, une diminution avec l'accroissement de la largeur de cerne. Le module d'élasticité, grandeur technologique, est assez bien corrélé avec la densité. Certaines familles se comportent relativement mieux vis à vis de ces deux critères. En supposant que ces derniers soient corrélés étroitement avec les critères de qualité du bois à l'âge d'exploitabilité, une sélection peut être envisagée sur cette base familiale, à partir de l'analyse d'infradensité de carottes de sondage.

**FERNANDEZ R.**

**Enquête statistique sur les récoltes et les flux de graines forestières 1990 - 1991, 5 p.**

Tableaux présentant les données statistiques des récoltes, de l'utilisation, du commerce extérieur, et des stocks des graines des principales essences forestières pour l'année 1990 - 1991 et pour les essences soumises au Code Forestier, tableaux des récoltes et des stocks par région de provenance.

**FERNANDEZ R.**

**Répertoire national des matériels de base français des essences forestières - 4ème édition, 130 p.**

Catalogue des matériels forestiers de reproduction français : peuplements classés, contrôlés et vergers à graines sont identifiés par leurs principales caractéristiques (localisation géographique, administrative, numéro de code du peuplement classé, nom du peuplement, âge des peuplements, surfaces, pourcentages essence semenciers par hectare).

**LE FLOCH S., 1992**

**La populiculture en France ; une approche paysagère. Mémoire ENITHP, 52 p.**

La culture du peuplier en France fait l'objet de nombreuses critiques sur le plan paysager. Les espèces et clones de peupliers cultivés n'ont pas d'identité particulière : leur mode de culture intensif est par contre responsable d'un impact paysager fort dans les vallées. La populiculture participe à la définition de paysages variés. Une typologie de ces paysages a été établie à partir de critères qui sont : leur degré de fermeture, leur structure - à laquelle participe la populiculture, l'eau,... -, mais aussi les relations qui existent entre les différentes activités du paysage. La compréhension du "fonctionnement" de la populiculture dans le paysage permet d'aborder la sensibilité, c'est à dire la façon dont ces paysages peuvent réagir suite à une modification de cette activité.

**PERRIN S., 1992**

**Arboretum Forestier des Barillons (bilan de 60 ans d'essais "d'acclimatation". Rapport de stage BTSA Productions Forestières - Les Barres - 28 p. + annexes.**

Cette étude met en évidence les différentes performances d'une vingtaine d'essences principalement résineuses installées aux Barres à partir de 1924 dans des conditions de milieu homogène. L'étude a porté sur les caractéristiques dendrométriques, morphologiques (rectitude, branchaison) et sanitaires. Le cèdre et les pins laricios donnent les meilleures performances sur ces milieux acides à faible réserve utile et à faible pluviométrie.

**PHILIPPE G., BALDET P, 1992**

**Mechanized pollen harvesting with a view to hybrid larch seed production - Ann. Sci. For. 49, 297 - 304**

Récolte mécanisée de pollen de mélèze en vue de l'obtention de graine hybride. L'existence d'un décalage phénologique entre les floraisons des clones de *Larix leptolepis* et du clone de *Larix decidua* installés en vergers à graines pour la production de graine hybride implique l'artificialisation de l'hybridation et, en premier lieu, la récolte de pollen sur le parent mâle (*Larix leptolepis* Gord). Les méthodes traditionnelles,

consistant à prélever des strobiles mâles ou des rameaux florifères puis à extraire le pollen en laboratoire, n'ont pas été jugées compatibles avec une production abondante et régulière. Il est apparu au contraire qu'il convenait de récolter le pollen directement sur les arbres et que, seule la mécanisation de cette intervention permettrait d'obtenir les quantités de pollen requises à un coût raisonnable. Aussi un prototype a-t-il vu le jour en 1986.

Porté sur tracteur agricole, il comporte à l'avant une cuve étanche munie de "flagelles", que l'on positionne autour de l'arbre à récolter, et qui autorise l'extraction du pollen en milieu clos, par secouage. Ce dernier en suspension dans l'air, est ensuite aspiré vers la partie arrière du tracteur où il est filtré et récupéré. Cependant l'utilisation de l'aspirateur à pollen impose certaines contraintes : stabilité insuffisante en terrain pentu, dépendance des conditions atmosphériques, taille périodique des arbres pour adapter leurs dimensions à celle de la cuve.

**PHILIPPE G., VALADON A.**

**Control of the various steps leading to hybrid larch (*Larix x europellis* Henry) seed production : Recent advances in French seed orchards. IUFRO Working Party S2-02 -07, berlin, 5-12 Sep. 1992, 126-135**

En France, les vergers destinés à la production de graines de Mélèze hybride (*Larix x europellis* Henry) posent des problèmes de maîtrise de l'hybridation. En effet, un décalage phénologique entre les deux espèces parentes (*Larix decidua* Mill. et *Larix leptolepis* Gord.) interdit l'hybridation naturelle.

Outre les recherches "classiques" visant à stimuler la floraison, à protéger les récoltes contre les insectes et à optimiser les techniques d'extraction de graines, la production en masse de graines hybrides implique également le développement de techniques spécifiques en matière de récolte, de conservation du pollen et de pollinisation. Cet article présente le bilan des actions entreprises dans ces domaines au CEMAGREF en insistant tout particulièrement sur la mécanisation de la récolte du pollen et de la pollinisation.

**TERRASSON D. , DEBOISSE G., LEMOINE M. , DUVAL H., MALLARD J.P., 1992**

**Intérêt des saules et des peupliers pour le boisement des marais desséchés de l'Ouest. Rev. For. Fran. XLIV (3), pp. 225 - 233.**

Les marais littoraux de l'Ouest couvrent 250 000 ha et sont caractérisés par un taux élevé d'argile, et une salinité importante. Parmi les salicacées, *Populus alba* est l'espèce qui tolère le mieux ces conditions difficiles. Sa croissance reste cependant limitée en l'absence d'un modelage du sol et d'un drainage intensif par fossé. La réussite économique de reboisements en plein destinés à la production de bois n'est donc pas possible. Par contre, *Populus alba* et *Salix alba* peuvent être utilisés pour la réalisation de boisements linéaires en bordure des artères hydrauliques.

**TERRASSON D.,**

**Les peupliers et les saules en complément de l'agriculture - Colloque FAO - Commission Internationale du Peuplier, Saragosse, 23-25 Septembre 1992, 11 p. (à paraître)**

Synthèse des rapports nationaux présenté par 19 pays sur le thème des relations entre populiculture et agriculture. L'association sous forme de cultures intercalaires se rencontre exclusivement sous des climats tempérés chauds et bien arrosés. L'association sous forme d'alignement est par contre plus fréquente au Nord de l'aire de répartition dans des zones soumises à des vents réguliers, ou dans les zones de production fruitière. Les plantations d'alignement sont en diminution dans la plupart des pays. La Chine reste le pays dans lequel cette forme d'association a atteint le niveau de complexité le plus élevé.

**TERRASSON D., 1992**

**Evolution de la populiculture ; période 1988-1992 - Rapport national de la France, 39 p.**

Ce rapport présenté lors de la 19ème session de la Commission Internationale du Peuplier (FAO) réunie en Espagne en Septembre 1992 retrace l'évolution de la populiculture française entre 1988 et 1992. Il récapitule les principales données économiques enregistrées au cours de cette période, et une synthèse des recherches menées en France. Le rapport contient une bibliographie de ces 4 années concernant le peuplier.



**TERRASSON D., 1992**

**Les peupliers et les saules en complément de l'agriculture - Rapport de la France, 22 p.**

Ce rapport présenté lors de la 19ème session de la Commission Internationale du Peuplier (FAO) réunie en Espagne en Septembre 1992 fait le point sur les relations entre agriculture et populiiculture. Sont notamment étudiés l'évolution des plantations linéaires, les systèmes agroforestiers (cultures associées), et l'impact de l'abandon des terres par l'agriculture. Enfin sont abordés les conflits entre agriculture et populiiculture.

**TERRASSON D.**

**Le programme des vergers à graines de l'Etat ; une étape dans la stratégie de diffusion des variétés améliorées. Colloque AFOCEL/IUFRO, Bordeaux, 14-18 Sep. 1992, Tome 2, pp 97 - 105.**

Le programme des Vergers à graines de l'Etat engagé en 1973, a permis la plantation de 330 ha de vergers à graines.

Il concerne les principales essences résineuses avec pour objectif la production de 10 à 50 % des besoins nationaux selon l'espèce. Les premières récoltes ont commencé en 1982, mais la production maximale ne sera pas atteinte avant 2010. Conçus à l'issue des premiers résultats obtenus en amélioration génétique, la valeur des graines produites dépend pour l'essentiel de la qualité de la population initiale d'amélioration. Les gains génétiques attendus par rapport à cette population sont relativement limités, et il est maintenant possible de produire pour quelques unes des espèces concernées (Pin maritime notamment) des variétés plus performantes et de façon plus rapide. Les vergers à graines ne doivent pas pour autant être considérés comme une technique obsolète inutilement figée. La stabilité de la production dans le temps présente en effet des avantages non négligeables au niveau du statut réglementaire, des possibilités de vulgarisation, ainsi que de la connaissance des aptitudes réelles d'utilisation et donc de la réduction du risque variétal pour le reboiseur. Les conséquences de la pérennité de la production n'ont cependant pas totalement été prises en compte pour le Pin laricio de Corse. Les surfaces de vergers installées suffisent à satisfaire la totalité des besoins nationaux, ce qui limite la possibilité de produire des variétés différentes, et risque à terme, d'appauvrir de façon excessive la base génétique.

## **PROGRAMME CREATION ET CONDUITE DES PEUPELEMENTS FORESTIERS**

**GAMA A., ROUSSEL M.**

**La lutte contre les graminées en forêt et ses conséquences publié dans les Actes du COLUMA XVème conférence - Versailles 2-4/12/92 - 8 p.**

Après un rapide rappel de l'intérêt de la lutte contre les graminées en forêt, les auteurs présentent sommairement (adventices, essences forestières, matières actives et doses) leurs essais dans ce domaine, tant en matière d'efficacité que de sélectivité. Les principaux résultats de ces campagnes d'expérimentation sont exposés sous forme de deux classements : l'un pour les produits foliaires, l'autre pour les racinaires. Ensuite un comparatif prenant en compte les aléas climatiques est établi entre ces deux types de produit. Enfin, les risques de substitution de flore sont abordés en vue d'établir des propositions de stratégie.

**GAMA A., DUMAS Y., DUGAST J.F., JEQUEL M., LOURDET Y.**

**Dévitalisation de souches en forêt, publié dans Actes du COLUMA XVème Conférence - Versailles 2-4/12/92 - CEMAGREF Division "TF" NOGENT SUR VERNISSON et DOW ELANCO France Le CHESNAY - 8 p.**

L'intérêt de la dévitalisation de souches est d'abord situé dans le cadre de la gestion forestière en cours d'évolution.

Les bases d'une nouvelle méthode d'essais d'efficacité en dévitalisation de souches et de rejets ligneux sont ensuite exposées. Puis, le dispositif expérimental sur charme ayant servi de banc d'essai à cette méthode est présenté. Des essais comparatifs de matières actives sont croisés avec des essais de techniques d'application : badigeonnage de souches, humectation de rejets au balai. Pour finir, les principaux résultats de ces expériences sont brièvement fournis.

**VIGUE P. 1992**

**Techniques de boisement des terres libérées par l'Agriculture en Basse-Marche (Limousin) - 84 p. Rapport de fin d'études - ENGREF-CEMAGREF-DDAF 87.**

Cette étude basée sur la connaissance des situations géomorphologiques et pédologiques de la Basse Marche (Nord Limousin) en zones agricoles et forestières, met en évidence la grande fragilité texturale et structurale des sols. Elle développe ensuite les principales modalités de boisement possibles en insistant sur le rôle important des nappes temporaires perchée superficielles, les précautions à prendre dans le choix des travaux préparatoires et d'installation et le choix d'essences adaptées aux conditions spécifiques de cette région naturelle.

## **PROGRAMME METHODE D'ELEVAGE DU MATERIEL VEGETAL FORESTIER**

**ARGILLIER C., FALCONNET G., MOUSAIN D. 1992**

**Production de plants forestiers. Rencontres Chercheurs Gestionnaires  
Inra/Cemagref, La Grande Motte, 6-7 octobre 1992. 7 p.**

Après un rappel des caractéristiques des conteneurs et des substrats les mieux adaptés à la culture hors-sol des plants forestiers méditerranéens, les auteurs présentent les études en cours sur la nutrition minérale et la mycorhization contrôlée.

Le développement de certaines essences à croissance lente telles que le pin laricio et les sapins méditerranéens a été amélioré par l'utilisation de solutions nutritives adaptées aux besoins des plants. Les premiers résultats obtenus en boisements expérimentaux sur la mycorhization contrôlée soulignent l'intérêt d'utiliser cette technique pour améliorer l'adaptation des arbres aux fortes contraintes du milieu.

**BIDAUD N., CAZET M., GAUTRY J/Y/; VERGER M., 1992**

**Résultats préliminaires sur la multiplication végétative "Bulk" du  
Douglas. Congrès IUFRO, BORDEAUX, 14- 18 Sep. 1992 tome 2 , pp.  
321-330.**

L'AFOCEL, le CEMAGREF et l'INRA, coopérant sur un programme de multiplication végétative en vrac ("bulk propagation") du Douglas, présentent leurs premiers résultats : il concernent le forçage des plants-mères et l'enracinement des boutures prélevées sur ces plants forcés ; sont fournis en particulier les résultats détaillés d'un essai de forçage x bouturage, comportant 9 modalités, issues de la combinaison 3 sources de graines x 3 sites de forçage/bouturage.

Il apparaît qu'il est possible de produire en serre à partir de semis précoces (Janvier), avec chauffage de fond, fertilisation adaptée et photopériode de 18 heures (les conditions de culture étant complètement standardisées dans les 3 sites), des plants-mères de 83 cm de hauteur moyenne, donnant en moyenne 63 boutures. Sont également fournis les premiers résultats en enracinement.

**COULAUD S., 1992**

**La multiplication végétatives de l'Epicéa commun. Synthèse bibliographique, 33 p.**

Ce rapport décrit les méthodes employées dans la littérature pour la multiplication végétative de l'Epicéa commun, et met ces techniques en comparaison avec celle qu'utilise le CEMAGREF.

Différents facteurs sont impliqués dans la réussite du bouturage. Il s'agit en premier lieu, du pied-mère : son patrimoine génétique, son âge, son état physiologique, son mode de conduite (haie ou cascade).

En second lieu, intervient la méthode de bouturage : le type de boutures prélevées, les traitements des boutures (conservation, hormonage), et les conditions d'élevage pendant la phase d'enracinement (substrat, ambiance...).

Cette étude montre que le CEMAGREF maîtrise désormais la technique de bouturage proprement dite, mais des efforts restent à développer sur la méthode de gestion des pieds mères et l'élevage en pépinière des boutures enracinées.

**LECLERCQ P., 1992**

**Mycorhization contrôlée en pépinière forestière ; application au Douglas vert et à l'Epicéa commun. Mémoire ENITEF, 73 p.**

L'auteur appréhende les perspectives de développement de la mycorhization contrôlée. Le matériel utilisé est constitué de semis de Douglas vert et de boutures d'Epicéa commun. Le symbiote est *Laccaria laccata* S.238.

En effet, de nombreux chercheurs voient en cette technique un moyen d'accroître le rendement des pépinières et des plantations forestières. Toutefois, son emploi à grande échelle reste encore subordonné à la production industrielle d'un inoculum fiable.

Mais les essais suivis sur les pépinières de PEYRAT LE CHATEAU et des Barres révèlent des résultats contrastés. Si S.238 est efficace sur le premier site, il ne s'exprime pas sur le deuxième.

De même, son influence après transplantation semble dépendante du type de station.

Une approche économique montre que la mycorhization contrôlée est susceptible d'engendrer un bénéfice en pépinière si elle permet de réduire la durée d'élevage. Dans le cas contraire, un surcoût peut se révéler important.

En outre, dans l'optique d'un strict respect des normes dimensionnelles imposées par le F.F.N., l'analyse montre qu'il est plus intéressant de viser une production avec repiquage que sans repiquage.

**MOUSAIN D., ARGILLIER C., SARDIN T., BRAHIC P., MAURE L., PLASSARD C., BONNIN C. 1992**

**Intérêt de la mycorhization contrôlée des espèces forestières en pépinière pour le reboisement des zones difficiles. Colloque "Le feu, avant, après", Nice 11-13 mai 1992. 10 p.**

Après un bref rappel de généralités sur la structure des mycorhizes des arbres forestiers et leurs propriétés physiologiques et écologiques, les auteurs présentent le programme mis en oeuvre pour utiliser la mycorhization contrôlée en pépinière comme élément d'une stratégie visant à améliorer l'adaptation des espèces forestières aux contraintes des milieux de transplantation en zone méditerranéenne.

## **PROGRAMME POTENTIALITES DES ECOSYSTEMES FORESTIERS**

**BOISSEAU B., NOUALS D., RIPERT C., 1992**

**Guide technique du forestier méditerranéen français, Chapitre 2 :  
stations forestières (1ère partie) 15 fiches (38 p.).**

Le but de ce chapitre est de donner des méthodes d'observation et d'interprétation du milieu naturel afin d'évaluer ses potentialités forestières. Cette première partie propose en quinze fiches un découpage de la zone méditerranéenne en petites régions naturelles, homogène du point de vue des deux principaux facteurs du milieu à cette échelle : la lithologie et le climat. Ces petites régions naturelles constituent un premier cadre pour observer correctement le milieu. La première fiche est une présentation du climat, la deuxième de la notion de petite région naturelle ; elles sont suivies par un jeu de treize fiches décrivant les petites régions de chaque département.

**D'EPENOUX F., 1992**

**Relations milieu-production : application au Pin noir d'Autriche dans  
les Alpes externes méridionales. CEMAGREF Aix, Université Joseph  
Fourier Grenoble I. Thèse doctorat biologie. 226 p.**

Cette étude correspond au choix d'une méthodologie afin d'exprimer les relations entre le milieu et la production, quelle que soit l'échelle géographique retenue. Pour chaque échelle, il s'agit premièrement d'exprimer les relations entre le milieu et la production (phase descriptive) et d'en apprécier la précision ; pour pouvoir ensuite lors d'un changement d'échelle, mesurer la prédiction (phase prédictive) des premiers résultats, obtenus dans la phase descriptive. A cet effet deux approches du milieu sont retenues l'une dite synthétique et l'autre dite analytique. Pour illustrer les méthodes sélectionnées, une essence forestière et trois échelles géographiques emboîtées ont été choisies. Il s'agit :

- du Pin noir d'Autriche introduit massivement dans les Alpes externes méridionales, principalement sur les espaces très érodés, accidentés et appauvris (reboisements R.T.M.). Ces peuplements atteignent aujourd'hui l'âge d'exploitabilité et ils nécessitent un traitement sylvicole approprié ;

- de trois espaces géographiques emboîtés, depuis les "Alpes externes méridionales" jusqu'au "massif forestier", en passant par la "région climatogéologique", qui correspondent à trois échelles pour répondre au sujet.

**FRANC A. 1992**

**Etude algébrique des multitableaux : apports de l'algèbre tensorielle. Thèse soutenue à l'université de Montpellier II. 362 p.**

Les multitableaux sont des tableaux à plusieurs entrées, que l'on rencontre si l'on croise plus de deux facteurs, par exemple. Leur traitement s'est développé surtout aux USA et aux Pays-Bas, mais également en France, depuis une vingtaine d'années. Cette thèse propose un outil algébrique unificateur (l'algèbre tensorielle), qui permet de relier par un formalisme commun plusieurs des méthodes isolées déjà connues, et surtout de "boucher" quelques trous, c'est à dire proposer des méthodes de traitement dans des cas nouveaux. Ce formalisme inclut l'analyse des tableaux à deux entrées (beaucoup mieux connus) qu'est l'analyse factorielle. Des métriques particulières, et des contraintes (variables instrumentales pour les écologues) sont prises en compte. La lecture de ce document demande un peu de goût pour les calculs algébriques. Des logiciels de faisabilité sont proposés.

**FRANC A.**

**Etude des relations entre le milieu et la croissance. Fiche 41 in Les Recherches en France sur les Ecosystèmes Forestiers : actualités et perspectives. DERF. Guy Landmann. pp 87-88.**

Cette fiche de synthèse présente les principaux acquis et principales difficultés dans l'étude des relations reliant le milieu et la croissance. Les acquis sont dans les méthodes éprouvées pour relier le milieu (par différentes techniques stationnelles : phytoécologique, morpho-paysagère, ...) et la croissance des peuplements réguliers. Plusieurs succès dans ce domaine sont rappelés, tant en France qu'à l'étranger. Les difficultés commencent avec la prise en compte de peuplements mélangés, où l'on ne dispose pas d'outil mesurant élégamment la croissance du peuplement. Les principaux verrous se situent dans l'allocation des ressources du milieu au sein d'un arbre (entre tronc, houppier, racine) et entre plusieurs espèces au sein d'un peuplement.



**GILBERT J.M., CHEVALIER R., VALLEE B., 1992**

**Typologie des stations forestières de la Champagne sénonaise - Document interne - CEMAGREF.**

Cette étude complète par extension celle réalisée sur le pays d'Othe. La comparaison ordonnée des variations écologiques a permis la réalisation rapide et économique d'un catalogue. Il a fallu, cependant réaliser une clef typologique adaptée à cette région.

**GILBERT J.M., CHEVALIER R., VALLEE B., 1991**

**Etude des relations station-production du douglas dans le pays d'Othe. CEMAGREF - Division "TF". 69 p.**

A la suite de la réalisation du catalogue des stations forestières en Pays d'Othe, une étude des relations "station-production" pour le douglas basée sur l'indice de fertilité, et mettant l'accent sur l'utilisation de plusieurs modèles de croissance hauteur-âge, met en évidence :

1 - L'existence d'un lien entre type de station et indice de fertilité retenu

2 - L'élargissement des limites d'utilisation habituellement recommandées pour cette essence.

Elle permet un choix raisonné de l'utilisation optimale de cette essence dans la région considérée.

**GIRAULT D. 1992**

**Les stations forestières du plateau Nivernais - 161 p. CEMAGREF - Collection Etudes Forêt n° 7**

Cette étude qui complète et termine le cycle des études de typologie classique des stations forestières par la division "Techniques Forestières" de Nogent-sur-Vernisson, présente sous la forme d'un catalogue des stations forestières, un guide écologique permettant d'aider le gestionnaire dans ses orientations d'aménagement et ses choix sylvicoles dans une région où la forêt recouvre 47 % du territoire.

Après la description ordonnée de chacun des types de station (11 types plateau, 6 types versants, 6 types fonds de vallons et dépression), des indications sont fournies sur les potentialités forestières et les choix possibles d'essence.

**JAPPIOT M., NOUALS D., BOISSEAU B., 1992**

**Plateaux et monts de Vaucluse, montagne de Lure et Ventoux (versant sud) : préétude. 162 p.**

Une première partie aborde la géologie (histoire tectonique, sédimentation, faciès, formations superficielles et sols), le relief et le réseau hydrographique, le climat, et les facteurs humains, et la végétation. Une deuxième partie synthétise l'ensemble des résultats et permet de croiser toutes les informations obtenues sur la zone d'étude. Les grands reliefs sont scindés en secteurs constitués eux-mêmes d'unités qui sont décrites en détail. A partir de ces découpages, on peut redéfinir les limites de la zone d'étude et mettre au point une fiche de relevé ; c'est ce qui est proposé dans la troisième partie.

**LADIER J., BOISSEAU B., 1992**

**Typologie des stations forestières du massif Sainte Victoire . 238p.**

Après l'incendie des 28 au 30 août 1989 qui a parcouru une grande partie du massif de Sainte Victoire, les services de l'État, les élus, les propriétaires et les associations se sont rapidement réunis en un comité de concertation pour la réhabilitation du site. Un schéma de réhabilitation, élaboré en 1990, approuvé par le Ministère de l'Environnement en 1991, constitue le cadre général dans lequel s'inscrit cette étude de typologie des stations forestières. Il s'avère en particulier nécessaire de mieux connaître les conditions du milieu (climat, sol, végétation,...) et ses potentialités pour pouvoir en tenir compte lors d'aménagements et pour le choix d'essences forestières de reboisement. Le document comporte, après l'apqrçu méthodologique, une description de la zone d'étude et les données générales sur la typologie: historique, géographie, géologie, climat, pédogenèse, végétation ; puis vient le catalogue des types de stations, permettant de reconnaître aisément celles-ci sur le terrain grâce à des clefs de détermination.

**NOUALS D., BOISSEAU B., 1992**

**Le pin laricio dans les Cévennes : croisement raisonné de plusieurs outils d'évaluation du milieu. 43 p.**

L'objet de ce travail est de relier la production du Pin laricio dans les Cévennes aux types de stations décrits dans les deux catalogues de cette région. Les aspects méthodologiques abordés sont les suivants : utilisation pratique systématique de 2 catalogues de station et d'une clef autécologique, test de justesse de la clef, pertinence des catalogues pour établir des liaisons stations-production, croisement clef autécologique-catalogue.

**NOUALS D., BOISSEAU B. 1992**

**Les petites régions naturelles de la Drôme et de l'Ardèche méditerranéennes. 29 p.**

La définition de petites régions naturelles permet, avant d'aborder les études stationnelles proprement dites, de dégager les principaux facteurs autour desquels vont se distribuer logiquement les différents types de milieu. Ces facteurs sont d'une part le climat et d'autre part le substrat. La méthode utilisée ici comporte deux étapes : une étape typologique pour définir les grands types de climat et de substrat (extrapolée d'une typologie existant déjà), et une étape cartographique, consistant à adapter et reporter sur carte les types définis précédemment.

## **PROGRAMME PROTECTION CONTRE LES INCENDIES**

**LECOMTE P , MILLO C. 1992**

**Caractéristiques des grandes coupures  
Bilan intermédiaire au 15/12/92. 18 p.**

L'introduction évoque le bilan des grands incendies de forêts et pose la question d'une place de choix pour l'agriculture dans une structuration de l'espace. La première partie rappelle l'origine de l'étude, la méthodologie retenue et les moyens développés. Une deuxième étude précise le bilan actuel des travaux de terrain en cours.

**MAILLET A. 1992**

**Risque d'incendie de forêt : influence des facteurs du milieu naturel.  
Le Massif des Maures. 17 p., cartes**

Ce rapport base l'analyse du risque d'incendie sur la prise en compte prioritaire des facteurs du milieu naturel dont dépend la propagation du front de flammes.

**PLOUZENNEC A. 1992**

**Evaluation socio économique du Massif des Maures  
Université Paris Dauphine CEMAGREF AIX DEA 101 p.**

Après une présentation du Massif des Maures, une seconde partie aborde le cadre d'analyse. La troisième partie concerne les techniques d'évaluation et leur faisabilité. Elle comprend : les prix hédoniques, la méthode d'évaluation contingente, la méthode des coûts de déplacement, la mesure des pertes en vies humaines et la méthode du comportement de protection.

La conclusion résume l'intérêt de ces diverses méthodes et retient qu'il est prématuré, au terme de cette pré-étude, de donner un prix à cette forêt.

## **PROGRAMME PROTECTION PHYTOSANITAIRE DE LA FORET**

**ABGRALL J.F., 1992**

**Suivi Phytosanitaire des vergers à graines du CEMAGREF - Rapport interne CEMAGREF - 31 p.**

La campagne d'observations faite en 1992 a permis de mettre en évidence dans les vergers à graines du CEMAGREF du Lot des atteintes d'insectes ravageurs dont certains ont donné lieu à interventions : Processionnaire du Pin et Pissodes notatus (Pôle de Bouriane, Haute Serre, le Frau) et Hanneton commun (Pôle du Segala, Le Theil). Très peu ou pas de problèmes de pathologie sont constatés. Enfin, il est apparu que les ruptures d'apex sur Pin Taborz (Haute Serre) étaient dues à des rapaces (Milan) et que les déformations et nécroses de rameaux de Douglas (Le Theil), étaient très vraisemblablement liés à un déséquilibre en oligo-éléments du sol où une carence en cuivre serait impliquée.

**ABGRALL J.F., 1992**

**Techniques de piègeages de la Cheimatobie et de l'Hibernie dans les chênaies du Val de Saône (21) - Rapport CEMAGREF - 17 p.**

Dans un dispositif de piègeage constitué de 24 placettes comprenant 5 arbres pièges cerclés de glu, installé en 1986 dans les chênaies du Val de Saône, a été mise en évidence une liaison positive entre le niveau de captures des papillons mâles et femelles des deux espèces et le diamètre des arbres pièges. Le dispositif de capture constitué d'un ruban adhésif marron englué s'est montré le plus efficace. Les secteurs de peuplement ouvert, lumineux (houppiers séparés, sans sous-étage) favoriseraient les captures.

**ABGRALL J.F., 1992**

**Niveaux relatifs et structure des populations de Cheimatobie et d'Hibernie caractérisés par la méthode des arbres piège dans les chênaies du Val de Saône en 1986 - Rapport CEMAGREF -21 p.**

L'étude des captures des papillons mâles et femelles des deux espèces de Géométrides dans un dispositif de captures de grande surface à

l'aide d'arbres pièges cerclés de glu a souligné l'intérêt de cette méthode pour la surveillance de ces défoliateurs en permettant de différencier des niveaux relatifs de population. Des indicateurs de risques liés au sex ratio ont de plus été mis en évidence et constituent des paramètres biologiques utiles pour préciser le stade gradologique d'une pullulation.

**ABGRALL J.F., 1992**

**Surveillance des populations d'Ips typographus dans les pessières de la vallée de Chamonix - Campagne de piégeage 1991- Rapport CEMAGREF, 12 p.**

Le dispositif standard de piégeage avec phéromone, mis en place depuis 1989 dans la vallée de Chamonix, a montré l'effondrement des populations observé en 1991 en passant de plus de 20000 à moins de 1000 captures d'adultes par piège. L'étude du cycle de développement annuel de l'insecte et l'analyse des données climatiques de 1991 nous a permis de vérifier que la première génération annuelle du typographe s'était effectuée en 550 degrés jour (somme des températures moyennes journalières cumulées au dessus de 5°C) entre le début de la ponte de printemps et l'apparition sous écorce des premiers adultes juvéniles).

**ABGRALL J.F., JUVY B., 1992**

**Incidence de la température sur le développement de la première génération annuelle du typographe Ips typographus, en zone montagnaise - Application à la mise en oeuvre des actions de lutte sylvicoles - Rapport CEMAGREF - 23 p.**

Dans le but de préciser dans le temps les conditions de mise en oeuvre des actions de lutte sylvicoles utilisables en forêt contre le Typographe, l'étude des différentes phases du développement de la première génération annuelle de l'insecte a été faite à l'aide d'un dispositif de rondins d'épicéa installé en forêt domaniale du Meygal.

Ces données nous ont permis de vérifier la pertinence de l'analyse du cycle biologique de ce Scolytide faite à partir de l'évolution des captures enregistrées dans le dispositif de piégeage avec phéromone, mis en place dans cette forêt. Elles ont servi de base, à partir des températures moyennes cumulées, au dessus du seuil biologique minimum de développement de l'insecte (5°C), au calcul de la somme de température

nécessaire à la réalisation de la 1ère génération annuelle : 550 degrés-jours. Ce modèle thermique a été vérifié en l'appliquant à 22 cas de cycle de développement étudiés dans cinq pessières d'altitude dans les Alpes du Nord de 1983 à 1992. Les conséquences sur les dates de mise en oeuvre des actions de lutte sylvicoles et chimiques contre le typographe sont discutées sur la base de ce modèle thermique.

**ABGRALL J.F., SOUTRENON A., 1992**

**Rapport sur le suivi phytosanitaire des taillis à courte rotation - Convention CEMAGREF - AFOCEL - Programme Eclair - CEE n° 160 - 14 p.**

Les observations faites au cours de la campagne 1992 dans deux TCR de peupliers dans l'Aisne (Condé s/Suippe - Menneville) ont permis de mettre en évidence un risque plus marqué d'allération des bois après exploitation lorsque les rondins séjournèrent le printemps et l'été sur le parterre de coupe. Les produits de coupe d'automne peuvent donc résider sur place sans atteinte grave jusqu'au printemps suivant à la différence des bois issus de coupe de printemps.

En dépit d'atteintes printanières fortes résultant d'attaques de chrysomèles défoliateurs (Melasome, chalcoides) et en raison de la vigueur des clones (Boelare, Raspalge), leur incidence sur la masse feuillée en fin de saison de végétation est restée très faible. Dans le domaine des maladies il est apparu, en dehors de la présence d'une rouille dont les atteintes sont à surveiller, des préoccupations liées à un agent d'altération, Chondrostereum purpureum, sur souche.

**HARTLEY B. - 1992**

**Stratégie de lutte contre les scolytes des résineux. Utilisation de pyréthrinoides de synthèse sur bois abattus. Rapport de fin d'année. BTS en formation d'Adultes - MOIRANS - CEMAGREF NOGENT SUR VERNISSON.**

Ce travail, inscrit dans les protocoles classiques d'essais, a participé à la définition des doses optimales à conseiller, des traitements sur grumes entières d'épicéa, la comparaison entre écorce lisse (épicéa) et rugueuse (pin sylvestre).

Il a également permis la vérification des différents types d'application d'insecticides et la rémanence des produits suivant la dose et l'efficacité rencontrées.

**PELLICER V. 1992**

**Le "Pissodes notatus" Contribution à l'étude du cycle du ravageur en Bretagne. Rapport de fin d'année ENITPH Angers - CEMAGREF NOGENT SUR VERNISSON. 41 p. + annexes.**

Cette étude met en évidence la dualité possible mais non systématique des générations de "Pissodes notatus" dans les jeunes peuplements de pins réalisés en Bretagne depuis la tempête de 1987. Elle souligne l'intérêt d'une attitude prophylactique de printemps par élimination des plants dépérissants (et infectés) pour réduire le niveau de la population. Elle constate également que pratiquement tous les pins infectés présentent des défauts racinaires marqués.

**SAINTONGE F.X., MALPHETTES C.B., BOUTTE B. - 1992.**

**Bilan d'une première année de traitement chimique de bois abattus contre les attaques de Scolytides ; traitement avant et après infestation des rondins. Annales CEMAGREF 1991 - pp. 155-156.**

Actuellement il n'existe pas en France de produit commercial homologué pour la lutte contre les attaques de scolytes sur les bois abattus. Les auteurs décrivent une méthodologie permettant de vérifier d'une façon quantitative les effets de traitements insecticides appliqués avant l'entrée des insectes sous l'écorce ou avant la sortie des adultes de la nouvelle génération. Les insectes observés sur pin sont l'hylésine (*Tomicus piniperda*), le sténographe (*Ips sexdentatus*) et sur épicéa le typographe (*Ips typographus*). Les essais ont été conduits avec des pyréthrinoïdes susceptibles d'être homologués et on peut constater que les résultats obtenus au cours de cette étude sont excellents dans le cas des scolytes du pin. Par contre, les études doivent être reprises pour le typographe car le substrat utilisé ne convenait sans doute pas à l'insecte.

**SOUTRENON A., 1992**

**La cylindrosporiose ou anthracnose du merisier (*Blumeriella jaapii* (Rehm) V.Arxi). Test d'efficacité de six matières actives fongicides en**



**jeune plantation (Serre-les-Sapins). Rapport interne CEMAGREF, division Protection Phytosanitaire de la Forêt - 9 p.**

Cette étude fait le bilan des essais de lutte chimique effectués contre la cylindroporiose ou anthracnose du merisier (Blumeriella jaapii (Rehm) V.Arxi). L'efficacité de six matières actives fongicides (doguadine, dithianon, bénomyl, flusilazole, tébuconazole et difénoconazole) a été testée et comparée. Cette expérimentation reprend celle effectuée en 1991 en pépinière et en jeune plantation et pour laquelle le faible niveau de l'attaque consécutif aux conditions climatiques particulières de l'année (sécheresse) n'avait pas permis de différencier les traitements. Les résultats révèlent que les six produits testés sont efficaces ; ils permettent d'établir que le tébuconazole et le flusilazole sont les deux matières actives les plus performantes suivis par le difénoconazole.

Ces trois produits, qui entraînent la meilleure protection, se révèlent être de la famille des triazoles dont l'action est reconnue sur de nombreux champignons. Par contre, le dithianon présente l'efficacité la plus faible. Enfin, la réaction des plants à l'effet des différents produits n'est pas perceptible à travers leur accroissement en hauteur.

**SOUTRENON A., 1992**

**La lutte chimique contre l'Oïdium du chêne (Microsphaera alphitoides (Grif. et Maubl.)). Premier essai de définition de l'époque et de la fréquence des traitements (F.D. de Chaux. 39). Rapport interne CEMAGREF, Division Protection Phytosanitaire de la Forêt - 13 p.**

L'Oïdium du chêne (Microsphaera alphitoides) est l'affection la plus dommageable en pépinière et en jeunes régénérations (artificielles et naturelles), notamment sur le chêne pédonculé et le chêne rouvre. Cette première année d'essai a porté sur l'étude des dates et de la périodicité des traitements à effectuer contre cette maladie.

Le dispositif expérimental installé en F.D. de Chaux a permis, en dépit de difficultés liés à l'incidence de problèmes d'ordre physiologique et entomologique, de mettre en évidence les premiers points suivants :

. sur les trois pousses feuillées de chêne en 1992, seule la première est indemne de maladie tandis que les deux autres sont très attaquées.

. Alors qu'une application ne se justifie pas sur la première pousse, un seul traitement sur la 2ème et la 3ème pousse (effectué au moment de leur sortie) assure une protection suffisante de ces deux pousses jusqu'à la fin de la saison.

. La matière active utilisée pour cet essai, le triadiménol, à la dose de 7,5 g/hl, semble constituer un bon compromis de lutte contre l'oïdium du chêne.

L'incidence des interventions sur l'accroissement en hauteur n'a pu, en raison d'une végétation très irrégulière, être correctement appréciée.

**SOUTRENON A., ABGRALL J.F., 1992**

**Rapport de fin de convention (2ème tranche) "Elagage artificiel et risques phytosanitaires" - Convention CEMAGREF - DERF - 10 p. et annexes.**

Ce rapport fait état des résultats obtenus lors du 2ème contrôle effectué en octobre 1992 dans les dispositifs expérimentaux relatifs à l'incidence de la période d'élagage et au test comparatif de l'efficacité de produits de protection des plaies d'élagage.

Ces notations concernent essentiellement l'étude de la cicatrisation externe des plaies d'élagage ; elles confirment les premières tendances intéressantes apparues en 1991. Pour les tests-période, on observe une progression de la cicatrisation très nette en 1992, notamment pour le hêtre sur un des deux dispositifs et pour le merisier. L'élagage effectué pendant le repos végétatif semble plus favorable pour le hêtre.

Pour le test-produits de protection des plaies (merisier), la cicatrisation est remarquable en particulier avec le drawipas et le lac balsam (élagage de la 1ère période). Les nombreux cas de fermeture complète de la plaie témoignent de la contribution apportée par la présence d'un produit. Pour les élagages pratiqués et protégés à la 2ème période, la cicatrisation, tout en étant bonne, est logiquement moins avancée.

## **PROGRAMME RELATIONS FORET GIBIER**

**BALLON Ph. - 1992**

**Détermination et évaluation des dégâts de gibier, incidence économique des protections. XXXème congrès national de l'expertise agricole, forestière, foncière. Le trait d'union de l'expertise, 44ème année, pp. 62-69.**

Après avoir rappelé les principaux types de dégâts commis par les cervidés en forêt, cet article insiste sur leur déterminisme et tente au travers de quelques exemples d'en évaluer les surcoûts pour les propriétaires.

**BALLON Ph. - 1992**

**A review of damage by roe deer in French forest. First European Roe Deer, Meeting, GRIMSÖ Suède, 27-30 septembre 1992, 7 p.**

Cette présentation se propose de faire le point de la situation dans notre pays et sur les perspectives nouvelles en matière de recherche.

**BALLON Ph. - 1992**

**Impact du réaménagement de la RN 134 sur les grands mammifères pyrénéens (section PONT-SUZON - FORGES D'ABEL), 43 p. + annexes.(non publiable)**

**BALLON Ph., GUIBERT B., HAMARD J-P., BOSCARDIN Y. - 1992**

**Evolution de la pression d'abrouissement du chevreuil en forêt de Dourdan. Annales du Département "Forêt" du CEMAGREF, n° 9, pp. 9-114.**

La population de chevreuil de ce massif n'a pas été chassée de 1980 à 1989. Le suivi de la pression d'abrouissement des chevreuils sur la végétation forestière a été effectué à partir de relevés du niveau d'abondance des espèces végétales et de leur degré d'utilisation. Pendant la période d'étude, de profondes modifications de la composition floristique du massif ont été mises en évidence ; cependant le développement des jeunes semis de chêne sessile n'a pas été contrarié.

**BERTRAND M. - 1992**

**Contribution à l'étude des différentes techniques d'analyse de panse des cervidés. Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes, thèse, 1992, 125 p.**

L'analyse de panse est un outil courant de la détermination du régime alimentaire des cervidés au point de passer souvent pour la technique la plus performante ; or l'auteur montre qu'elle n'est pas sans reproches. Il applique à des échantillons de panse de *Cervus elaphus*, les méthodes les plus communes d'analyse (analyses macroscopique, par point, micrographique) et envisage l'influence de différents facteurs d'ordre méthodologique : taille des tamis, analyse de la "Fraction Non identifiée" macroscopiquement, broyage, éclaircissement, taille de l'échantillon. Il met ainsi en évidence les biais possibles et propose quelques solutions.

**BREMAN P. - 1992**

**La prise en compte du paysage dans les aménagements forestiers. Dans : La voix de la forêt, n°1992-1, pp.35-36.**

Les effets de chaque intervention sur le paysage forestier doivent être préalablement analysés selon deux niveaux de perception de la forêt : externe et interne.

Les traitements paysagers liés aux visions externes s'appuient sur le respect des caractéristiques naturelles et la structure du paysage.

Les traitements paysagers liés aux visions internes s'inspirent du renforcement de la diversité des peuplements et des lisières.

**BREMAN P. - 1992**

**L'intégration des lignes de distribution dans le paysage rural et forestier. Rapport de convention EDF/CEMAGREF 9.88. CEMAGREF Nogent sur Vernisson.**

Les techniques de lecture de paysage permettent de mieux identifier les forces et faiblesses d'un paysage et de mieux comprendre sa structure. L'intégration des lignes de distribution dans cette structure complexe concerne non seulement le choix du tracé, mais également le choix et l'implantation des poteaux, armements et conducteurs.

Enfin, une démarche d'étude est proposée aux concepteurs des réseaux moyenne et basse tension.

**BREMAN P. - 1992**

**Directives paysages - ONF Direction Régionale Ile de France (doc. rédigé en collaboration avec T. MOIGNEU) - ONF Fontainebleau, 66 p. + annexes.**

La prise en compte du paysage dans l'aménagement et la gestion de la forêt publique en région Ile de France passe par l'analyse des différents problèmes paysagers rencontrés et par un zonage des forêts en fonction du caractère remarquable et/ou sensible des paysages.

Des techniques paysagères permettent de mieux respecter les caractéristiques des lieux : vu de l'intérieur on fera particulièrement attention à la forme et à la dimension des zones d'intervention. Vu de l'intérieur ce sont les lisières, les travaux et qui nécessitent une attention particulière.

**DENIS M. - 1992**

**La fin de l'été, une période cruciale pour les chevreuils. B.M. ONC, n° 174, décembre 1992, 10-14.**

Longtemps, les chercheurs ont pensé que les disponibilités alimentaires hivernales constituaient un des facteurs essentiels, sinon le facteur-clé, limitant l'effectif d'une population de chevreuils. Or, suite à BOBEK (1977) et surtout à ELLENBERG (1979), l'auteur montre que les potentialités estivales peuvent également se trouver limitées, notamment en fin de saison, quand la densité de population tend vers son maximum supportable pour le milieu ; alors les chevrettes en pâtiraient le plus car elles continuent à allaiter leurs jeunes, malgré le sevrage, tout en venant de participer au rut pour la plupart. Une condition physique altérée ne peut qu'avoir des conséquences sur la capacité de reproduire des chevrettes et finalement sur le recrutement au sein de la population.

**GIROMPAIRE L., BALLON Ph. - 1992**

**Conséquences de l'écorçage du cerf élaphe dans le massif des Vosges alsaciennes "Revue forestière française, n° 6, pp. 15-23.**

Les conséquences de l'écorçage réalisé par le Cerf élaphe ont été évaluées sur un échantillon de 421 tiges anciennement touchées qui ont été récoltées dans le massif des Vosges Alsaciennes. L'examen de 1 418 rondelles prélevées au niveau et de part et d'autre des blessures a permis d'étudier la dynamique de cicatrisation, la qualité technologique des produits ainsi que la nature et l'évolution des altérations.

Sur les essences étudiées il apparaît à l'analyse que :

- le pin sylvestre cicatrise relativement bien et ne subit pas d'altération

- le douglas cicatrise rapidement et son bois est rarement altéré

- le hêtre fait preuves d'assez bonnes capacités à cicatriser, les altérations étant limitées à la blessure

- l'épicéa quant à lui cicatrise très mal. Le développement d'altérations de type évolutif engendre des pertes économiques très importantes

- enfin cet article fait état de quelques règles de gestion à appliquer à des parcelles endommagées ou susceptibles de l'être.

**GUIBERT B., MAIZERET C., BALLON Ph., MONTES E., -1992**

**Influence of forest management on roe deer population in the Landes of Gascony. Actes du colloque ongulés 91, pp. 617-620.**

Cette étude réalisée conjointement avec le GERE et le GREGE analyse les effets de la sylviculture intensive du pin maritime sur les disponibilités alimentaires des chevreuils. Il apparaît que la lande mésophile caractérise le type de milieu le plus pauvre vis à vis du chevreuil. Dans les zones les moins favorables (lande mésophile et lande sèche) les disponibilités alimentaires dépendent largement de la fréquence des entretiens du sous-bois.

**MICHEL Y. - 1992**

**La cohabitation entre troupeaux ovins et cervidés sur le Massif de CHEIRON-GARAVAGNE (Alpes-Maritimes).**

Suite à une situation conflictuelle résultant d'une concurrence supposée entre une population de cerfs et l'élevage extensif du mouton, aggravée par des dégâts agricoles, la division a été sollicitée pour collaborer avec le CERPAM (Centre d'Etude et de Réalisations Pastorales Alpes Méditerranée) à une étude de diagnostic et de propositions d'aménagement pastoral et cynégétique sur le massif en cause.

Un inventaire de gagnage a fait apparaître que la concentration saisonnière des cerfs peut atteindre sur une surface relativement restreinte la limite d'équilibre avec la capacité d'accueil du milieu.

Des mesures pour, à la fois, favoriser une meilleure répartition spatiale des animaux et accroître la capacité d'accueil aussi bien pour les cervidés que pour les moutons ont été préconisées.

**THIVOLLE-CAZAT A., BALLON Ph., PICARD J-F., CLEMENT A. (AFOCEL-ARMEF) - 1992**

**Le sélénium, un moyen de protection possible pour lutter contre les dégâts de gibier. Information Forêt, n° 1, p. 33-46.**

Cet article fait la synthèse de travaux engagés par l'AFOCEL, le CEMAGREF et l'INRA, travaux dont le but était de mieux connaître le métabolisme du sélénium dans les plants forestiers, sa rémanence dans le sol, et déterminer l'effet répulsif du sélénium sur les grands animaux. Des limites à l'utilisation pratique de ce procédé ont été mises en évidence (disparité de l'absorption du produit suivant les plants, faible effet répulsif, problèmes liés à la toxicité du produit).

## **PROGRAMME FORET DE MONTAGNE**

**BERGER F.**

**Etude des forêts à fonction de protection du département de la Savoie. Mémoire de 3<sup>ème</sup> année, CEMAGREF Grenoble, 70 pages et annexes.**

L'étude des forêts à fonction de protection nécessite la réalisation d'une clé de classification et de caractérisation des peuplements, en fonction de leur rôle de protection. L'élaboration d'une telle clé est basée sur les croisements cartographiques des cartes de localisation des aléas naturels avec les cartes forestières.

L'outil cartographique utilisé par ces recoupements a été le SIG Arc-Info. Les zones IFN du Beaufortain, des Aravis et une partie de la Maurienne ont été ainsi cartographiées.

Les cartes de synthèse ainsi réalisées ont permis de déterminer des unités forestières à aléas qui ont été analysées par voie d'enquête. La surface analysée représente une surface totale de 15 675 ha, dont 3 510 ha ont été classés en forêt à fonction de protection, soit 22,4 % de la surface étudiée.

**DARRACQ S.**

**La dynamique du tapis végétal dans la région du Sasse et du Grand Vallon (Alpes-de-Haute-Provence, France) - Recherche méthodologique et application -. Thèse ENGREF Nancy - CEMAGREF Grenoble, 264 pages et annexes.**

L'objectif de ce travail est la recherche d'une méthode permettant de mettre en évidence les modalités de successions végétales, les vitesses d'évolution et les facteurs intervenant sur la végétation après abandon plus ou moins ancien.

La première partie, théorique, est consacrée à la définition de l'objet d'étude et de son environnement, à la formalisation de la démarche et à la mise au point d'outils permettant la gestion commune des données à différentes échelles d'observation spatiales et temporelles.



La deuxième partie est l'application de la méthode choisie, aux deux bassins versants du Sasse et du Grand Vallon (Alpes-de-Haute-Provence), par une étude approfondie du milieu et de son histoire, d'une part et la reconstitution de façon synchronique des successions végétales sur des placettes échantillons.

**RENAUD JP. - RUPE Cl.**

**Stabilité et fonction de protection des forêts de montagne dans les Alpes du Nord - Approche méthodologique - CEMAGREF, 15 pages.**

Le vieillissement généralement constaté ainsi que l'augmentation régulière de la part prélevée en chablis, depuis 50 ans, dans les forêts résineuses des Alpes du Nord, conduisent à s'interroger sur les conséquences éventuelles d'une déstabilisation massive et relativement rapide de peuplements fragilisés.

Le problème de la stabilité de ces peuplements se pose particulièrement dans le cadre des forêts jouant un rôle de protection vis-à-vis des risques naturels.

L'objectif principal de cette étude est donc de proposer et de mettre en oeuvre des mesures sylvicoles destinées à optimiser et pérenniser cette fonction de protection.

Les résultats attendus de cette recherche, qui se veulent être directement utilisables par les gestionnaires (modes d'analyse, de description, d'intervention), devront être prolongés dans le cadre d'une analyse plus globale (approche synthétique à l'échelle d'un massif, d'un département...) ainsi que dans le sens d'une meilleure compréhension des mécanismes biologiques caractérisant les écosystèmes forestiers de montagne.

**RENAUD JP. - RUPE Cl. - LECLERC D.**

**Stabilité et gestion des forêts de montagne dans les Alpes du Nord françaises - Principaux résultats obtenus sur quatre sites d'étude à Beaufort (Savoie) et Chamonix (Haute-Savoie).**

**Partie des actes d'un colloque organisé en août 1992 par le CEMAGREF, la STIR-ONF de Chambéry, l'Université de Savoie et le Centre international pour l'Environnement Alpin (ICALPE), 55 pages + annexes.**

Un colloque international a été organisé du 25 au 27 août 1992 et a rassemblé 25 personnes représentant quatre pays européens.

Son objectif était de réunir des chercheurs et gestionnaires de différents pays alpins, pour mener une réflexion commune sur les différentes approches de la stabilité et en tirer des enseignements pour une gestion plus adaptée. Une partie importante du colloque a été consacrée à des visites de terrain.

La description de structures sylvicoles caractérisées par l'analyse des données, l'exposé du diagnostic réalisé à l'échelle du site étudié et la matérialisation sur des surfaces limitées d'interventions "exemplaires" destinées à servir de référence, sont détaillés dans un document synthétique.

**MULLENBACH P. et al**

**Sites expérimentaux de boisements pare-congères. 14 pages + annexes (Le transport de la neige par le vent - Connaissances de base et recommandations, CEMAGREF division nivologie).**

La protection des routes contre les congères par les barrières à neige végétales reste un moyen peu utilisé. Cependant, la demande se fait de plus en plus importante alors que les connaissances théoriques concernant ce type de protection restent peu développées. Il est donc apparu nécessaire de mettre en place des sites expérimentaux afin d'étudier leur comportement.

Les expérimentations de la Fageolle et de Manse visent à étudier et comparer le comportement de différentes bandes boisées et sont encore trop récentes pour fournir des résultats fiables.

L'expérimentation du Chazelet quant à elle, visait à étudier le comportement d'une bande boisée placée derrière une barrière à neige. Cette expérience a fait apparaître qu'il était intéressant d'associer une barrière à neige à la mise en place d'un boisement pare-congère.



# 3 - Informations Techniques



## INFORMATIONS TECHNIQUES



**Pollutions accidentelles**

**Mécanisation forestière**

**Qualité des eaux**

**Les SIG**



Mars 1993 - N° 89



# LES STATIONS FORESTIÈRES DU MASSIF CENTRAL :

## étude pour une typologie de la bordure Est

*Thomas Curt*

**C**ette étude de typologie des stations forestières porte sur une région d'un peu plus de 1 million d'ha dont environ 302 200 ha boisés, formant une longue bande depuis le sud du Morvan jusqu'aux Hautes Cévennes, sur la bordure Est du Massif Central (figure 1).

L'objectif d'une typologie de stations forestières est de "fournir au forestier une description du milieu qui, couplée avec une connaissance de la sylviculture et du matériel génétique, lui permettra de prendre la meilleure décision en terme d'aménagement forestier ou de travaux sylvicoles" (A. Franc, 1989).

En pratique, l'objectif principal est de proposer au gestionnaire une panoplie des essences de reboisement adaptées aux stations forestières, et particulièrement aux conditions climatiques et édaphiques. C'est pour répondre à cette demande qu'une étude a été menée, financée par le Fonds Forestier National, les régions Rhône-Alpes et Bourgogne.

### **Le contexte géographique et la diversité écologique**

Le choix de la zone d'étude a été motivé par l'homogénéité à petite échelle de la bordure Est du Massif Central. A cette échelle, il s'agit essentiellement de régions naturelles de socle granitique, métamorphique, localement recouvertes de formations volcaniques. Ces régions ont été découpées par la tectonique et portées à des altitudes variables, décroissantes par paliers vers le nord.

La ligne de partage des eaux entre les affluents du réseau de la Loire et ceux du Rhône crée une dissymétrie topographique majeure, surtout sensible sur les hautes terres du sud-est (Vivarais Hautes Cévennes) : les versants atlantiques sont relativement doux, et les versants rhodaniens très pentus.

La zone étudiée couvre aussi bien des forêts de plaine (point le plus bas : vallée de l'Arroux en Charolais, 240 mètres d'altitude) que des forêts de montagne (point le plus haut : 1 753 m Mont Mézenc, Haute Ardèche).

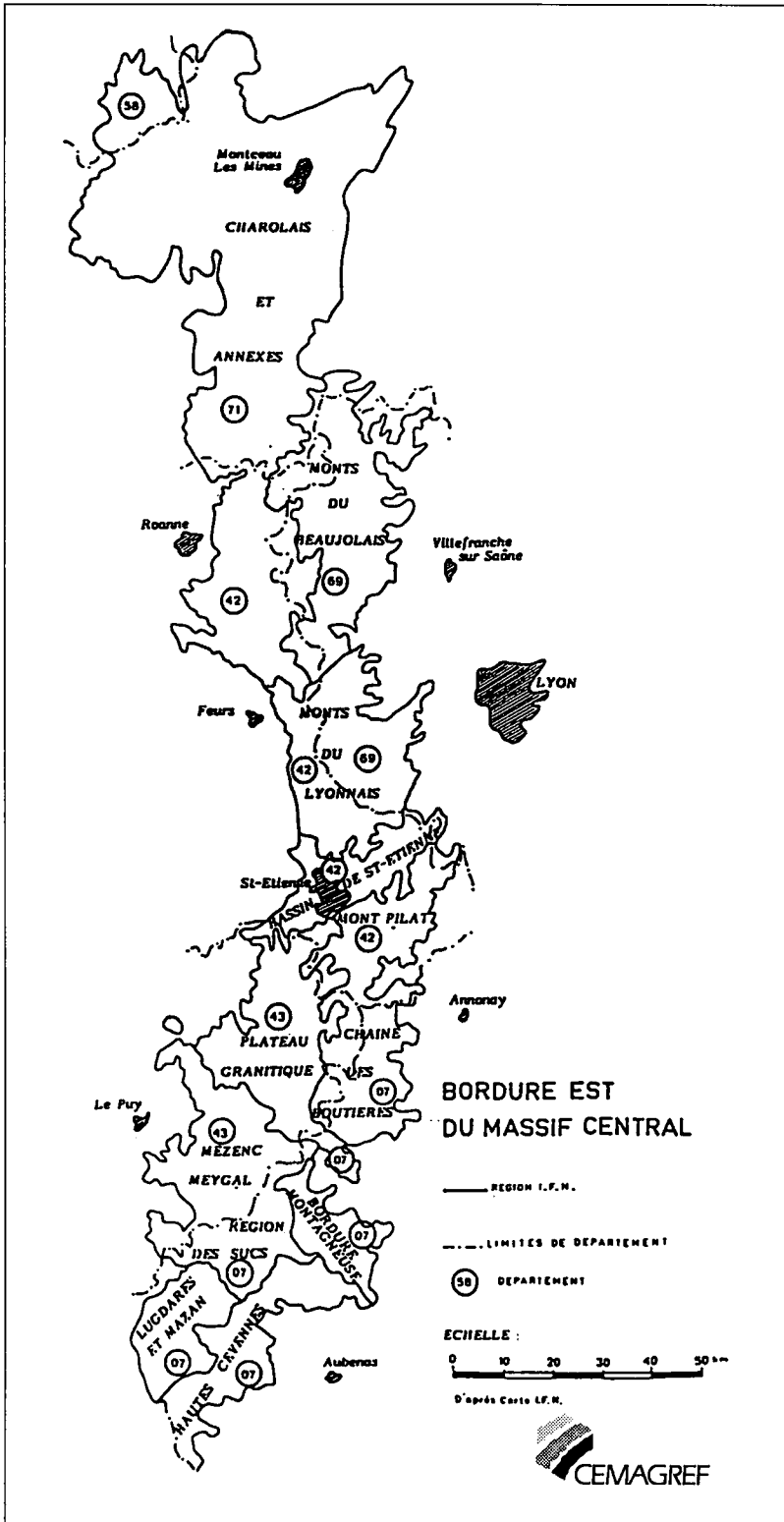


Figure 1 -  
Carte bordure  
Est du Massif  
Central  
(CEMAGREF  
Clermont-  
Ferrand)

L'ensemble de la zone étudiée regroupe donc de nombreuses petites régions naturelles qui présentent des problèmes d'aménagement sylvicoles très différents. Les demandes des gestionnaires en termes de choix des essences forestières de reboisement sont variées :

- certaines régions sont peu boisées (Clunisois, Plateau de Neulise...), ou connaissent une forte déprise agricole et sont susceptibles d'importants reboisements (cas des Monts du Beaujolais),

- d'autres régions comportent des taillis de feuillus dont l'avenir est incertain (Monts du Beaujolais, accessoirement Monts du Lyonnais),

- pour les forêts d'altitude (Mézens-Meygal, Sucs, Pilat, Lugdarès et Mazan...), le problème est celui du choix d'essences adaptées aux conditions climatiques difficiles (froid, neige, saison de végétation courte),

- des zones occupées actuellement par des landes à faibles potentialités (Bordure montagnaise de l'Eyrieux, Haute Chaîne des Boutières...), sont susceptibles d'être reboisées elles aussi.

## La démarche suivie pour la réalisation de la typologie

Classiquement, la définition des stations forestières est effectuée à partir de l'analyse phytocéologique du tapis floristique, comme le rappelle A. Brethes (1989). La démarche suivie au CEMAGREF de Clermont-Ferrand vise à déterminer des types de stations forestières homogènes au plan géologique, climatique et édaphique. Elle est construite à deux niveaux (A. Franc, 1989).

Un niveau de **découpage régional** en "secteurs écologiques" ou "géoclimatiques", homogènes aux plans climatiques et géologiques.

Le climat constitue un facteur important de variabilité écologique du fait des forts étagements en altitude rencontrés et de l'étalement en latitude de la région étudiée (400 km). Le découpage en régions climatiques homogènes est fondé sur la prise en compte de l'étagement altitudinal, des régimes pluviométriques et du déficit hydrique estival.

A cette échelle spatiale, le substratum géologique peut constituer un paramètre important. On sait que, en l'absence de remaniements ultérieurs, notamment par érosion ou en contexte périglaciaire ou glaciaire, à chaque grand type lithologique (roches granitiques, volcaniques, métamorphiques...) correspondent des matériaux d'altération présentant une gamme de texture restreinte. Nous avons ainsi distingué :

- des stations sur roches volcaniques, présentant des matériaux de texture dominante limoneuse,

- des stations sur roches granitiques, avec des matériaux de texture dominante sableuse (sablo-graveleuse à sablo-limoneuse),



- des stations sur roches métamorphiques, avec des matériaux de texture dominante limoneuse.

Un niveau de **diagnostic stationnel** à l'intérieur de chaque secteur géoclimatique. Ce diagnostic est centré sur l'évaluation de la richesse chimique du sol (niveau trophique) et de sa capacité de rétention en eau. Le niveau trophique est apprécié par la nature de l'humus.

La capacité de rétention en eau est fonction de la profondeur, de la texture, et de la pierrosité du matériau d'altération et du sol.

Pour rendre compte de la variabilité de la répartition spatiale des matériaux d'altération et des sols sur le terrain, des prospections géomorphologiques comportant des analyses physico-chimiques d'échantillons de matériaux et de sols ont été menées. Elles ont permis de décrire des unités "morpho-pédologiques" c'est-à-dire des unités homogènes de terrain présentant une association donnée de roche, de matériau et de sol.

La répartition spatiale de ces unités n'est pas quelconque, mais fonction des formes de relief (géomorphologie).

La compréhension de cette logique spatiale est essentielle pour le concepteur de catalogue ; cela permet de préparer un échantillonnage raisonné des sols. Elle l'est aussi pour l'utilisateur qui peut ainsi mieux comprendre la répartition spatiale des sols dans le paysage.

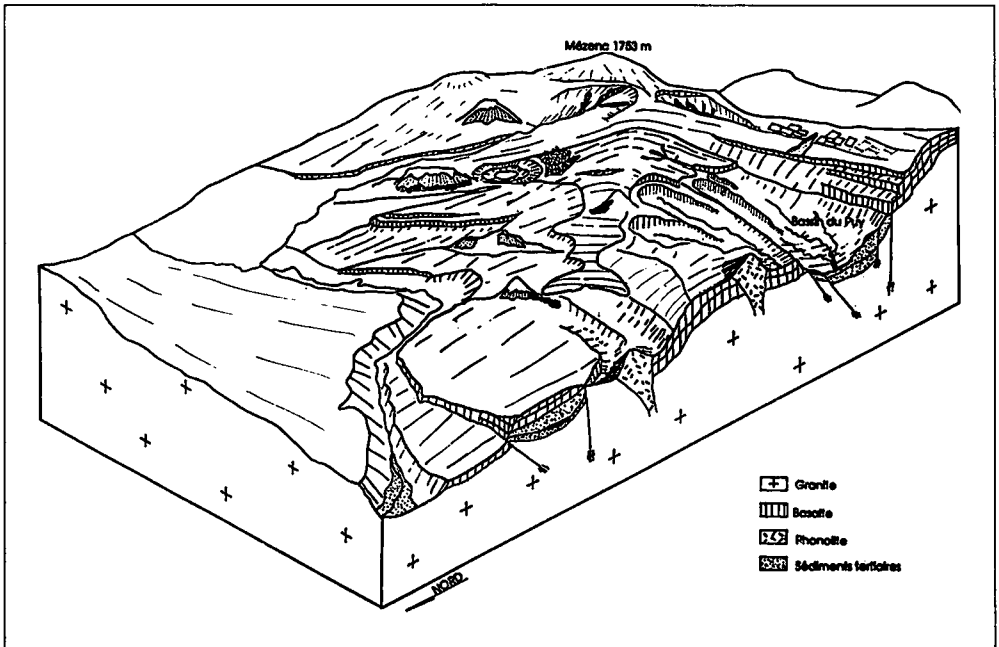


Figure 2 - Bloc-diagramme schématique des plateaux volcaniques du Mézenc-Meygal

UNITES MORPHO-PEDOLOGIQUES	VALLONS BASALTIQUES (Gazeille, Les Etables...)	TETES DE VALLEES ATLANTIQUES PLATEAUX BASALTIQUES	ZONES HYDROMORPHES	PLATEAUX BASALTIQUES
ETAGE CLIMAT VEGETATION	Montagnard Frais et humide Hêtre-sapinière	Montagnard Frais et humide Hêtre-sapinière	1000 m < alt. < 1400 m Frais et humide	900 < alt. < 1450 m Frais et humide Hêtre-sapinière
TOPOGRAPHIE	Vallons	Grands amphithéâtres (parfois dominés par un suc) Cuvettes évasées tournées vers l'ouest	Fonds humides, tourbières Petites dépressions Plateaux mal drainés	Plateaux (pente générale SE-NO)
SUBSTRATUM GEOLOGIQUE	Basalte	Basaltes (localement granite)	Basaltes (localement granite)	Basaltes
FORMATIONS TERTIAIRES	(Altérites argileuses en profondeur)	Absentes	(Altérites argileuses) Alt. argileuses compactes Niveaux basalt. compacts	Absentes
FORMATIONS QUATERNAIRES	Altérites limono-argileuses Colluvions périglaciaires très épaisses	Colluvions périglaciaires Grands "bourrages" gélifluidaux (épaisseur jusqu'à 6 m.)	Altérites limono-argileuses  Colluvions limoneuses et argileuses	Formations gélifiées de texture dominante limoneuse
SOLS	Sols colluviaux andiques Sols colluviaux brunifiés Sols hydromorphes	Sols polyphasés (apports granitiques et basaltiques superposés). Sols agricoles sur banquettes, sols colluv.	Tourbe Sols hydromorphes (pseudogleys, gleys)	Sols bruns andiques et ocres andiques Andosols Sols sur banquettes agricoles
ANTHROPISATION	Prairies Sols sur banquettes	(Anciennement : cultures et prés) Prairies Banquettes agricoles sur versants	Bois, prairies humides	Structure herbagère-patorale. Landes, parcours, prairies améliorées (mauvaises prairies sur pentes fortes)
STATIONS	<i>H, OF</i>	<i>OF, OM, Of</i>	<i>H, HH</i>	<i>OF, OM, Of</i>

**Tableau 1 - Unités morphopédologiques - région Mézenc-Meygal volcanique**

## **La démarche à suivre par l'utilisateur : le mode d'emploi du catalogue**

La démarche à suivre par l'utilisateur pour l'utilisation du catalogue de stations forestières est la suivante :

- le lecteur doit se repérer sur la carte générale de découpage en secteurs géoclimatiques,

- chaque secteur géoclimatique est décrit dans le texte et dans un tableau de synthèse, celui-ci regroupe les critères descriptifs du secteur : substratum géologique, matériaux d'altération et formations superficielles, sols, étagement bioclimatique, modification du paysage par l'homme.

Un exemple de tableau est présenté pour la région volcanique du Mézenc - Meygal (tableau 1, ci-après).

Un bloc diagramme synthétique (figure 2) accompagne la lecture et permet de mieux comprendre la répartition des stations forestières dans le paysage. Cette étape descriptive permet de mettre en lumière les potentialités et les contraintes stationnelles (pente, hydromorphie, acidité du sol...).

Par exemple, de nombreux "terroirs" du Mézenc-Meygal, actuellement délaissés par l'agriculture sont constitués par d'anciennes banquettes agricoles cultivées. Leurs potentialités forestières actuelles seront alors fonction des matériaux, des sols, de leur utilisation passée, etc.

De même, dans la région Charolais-Brionnais, les potentialités forestières actuelles sont fonction des roches, des matériaux (sablo-argileux), des remaniements périglaciaires, qui ont entraîné une compaction des matériaux et leur hydromorphie actuelle.

Le lecteur doit alors se reporter à la clef de détermination des stations forestières (une clef par secteur).

Une fiche décrit les éléments de diagnostic de chaque station (figure 3) ; l'exemple d'une station caractéristique est présenté (figure 4) avec un profil de sol et analyse (pH, C/N, S/T, profondeur, texture, structure, couleur, hydromorphie...),

Sur chaque fiche sont proposés des choix d'essences (feuillues et résineuses) susceptibles de s'adapter aux conditions stationnelles décrites.

## **Les résultats : des potentialités forestières très variables**

### ***Des stations oligotrophes dominantes***

Les stations de type oligotrophe - de capacité de rétention en eau variable -

**EXEMPLE****STATION : VOM SOL OLIGOTROPHE A R.U. MOYENNE**

Localisation : Forêt domaniale de Bonnefoy (07)

Carte : Le Puy 1/80 000

Coordonnées :

Topographie : Versant, pente 15°, altitude 1400 mètres, exposition nord

Substratum géologique : Basalte

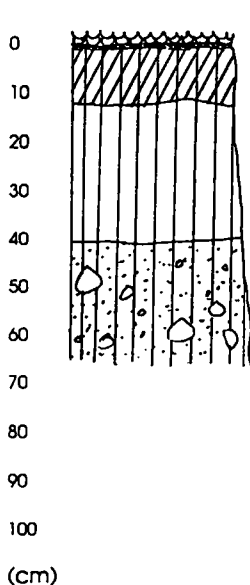
Matériau d'altération :

Formation quaternaire : Colluvium basaltique (surface) et granitique (profond)

Sol : Sol andique moyennement profond polygénique

**Analyse :**

HORIZON	GRANULOMETRIE					CARBONE (g/kg)	N.O. (g/kg)	AZOTE (g/kg)	C/N	pH eau	CALC. (g/kg)	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> (g/kg)	Mg <sup>2</sup> O (g/kg)	K <sup>2</sup> O (g/kg)
	SG	SF	LG	LF	A									
A1	39,1	8,8	8,7	25,7	17,7	61,40	105,6	4,63	13,26	4,7	0	0,30	0,06	0,12
(B)	35,4	11,5	13,8	30,4	8,9	36,60	63	2,48	14,76	4,9	0	0,35	0,02	0,04
(B)/C	36,2	12	16,2	27,6	8	21,30	36,6	1,67	12,75	4,9	0	0,63	0,01	0,03
C	50,8	16,8	10,7	19,2	2,5	3,90	6,7	0,35	11,14	5,4	3	0,75	0,05	0,03

**Description**

A1 (0-12 cm) : marron-noir (7,5 YR 3/2), frais, avec lacls racinaire, texture limoneuse, structure micro-grumeleuse aérée, 10 % d'éléments grossiers; transition progressive

(B) (12-40 cm) : marron (7,5 YR 4/4), frais, texture limoneuse, structure mixte particulaire et micro-grumeleuse, enracinement abondant

(B)/C (40-60 cm) : marron (7,5 YR 4/4), frais, structure particulaire meuble, texture sableuse à sablo-graveleuse (présence d'arène granitique mélangée) 40 % d'éléments grossiers

C (60 cm-) : arène granitique sableuse claire (10 YR 6/6) mélangée avec du colluvium limoneux basaltique

Figure 3 - Élément de diagnostic de chaque station (ex. sol oligotrophe à R.U moyenne)

<b>STATION : VOM</b>	<b>SOL OLIGOTROPHE A R.U. MOYENNE</b>	
<b>Topographie :</b>	Plateaux, versants à pente faible à moyenne	
<b>Importance spatiale :</b>	Forte	
<b>Répartition géographique :</b>	Mézens - Meygal - Sucs	
<b>Substratum géologique :</b>	Basalte	
<b>Matériaux tertiaires :</b>	Absents	
<b>Formation quaternaire :</b>	Formation limoneuse ± pierreuse	
<b>Sol :</b>	Sol brun andique, sol ocre andique Andosol Profondeur comprise entre 50 et 100 cm	
<b>Niveau trophique :</b>	Oligotrophe	
<b>Comportement hydrique :</b>	Sain, 50 mm < R.U. < 100 mm	
<b>Qualités/défauts du sol :</b>		
<b>(variabilité admise :)</b>		
<b>Confusion possible :</b> <b>Regroupement possible :</b>	Tous sols oligotrophes sur plateaux basaltiques d'altitude comprise entre 1300 et 1450 m	
<b>Amélioration/ mise en valeur :</b>		
<b>Choix d'essences :</b>	MONTAGNARD MOYEN Sapin Pectiné Douglas ( <i>Epicéa Commun</i> ) ( <i>Mélèze d'Europe</i> ) ( <i>Hêtre</i> )	MONTAGNARD SUPERIEUR Sapin Noble ( <i>Epicéa Commun</i> ) ( <i>Sapin Pectiné</i> ) ( <i>Pin à Crochets</i> )

Figure 4 - Exemple d'une station VOM, sol oligotrophe à R.U moyenne

dominent largement dans la zone d'étude. Ceci s'explique par l'omniprésence de sols brunifiés acides sur roches granitiques et métamorphiques, et de sols bruns andiques (voire d'andosols à mull ou mull-moder) sur roches volcaniques. La palette d'essences de reboisements est alors relativement ouverte, en évitant sur ce type de stations d'introduire des feuillus précieux, très exigeants en terme de nutrition chimique.

Dans ce cadre relativement homogène au plan chimique, les potentialités forestières varient essentiellement par rapport à la capacité de rétention en eau des matériaux et des sols, elle-même liée à leur texture, leur profondeur et leur charge en éléments grossiers.

### ***Des stations hyper-oligotrophes plus rares***

Les stations présentant des sols chimiquement plus dégradés (sols hyper-oligotrophes) sont présentes, mais sont limitées aux zones d'altitude (crêtes, sommets, hauts versants, hauts plateaux), sur roches granitiques très acides (granites acides, leptynites...), plus rarement sur roches métamorphiques du fait de leur richesse en fer. Sur roches volcaniques, les sols hyper-oligotrophes sont fréquents sur les parties hautes des plateaux (andosols humifères, sols andopodzoliques), la matière organique se décomposant mal dans ces conditions climatiques froides et humides. Ces types de stations présentent des potentialités forestières limitées à des essences peu exigeantes en terme de nutrition (pins, épicéas).

### ***Des stations à fort potentiel : stations eutrophes et mésotrophes ...***

Les stations à niveau trophique élevé (sols eutrophes ou mésotrophes) sont généralement peu étendues, sur roches granitiques comme sur roches métamorphiques ou volcaniques. Elles occupent des surfaces de quelques ares à quelques hectares, dans les meilleurs cas.

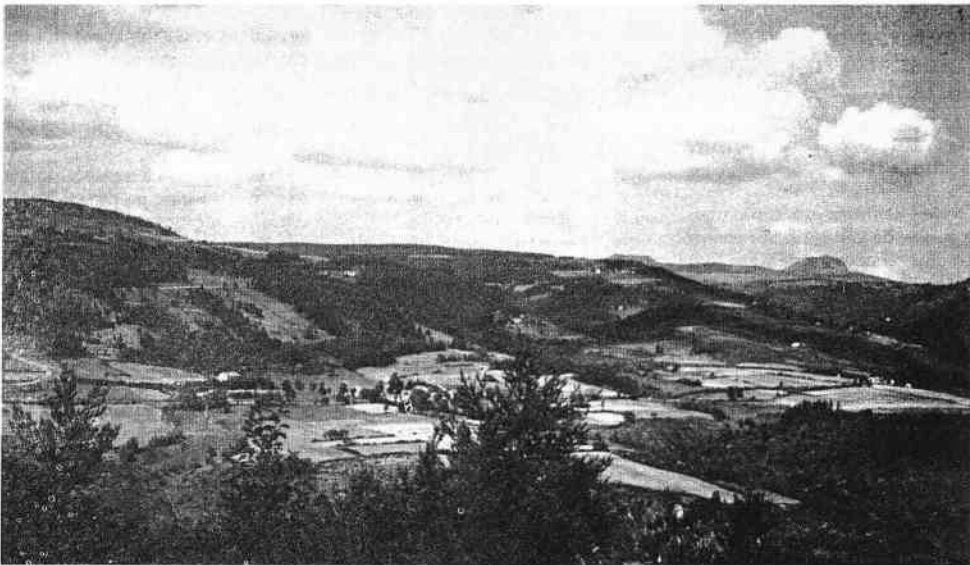


Photo 1 - Plateaux volcaniques du Mézens-Meygal (Haute-Loire) (CEMAGREF, Clermont-Ferrand)

Elles présentent cependant de fortes potentialités forestières, et permettent notamment, avec de bonnes chances de réussite, l'introduction de feuillus précieux. C'est le cas de nombreux vallons sur plateaux basaltiques, de fonds de vallons non hydromorphes sur socle granitique et métamorphique, de bas de pente colluviaux, etc.

### ***... anciens sols agricoles***

La région d'étude comprend de nombreux sols ou terroirs agricoles abandonnés (banquettes agricoles, terrasses de culture, prairies). La déprise agricole est plus ou moins forte et continue depuis l'après-guerre (par exemple, très forte dans les Monts du Beaujolais et faible dans les Monts du Lyonnais). Les potentialités forestières des sols anciennement agricoles sont variables, selon leur utilisation passée, l'ancienneté de leur abandon, la rémanence des traitements agricoles passés. Elles sont souvent bonnes, du fait de la présence de sols profonds et frais.

Ces sols contrastent souvent avec les sols peu profonds et discontinus (association ranker-lithosols-sols bruns acides de la bordure vivaro-cévenole et accessoirement des Monts du Beaujolais et du flanc oriental du Pilat).

### ***L'importance de la capacité de rétention en eau***

Les capacités de rétention en eau sont éminemment variables selon les régions et les sols. Ces réserves en eau sont généralement faibles sur la bordure vivaro-cévenole (voir ci-dessus). Les sols sont en moyenne, plus profonds sur les plateaux volcaniques du Velay oriental (Mézenc et Meygal), qui offrent sur ce plan de meilleures potentialités (surtout au vu de la faiblesse du déficit hydrique estival climatique). Cela permet, en conditions climatiques favorables, de proposer au gestionnaire une panoplie d'essences plus large.

Les données édaphiques ponctuelles doivent être comparées avec les valeurs du déficit hydrique estival ; cette comparaison permet de savoir si le déficit hydrique estival sera -en année moyenne- compensé par la réserve en eau du sol.

## **Un nouvel outil de travail**

Cette étude de typologie est construite sur la prise en compte de paramètres climatiques (étage de végétation, régime pluviométrique), hydriques (réserve en eau) et des bilans trophiques (humus). Elle passe par un découpage de grands secteurs géoclimatiques selon les grands types de roches et les régimes pluviométriques, puis par une analyse ponctuelle permettant de définir les types de stations et aboutissant à des propositions de choix d'essences forestières. Initiée par A. Franc (1989) la même démarche doit être étendue dans l'ensemble du Massif Central sur différents substrats.

Cette approche a pu être validée sur granites et micaschistes dans les Hautes Cévennes dans le cadre d'une étude des relations station-production pour l'épicéa commun et le sapin pectiné. Elle reste à évaluer et à valider sur d'autres substrats et dans d'autres régions du Massif Central.

Ces recherches doivent être menées parallèlement à des travaux concernant le cycle de l'eau dans l'écosystème forestier et l'auto-écologie des différentes essences concernées.

## Bibliographie

**Brethes Alain**, 1989 - La Typologie des stations forestières Recommandations méthodologiques. *Revue Forestière française* 1989 n° 1, p. 7-28

**Curt Thomas**, 1991 - Typologie Forestière de la bordure Est du Massif Central. *CEMAGREF Clermont-Ferrand, division Techniques Forestières moyenne montagne*, 172 p.

**Franc Alain**, 1989 - Le Massif Central cristallin - Analyse du milieu - Choix des essences - *Collection Etudes Forêt n° 2*

**Meloux Jean-Luc**, 1991 - Typologie des stations forestières de la Basse Marche et de ses bordures. *CEMAGREF Clermont-Ferrand, division Techniques Forestières moyenne montagne*, Université Blaise Pascal Institut de Géographie Clermont II.





## 4. Notes et Analyses





**ESSAI DE DEUX INSECTICIDES DU GROUPE  
DES PYRETHRINOIDES DE SYNTHÈSE CONTRE  
LE PETIT CHARANÇON DES PINS, PISSODES  
NOTATUS F. (COLEOPTERES, CURCULIONIDES)**

**J.F ABGRALL, B. JUVY**

Division Protection Phytosanitaire de la Forêt  
Grenoble

**Résumé**

Pissodes notatus F., coléoptère curculionidé, est un ravageur redoutable des peuplements de pins adultes affaiblis par les atteintes de ravageurs primaires, ou par des conditions stationnelles et climatiques défavorables. Les dégâts sont particulièrement graves dans les reboisements autour de 3-5 ans et de 10-20 ans. La lutte chimique n'est pas sélective des pissodes et dangereuse pour l'entomofaune. On s'est basé sur des résultats préalables des pyrethrinoïdes de synthèse sur les scolytes pour entreprendre des essais de lutte avec des rondins pièges préalablement traités de ces insecticides qui allient efficacité et faible dose d'emploi. Il s'agit donc d'attirer les insectes sur des rondins empoisonnés pour diminuer le niveau de l'attaque sur les arbres du peuplement. L'essai a été conduit sur pin maritime dans un verger à graines du CEMAGREF au Frau (Lot) en composant en répétition de 8 rondins non traités, traités à la deltaméthrine (K Othrine) ou à l'alphaméthrine (Fastac). Les comptages d'attaques de septembre ont montré l'efficacité des deux produits sur une période de 2 à 2,5 mois couvrant la période de ponte des Pissodes aux doses employées (18 à 20 mg de matière active /m<sup>2</sup> d'écorce).

Cette méthode des rondins pièges permet de réduire notablement la pression des Pissodes dans un jeune peuplement de pins fragilisé ainsi que celle du complexe des ravageurs associés (Orthotomicus, Tomicus et Hylurgus).

## Introduction

Pissodes notatus F. est un ravageur redoutable des peuplements de pins adultes affaiblis par les atteintes de ravageurs primaires, ou par des conditions stationnelles et climatiques défavorables (stress hydrique, gel). Ce ravageur, qui développe deux générations annuelles dans la moitié sud de la France, la seconde plus ou moins complète, (Carles, 1967 ; Alauzet, 1972 ; Plata - Negrache, Prendes-Ayala, 1979) a sévi dans le Sud-Est de la France (Massif des Maures et de l'Esterel) après les attaques de Matsucoccus feytaudi Duc. (Carles, 1967) et plus récemment dans le Sud-Ouest après les forts gels de 1986.

Les galeries larvaires sous corticales, résultant des pontes dans les anfractuosités de l'écorce des troncs au printemps et à la fin de l'été, sont à l'origine de mortalités par destruction des assises génératrices.

Dans les reboisements, les dégâts sont particulièrement graves : les jeunes plants de 3 à 5 ans meurent rapidement dès la formation des logettes de nymphose au collet des plants. Les sujets plus âgés (10-20 ans) dépérissent par la cime en raison de la présence des galeries larvaires qui détruisent la flèche des pins avec risque d'extension des dégâts à la totalité du tronc.

L'application de méthodes sylvicoles de lutte telles que l'extraction des foyers de pins attaqués et la mise en place de rondins pièges traités ou non peut contribuer à réduire la pression du ravageur (Garcia de Viedma, 1964). La lutte chimique directe contre les adultes au moment de l'alimentation de maturation sur les pousses des deux dernières années de végétation est une autre alternative. Les travaux de Carles (1971) ont ainsi souligné l'efficacité du carbaryl à la dose de 150 gr. de matière active/hl et ceux de Cobos et Robredo (1982), l'intérêt du fenitrothion (5 % de m.a.) à raison de 10 kg/ha, en substitution de l'emploi du DDT.

Cependant l'incidence de ces préparations sur la faune entomologique associée et sur l'environnement nous conduit à une grande prudence dans l'emploi de ces préparations en traitement "en plein" et sur de grandes surfaces.

C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris des essais de lutte à l'aide de rondins pièges préalablement traités en localisation par des pyréthrinoïdes de synthèse qui allient efficacité et faible dose d'emploi. Des résultats intéressants ont en effet été obtenus contre les Scolytides avec divers pyréthrynoïdes (Carles, Jamin 1978 ; Carles, Vincq, Bizet, 1979 et 1982 ; Abgrall 1987 ; CEMAGREF, DSF, 1992).

Enfin des essais préliminaires menés, en Poitou Charente, dans une jeune plantation de pin laricio de 4 ans décimée par P.notatus, avaient montré l'intérêt des rondins pièges traités à la deltaméthrine (Mercadier, 1988).

## **Réalisation des essais**

Après les années sèches de 1989 et 1990, caractérisées par de forts déficits hydriques au niveau national, des atteintes de P.notatus ont été constatées au début de 1991 dans les vergers à graines de pin maritime du CEMAGREF au Frau (Moulin de Vayrières, 46). Les dégâts s'observaient d'une part sur le tronc de quelques sujets sur pied (logettes de nymphose sous-corticales) et d'autre part sur les flèches de nombreux pins (colonisation des axes terminaux sur 0,5 à 2 mètres) en plusieurs foyers dispersés. De fortes concentrations de logettes de nymphose ont enfin été notées fin 1991 sous l'écorce de rémanents d'éclaircie résidant sur le parterre de la plantation.

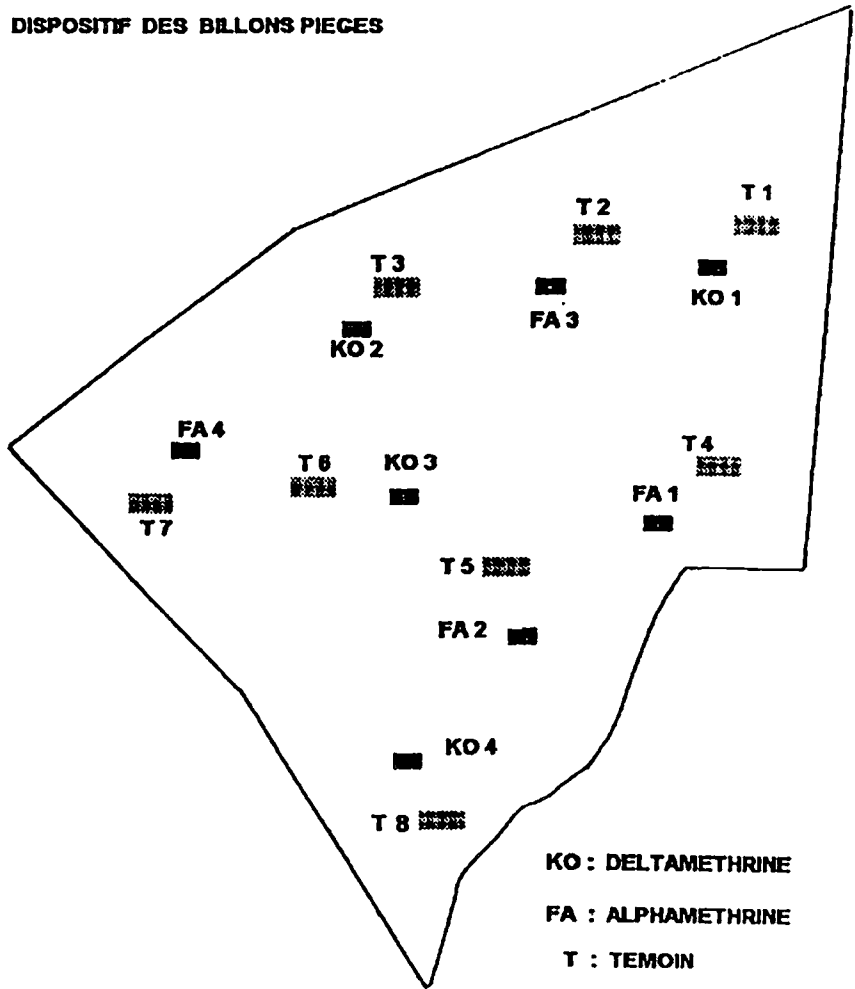
Ces atteintes faisaient suite aux dégâts observés début 1989 dans un verger à graines de familles de pin laricio voisin (Haute Serre, parcelle 211) et qui avaient donné lieu à l'exploitation de 1300 sujets de 10 ans. Une pression du ravageur omniprésent, existait donc dans cette région justifiant l'opportunité des essais de lutte entrepris.

### a/ Stratégie de lutte

Les pontes de Pissodes sont déposées dans de petits orifices d'alimentation creusés dans l'écorce des pousses ou dans les anfractuosités des troncs au cours du printemps (début avril) au terme de la phase de maturation des adultes.

Fig. 1 Représentation schématique des 16 tas de 8 rondins répartis sur la parcelle de pins maritimes (n° 103) du Frau en 4 zones géographiques - chaque tas de rondins traités est affecté d'un tas témoin.

**PISSODE ,LE FRAU 1992**  
**DISPOSITIF DES BILLONS PIEGES**



La mise à disposition des adultes de rondins récemment coupés, présentant un liber intact constitue donc des pôles d'attractions privilégiés susceptibles de focaliser leurs attaques dès lors que les rondins sont répartis dans le peuplement investi (Blanc, 1975).

On peut donc vérifier l'efficacité d'un insecticide en dénombrant, au terme de la première génération annuelle, les logettes de nymphose présentes sous l'écorce des rondins traités, comparativement à celles observées sur les rondins témoins non traités.

L'observation des stades biologiques présents au terme de l'essai après écorçage des rondins, permet de plus le recueil d'informations sur le cycle de développement du Pissode en fonction des conditions climatiques de l'année et sur le comportement d'autres espèces déprédatrices.

#### b/ Mise en place des rondins

L'essai a été installé les 1 et 2 avril 1992, sur la parcelle 103, au Frau, lors de la réalisation d'une éclaircie dans un reboisement de pin maritime de 17 ans, de 12 m de hauteur. 16 tas de 8 rondins (longueur de 125 à 210 cm ; diamètre de 11 à 23,5 cm) ont été répartis sur 8 ha soit environ un stère/ha. Pour faciliter les observations les rondins ont été disposés sur cales et un grillage à mailles fines, tendu sous chaque tas traités, permettait de recueillir les insectes tués après tentatives d'alimentation ou de pénétration au travers de l'écorce.

#### c/ Réalisation des traitements

L'action de deux préparations insecticides a été comparée

- K Othrine 1,5 CE Forêt, titrant 15 gr. de deltaméthrine/l.
- Fastac titrant 50 g d'alphaméthrine/l.

L'application a été faite à l'aide d'un pulvérisateur à dos classique dans les conditions de la pratique normale. La totalité de la surface de l'écorce des rondins y compris les surfaces de coupe a été traitée au fur et à mesure de la constitution des tas, ainsi que les rondins cales supportant l'ensemble.

- 4 tas de 8 rondins ont subi une pulvérisation de K Othrine
- 4 tas de 8 rondins ont subi une pulvérisation de Fastac.



A proximité de chaque tas traité (15-20 mètres) un tas de 8 rondins laissés sans traitement a été installé.

Nous disposons ainsi de 3 modalités de traitement répétées 4 fois selon un dispositif en blocs répartis en 4 zones géographiques dans la parcelle. La mise en place de 2 témoins par répétition permettait une meilleure appréciation des fluctuations locales des populations de P. notatus.

En considérant pour chaque préparation la surface d'écorce des 4 tas de 8 rondins plus les 2 cales, soit pour 40 rondins, 25,8 m<sup>2</sup> pour la K Othrine 1,5 et 25,6 m<sup>2</sup> pour le Fastac, et les quantités de préparation utilisées, respectivement 32 cc dans 13 litres d'eau et 10 cc dans 12 litres d'eau, nous obtenons les doses moyennes d'utilisation suivantes :

K Othrine 1,5	: 18,6 mg de m.a./m <sup>2</sup> d'écorce
Fastac	: 19,5 mg de m.a./m <sup>2</sup> d'écorce

## Résultats obtenus et discussion

### 1/ Contrôle des attaques en cours d'essai

Afin de vérifier l'action des deux insecticides, des relevés périodiques d'insectes tués présents sur les grillages récepteurs ont été effectués du 18 mai au 4 août.

La présence sur les grillages de Pissodes, en nombre réduit certes, traduit cependant une période maximum d'activité printanière des adultes de cette espèce du mois d'avril à début mai.

Parmi les autres espèces relevées, il nous semble important de signaler quelques ravageurs classiques des pins tels que Hylobius abietis surtout observé en juin, Tomicus piniperda observé au cours de son essaimage printanier en mai et Hylurgus ligniperda, scolytite qui creuse des galeries de pontes au collet et sur le départ des racines des pins (Fabre, Carles, 1975). Il faut enfin remarquer la présence notable du cérambycide Crioccephalus rusticus et celle du prédateur Thanasimus formicarius intervenant dans la régulation des populations de charançons et de scolytides.

Date de relevé	18/5	1/6	15/6	29/6	20/7	4/8
<b>1- K Othrine 1,5</b>						
Pissodes notatus	9	1	0	0	0	1
Hylobius abietis	1	7	10	2	1	1
Tomicus piniperda	93	5	0	0	2	9
Tomicus minor	11	1	0	0	1	0
Hylurgus ligniperda	61	3	2	2	0	1
Hylastes ater	22	1	0	0	0	1
Orthotomicus érosus	1	0	0	0	0	0
Thanasimus formicarius	293	15	3	0	2	1
Criocephalus	0	0	4	8	9	10
<b>2 - Fastac</b>						
Pissodes notatus	6	2	0	0	0	0
Hylobius abietis	2	6	4	0	0	0
Tomicus piniperda	39	2	0	0	1	0
Tomicus minor	5	0	0	0	0	0
Hylurgus ligniperda	99	1	0	0	1	0
Hylastes ater	3	0	0	0	1	0
Orthotomicus érosus	3	1	0	0	0	0
Thanasimus formicarius	256	26	3	0	2	1
Criocephalus	0	0	1	3	6	14

Tableau I : Principales espèces d'insectes ravageurs récoltés sur les grillages des tas de rondins traités avec K Othrine et Fastac aux différents relevés (18/05 au 4/08/92) Le Frau, parcelle 103, Moulin de Vayrières (46)

## 2/ Contrôle des attaques au terme de l'essai

La décortication de tous les rondins, faite les 7 et 8 septembre 1992, nous a permis de relever avec les caractéristiques de chaque rondin (dimensions, volume, surface en m<sup>2</sup>), le nombre de logettes de nymphose caractéristiques de P. notatus ainsi que la présence des stades larvaires, nymphaux, adultes ou de logettes nymphales vides avec orifice d'émergence. Celle des autres espèces déprédatrices du pin a été appréciée qualitativement.

### *a/ Le petit charançon des pins*

Le tableau 1 et la fig. 1 résument pour la K Othrine, le Fastac et les témoins correspondants le nombre de logettes présentes sous écorce par tas de rondins, ainsi que leur densité rapportée au m<sup>2</sup> d'écorce.

Globalement, 23 semaines après l'intervention une très nette différence apparaît entre rondins traités et témoins. Par rapport aux 8 tas de rondins témoins comportant de 182 à 634 logettes (total 2817), on note de 0 à 4 logettes présentes sur 7 des 8 tas traités (total 145 dont 132 pour le seul FA3) ou encore :

- sur 32 rondins traités avec la K Othrine 1,5, seuls 2 rondins sont attaqués (1 et 3 logettes)

- sur 32 rondins traités avec le Fastac, seuls 3 rondins sont attaqués (1, 4, 4 logettes). Signalons toutefois le cas de la répétition n° 3 du Fastac où 5 rondins sur 8 présentent 6 à 62 logettes. Ce cas particulier ne peut s'expliquer ni par les modalités de traitement comparables pour tous les rondins ni par leur taille supérieure avec une fissuration de l'écorce plus importante, favorable à la ponte du Pissode et plus difficilement accessible aux préparations insecticides.

Parmi les hypothèses susceptibles d'expliquer ce comportement on peut toutefois envisager :

- la présence, préalablement aux traitements, de quelques pontes précoces de Pissode sur tronc avant éclaircie.

- une pression locale plus forte de l'insecte ayant permis, par multiplication des tentatives d'alimentations et de pontes, à quelques individus de nidifier.

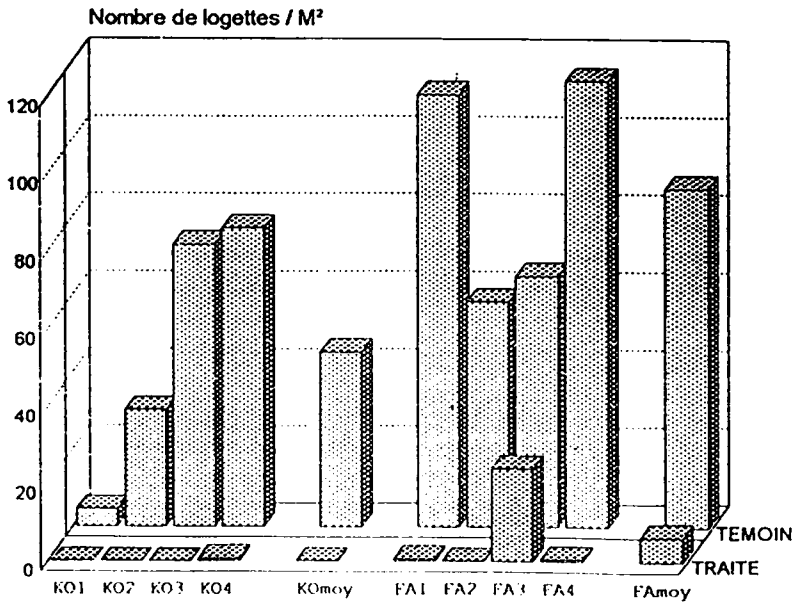
La variation des infestations observées sur les tas de rondins témoins traduit une grande hétérogénéité dans la dispersion de l'insecte dans le peuplement. Le faible nombre de logettes enregistré sur le T1, ainsi que l'observation en 1991 et 1992 d'une répartition des attaques en foyers isolés de 5 à 15 pins dans les peuplements du Frau, vont dans ce sens.

Tableau II et Fig. 2 : Nombres moyens de logettes de nymphose de P. notatus observés sur chaque tas de 8 rondins traités à la Deltaméthrine et l'Alphaméthrine et les témoins respectifs.

Représentation graphique en logettes/m<sup>2</sup> d'écorce

PISSODE , LE FRAU 1992 , MOYENNES

BILLON	LOGE	DIAM.	LONG.	S.M <sup>2</sup>	LOGE/M <sup>2</sup>	BILLON	LOGE	DIAM.	LONG.	S.M <sup>2</sup>	LOGE/M <sup>2</sup>
FA 1moy	,50	18,06	152,75	,87	,78	T 4moy	70,50	13,81	146,00	,63	111,79
FA 2moy	,13	14,81	146,88	,69	,14	T 5moy	37,25	14,56	148,13	,68	58,46
FA 3moy	16,50	14,69	149,75	,69	24,04	T 2moy	51,13	15,13	200,00	,95	65,05
FA 4moy	,50	16,25	147,13	,77	,69	T 7moy	79,25	14,38	147,75	,67	115,34
FA MOY	4,41	15,95	149,13	,75	6,41	T MOY	59,53	14,47	160,47	,73	87,66
KO 1moy	0	17,25	146,88	,80	0	T 1moy	4	16	200,00	1,00	4,51
KO 2moy	0	15,19	152,50	,73	0	T 3moy	22,75	15,50	163,13	,79	30,37
KO 3moy	0	16,50	150	,78	0	T 6moy	49,38	16,25	149,38	,77	73,05
KO 4moy	,50	15,63	149,38	,73	,70	T 8moy	43,29	14,07	152,14	,67	77,29
KO MOY	,13	16,14	149,69	,76	,17	T MOY	29,42	15,50	166,61	,81	45,31



En résumé, ramené au nombre moyen de logettes/m<sup>2</sup> d'écorce, nous obtenons :

- K Othrine 1,5 CE Forêt	:	0,17 logettes/m <sup>2</sup> d'écorce
Témoin	:	45,31 logettes/m <sup>2</sup> d'écorce
- Fastac	:	6,41 logettes/m <sup>2</sup> d'écorce
Témoin	:	87,66 logettes/m <sup>2</sup> d'écorce

soit en efficacité Abbott (1935) :  $\frac{X-Y}{X}$  %, où X représente les logettes présentes sur rondins témoins et Y les logettes sur rondins traités :

99,62 % pour la K Othrine 1,5 (deltaméthrine)

94,97 % pour le Fastac (alphaméthrine)

Une très bonne protection des rondins est donc obtenue avec les deux préparations utilisées, le Fastac restant pénalisé par le comportement d'un des tas de rondins nettement plus infesté que les autres.

Au niveau du peuplement on peut admettre ainsi que les rondins ont pu contribuer à réduire l'impact de la population de Pissode avec quelques 7 000 insectes adultes éliminés. Ceci peut réduire notablement les potentialités de ponte à venir des générations suivantes et ne peut que contribuer à favoriser le retour à des conditions d'équilibre.

En dehors du nombre de logettes de nymphose observées sous écorce et contenant dans la grande majorité des cas des larves âgées, un des tas de rondins traités et deux tas de rondins témoins présentaient, en général sur plusieurs rondins, des nymphes et des adultes juvéniles en logette, ainsi que des logettes avec orifice d'émergence. Ainsi la date d'écorçage des rondins début septembre correspond au tout début de l'émergence du Pissode dans le nord-ouest du Lot ; cette première génération est acquise en 5 mois, ce qui n'exclut pas pour ce ravageur la possibilité d'un cycle de développement plus court sur sujets mieux exposés que nos rondins résidant sous le couvert des pins. Les émergences de la fin de l'été peuvent ainsi permettre des pontes en septembre et le développement de jeunes larves de 2<sup>ème</sup> génération avant les rigueurs hivernales.

### *b/ Les autres ravageurs du pin*

Dans le contexte de cet essai le complexe de ravageurs des pins associé au Pissode ne doit pas être négligé dans la mesure où il participe à l'état sanitaire général du peuplement. Il nous a donc paru utile de compléter, lors de la décortication des rondins début septembre, les observations faites en cours de saison.

Nous avons ainsi noté, en plus des galeries larvaires souvent nombreuses de cérambycides (Crioccephalus rusticus) et de buprestes, la présence d'Hylobes sous forme de larves en faible quantité, sauf sur un des tas de rondins témoins. L'existence remarquable de nymphes et surtout d'un adulte juvénile en logette de nymphose montre la possibilité pour ce ravageur d'un cycle annuel d'une durée minimum de 5 mois.

La fréquence d'H. ligniperda, beaucoup plus forte sous écorce en fin d'essai que celle des autres Scolytides (Tomicus, Orthotomicus), traduit une population notable de ce ravageur : 11 tas de billons sur 16 avec de nombreux systèmes de galeries et présence de larves, de nymphes et surtout d'adultes juvéniles.

Il est ainsi possible que les dégâts résultant des attaques de Pissode aient pu être facilités par les atteintes racinaires des larves d'Hylurgus s'ajoutant aux stress hydriques résultant des conditions climatiques défavorables de 1989 à 1991.

### 3/ Efficacité comparée des deux insecticides

Par rapport aux témoins les deux préparations à base de deltaméthrine et d'alphaméthrine, appliquées à la dose moyenne de 18-20 mg de m.a./m<sup>2</sup> d'écorce permettent une très bonne protection des rondins issus d'éclaircies pendant la 1ère génération du Pissode, c'est à dire de début avril à début septembre.

En dépit d'une légère faiblesse du Fastac liée au comportement d'un des tas de rondins traités, leur efficacité est égale ou supérieure à 95 %.

Une analyse de variance faite sur le nombre de logettes/m entre les quatre modalités de traitement du dispositif (K Othrine, Fastac, Témoin 1, Témoin 2) répétées 4 fois, apporte les précisions suivantes :

Nota : un des rondins, inexploitable techniquement, a été exclus du dispositif, ce qui explique l'analyse de variance faite sur 127 rondins.

Sources de variation	Somme de carrés	d.d.l.	Carré moyens	F	Prob.
Effet principal					
Traitement	157647,5	3	52549,2	27,846	0,000
Bloc	6730,9	3	2243,6	1,189	0,3174
- Interaction	46611,4	9	5179,0	2,744	0,0062
- Résidus	209469,0	111	1887,1	-	-

Est ainsi mis en évidence, avec l'absence d'effet bloc, l'existence d'un effet traitement.

L'analyse par rangs multiples à l'aide du test de Scheffe au seuil de 5 % permet de conclure que s'il n'existe aucune différence significative entre les deux traitements, ils se différencient significativement (à 95 %) des témoins. La variation spatiale des populations de Pissode dans le peuplement de pin est mise en évidence par une différence significative entre T1 et T2.

- Analyse par rangs multiples - Test de Scheffe au seuil 5 %

Modalités	Moyennes	Groupes homogènes
K Othrine	0,175	A
Fastac	6,413	A
Témoin 1	45,304	B
Témoin 2	87,66	C

En éliminant l'effet des témoins dont les variations masquent les différences entre les deux traitements, le Test de Scheffe au seuil de 5 % permet de conclure, dans les conditions de l'essai, à la légère supériorité de la K Othrine 1,5 CE Forêt sur le Fastac contre les pontes de *P. notatus* (F = 4,16, P < 0,01). Cette différence est due au comportement plus irrégulier du Fastac, en particulier dans le 3ème répétition, (cf. T.I).

## CONCLUSION

En matière de stratégie de lutte contre P. notatus, l'utilisation des pyréthriinoïdes de synthèse permet de valoriser la méthode des rondins pièges à la condition que les rondins soient installés au tout début de la période d'activité des adultes.

En ne prenant pas en considération le comportement atypique d'un des tas de rondins traités, on peut admettre que l'efficacité des deux préparations utilisées, K Othrine et Fastac, est comparable c'est à dire supérieure à 95 % sur une période de temps de 2 à 2,5 mois couvrant la période de ponte du Pissode.

Les doses moyennes de matières actives de deltaméthrine et d'alphaméthrine utilisées (entre 18 et 20 mg m.a./m<sup>2</sup> d'écorce (soit, rapporté à 10 litres d'eau, 24,5 cc et 8,5 cc de K Othrine 1,5 CE Forêt et de Fastac respectivement), sont cohérentes avec celles employées contre les Scolytides, en particulier le Typographe, à l'aide d'arbres piège amorcés de phéromone et traités à raison de 12 mg de m.a./m<sup>2</sup> d'écorce (ABGRALL 1987).

La mise en oeuvre de cette technique peut contribuer à réduire notablement la pression du Pissode dans un jeune peuplement de pins fragilisé ainsi que celle du complexe de ravageur associé (Orthotomicus, Tomicus et Hylurgus).



## BIBLIOGRAPHIE

### **ABGRALL J.F - 1987**

L'utilisation de la méthode des arbres pièges avec phéromone de synthèse dans la lutte contre le typographe (*Ips typographus* - Col.Scol.) - Info.Techn. CEMAGREF - 67, 1, 4 p

### **BLANC A - BLANC M - 1975**

Etude du rôle des substances extraites du pin maritime sur l'orientation et la prise de nourriture chez *Pissodes notatus* F. (Col.Curculionidae) - Ann.Zool.Ecol.Anim., 7, 4, 525-33

### **ALAUZET CL. - 1972**

Mise en évidence d'un stade de repos facultatif dans le développement de *Pissodes notatus* F. (Col. Curcul.) dans la nature - Bull.Soc.Hist.Nat. de Toulouse, 108, 3-4, 514-19

### **CARLES P - 1967**

Contribution à l'étude biologique de *Pissodes notatus* F. (Col.Curcul.) - Rev.Zool.Agric.et Appl. 10-12, 139-51

### **CARLES P - GAYRAUD Y - 1971**

Essais de lutte chimique contre le charançon des pins *Pissodes notatus* F. (Col.Curcul.) - Phyt. Phyto., 20, 239-48

### **CARLES P - JAMIN J.K - 1978**

Essais de pesticides dans la protection des bois abattus contre les attaques de l'Hylesine des pins *Blastophagus piniperda* L. (Col.Scol.) - Phyt.Phyto, 27, 73-80

### **CARLES P - VINCQ J.P - BIZET M - 1979**

Essai de protection des bois abattus sur chantier d'exploitation par contrôle des attaques de Scolytes, *Ips acuminatus* Gyll., *Ips sexdentatus* Boern., et *Blastophagus piniperda* L. (Col.Scol.) - La Forêt Privée, 127, 22-30

**CARLES P - VINCQ J.P - BIZET M - 1982 -**

Utilisation de la Décaméthrine en pulvérisation à bas volume (ULV) contre les attaques de Scolytides du Pin sylvestre sur bois abattus -  
BVF Forêt Entreprise - 1982/8, 5-8

**CEMAGREF - DSF - 1992**

Bilan d'une première année de traitement chimique de bois abattus contre les attaques de Scolytides -  
Doc.int.CEMAGREF - 13 p

**COBOS J.M - ROBREDO F - 1982**

Notas sobre la prevencion y lucha quimica contra el Pissodes notatus F. (Col.Curcul.) -  
Bol. Serv. Def. contra Plagas e Inspeccion Fitopatologica - 5, 125-35

**FABRE J.P - CARLES P - 1975**

Contribution à l'étude biologique d'Hylurgus ligniperda F. (Col.Scol.) dans le sud est de la France -  
Ann.Sci.For. 32, 1, 55-71

**GARCIA DE VIEDMA M. 1964**

Un comentario sobre el tratamiento quimico contra Pissodes notatus F. en repoblaciones de pinos -  
Bol.Serv.PI.Forestales - 7, 13, 35-37

**GARCIA DE VIEDMA M. 1964**

Hylurgus ligniperda F. plagas de las repoblaciones de pinos ; sintomas de su ataques -  
Bol.PI.Forestales - 7, 13, 61-63

**MERCADIER C. 1988**

Bilan du traitement effectué en Forêt de Verrières contre le Pissodes notatus, le Stenographe, l'Hylesine,  
Doc. Int. SERFOB Poitou Charente, 7 p.

**PLATA-NEGRACHE P - PRENDES-AYALA C. - 1979**

Contribucion al conocimiento de la bioecologia de Pissodes notatus F. en las repoblaciones de pinos de Canarias -  
Bol. Estacion Central de Ecologia - 8, 6, 33-47



# **ETUDE DENDROMETRIQUE ET MORPHOLOGIQUE DE MELEZES ISOLES**

## **DU PLATEAU LIMOUSIN**

**AGRECH G., GUITTON J.L.**

Division Techniques Forestières moyenne montagne  
Riom

### **RESUME**

Le programme agroforestier du CEMAGREF porte essentiellement sur l'étude et l'expérimentation de plantations d'arbres à bois précieux dans des prairies pâturées. Des essais récents testent les techniques d'installation des arbres et de protection contre le bétail. Mais l'observation d'arbres de plein champ isolés est un des seuls moyens de vérifier les hypothèses de croissance utilisées dans les schémas expérimentaux.

Le travail conduit sur des mélèzes isolés du plateau Limousin valide les principales caractéristiques de développement d'arbres sans concurrence : la conicité de la grumene varie pas avec l'âge, les croissances en hauteur et en diamètre sont régulières, plutôt faibles ici du fait de sols acides.

L'étude détaillée du houppier a montré des différences morphologiques interindividuelles fortes et une tendance générale pour un port cylindrique, passé un certain âge. Du fait de son houppier plutôt étroit et sans considération du niveau d'absorption de la lumière par le feuillage, le mélèze pourrait être planté à plus forte densité que les feuillus précieux.

Ce genre d'étude mérite d'être répété et complété pour mieux connaître le comportement d'arbres isolés et préciser les schémas sylvicoles.

## INTRODUCTION

Depuis 1989, le CEMAGREF de CLERMONT-FERRAND en collaboration avec l'INRA a installé des essais agroforestiers de plantations d'arbres à bois précieux protégés en prairie pâturée : il s'agit d'associer sur un même terrain un pâturage productif et des arbres à croissance rapide à la densité de 100 tiges/ha. Ces arbres sont protégés dans le jeune âge par un tube-abri plastique de grande taille (2 m pour les ovins, 2,5 m pour les bovins) doublement tuteuré pour résister aux frottements du bétail. Ils sont éduqués par des tailles pour produire des grumes droites saines et sans noeuds de bois de haute qualité pour l'ébénisterie, le déroulage-tranchage. Des expérimentations similaires sont conduites en Languedoc-Roussillon (INRA et CRPF), en Grande Bretagne (Agroforestry Forum).

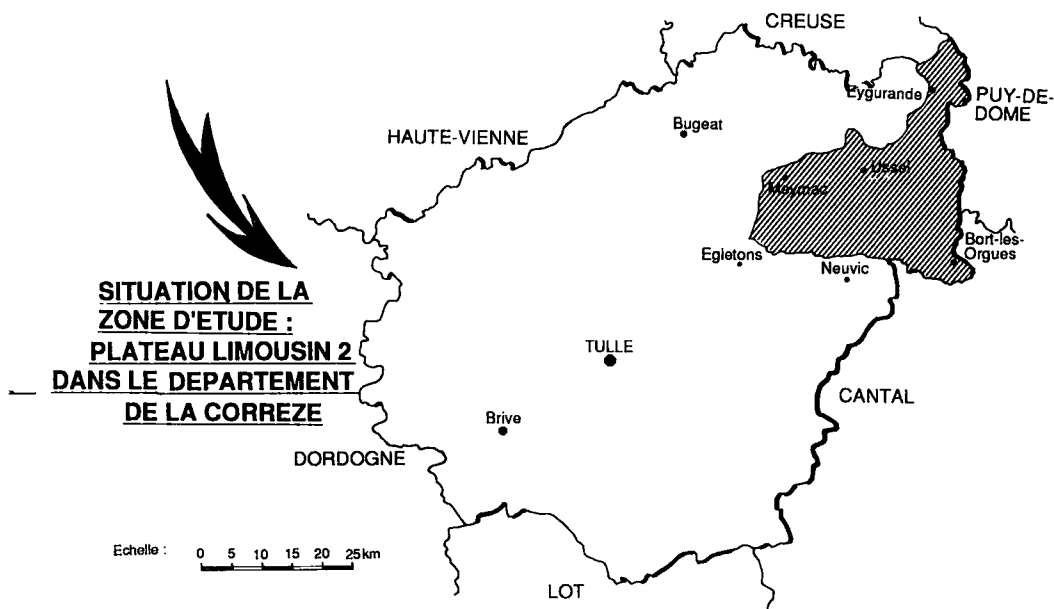
Le pâturage permet d'assurer une continuité des revenus jusqu'à la phase de fermeture du couvert, un entretien du sol et la présence de l'éleveur qui effectuera les travaux de taille. Le bétail impose une protection coûteuse dont on teste l'efficacité et la durabilité. Du fait de ces coûts d'installation, l'attention a été portée sur les espèces d'arbres susceptibles de rentabiliser l'investissement élevé (100 - 150 F/arbre) : les feuillus précieux, noyers, frênes, érables, merisiers répondent évidemment à cette exigence par leur vitesse de croissance (50 ans) et des prix des bois produits élevés (1 000 F/m<sup>3</sup>). Le taux interne de rentabilité de l'argent investi est de l'ordre de 3 %. Parmi les résineux, seul le mélèze, supporte le séjour en tube-abri. Son bois, même avec des cernes larges, devrait conserver un prix de vente d'environ 500 F/m<sup>3</sup> élagué, mais on peut espérer produire en 35 ans une bille de 1m<sup>3</sup>, surtout si on utilise le mélèze hybride. Le raccourcissement de la révolution compense alors la faiblesse du prix de vente dans le calcul du taux interne de rentabilité qui est analogue à celui des feuillus précieux.

Du point de vue technique, en sus de l'obligation de protéger efficacement contre le bétail, une telle culture met en jeu des notions peu étudiées en France jusqu'à présent, la croissance libre, la concurrence de l'herbe sur les arbres adultes, inexistante dès lors que le couvert arboré est fermé, le tassement du sol par le piétinement des animaux.

L'étude de la croissance libre peut se faire sur des arbres de plein champ isolés. Ce fut la technique utilisée sur le mélèze (G. AGRECH 1992). Cet article présente les principales étapes et conclusions de ce travail.

### 1/ Zone d'études et matériel végétal

La partie Est du département de la CORREZE, sur le plateau limousin (Plateau limousin 2 selon l'appellation de l'Inventaire Forestier National) est une région de basse montagne comprise entre 500 et 800 m d'altitude sous climat atlantique avec des précipitations moyennes supérieures à 1 100 mm, où le mélèze a été planté assez fréquemment tant en boisements artificiels qu'en arbres isolés. De ce fait cette région se prête bien à ce genre d'étude.



C'est une région naturelle assez homogène du point de vue géologique : les sols sont généralement filtrants et acides, peu fertiles que la roche mère soit granitique ou micaschisteuse ; le climat se durcit avec l'altitude (perte de 2° en moyenne annuelle de 400 à 800 m d'altitude).

Le repérage d'arbres isolés sur photos aériennes s'étant révélé inefficace, il a été fait sur le terrain en sillonnant les routes de la région. Le critère de sélection des mélèzes a été leur situation isolée : on a considéré qu'un arbre est isolé lorsqu'il n'est pas en concurrence au niveau de son houppier. Ont ainsi été éliminés les arbres de haies, les arbres en milieu forestier ainsi que ceux qui présentaient un mauvais état sanitaire.

189 arbres avaient été repérés lors d'un premier passage, mais après élimination des arbres en concurrence, il est resté 51 mélèzes, 44 d'Europe et 7 du Japon.

Une deuxième sélection sur l'état phytosanitaire lors du dépouillement des données a abouti à l'échantillon final de 36 mélèzes d'Europe.

## 2/ Données dendrométriques

### *21/ Paramètres stationnels*

La synthèse des observations et les principales caractéristiques stationnelles sont les suivantes :

- l'altitude est comprise entre 600 et 780 m, la moyenne étant 680 m ;
- la majorité des arbres se situe en condition de pentes faibles et toutes les expositions sont représentées ;
- les arbres sont pour les trois quarts plantés au milieu de prairies pâturées, mais il se développe une végétation arbustive et herbacée au pied même de l'arbre ;
- 91 % des arbres sont sur des sols de profondeur supérieure à 90 cm ;
- 61 % des arbres sont sur substrat granitique, mais les autres substrats gneiss, migmatites et micaschistes donnent le même type de sol acide (pH KCl moyen 4,5), sablo-limoneux avec une réserve utile moyenne supérieure à 80 mm (calcul de la R.U. de FRANC).

On rencontre donc une grande homogénéité stationnelle, un niveau de fertilité chimique moyennement faible, une alimentation en eau plutôt favorable compte tenu de la lame d'eau annuelle élevée et d'une réserve en eau du sol convenable.

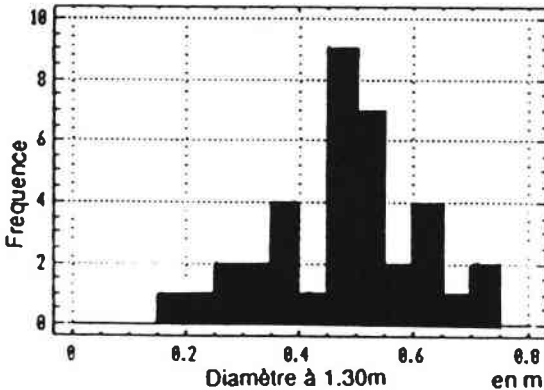
## 22/ Données dendrométriques

Les données dendrométriques effectivement mesurées sur les arbres sont les suivantes :

- D130 = diamètre à 1,30 m
- HTOT = hauteur totale
- AGE = âge mesuré sur la carotte de sondage à 1,30 m + 5 ans : on a estimé qu'il fallait 5 ans à l'arbre pour atteindre 1,30 m.

Elles sont représentées par leurs histogrammes de fréquence et les caractéristiques de distribution :

### - Diamètre à 1.30 m :



N (Taille de l'échantillon) : 36

$\bar{x}$  (Moyenne) : 0,48 m

V (Variance) : 0,017

e (Ecart Type) : 0,13 m

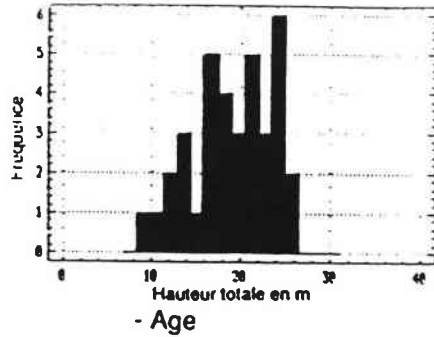
Mini (Minimum) : 0,17 m

Maxi (Maximum) : 0,72 m

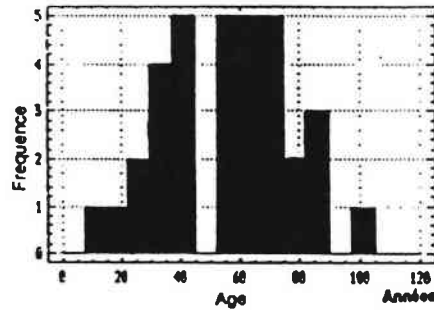
cv : coefficient de variation : 27 %



- H tot :



N = 36  
 $\bar{x}$  = 19,23 m  
V = 21,05  
e = 4,58 m  
Mini : 8,75 m  
Maxi : 25,5 m  
cv : 23 %



N : 36  
 $\bar{x}$  : 53 ans  
V : 558  
e : 23 ans  
Mini : 10 ans  
Maxi : 100 ans  
cv : 44 %

Par les calculs de la décroissance métrique moyenne Dmm (en utilisant le diamètre médiant Dm)

$$D_{mm} = (D_{130} - D_m) / (HTOT/2 - 1,30)$$

et du coefficient de décroissance

$$K = D_m / D_{130}$$

on vérifie deux règles de croissance des arbres isolés :

- une décroissance métrique moyenne à hauteur d'homme constante, quelque soit l'âge, de 2,52 cm/m ;

- une forme conique des troncs avec un coefficient de décroissance de 0,57.

Dans des peuplements forestiers où se manifeste la concurrence qui ralentit, voire bloque, la croissance en diamètre, la forme des arbres est plus cylindrique et ces deux valeurs sont plus faibles.

### 23/ analyse des données dendrométriques

Les données dendrométriques suivantes, surface du houppier (SHOUP), âge des arbres (AGE) et hauteur totale (HTOT), mesurées sur l'échantillon des 36 mélèzes, ont été mises en relation avec le diamètre à hauteur d'homme D130, avec un bon coefficient de corrélation :

$$\text{SHOUP} = 203 \times \text{D130}^{1,48} \quad \text{m}^2 \quad r = 0,88$$

(La mesure de SHOUP est détaillée dans le chapitre 3)

$$\text{AGE} = (19,61 \times \text{D130})^{1,82} \quad \text{ans} \quad r = 0,76$$

$$\text{HTOT} = 33,54 \times \text{D130}^{0,75} \quad \text{m} \quad r = 0,91$$

En utilisant la formule du tronc de cône pour le calcul du volume :

$V = 1/12 h (D^2 + d^2 + Dd)$ , exprimé en fonction de D le diamètre à la base et de d le diamètre à la hauteur h, et en calculant le diamètre à une hauteur donnée à partir de D130 et de la décroissance métrique, on obtient le volume en fonction uniquement du diamètre D130 :

$$\text{VT} = 8,66 \times \text{D130}^{2,73} \quad \text{m}^3 \quad r = 0,99$$

$$\text{V6} = 4,31 \times \text{D130}^{2,26} \quad \text{m}^3 \quad r = 0,98$$

$$\text{V8} = 5,54 \times \text{D130}^{2,38} \quad \text{m}^3 \quad r = 0,97$$

L'accroissement moyen en volume AMVT peut également s'exprimer en fonction de D130 :

$$\text{AMVT} = \exp(4,15 \times \text{D130} - 5,92) \quad \text{m}^3/\text{an} \quad r = 0,86.$$

Le calcul de toutes ces valeurs pour des diamètres à hauteur d'homme croissants donne le tableau suivant.

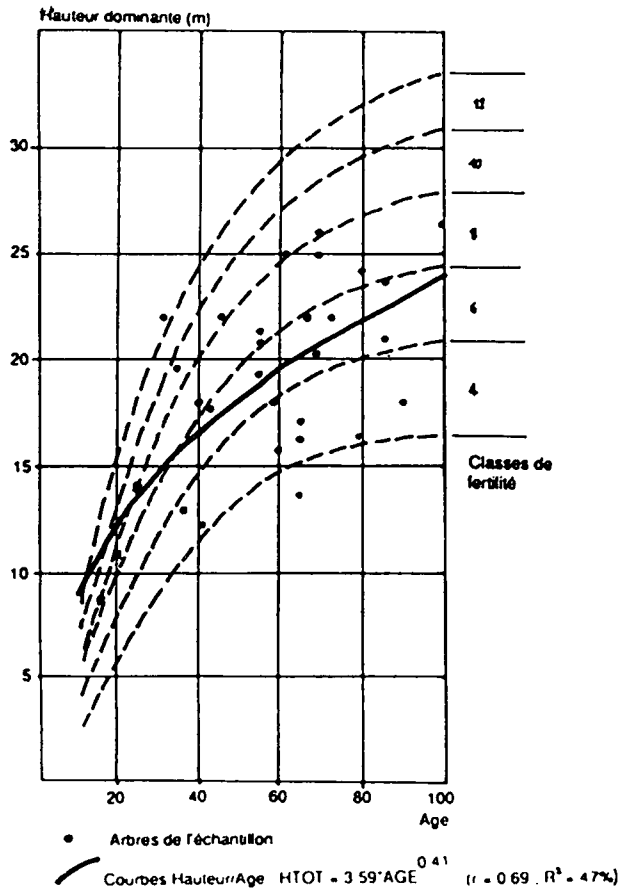
### Estimation de la production par arbre en fonction de D130

D 130 en m	HTOT en m	VT en m <sup>3</sup>	V8 en m <sup>3</sup>	V6 en m <sup>3</sup> /an	AMVT en m <sup>2</sup>	SHOUP	AGE
0,30	13,59	0,32	0,31	0,28	0,0093	34,17	25
0,35	15,26	0,49	0,45	0,40	0,0114	42,92	33
0,40	16,87	0,71	0,62	0,54	0,0141	52,30	42
0,45	18,42	0,98	0,83	0,71	0,017	62,26	52
0,50	19,94	1,30	1,06	0,89	0,021	72,77	63
0,55	21,42	1,69	1,3"	1,11	0,0263	83,79	75
0,60	22,86	2,15	1,64	1,35	0,0323	95,31	88
0,65	24,28	2,67	1,98	1,62	0,0398	107,3	102
0,70	25,66	3,26	2,37	1,92	0,049	119,74	117

On notera que la croissance de ces mélèzes isolés est tout à fait moyenne puisqu'il leur faut 53 ans pour atteindre un volume total de 1 m<sup>3</sup>, 70 ans pour produire une grume de 6m de 1m<sup>3</sup>. Le report de ces points dans les tables anglaises, situe ces arbres au niveau de la deuxième plus mauvaise classe.

On peut certainement incriminer la fertilité moyenne du sol, mais aussi les mauvais traitements que ces arbres ont dû subir, l'absence de désherbage, l'abrouissement, le tassement du sol,...

Notons aussi que la bille de pied de 6 ou 8 m est conique puisque non élaguée dans la plupart des arbres étudiés. Des arbres élagués auraient une forme plus cylindrique et le calcul du volume serait plus favorable.



**COURBE DE CROISSANCE EN HAUTEUR  
DU MELEZE D'EUROPE ISOLE SUR LE  
PLATEAU LIMOUSIN PAR RAPPORT  
AUX COURBES DE CROISSANCES  
DES TABLES ANGLAISES.**

Des calculs similaires de la hauteur totale (HTOT), des volumes (VT et V6), ainsi que de l'accroissement en diamètre au cours des dix dernières années AC8090, en fonction de l'âge de l'arbre (AGE) ne donnent pas des coefficients de corrélation aussi élevés qu'avec le diamètre D130 :

HTOT = 3,59 x AGE <sup>0,41</sup>	m	r = 0,69
VT = 0,0026 x AGE <sup>1,5</sup>	m <sup>3</sup>	r = 0,75
V6 = 0,012 x AGE <sup>0,235</sup>	m <sup>3</sup>	r = 0,52
AC8090 = 11,6 x AGE <sup>-0,67</sup>	cm	r = 0,62

Il est très probable que ces arbres aient souffert dans les premières années et que l'âge mesuré par les observations de carottes de sondage à la tarière de Pressler ne corresponde pas à l'âge biologique.

Par contre l'analyse des accroissements en diamètre autour de l'âge de 25 ans pour chaque arbre montre une augmentation régulière au cours des 40 dernières années analogue à ce qui a été observé par Becker et Levy dans les sapinières vosgiennes (effet de l'augmentation du taux du dioxyde de carbone dans l'air ?).

### 3/ Forme du houppier

Les arbres ont été observés finement pour leur morphologie ; ont été notés :

- la rectitude de la tige sur 6 m,
- la branchaison,
- le nombre de grosses branches (diamètre > 3 cm)
- la mesure de la surface de la projection du houppier au sol (SHOUP) par huit mesures de rayon à des azimuts espacés de 50 grades. SHOUP a ensuite été calculée avec une formule inspirée de celle de PARDE  

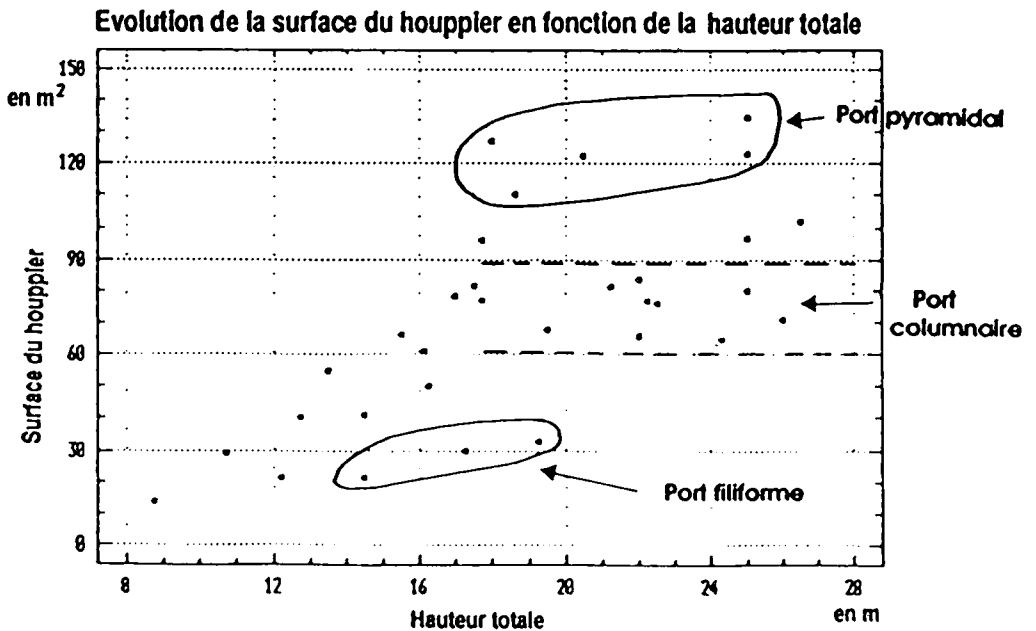
$$S = \sum \sqrt{2} / 4 (R_i \times R_{i+1})$$

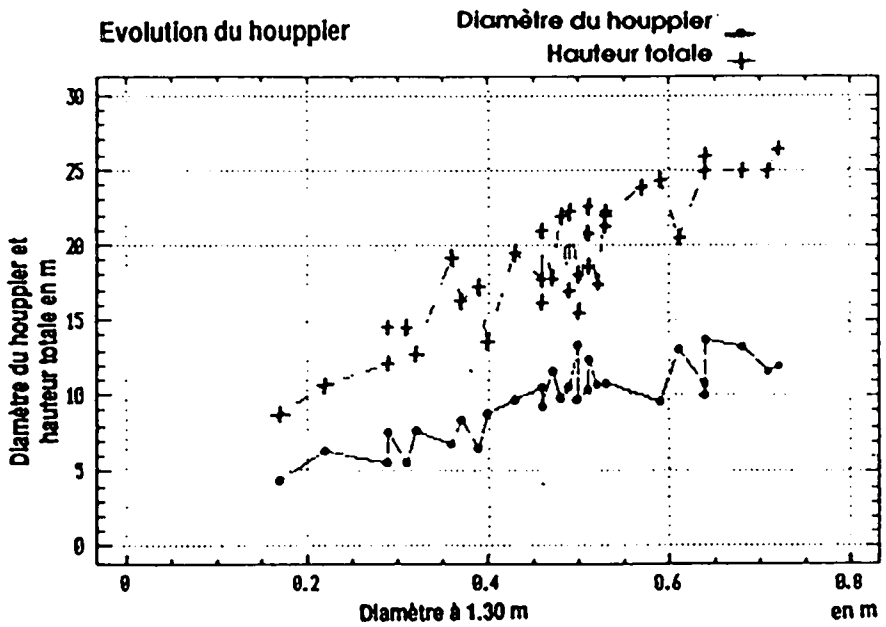
- deux photos de l'arbre prises selon des azimuts perpendiculaires.

On a pu établir une relation forte entre la surface du houppier et le diamètre à 1,30 m (cf chapitre 2).

Le nuage de points de la surface du houppier en fonction de la hauteur totale ci-dessous fait apparaître une certaine dispersion avec trois tendances filiforme, colonnaire et pyramidale. On pourrait penser à sélectionner des individus au port colonnaire moins compétitifs pour la lumière, sous réserve que ce caractère est héritable.

Le graphe reportant le diamètre moyen du houppier et la hauteur totale de l'arbre en fonction du diamètre à 1,30 m met en évidence le plafonnement du diamètre du houppier quand l'arbre atteint 18 m et l'augmentation continue de la croissance en hauteur.





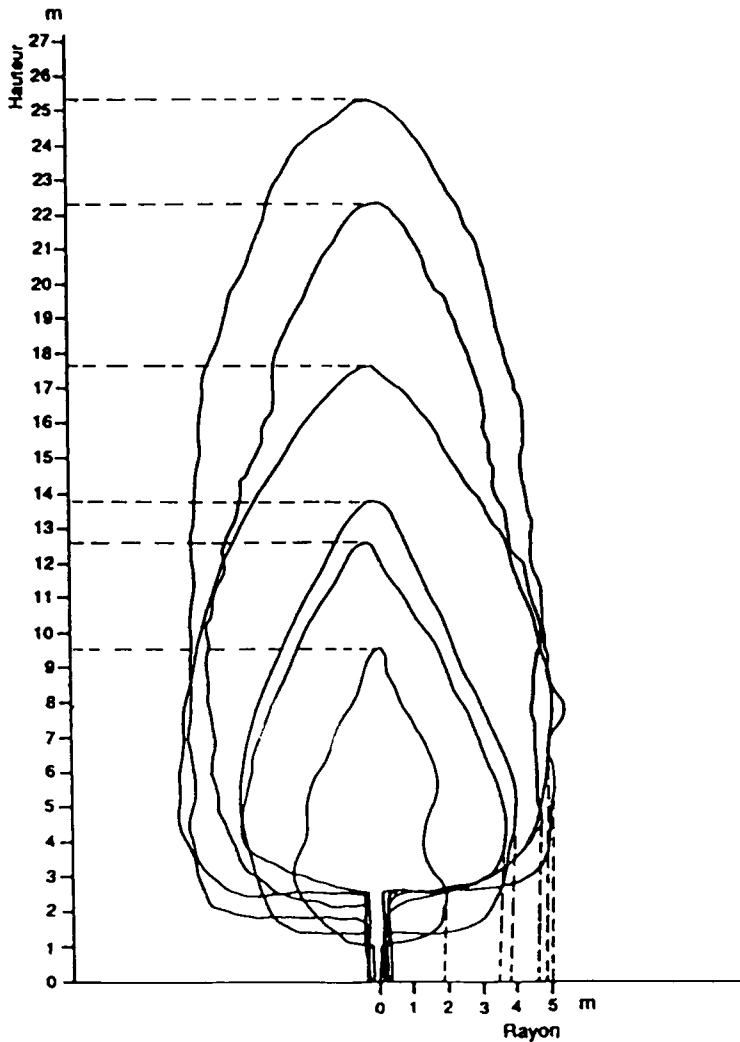
L'étude photographique par superposition des profils dessinés à partir des clichés a permis de déterminer une forme moyenne du houppier pour six classes de hauteur

n° de la classe	hauteur moyenne	nombre d'arbres
1	9,8 m	2
2	12,7 m	2
3	14 m	2
4	17,5 m	8
5	21,1 m	9
6	25,2 m	9
Total		32

Etant donné la faiblesse de l'échantillon, on ne peut que constater des tendances qui correspondent à la littérature :

le houppier qui dans les premières années a un port pyramidal prend, quand l'arbre atteint 18 m un port colonnaire avec une base moyenne de 10 m de diamètre, soit une surface "ombrée" de  $79 \text{ m}^2/\text{arbre}$ .

### EVOLUTION DE LA FORME DU MELEZE ISOLE EN FONCTION DE LA HAUTEUR





L'étude des caractéristiques du fût a été focalisée sur les six premiers mètres :

- la plupart des arbres ne sont pas élagués et comportent de nombreuses branches qui dévaluent la bille de pied ;

- on vérifie que le diamètre des branches du premier verticille est proportionnel à la taille du houppier

$$DMOBRAN = 0,0268 (SHOUP/HHOUP)^{0,5} \quad r = 0,71$$

- 80 % des branches du premier verticille sont insérés horizontalement ;

- la rectitude du fût est bonne pour 61 % des individus ;

- les principaux défauts sont une courbure à grand rayon (14 %), la flexuosité (11 %) et une courbure basale (8 %).

#### 4/ Utilisation de ces résultats en plantation agroforestière

Les complantations agroforestières de prairies avec des arbres à bois visent à associer la production d'herbe pâturable pendant la majeure partie de la révolution. Il s'agit donc d'adapter la densité d'arbres pour que l'extinction de la lumière ne se produise que dans les dernières années de la révolution.

A défaut de mesures précises de lumière sous le couvert et entre les arbres, une première approche est basée sur les projections au sol des houppiers. Des premières mesures de production d'herbe sous couvert (DE MONTARD et QUARRO) dans le moyen Atlas marocain confirmée par une expérimentation en cours sur le domaine de l'INRA de Clermont montrent que la production d'herbe est fortement corrélée avec le taux de couvert arboré : il ne faut pas dépasser le seuil de 60 % de couvert pour conserver une production convenable de l'ordre de 80 % de celle en pleine lumière.

Aussi, à partir des mesures de houppier des arbres isolés du Limousin peut-on calculer la densité maximale de mélèzes d'une plantation agroforestière au moment de l'exploitation des arbres (volume à 6 m de  $1\text{m}^3$ ) :  $10\ 000 \times 0,6 / 70 = 76$  tiges/ha.

Par comparaison avec des calculs analogues pour des cultures d'arbres à bois précieux en prairies pâturées, pratiqués sur le merisier (50 tiges/ha) et le frêne (40 tiges/ha), on constate donc que le mélèze a un houppier moins large, qu'il peut être planté d'après ces calculs à une densité de moitié supérieure à celle des deux essences feuillues.

Il faut relativiser ces calculs sur plusieurs points :

- l'estimation de la densité d'arbres par la projection au sol des houppiers est frustrante : elle ne prend pas en compte le niveau quantitatif et qualitatif de l'interception de la lumière par le feuillage et la géométrie du houppier. Des études débutent à Riom pour préciser ces relations arbre-herbe pour la lumière.

- les données du Limousin sont sujettes à critiques sur de nombreux points pour des plantations agroforestières :

- \* la faible fertilité des terres du plateau Limousin 2,

- \* l'origine génétique inconnue des arbres étudiés. On a la possibilité aujourd'hui d'utiliser des provenances sélectionnées de mélèze d'Europe ou des mélèzes hybrides (*Larix eurolepis*) ;

- \* un arbre de plein champ isolé sans soins particuliers n'a pas la même croissance et la même forme qu'un arbre suivi dès son jeune âge dans une plantation intensive avec désherbage localisé, tailles.

1- Mélèze d'Europe élagué (photo G. Agrech)



2- Mélèze d'Europe adulte sur prairie  
patûrée par des bovins (photo G. Agrech)



## CONCLUSION

Il est toujours difficile de travailler sur des systèmes encore à l'état expérimental. C'est le cas des plantations agroforestières associant des arbres pour la production de qualité et le pâturage. L'observation de peuplements adultes est quasi impossible, mais on peut espérer glaner des indications du développement de l'arbre par l'étude d'arbres isolés.

Le travail de quelques semaines sur les mélèzes isolés du plateau limousin a vérifié malgré la faiblesse de l'échantillon plusieurs règles dendrométriques des arbres isolés :

- en l'absence de concurrence, hauteur totale, surface du houppier et diamètre à 1,30 m sont très corrélés : l'arbre a une conicité et une forme caractéristique de l'espèce ;
- dans des stations homogènes, la hauteur est bien corrélée à l'âge ;
- le houppier évolue avec l'âge pour passer d'un port pyramidal à un port colonnaire et plafonne en diamètre ;
- il existe des variations interindividuelles fortes dans la morphologie du houppier d'où des perspectives de sélection.

La méthode de prises de données tant dendrométriques que morphologiques sur le terrain est réaliste, mais il faut s'adresser à un milieu homogène et à un très grand nombre initial d'arbres (l'échantillon de travail ne représente que 19 % de l'échantillon de départ).

L'extension de ces résultats aux plantations agroforestières se heurte à la spécificité du matériel végétal étudié et à la méconnaissance de l'interception réelle de la lumière par le feuillage. Sur les bases de calcul employées avec le merisier et le frêne, le mélèze d'Europe du plateau limousin ne pousse pas beaucoup plus vite et peut être planté à des densités supérieures de 50 %.

Cette étude est un premier pas dans la connaissance des arbres isolés. Elle doit être complétée par d'autres et par une thèse sur la caractérisation qualitative et quantitative de l'ombrage, de ses variations dans le temps et l'espace pour les principales essences utilisées en agroforesterie.

## BIBLIOGRAPHIE

**AGRECH G., 1992**

Potentialités du mélèze dans les plantations agroforestières : le mélèze d'Europe sur le plateau Limousin  
rapport de stage de B.T.S. Productions Forestières session 1992, 39 p.

**BECKER R., LEVY G., 1988**

A propos du dépérissement des forêts : climat, sylviculture et vitalité de la sapinière vosgienne  
Revue Forestière Française XL-5-1988, pp. 345-358

**FRANC A., 1989**

Le Massif Central cristallin, analyse du milieu, choix des essences  
CEMAGREF Etude-Forêt n°2, 109 p.

**GUITTON J.L., BRETIERE G., SAAR S., 1990**

Cultures d'arbres à bois précieux en prairies pâturées en moyenne montagne humide  
CEMAGREF Etude-Forêt n°4, 119 p.

**PARDE J., BOUCHON J., 1988**

Dendrométrie  
ENGREF, 328 p.

**QARRO M., DE MONTARD F.X., 1989**

Etude de la productivité des parcours de la zone d'Aïn-Leuh (Moyen Atlas, plateau central). Effets de la fréquence d'exploitation et du taux de couvert arboré sur la productivité herbacée.  
Agronomie Elsevier/INRA pp. 477-487.

## DEVITALISATION DE SOUCHES EN FORET(1)

**A. GAMA, Y. DUMAS, JF. DUGAST, M. JEQUEL(2), Y. LOURDET(2)**  
Division Techniques Forestières  
Nogent sur Vernisson

### RESUME

L'intérêt de la dévitalisation de souches est d'abord situé dans le cadre de la gestion forestière en cours d'évolution.

Les bases d'une nouvelle méthode d'essais d'efficacité en dévitalisation de souches et de rejets ligneux sont ensuite exposées.

Puis, le dispositif expérimental sur charme ayant servi de banc d'essai à cette méthode est présenté. Des essais comparatifs de matières actives sont croisés avec des essais de techniques d'application : badigeonnage de souches, humectation de rejets au balai .

Pour finir, les principaux résultats de ces expériences sont brièvement fournis.

La maîtrise de la vigueur du taillis à certaines étapes de la gestion forestière (régénération naturelle, reboisement) est souvent un problème délicat.

Les techniques mécanisées conduisent, pour être efficaces, à un dessouchage à l'aide de matériels lourds qui ne sont pas sans porter atteinte à la qualité globale du biotope et qui ne permettent pas un ajustage précis du niveau du contrôle : c'est l'éradication ou rien.

---

(1) Ce texte a servi de base à une intervention présentée par A. GAMA lors de la 15ème Conférence du COLUMA à Versailles, le 2 décembre 1992.

(2) DowElanco France, Service Technique, 6, avenue Charles de Gaulle - 78150 - LE CHESNAY

Où l'on renonce à la maîtrise de cette concurrence sauvage ou l'on aura à déplorer un jour d'avoir éliminé des éléments qui auraient pu avoir un rôle d'accompagnement souhaitable pour la forme des arbres, pour l'ambiance forestière ou pour mieux résister à une pression cynégétique.

Les techniques traditionnelles de recépage ou de rabattement conduisent à des interventions physiquement pénibles, à répéter fréquemment donc très coûteuses en main d'oeuvre.

Aussi l'utilisation raisonnée de débroussaillants peut-elle apporter, à des moments bien choisis dans la vie du peuplement et pour une durée très limitée, une alternative intéressante.

C'est dans cet esprit que la division "Techniques Forestières" a jugé bon de démarrer un programme d'essais pour faire le point sur les produits utilisables pour la dévitalisation de souches en conditions forestières.

## **LES OBJECTIFS DU CEMAGREF**

."Dépoussiérer" la méthode de la Commission des Essais Biologiques (CEB) n° 34 de 1969 "Méthode d'essai d'efficacité pratique d'herbicides destinés à la dévitalisation des espèces ligneuses : arbres et souches". L'effort porte essentiellement sur :

- l'adaptation aux conditions forestières, en travaillant sur des cépées (petites souches liées entre elles provenant de rejets d'une souche précédente) et non plus sur des souches de francs de pied (arbres issus de graines qui sont trop rarement représentatifs de ce que les forestiers ont à dévitaliser) ;

l'augmentation du nombre de sujets traités et l'introduction de répétitions en vue d'une analyse statistique (la méthode CEB ne préconise que 10 souches par modalité et sans répétition) ; il convient néanmoins de ne pas arriver à un dispositif, obligatoire pour l'homologation, trop lourd qui dissuaderait tout candidat.

. Faire le point sur les produits utilisables pour la dévitalisation de souches en forêt

Le 2,4,5-T était le produit de référence de la méthode n° 34 ; il n'est plus commercialisé et son usage est interdit à l'ONF. Nous l'avons donc remplacé par le *sulfamate d'ammonium*, produit de loin le plus employé en dévitalisation de souches, mais il s'agit d'une matière active ancienne, relativement toxique - vu les quantités mises en oeuvre par rapport à certains produits plus récents - et soluble, donc susceptible d'être lessivée et de provoquer, en conditions extrêmes, des cas de phytotoxicité par voie racinaire sur les semis et les plants voisins de la souche traitée.

La société DowElanco a participé très activement à certains de nos essais car elle souhaitait tester des spécialités à base de *triclopyr* seul ou en association avec *fluroxypyr* en solution dans l'eau ou dans le fuel en prenant comme référence l'association *triclopyr* + 2,4-D dans le fuel. Au CEMAGREF nous voulions juger en plus de l'efficacité du *glyphosate* et de l'*hexazinone* qui serait utilisé en dévitalisation aux U.S.A.

. Comparer entre-elles différentes techniques d'application :

- badigeonnage au pinceau ;
- humectation des rejets à l'aide d'un balai "HERBIBROS";
- pulvérisation sur rejets.

## **PRESENTATION DES DISPOSITIFS**

Parmi la trentaine d'essais mis en place par la division "Techniques Forestières" de Nogent-sur-Vernisson sur ce thème portant sur une dizaine d'essences différentes et trois techniques d'application nous avons choisi, pour illustrer nos propos, de présenter les essais implantés en forêt domaniale d'Orléans, dans la parcelle 1217 ; il s'agit d'une futaie claire de chêne en conversion sous laquelle un taillis de CHARME vieilli (l'exploitation précédente du taillis remontait à 60 ans) vient d'être exploité (production 100 stères à l'hectare). Ce vieillissement volontaire du taillis a réduit sa vigueur et le nombre de souches par cépée, tout en augmentant leur diamètre moyen (souche = section d'un brin).



Nombre de souches/cépées	1	2	3	4	5	6	7	8	9 et+
Fréquence de ces cépées en %	43	21	9	9	4	4	3	1	6

Soit un nombre moyen de souches par cépée très proche de 3

Nous avons également cherché à relever les caractéristiques des souches en mesurant, pour les trois plus grosses de chaque cépée, le diamètre minimum passant par le coeur du brin et la "pseudo circonférence". Ce travail, très lourd a été décevant, aucune corrélation n'apparaissant entre ces caractéristiques et la capacité à rejeter des cépées. Par contre un sondage sur quelques modalités où nous avons relevé la surface des 3 souches les plus importantes de chaque cépée à l'aide d'un calque quadrillé nous a apporté de précieux renseignements quant à la consommation de bouillie par rapport à la surface badigeonnée.

Surface dm <sup>2</sup>	S > 10	10 > S > 5	5 > S > 2,5	2,5 > S > 1	1 > S
% de souche	6	4	17	32	41
% de cépée	18	11	39	21	11

La surface variant de 1250 à 15 cm<sup>2</sup> pour les charmes, les quelques souches d'autres essences (chêne, tremble, alisier, hêtre, traités à titre de test) étant en général moins nombreuses par cépée et d'un diamètre supérieur.

La surface moyenne d'une cépée est de 380 cm<sup>2</sup>, celle d'une des 3 plus grosses souches étant de 160 cm<sup>2</sup>.

La surface des souches d'une modalité (25 cépées de charme + quelques cépées d'essences diverses) est en moyenne de 1,2 m<sup>2</sup>. La surface traitée a été un peu supérieure, les contreforts et les racines apparentes ayant également été badigeonnés.

La répartition des cépées sur le terrain étant très variable, la surface occupée par chaque modalité, dans chaque répétition, n'est pas constante : elle varie de 218 à 735 m<sup>2</sup> avec une moyenne de 430 m<sup>2</sup>.

L'essai REB 1, avec 8 modalités répétées 3 fois, couvre une surface de 10375 m<sup>2</sup>. L'application par badigeonnage a eu lieu du 5 au 7 mars 1991 selon les modalités suivantes:

Modalité	Concentration g/l de m.a.	Concentration en p.c.	Bouillie appliquée en cm <sup>3</sup>		
			Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
Témoin non traité	0	0	0	0	0
Triclopyr + eau	24	10 % GARLON 2	900	900	550
Triclopyr + fuel	24	10 % GARLON 2	1005	1100	800
Triclopyr + fluoxypyr + eau	18 + 6	20 % GARLON GS	720	1070	1175
Triclopyr + 2,4-D + fuel	6,475 + 5,8125	6,25 % GARLON D12	900	1000	870
Sulfamate d'ammonium + eau	1 425	1,5 kg/l SPICAMAT	1600	1340	1480
Glyphosate + eau	72	20 % HOCKEY	890	880	1100
Hexazinone + eau	96	20 % VELPAR L	680	1360	920
			surface moyenne : 1,2 m <sup>2</sup>		

Les variations d'une répétition à l'autre peuvent être dues à des surfaces inégales ainsi qu'à de petites irrégularités d'application. Les écarts entre modalités sont essentiellement dus aux différences de viscosité.

L'essai REB 2, avec 6 modalités répétées 3 fois, couvre une superficie de 10770m<sup>2</sup>. L'humectation au balai HERBIBROS a été réalisée le 29 septembre 1991 selon les modalités suivantes, exclusivement en solutions aqueuses.

Modalité	Concentration g/l de m.a.	Concentration en p.c.	Bouillie appliquée en cm <sup>3</sup>		
			Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
Témoin non traité	0	0	0	0	0
Triclopyr	3,6	1,5 % GARLON	700	540	600
Triclopyr + fluoxypyr	4,5 + 1,5	5 % GARLON GS	390	350	380
Sulfamate d'ammonium	95	0,1 kg/l SPICAMAT	480	220	260
Glyphosate	36	10 % SPASOR	230	200	330
Triclopyr	12	5 % GARLON 2	300	500	700

L'application a eu lieu sur des rejets dont la hauteur variait de 2 cm à 130 cm. Quelques rares cépées n'avaient qu'un seul rejet, la plupart ayant quelques dizaines de rejets et quelques cépées "records" émettant plus d'une centaine de nouvelles pousses. Il en découle une consommation irrégulière de bouillie que d'ailleurs l'herbibros ne permet pas de contrôler en cours de travail.

### Méthode de notation et d'analyse

L'efficacité après traitement, mais également la vigueur des rejets avant traitement dans l'essai REB 2 ont été estimées par une note de 0 à 10.

0 : grands rejets, très abondants, aucun symptôme visible, efficacité nulle ;

10 : aucun rejet, ou rejet(s) totalement détruit(s), efficacité maximale. Cette note "intègre" l'abondance, la hauteur et l'état de santé des rejets de la cépée notée. Ce n'est nullement une mesure mais un moyen relativement commode pour établir un classement.

La note 7 est considérée comme le seuil au dessus duquel le forestier est satisfait du produit.

Les résultats de chaque notation ont été reportés sur des histogrammes à raison d'un par modalité : en abscisse la note (de 0 à 10), en ordonnée la fréquence des notes en pourcentage (de 0 à 100 %). En association avec ces graphiques, une analyse de rang (test KRUSKAL-WALLIS) permet d'attribuer une validité aux différences observées (intervalle de confiance de 95 %).

Pour l'essai REB 2, nous avons vérifié de la sorte qu'avant traitement les vigueurs des cépées des différents placeaux étaient comparables, sauf dans la modalité *sulfamate d'ammonium* où les résultats doivent être minimisés étant donnée la faible vigueur des cépées avant le traitement.

## RESULTATS

### REB 1 : badigeonnage de souches de charme

#### Commentaires :

Dès la 1ère notation il apparaît que le traitement à l'*Hexazinone* dans les conditions de cet essai, n'a pas d'efficacité. Le *glyphosate*, avec 97 % de cépées notées 7 et plus ferme la marche du peloton de tête mais, au cours de la première saison de végétation son effet s'estompe au point de ne plus se distinguer du témoin à la fin de la 1ère saison. En 1992 ces 2 modalités sont du niveau du témoin ; de plus un phénomène de dépérissement naturel des rejets se manifeste dans l'une des répétitions du témoin (88 % des cépées ont une note > 7 le 5/5/92 pour redescendre à 68 % le 4/8/92). Cet incident montre l'intérêt de travailler sur plus de 10 souches.

Les observations au cours de la 2ème saison de végétation permettent de départager les ex aequo :

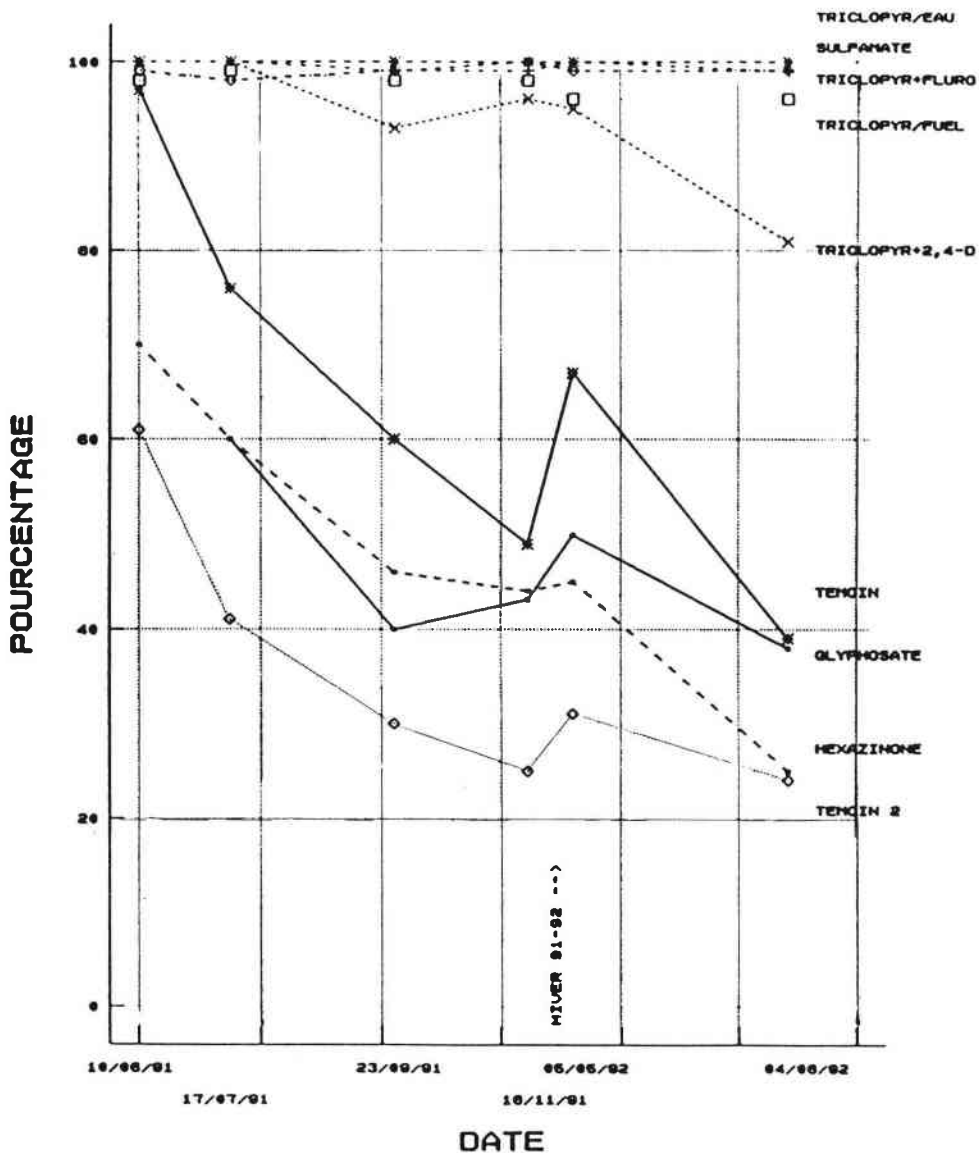
- 1) *triclopyr* 24 g/l d' eau (aucun rejet)
- 2) *sufamate d'ammonium* 1425 g/l (baisse légère en fin de saison)
- 3) *triclopyr* + *fluroxypyr* 18 + 6 g/l (rejoint le 2ème en fin de saison)
- 4) *triclopyr* 24 g/l de fuel (le fuel n'augmente pas l'efficacité)
- 5) *triclopyr* + 2,4-D 6,475 + 5,8125 g/l de fuel qui fléchit assez nettement en fin de saison.

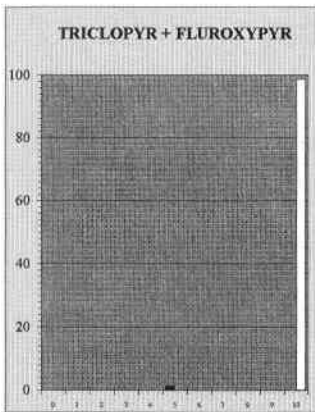
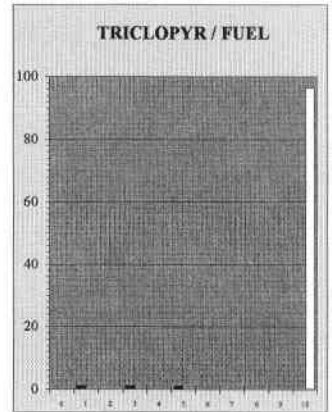
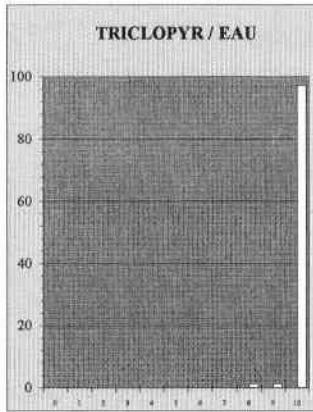
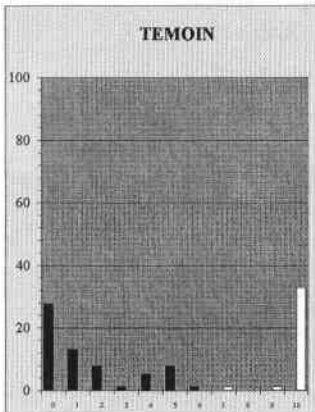
Tous ces produits ayant tous une efficacité largement suffisante (au moins jusqu'au milieu de la saison de végétation suivante), le moins efficace ayant encore 83 % des cépées notées 7 et plus et 79 % notées 10.

### REB 2 : humectation de souches de charme à l'HERBIBROS

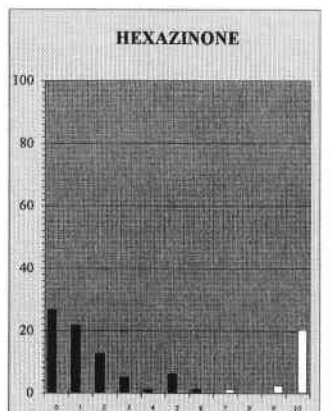
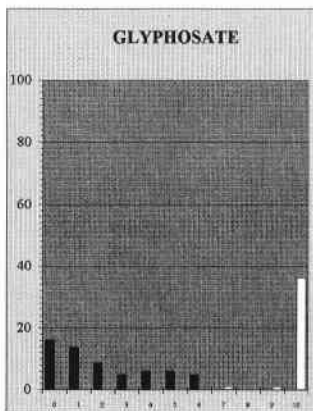
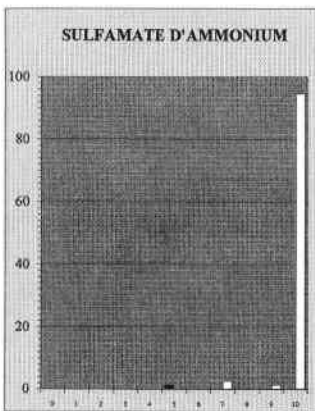
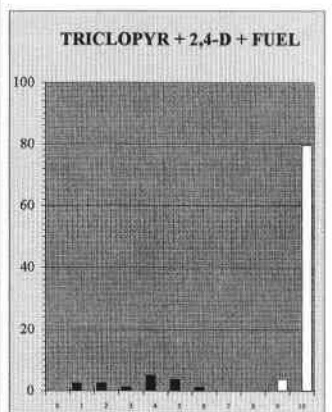
On a enregistré une bonne efficacité de la modalité *glyphosate* (36 g/l d'eau) au début de la saison qui a suivi le traitement. Cette efficacité diminue ensuite au fil des mois au point qu'on peut en conclure que 10 % d'une spécialité à 360 g/l de *glyphosate* ne suffisent pas. Toutes les autres modalités ont été nettement insuffisantes, le *triclopyr* à 12 g/l marquant quand même davantage que la modalité à 3,6 g/l et que celle où il est en association avec le *fluroxypyr* (4,3 + 1,5 g/l).

ESSAI RES 1 : BADIGEONNAGE DE SOUCHES DE CHARME  
 EVOLUTION DU POURCENTAGE DE NOTES  
 SUPERIEURES OU EGALES A 7





ESSAI REB1  
 NOTATION DU 04/08/92  
 FREQUENCE DES NOTES  
 PAR MODALITE  
 ABSCISSES: NOTES ( 0 à 10 )  
 ORDONNEES: FREQUENCE ( % )



Pour ces modalités mettant en oeuvre des phytohormones, pas de doute possible : si des essais doivent être retentés, il conviendra de relever nettement la concentration, peut-être jusqu'à 36 g/l de *triclopyr*. Ces essais semblent démontrer que l'association avec du 2,4-D ou avec du *fluroxypyr* n'apporte pas grand chose au point de vue efficacité en dévitalisation de souches, sur le charme du moins. L'humectation, bien qu'elle se soit montrée décevante dans cet essai n'est pas pour autant à rejeter ; elle est ni plus ni moins consommatrice de main d'oeuvre que le badigeonnage de souches (en étant plutôt moins pénible) et permettrait de détruire en même temps que les rejets tous les semis des essences indésirables en permettant une meilleure sélectivité par rapport à une pulvérisation vis à vis des semis ou des plants de l'essence que l'on cherche à favoriser.

De plus cette technique "du balai" est très prisée de bien des forestiers-écologistes dans l'âme qui ont l'impression, en pratiquant ainsi, "de ne mettre du produit que là où il faut" et de réduire ainsi les risques de pollution du milieu.



## CONCLUSION

Essai badigeonnage : cet essai qui n'a pas comme objectif une transposition immédiate dans les techniques actuelles a mis en évidence :

- l'efficacité, dans les conditions de l'expérience, du *Triclopyr*, dans ses diverses formulations, seul ou en association, pour le badigeonnage de souches de charme, sans qu'il y ait de différences significatives entre-elles ;

- le manque d'efficacité, dans les conditions d'application de l'essai, du *glyphosate* et surtout de l'*hexazinone*.

Selon les capacités de réaction des arbres dont on souhaite privilégier le développement on peut être amené à choisir des produits à effet plus ou moins fort et durable (en jouant principalement sur la concentration et la dose à l'application).

Essai humectation : cet essai a mis en évidence, aux concentrations utilisées, la bonne efficacité du *glyphosate*, sur les sujets de charme. Les produits à base de *Triclopyr*, devront être réessayés, selon la même technique de mise en oeuvre, à des concentrations nettement plus élevées.

## BIBLIOGRAPHIE

### **P. ARBONNIER ET P. DELABRAZE**

Méthode d'efficacité pratique d'herbicides destinés à la dévitalisation des espèces ligneuses : arbres et souches  
n° 34 Société Française de Phytiairie et de Phytopharmacie, Commission des Essais Biologiques) - avril 1969

### **A. GAMA, H. FROCHOT, P. DELABRAZE**

Application des traitements par produits chimiques Phytocides en Sylviculture ;  
note technique CEMAGREF - INRA n° 53 - décembre 1987.

### **C. DEMOLIS ET A. GAMA**

dévitalisation chimique de souches de noisetier et de frêne ;  
Annales de la 14ème Conférence du COLUMA (p. 911-918) - janvier 1990



**PEUT-ON AMELIORER LA FERTILISATION DU DOUGLAS  
A PEYRAT-LE-CHATEAU, EN VUE DE  
RACCOURCIR SA DUREE D'ELEVAGE ?**

**GENERE B.**

Division Amélioration génétique et pépinières forestières  
Nogent sur Vernisson

**RESUME**

La pépinière de Peyrat-le-Château, située à près de 600 m d'altitude, présente un sol riche en matière organique (6 à 8 %) mais dont les teneurs en magnésium et en cuivre sont insuffisantes.

L'expérimentation a été conduite en 1991. Elle comprend deux essais concernant les jeunes semis et un dispositif en repiquage. Différentes modalités de fertilisation sont comparées dans le but de produire les plants en deux ans au lieu de trois, sans nuire à leur qualité extérieure.

Les résultats montrent que la fertilisation n'a pas d'effet significatif sur la croissance et sur le rendement graine/plant des semis de moins de un an.

Par contre, après repiquage, la fertilisation améliore fortement les performances. Le rôle de l'azote est prépondérant : le meilleur traitement de l'expérimentation comprend trois apports de 110 kg/ha d'Ammonitrate. Les apports de cuivre et de magnésium sont également bénéfiques, en liaison avec leur insuffisance dans le sol.

Néanmoins, l'amélioration de la fertilisation ne suffit pas, à elle seule, à produire en routine des plants de 2 ans, répondant aux normes du FFN. D'autres techniques (ensemencement plus précoce, mycorhization contrôlée, repiquage de fin d'été...) doivent être associées à la fertilisation pour atteindre ce but.

## 1 - CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

L'étude présentée a été réalisée dans le cadre de la gestion technique des pépinières administratives, confiée au CEMAGREF en octobre 1987.

A cette occasion, une convention, passée avec le Ministère de l'Agriculture, a défini la nouvelle vocation expérimentale de ces pépinières, tout en maintenant une petite production commerciale de plants, dans des conditions aussi intensives et rentables que possible.

Unissant expérimentation et amélioration de la production, le CEMAGREF cherche les moyens de **raccourcir les cycles de production des plants forestiers sur les pépinières de l'Etat**, sans nuire à la qualité des plants produits. Dans ce contexte, **l'amélioration de la fertilisation** est une voie de recherches.

**Le Douglas vert**, première essence de reboisement en France, est apparu comme une priorité d'étude. Il est actuellement produit en 3 ans (plants de type 2 + 1 ou 1 + 2) sur la pépinière administrative de Peyrat-le-Château, alors que, sur certaines pépinières privées, il peut sortir à 2 ans (plants de type 1 + 1), tout en répondant aux normes contractuelles du F.F.N.

C'est notamment le cas sur la pépinière Naudet de Préchac (Gironde); où les plants bénéficient d'une fertilisation très étudiée, d'irrigations fréquentes et de conditions climatiques très favorables à la croissance.

A Peyrat-le-Château, le climat est plus rude et l'objectif de produire couramment des plants de Douglas de type 1+1 apparaît ambitieux. Toutefois, différentes voies d'amélioration peuvent être envisagées. L'une d'entre elles concerne la fertilisation.

Peut-on l'améliorer, en vue de contribuer à se rapprocher de l'objectif assigné ? Telle est la question posée, à laquelle nous essaierons de répondre par une approche expérimentale.

## 2 - METHODE ET MOYENS

### 2.1 - METHODE D'ETUDE

Elle consiste à étudier séparément pour les semis et pour les plants repiqués, différents plans de fertilisation. Ces derniers sont déterminés en fonction des analyses de sol, par parcelle de culture, et de l'objectif de production de plants en **deux ans**. Un traitement dit "**standard**" est utilisé systématiquement, comme témoin des techniques actuelles de fertilisation pour la production commerciale.

L'expérimentation, conduite en **1991**, comprend trois essais, installés en dispositifs statistiques à blocs complets.

- Deux d'entre eux concernent les jeunes semis. Il s'agit, d'une part, d'un essai à grande échelle intégré à la production commerciale (installation du dispositif après semis), et d'autre part, d'un dispositif purement expérimental plus petit, mieux contrôlé et défini avant semis. Dans la suite de cet article, le premier essai est appelé "**semis de production**" et le second, "**semis expérimental**". Ils sont installés respectivement en parcelle de production dite "A" et en parcelle expérimentale dite "B".

Les semis sont effectués en plein sur des planches préalablement désinfectées au bromure de méthyle. Cette technique est utilisée systématiquement à Peyrat-le-Château depuis 1989, afin, d'une part, de diminuer les temps passés en désherbage et, d'autre part, d'améliorer le rendement "graine-plant" grâce à une forte réduction des problèmes pathologiques. Les lots de graines utilisés sont de région de provenance française n°8 (Verger à graines de Darrington), en parcelle "A", et d'origine américaine (Washington, zone 422), en parcelle "B".

- Le troisième protocole concerne des plants repiqués. Ceux-ci, issus de semis de production d'un an, sont installés, après tri sur la hauteur (8 cm < hauteur < 12 cm), au milieu de la parcelle "B". Ils proviennent du même lot de graines que les semis effectués en parcelle expérimentale (Washington, zone 422). Cet essai est appelé "**repiquage expérimental**".

## 2.2 - CONDITIONS PEDO-CLIMATIQUES

### *Conditions de sol*

Les Douglas sont élevés sur sol plat. La texture est à dominante sableuse (62%), avec un complément de limons (25%) et d'argile (13%). Le tableau 1 fait état des analyses chimiques de sol, sur chacune des deux parcelles utilisées.

**TABLEAU 1 : Caractéristiques chimiques du sol avant installation des essais**

Analyse effectuée	Matières organiques en pour mille				pH (eau)	P2O5 (*) en pour mille	Cuivre total en ppm	Capacité d'échange cations en méq/100g	Éléments échangeables en méq./100 g, sauf Mn en ppm				
	Parcelle	Tota-les	Car-bone	Azote Kj.					C/N	Ca	Mg	K	Mg/K
"A"	81	47	3,8	12,4	5,3	0,64	6,3	15,3	1,7	0,07	0,25	0,28	1,6
"B"	60	35	2,7	12,9	5,6	0,72	5,4	12,7	2,9	0,29	0,43	0,67	1,9

N.B. (\*) La teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est déterminée par la méthode Duchaufour et Bonneau

On y voit des facteurs très favorables à l'élevage du Douglas :

un pH moyennement acide (voisin de 5,5), une matière organique abondante avec un excellent rapport C/N, une bonne capacité d'échange cationique et une teneur en phosphore élevée. On note, comme principale hétérogénéité au sein de ces facteurs favorables, une disponibilité en azote organique sur la parcelle "A", supérieure de 40% à celle observée sur la parcelle "B".

Les défauts du sol sont le manque de potassium et surtout de magnésium, avec un rapport Mg/K très insuffisant. Ces carences sont particulièrement aiguës en parcelle "A". D'autre part, la teneur du sol en cuivre est trop faible en parcelle "B".

Ces analyses montrent l'intérêt théorique d'une fumure de correction en potassium et surtout en magnésium, sur les deux parcelles, ainsi qu'en cuivre, sur la parcelle "B". D'autre part, elles justifient la fumure d'entretien habituelle (définie par Bonneau de l'INRA-Nancy en 1989), qui est réduite fortement en phosphore et un peu en azote.

### *Conditions climatiques*

La pépinière de Peyrat-le-Château est située en Haute-Vienne, entre 560 et 595 m d'altitude. La température moyenne annuelle est d'environ 9°C, et les gelées printanières sont fréquentes. Les précipitations sont abondantes (1300 mm par an en moyenne) et régulièrement réparties. Toutefois, les orages fréquents de mai à novembre s'accompagnent parfois de précipitations brutales avec ruissellement.

En 1991, les précipitations (1007 mm) sont inférieures à la normale. Les principales périodes estivales sans pluie notable (de plus de 5 mm) ont été les suivantes : du 14 au 28 mai (concerne uniquement l'essai de repiquage) et du 9 août au 10 septembre. En dehors de ces périodes, les pluies ont permis de maintenir la réserve en eau du sol à un niveau très satisfaisant. On a noté, d'autre part, un orage particulièrement violent le 29 juillet, avec une précipitation horaire maximale de 17 mm, de fréquence décennale. Le ruissellement, important en production classique, a été minime sur les essais en raison du buttage des parcelles unitaires.

Enfin, les températures moyennes observées en 1991 sont proches de la normale. Néanmoins, les gelées tardives, en particulier celle du 4 mai, semblent avoir endommagé les bourgeons terminaux de nombreux plants de Douglas repiqués.

## 2.3 - DESCRIPTION ET CONDUITE DES ESSAIS

### *Essai en semis de production*

Le semis est effectué le 30 mai 1991, selon les techniques de production à grande échelle et à une densité de 840 graines viables par mètre linéaire de planche (1050 par m<sup>2</sup>).

Le dispositif comprend 4 modalités et 4 répétitions. Il s'agit d'un plan factoriel incomplet portant sur la dose d'azote (3 niveaux : N0, N1, N2)



et la complémentation magnésienne (2 niveaux : oui ou non). Les parcelles unitaires (p.u.) sont des portions de planches de 6,25m de long (5m<sup>2</sup>).

Les 4 modalités sont les suivantes :

- **N1** - Fertilisation standard du semis, à savoir :

\* 40kg/ha de SUPERTRIPLE (à 45% d'acide phosphorique) et 100kg/ha de PATENTKALI (mélange de sulfates de potasse et de magnésie, contenant 28% de potasse et 8% de magnésie) enfouis à 5cm, le 16/4/91.

\* 120kg/ha d'AMMONITRATE (à 33% d'azote), épandu en surface pour moitié les 12/6 et 18/7/91.

- **N1 + Mg** - Standard supplémenté en magnésie, par apport de 100kg/ha de KIESERITE (sulfate naturel de magnésie, à 27% de MgO), en épandage de surface avant semis, le 27/5/91.

- **N2 + Mg** - A partir du standard supplémenté en magnésie, doublement des doses d'AMMONITRATE (total : 240 kg/ha).

- **NO + Mg** - A partir du standard supplémenté en magnésie, suppression des apports d'AMMONITRATE. Ce traitement sans azote est un témoin pour étudier la réponse à la fertilisation azotée des jeunes semis, dès lors que tous les autres facteurs nutritionnels (K et Mg en particulier) ne sont plus limitants.

Comme sur tous les semis de production, aucune irrigation n'est apportée sur cet essai. Des claies d'ombrage sont posées dès le début de la levée (12/6/91) jusqu'au repiquage en mars 92. Grâce à la désinfection préalable des sols, un seul désherbage manuel est effectué, en fin de saison (27/11/91). Enfin, les planches sont butées sur les bordures avant semis.

#### *Essai en semis expérimental*

Le semis est réalisé le 29/5/91, à une densité de 840 graines viables par mètre linéaire de planche (1050 par m<sup>2</sup>), contrôlée sur chaque p.u. .

Le dispositif comprend 6 modalités et 4 répétitions. Il porte sur la dose d'azote (3 niveaux : NO, N1, N2), la nature de l'engrais azoté

(ammonitrate ou urée, pour N2 seulement) et la complémentation cuivro-magnésienne (Cu/Mg). Chaque p.u. est un segment de planche de 3,12 m de long (2,5 m<sup>2</sup>).

Les 6 modalités sont les suivantes :

- **N1** - Fertilisation standard, définie précédemment.

- **N1 + Cu/Mg** - Standard supplémenté en cuivre et en magnésie, par apport de 40kg/ha de SULFATE DE CUIVRE (avec le SUPERTRIPLE et le PATENTKALI) et de 100kg/ha de KIESERITE (épandue le 27/5/91).

- **N2 + Cu/Mg** - A partir du standard supplémenté en cuivre et en magnésie, doublement des doses d'AMMONITRATE (240kg/ha en tout).

- **N2 urée + Cu/Mg** - Traitement semblable au précédent, à l'exception de la nature de l'engrais azoté, les unités d'azote apportées demeurant semblables (niveau N2). Ainsi, l'AMMONITRATE est remplacé par de l'UREE (à 46%) à raison de 160kg/ha, épandue pour moitié les 12/6 et 18/7/91.

- **N0 + Cu/Mg** - A partir du standard supplémenté en cuivre et en magnésie, suppression des apports d'AMMONITRATE.

- **00** - Témoin non fertilisé

Les engrais sont dosés par p.u. et répartis avec une grande précision. Les bordures des p.u. sont butées le 11/4/91, afin de limiter les risques de lessivage de l'engrais, lors des orages.

Des claiés sont posées le 12/6/91, puis enlevées au repiquage en mars 92. L'essai est arrosé par aspersion, les 27/8 et 9/9/91 à une dose de 20 mm d'eau. Grâce à la désinfection préalable des sols, seulement deux désherbages manuels sont effectués, en fin de saison (6/9 et 26/11/91).

#### *Essai en repiquage expérimental*

Ce dispositif expérimental concerne des plants d'un an repiqués mécaniquement sur 5 rangs espacés de 25 cm, à raison de 12 Douglas par

mètre de ligne (soit 48 plants par m<sup>2</sup> de p.u.). L'installation est faite sur sol non désinfecté, le 11/4/91.

Cet essai comprend 8 modalités et 4 répétitions. Il porte sur la dose d'azote (3 niveaux : N0, N1, N2), la supplémentation cuivro-magnésienne (Cu/Mg) et l'apport de matière organique (MO). Chaque p.u. est un segment de planche de 5 m de long (6,25 m<sup>2</sup>).

Les huit modalités sont les suivantes :

- **N1** - Fertilisation standard du repiquage, à savoir :

\* 60kg/ha de SUPERTRIPLE et 200kg/ha de PATENTKALI, enfouis à 5cm, le 10/4/91.

\* 220kg/ha d'AMMONITRATE épandu en surface, pour moitié les 23/5/91 et 18/7/91.

- **N1 + Cu/Mg** - Standard supplémenté en cuivre et en magnésie, par apport de 40kg/ha de SULFATE DE CUIVRE (avec le SUPERTRIPLE et le PATENTKALI) et de 100kg/ha de KIESERITE (épandue le 16/4/91).

- **N1 + Cu/Mg + MO** - Standard supplémenté en cuivre et en magnésie avec, de plus, 20t/ha de fumier (de cheval) enfoui en même temps que le SUPER-TRIPLE, le PATENTKALI et le SULFATE DE CUIVRE.

- **N2 + Cu/Mg** - Standard supplémenté en cuivre et en magnésie, mais avec un apport supplémentaire de 110kg/ha d'AMMONITRATE, le 12/6/91. Pour cette modalité, on apporte donc au total 330kg/ha d'AMMONITRATE en trois fois.

- **MO** - Apport de 20t/ha de fumier (de cheval) enfoui à 5cm, le 10/4/91. Aucun autre amendement n'est apporté pour cette modalité.

- **N1 + Cu/Mg bis** - Standard supplémenté en cuivre et magnésie, mais avec modification de la nature des engrais phosphatés et potassiques. 180kg d'engrais binaire de type 0-15-30 sont ainsi substitués au SUPERTRIPLE et au PATENTKALI.

- **N0 + Cu/Mg** - A partir du standard supplémenté en cuivre et en magnésie, suppression des apports d'AMMONITRATE.

- **00** - Témoin non fertilisé

La pesée et la distribution des engrais apportés est effectuée précisément de la même manière que pour l'essai précédent (semis expérimental). Enfin, toutes les bordures des p.u. sont butées le 30/4/91, afin de limiter les risques de lessivage de l'engrais.

Les plants sont arrosés par aspersion à raison de 20 mm d'eau, les 27/8 et 9/9/91. Les plants sont désherbés manuellement les 20 et 21/6, puis les 5/8 et 1/10/91. Enfin l'arrachage de l'essai est effectué le 5/3/92.

## 2.4 - MESURES EFFECTUEES

### *Mesures au champ*

Pour les deux essais en semis, la densité d'élevage et la hauteur de 70 plants sont mesurées au champ par sondage sur 0,5 m<sup>2</sup>, en fin de saison. Ce sondage est effectuée une fois (semis expérimental) ou deux (semis de production) par p.u., pour tenir compte de leurs surfaces respectives (2,5 ou 5 m<sup>2</sup>).

Pour l'essai en repiquage, la densité réelle de culture et la hauteur de plants identifiés sont mesurées, sur une zone centrale de 0,75 m<sup>2</sup> par p.u. . Quatre passages sont effectués du repiquage jusqu'à l'arrêt de croissance : les 17/4, 29/5, 13/8 et 25/11/91.

### *Mesures après arrachage*

Ces mesures concernent uniquement l'essai en repiquage. En effet, seuls ces plants de 2 ans sont susceptibles de sortir de pépinière pour alimenter des chantiers de reboisement. Il importe donc d'évaluer précisément la qualité extérieure de ces plants, après arrachage.

Sur un échantillon de 20 plants par p.u., les mesures portent sur la hauteur, le diamètre au collet, le poids vert et le poids sec des parties aériennes et racinaires.

Chaque plant de l'échantillon est classé sur sa hauteur, son diamètre au collet et son équilibre "Hauteur/Diamètre", suivant deux référentiels de qualité (cf. Ministère de l'Agriculture et de la Forêt, 1990) :

- Les normes réglementaires de la C.E.E , permettent de sélectionner les plants commercialisables;

- Les normes contractuelles du F.F.N., plus sévères que les précédentes, permettent de définir les plants subventionnables.

### 3 - RESULTATS

*Essai en semis de production*

**TABLEAU 2 : Caractéristiques au champ des douglas d'un an issus du semis de production, selon la fertilisation apportée**

Modalités de fertilisation	Densité de plants/m <sup>2</sup>	Hauteur en mm
N1 (standard)	641	73
N1 + Mg	648	67
N2 + Mg	645	71
NO + Mg	618	68

Des analyses de variance ont été effectuées, au seuil de 5%, sur les valeurs moyennes des échantillons (2 par p.u.). Sur la densité, il n'y a pas de différence significative ni entre modalités, ni entre blocs. Ainsi, la densité effective des plants n'a pas pu biaiser l'analyse de la hauteur. Pour ce dernier critère, l'analyse de variance révèle un effet bloc, mais pas d'effet modalité, ni d'interaction entre ces deux facteurs. La hauteur moyenne des plants est donc indépendante du traitement. Ce résultat est dû à la proximité des tailles moyennes de plants par modalité, puisque moins d'1 cm sépare les deux extrêmes.

*Essai en semis expérimental*

**TABLEAU 3 : Caractéristiques des douglas d'un an issus du semis expérimental, selon la fertilisation apportée**

Modalités de fertilisation	Densité de plants/m <sup>2</sup>	Hauteur en mm
N1 (standard)	723	64
N1 + Cu/Mg	720	61
N2 + Cu/Mg	757	61
N2 urée+ Cu/Mg	620	55
NO + Cu/Mg	736	59
00 (non fertilisé)	768	60

Comme pour l'essai précédent, des analyses de variance ont été faites, au seuil de 5%, sur les valeurs moyennes des échantillons. Sur la densité, après changement de variable ( $\sqrt{x}$ ) permettant d'homogénéiser les variances résiduelles, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ni entre modalités, ni entre blocs. Ainsi, la densité effective des plants n'a pas pu biaiser l'analyse de la hauteur. Pour cette dernière variable, l'analyse de variance révèle que l'effet bloc et l'effet modalité ne sont pas significatifs. On remarque, à nouveau, que la hauteur moyenne des plants varie de moins d'un cm entre les deux modalités extrêmes. Globalement, il apparaît que la réponse des jeunes semis de Douglas à toute fertilisation est pratiquement nulle.

*Essai en repiquage expérimental*

**TABLEAU 4 : Caractéristiques au champ et après arrachage, des dougals repiqués à un an, selon la fertilisation apportée**

Modalités de fertilisation	Mesures au champ					Mesures après arrachage				
	Accroissement en mm			Hauteur en mm		Diamètre au collet en mm	% plants aux normes		Poids sec en g	
	17/4- 29/5	29/5- 13/8	13/8- 25/11	au sol	au collet		CEE	FFN	/plant	/tige
N1 (Standard)	8 a	54 c	47 a	176 c	238 c	4,6 c	81 a	30 a	5,93 b	3,47 b
N1 + Cu/Mg	9 a	64 b	51 a	195 b	255 bc	4,7 c	84 ab	30 ab	6,76 b	3,94 ab
N1 + Cu/Mg + MO	11 a	53 c	45 a	175 c	239 c	4,4 c	76 abc	15 bc	5,54 b	3,03 c
N2 + Cu/Mg	12 a	77 a	52 a	218 a	277 a	5,5 a	89 a	54 a	8,91 a	4,70 a
MO (fumier)	11 a	36 e	26 c	143 d	194 d	3,6 d	42 d	6 cd	3,46 d	1,83 e
N1 + Cu/Mg bis	10 a	53 c	53 a	186 bc	257 ab	5,0 b	84 a	36 ab	6,30 b	3,63 b
NO + Cu/Mg	10 a	44 d	18 d	142 d	196 d	3,7 d	54 bcd	4 d	3,83 cd	1,99 de
OO (non fertilisé)	10 a	34 e	34 b	148 d	204 d	3,9 d	61 cd	6 d	4,32 c	2,30 d

**N.B. : pour chaque colonne, deux nombres suivis par des lettres toutes différentes sont significativement différents au seuil de 5 %.**

Les tests utilisés dans le tableau 4 sont les suivants :

- Kruskal-Wallis sur les mesures individuelles effectuées au champ (effectif mesuré variable selon les p.u.),
- Friedman, d'une part, sur les mesures individuelles après arrachage (effectif constant par p.u., mais hétérogénéité des variances interdisant l'analyse de variance classique, alors que les interactions entre blocs et modalités sont contrôlées), et d'autre part, sur les valeurs moyennes par p.u. pour l'adéquation aux normes.

**Deux mesures de hauteur** sont présentées dans le tableau 4 : avant arrachage à partir du niveau du sol et après arrachage à partir du collet (renflement délimitant la tige du système racinaire). La différence importante entre ces deux références (5 à 7 cm généralement) s'explique par l'enfouissement du collet, et donc d'une portion de tige, lors du repiquage mécanique. Rappelons que seule la mesure après arrachage permet de juger de l'adéquation des plants aux normes en vigueur.

Enfin, s'ajoutent aux résultats présentés en tableau 4 :

- Les calculs de taux de survie, qui ne révèlent aucune différence entre modalités, avec une moyenne excellente égale à 96%.
- Le rapport Hauteur/Diamètre au collet des plants. L'analyse conduit à accepter l'hypothèse d'égalité des valeurs entre modalités. Ce résultat est sans surprise, car l'équilibre des plants dépend principalement de leur densité d'élevage.
- Le taux de matière sèche des plants, qui est en moyenne de 30%. Aucune différence entre modalités n'a pu être mise en évidence.
- Le rapport des matières sèches tige/racine, qui ne montre aucune différence significative entre modalités.

#### **4 - DISCUSSION**

**Pour les jeunes semis** en 1ère année de croissance, on observe un manque total de réponse à toute fertilisation sur les 2 essais :

- L'apport d'azote minéral semble inutile. Les 20 ou 40 unités apportées en juin, puis à nouveau en juillet, étaient pourtant rendues disponibles pour les plants, grâce à des pluies modérées tombées moins d'une semaine après chaque épandage. D'autre part, la nature de l'engrais choisi (ammonitrate ou urée) n'a pas eu d'incidence significative, malgré la faiblesse relative des performances observées avec l'urée.



- L'apport de phosphore et de potassium n'a pas eu d'effet sur la croissance, et ce malgré les faibles teneurs en potassium échangeable des sols.

- Les apports de magnésium et de cuivre n'ont pas amélioré la croissance, malgré les carences observées en analyse de sol.

En conclusion, les jeunes plants semés tardivement (fin mai) sur sol désinfecté n'ont besoin d'aucune fertilisation en 1ère année d'élevage à Peyrat-le-Château.

A posteriori, l'absence de réponse des jeunes semis à toute fertilisation peut s'expliquer par deux facteurs qui se conjuguent :

Les sols de Peyrat-le-Château sont riches en matière organique (5 à 10%), laquelle permet de satisfaire les besoins nutritionnels des semis, même en période de pointe. Ainsi, avec un taux de minéralisation de 2% par an (hypothèse basse), on disposerait par exemple d'au moins 5 fois les besoins en azote minéral des planches de semis.

- La désinfection des sols au bromure de méthyle augmente la fertilité du sol (TAM et CLARK, 1943) et réduit à néant la concurrence des mauvaises herbes durant environ 5 mois.

Signalons enfin que des chercheurs ont déjà obtenu des résultats comparables sur semis de Douglas. Ainsi, à Peyrat-le-Château, LE TACON et VALDENAIRE (1980) constatent que des fertilisations initiales de 75-75-75 et 150-150-150 unités N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sup>2</sup>O n'ont pas d'effet significatif sur la hauteur des plants après la première saison de culture, que ce soit sur sol désinfecté ou non. De même, au Canada sur sol chimiquement riche, VAN DEN DRIESSCHE (1988) comparant l'apport de 0, 70 et 140 unités d'azote réparties en 2 ou 6 passages sur la saison de végétation, n'obtient aucune différence entre traitements. Inversement, sur un sol très pauvre en matière organique, une réponse des jeunes semis à la fertilisation azotée peut apparaître dès la première année d'élevage (VAN DEN DRIESSCHE, 1980).

**Pour les plants repiqués** à un an, la croissance peut être accélérée grâce à la fertilisation minérale.

- L'azote minéral joue un rôle prépondérant. Par rapport aux modalités qui en sont privées, l'apport standard de 36 unités en mai, puis à nouveau en juillet permet un gain de 4 à 6 cm sur la hauteur. Un apport

supplémentaire de 36 unités en juin accroît encore de 2 à 3 cm le gain précédent : il doit, dès à présent, être préconisé en production classique.

- Les apports de magnésium et de cuivre, en association, semblent être plutôt bénéfiques, mais la preuve de leur efficacité n'a pu être établie que sur un seul critère (la hauteur au champ), malgré les déficiences préalablement observées dans le sol. De toute façon, l'apport de Kiéserite (Mg) est à conseiller pour augmenter le rapport Mg/K du sol.

- La substitution du Patentkali et du Supertriple par l'engrais binaire 0-15-30 n'a pas eu de conséquence. Ce dernier présente l'avantage d'être plus facile à doser et à épandre (car moins concentré).

- Le fumier semble avoir un effet dépressif sur la croissance (- 1 à 2cm en moyenne), qui n'est toutefois prouvé que dans un cas (hauteur au sol, avec fertilisation de type N1+Cu/Mg).

Les mêmes observations peuvent être faites sur le diamètre au collet, et finalement le rapport "Hauteur/Diamètre au collet" se révèle stable (compris entre 50 à 55) et indépendant de la fertilisation appliquée.

La qualité extérieure des plants est fortement améliorée par les apports d'azote minéral. La meilleure modalité, comprenant 3 apports d'Ammonitrate, a permis de produire des plants dont 89 % sont commercialisables et 54 % subventionnables (mesures sur échantillons). Toutefois, ce dernier chiffre apparaît encore insuffisant, compte-tenu d'un objectif technico-économique d'environ 75%.

Enfin, l'accumulation de la matière sèche est fortement favorisée par la fertilisation azotée. Ainsi, la dose N2 conduit à un doublement du poids sec des plants par rapport aux traitements sans azote. Cette excellente performance est obtenue en préservant l'équilibre des plants entre parties aériennes et racinaires. D'autre part, les apports de cuivre et de magnésium n'ont pas eu d'effet significatif sur le poids sec, alors que le fumier a eu un effet négatif.

En ce qui concerne les rythmes de croissance des plants repiqués, les faits marquants sont les suivants :

- La croissance de mi-avril à fin mai a été très faible. Ceci est dû aux effets conjugués des gelées tardives, de la persistance de la crise de transplantation et d'une période sèche (du 14 au 28 mai) en absence d'irrigation.

- La croissance de début juin à mi-juillet a été forte, et amplifiée par chaque apport d'ammonitrate.
- Après la mi-juillet, la croissance, toujours soutenue, a été encore plus fortement sensible à l'unique apport d'azote minéral, le 18 juillet. Pourrait-on effectuer un dernier apport durant la 1ère quinzaine d'août ? Cela mériterait d'être étudié en fonction des risques de gelées précoces d'automne. Au delà, la fertilisation azotée du Douglas n'a pas d'intérêt, comme l'a montré MARTINEZ (1972).

Au niveau bibliographique, l'étude de la fertilisation des Douglas en 2ème année porte généralement sur des plants non repiqués (de type 2-0). Ainsi TOUZET et HEINRICH (1969), RADWAN et al (1971), VAN DEN DRIESSCHE (1988) proposent les itinéraires techniques qui leur ont permis d'aboutir aux meilleurs résultats expérimentaux.

Pour les plants repiqués, de type 2+1, DE CHAMPS (1976) a montré l'effet favorable des apports de magnésie et de cuivre, sur sol déficient. Il en est de même de l'apport de 30 unités d'azote (sulfates) qui conduit à un gain moyen de 10% sur la hauteur. Des apports supérieurs à 40 unités d'azote (80 et 160 unités) se sont révélés sans intérêt (LEVY, 1975).

Quant à l'apport de fumier, son effet dépressif sur la hauteur un an après repiquage a déjà été mis en évidence par LEROY et al.(1973).

## 5 - CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'amélioration de la fertilisation peut contribuer à raccourcir le cycle de production du Douglas, à Peyrat-le-Château, mais elle n'est pas suffisante. Pour arriver à produire en routine des plants de type 1+1 répondant aux normes du F.F.N., plusieurs solutions complémentaires peuvent être proposés.

La fertilisation en est une, mais elle n'est efficace qu'après repiquage. L'apport fractionné d'ammonitrate, en trois fois 36 unités, est très favorable, et la fourniture de cuivre et de magnésie est à conseiller.

Toutefois, les croissances observées à Peyrat-le-Château demeurent faibles **l'année du semis**. La pousse est variable selon le matériel génétique utilisé (LOOPSTRA et ADAMS, 1989), mais elle peut être globalement améliorée par au moins trois autres voies possibles.

- La première est la mycorhization contrôlée. Ainsi, à Peyrat-le-Château, l'inoculum INRA de la souche S 238 de *Laccaria laccata* a permis aux Douglas d'atteindre, en fin de 1ère année, une hauteur moyenne au champ supérieure de plus de 4 cm aux témoins (GENERE et AMIRALTY, 1990).

- Une seconde voie de progrès consiste à rechercher les moyens de faire des semis plus précoces (fin avril), sans perdre les bénéfices de la désinfection du sol (économies de main d'oeuvre et amélioration du rendement graine-plant). Pour ce faire, on peut désinfecter le sol à l'automne précédent le semis (CTGREF, 1978), puis le bâcher jusqu'au printemps. Les effets bénéfiques d'un semis plus précoce sur la hauteur des plants à un an a déjà été montrée par BENZIAN (1965) et par SORENSEN (1978). Ce dernier a chiffré le gain potentiel de croissance à 0,5 mm par jour gagné grâce à un semis plus précoce entre le 23 avril et le 12 mai.

- Enfin, une troisième possibilité serait d'effectuer les semis précocement sur un site beaucoup plus favorable à la croissance (Guéméné-Penfao ou Les Barres), puis de repiquer les plants à Peyrat-le-Château, en fin d'été.

Au niveau des **plants repiqués**, une fertilisation améliorée peut permettre d'accroître fortement les performances des plants. L'irrigation doit être un outil complémentaire, à utiliser plus fréquemment et plus précocement, c'est à dire dès le repiquage. On pourrait également chercher à atténuer le choc de transplantation. Dans ce cadre, deux possibilités sont à étudier :

- Un repiquage des jeunes semis à la fin du mois d'août permettrait un enracinement des plants à l'automne et un démarrage plus précoce des plants en deuxième année. Toutefois, cela suppose que les plants à repiquer soient suffisamment grands (10 cm au moins).

- Un cernage racinaire horizontal à 10 cm de profondeur à la fin du premier mois d'août, suivi d'un arrachage classique en mars ou en avril de l'année suivante pourrait également être envisagé. Ainsi, le rapport "tige/racines" des plants repiqués serait moins élevé au repiquage, ce qui est favorable à la croissance. Toutefois, cet itinéraire technique suppose l'acquisition préalable d'une cerneuse à lame fine.

## BIBLIOGRAPHIE

**BENZIAN B., 1965.**

Experiments on nutrition problems in forest nurseries.  
Bull. Forestry Commission, London, n°37, 2 vol., 251 p + 265 p.

**CTGREF Nogent/Vernisson, 1978.**

Effets de divers désinfectants de sol en pépinière de semis résineux.  
Rev. For. Fr., vol.XXX, n°4, pp. 283-289.

**DE CHAMPS J., 1976.**

Recherches sur la culture de résineux en pépinière  
Publication de l'AFOCEL, Paris, 235 p.

**GENERE B. et AMIRAULT J.M., 1991.**

L'élevage du Douglas mycorhizé au semis : influence de la pépinière et du type de plant.  
Etudes Forêt du CEMAGREF, n°6 (annales 1990), pp. 186-200.

**LOOPSTRA C.A. et ADAMS W.Th., 1989.**

Patterns of variation in first-year seedling traits within and among Douglas-fir breeding zones in southwest Oregon.  
Silvae genetica, vol.38, n°5-6, pp. 235-243.

**LEROY Ph., LEVY G. et STRULLU G., 1973.**

Action de la matière organique et des engrais minéraux en pépinière sur la croissance et les caractères foliaires du Douglas.  
Ann. Sci. forest., vol.30, n°4, pp. 393-412.

**LE TACON F. et VALDENNAIRE J.M., 1980.**

La mycorhization contrôlée en pépinière. Premiers résultats obtenus à la pépinière du Fonds Forestier National de Peyrat-le-Château sur épicéa et Douglas.  
Rev. For. Fr., vol.XXXII, n°3, pp. 281-292.

**LEVY G., 1975.**

Recherche de la fertilisation optimale d'un sol de pépinière  
Ann. Sci. forest., vol. 32, n°3, pp. 135-141.

**MARTINEZ M.O., 1972.**

Ensayo sobre la influencia de la fertilization y densidad en la produccion de plantas de *Pseudotsuga menziesii*.  
Proceedings of 7th World Forestry Congress, Buenos-Aires, vol.2, pp. 2326-2329.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET (D.E.R.F.), 1990.**

Réussir la forêt, contrôle et réception des travaux  
Brochure, Direction de l'Espace Rural et de la Forêt, Paris, 61 p.

**RADWAN M.A., CROUCH G.L. et WARD H.S., 1971.**

Nursery fertilization of Douglas-fir seedlings with different forms of nitrogen.  
USDA Forest Service Research Paper, PNW-113, Portland (USA), 8 p.

**TAM R.K. et CLARK H.E., 1943.**

Effect of chloropicrin and other disinfectants on the nitrogen nutrition on the pineapple plant.  
Soil Sci., n°75, pp. 245-261.

**TOUZET G. et HEINRICH J.C., 1969.**

Etude de la nutrition de semis résineux cultivés sur milieu artificiel.  
Compte-rendu annuel d'activité de l'AFOCEL, pp. 60-79.

**SORENSEN F.C., 1978.**

Date of sowing and nursery growth of provenances of *Pseudotsuga menziesii* given two fertilizer regimes.  
J. Applied Ecology, vol.15, n°1, pp. 273-279.

**VAN DEN DRIESSCHE R., 1980.**

Effects of nitrogen and phosphorus on Douglas-fir nursery growth and survival after outplanting.  
Can. J. For. Res., vol. 10, n°1, pp. 65-70.

**VAN DEN DRIESSCHE R., 1988.**

Nursery growth of conifer seedlings using fertilizers of different solubilities and application time.  
Can. J. For. Res., vol. 18, n°2, pp. 172-180.



**INFLUENCE DE LA STATION ET DE LA GESTION  
SYLVICOLE  
SUR LES POPULATIONS DE CHEVREUILS  
DES LANDES DE GASCOGNE**

**A. GUIBERT, C. MAIZERET\*, P. BALLON, E. MONTES\*\***

Division Espaces Naturels et Faune Sauvage  
Nogent sur Vernisson

**RESUME**

La pinède des Landes de Gascogne, qui couvre plus d'un million d'hectares, possède des paysages végétaux qui diffèrent notablement selon la profondeur de la nappe phréatique. Des relevés d'abroussement réalisés sur six secteurs de 1 000 hectares ont montré que la lande mésophile, qui est très largement dominée par la Fougère aigle, est la plus pauvre du point de vue des disponibilités alimentaires pour les chevreuils. Les landes sèches et humides ont de meilleures potentialités.

Une Analyse Discriminante Barycentrique a permis d'observer le rôle des différents types de pratiques sylvicoles dans l'évolution des potentialités alimentaires. Il apparaît que, pour les trois catégories de landes qui sont traitées en sylviculture intensive, le débroussaillage est un des facteurs les plus importants de réduction de la capacité d'accueil. L'âge des peuplements, leur hauteur et l'existence d'un sous-étage interviennent par contre de façon plus complexe, la dynamique des communautés végétales étant très différente selon les types de landes. La lande sèche a ainsi des disponibilités alimentaires qui sont très affectées par la fréquence des débroussaillages sur les jeunes peuplements alors que le sous bois de la lande humide a une capacité de récupération beaucoup plus forte.

Le mode de régénération a également une influence sur la capacité d'accueil du milieu forestier pour les chevreuils puisque les plantations ont dans l'ensemble des potentialités alimentaires significativement plus faibles que les semis.

---

\* GREGE, Les Bayles, F-33720 BUDOS

\*\* GERA, Avenue des facultés, F-33405 TALENCE CEDEX



## **INTRODUCTION**

De nombreux auteurs, tant en Europe qu'en Amérique du Nord, ont mis en évidence l'influence des stades de développement du peuplement forestier sur les disponibilités alimentaires, ainsi que l'incidence des traitements sylvicoles sur la capacité d'accueil.

Les techniques utilisées en sylviculture ont beaucoup évolué depuis quelques dizaines d'années. Ces nouvelles méthodes de gestion, qui ont été développées dans le but d'accroître la productivité forestière, sont susceptibles d'avoir une influence sur la capacité d'accueil des peuplements vis à vis des cervidés.

Une approche globale des phénomènes d'interactions grand gibier-sylviculture ne pourra résulter que de la multiplication des études locales. La forêt des Landes de Gascogne offre une opportunité intéressante pour analyser de tels phénomènes puisqu'il s'agit du plus vaste massif forestier d'Europe (plus d'un million d'hectares), qu'il est soumis à une intensification des modes de production (CHAPERON, 1986 ; MAUGE, 1987) et que les cheptels de chevreuils ont augmenté très fortement depuis une trentaine d'années.

Le but de la présente étude est d'analyser l'influence sur les chevreuils des différents types de pratiques sylvicoles actuellement en vigueur dans les Landes de Gascogne et de dégager des enseignements sur les possibilités de conciliation de la production forestière et de l'intérêt cynégétique du massif.

## **METHODES D'ETUDE**

### 1) Le milieu naturel

La forêt des Landes de Gascogne est une pinède de pin maritime (*Pinus pinaster*) dont le sous-bois est composé de végétaux appartenant aux groupements de la lande atlantique acidiphile.

La majeure partie de cette région possède, à l'état naturel, un drainage assez médiocre et **la proximité de la nappe phréatique constitue l'élément déterminant de la composition floristique** (SAINT DIDIER, 1976). On distingue ainsi :

\* la lande humide à Molinie (*Molinia coerulea*), Bruyère à balais (*Erica scoparia*), Bourdaine (*Rhamnus frangula*)..., située sur les vastes zones d'interfluves où l'écoulement de l'eau vers le réseau hydrographique est le plus difficile.

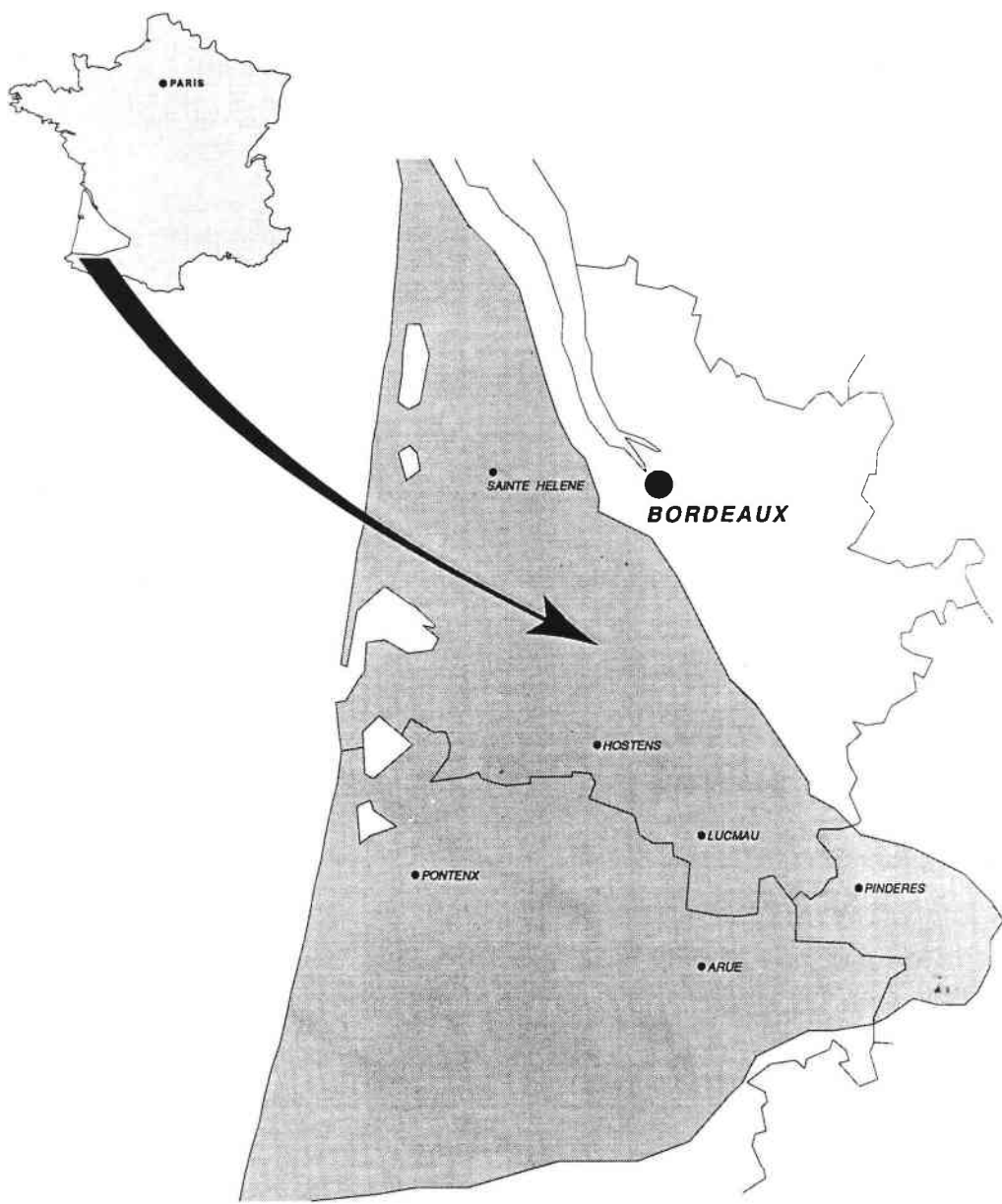
\* la lande sèche à Callune (*Calluna vulgaris*), Hélianthème (*Helianthemum alyssoides*) et Chêne tauzin (*Quercus pyrenaica*), située à proximité des vallées.

\* la lande mésophile, dominée par la Fougère aigle (*Pteris aquilina*), est située en position intermédiaire.

Le long des cours d'eau et sur les flancs des vallées, on trouve enfin des boisements de feuillus (*Quercus pedunculata* et *Quercus pyrenaica* surtout) qui se sont développés sur les secteurs où il était difficile d'implanter le pin maritime.

La ligniculture du pin maritime, qui a commencée à être généralisée il y a une vingtaine d'années, est basée sur des semis en ligne après un labour en plein ou en bande et une fertilisation à l'acide phosphorique. La végétation concurrente est régulièrement éliminée, le plus souvent par le passage d'un rouleau débroussailleur.

Depuis quelques années certains organismes professionnels forestiers s'efforcent de vulgariser la technique de la plantation pour mieux valoriser les variétés issues de travaux d'amélioration génétique et pour lesquels le coût de la graine levée est prohibitif en semis direct.



**Figure 1 : Localisation des secteurs d'étude**

## 2) Analyse de l'utilisation de la végétation par les Chevreuils

Six secteurs de mille hectares ont servi de base aux observations (figure 1). Le choix de ces différents secteurs a reposé sur les principes suivants :

Fréquentation des milieux uniquement par le chevreuil,  
représentativité dans chacun des secteurs des grands types de milieu des landes de Gascogne,  
prise en compte de différents niveaux d'intensification de la ligniculture.

Sur chacun d'entre eux il a été réalisé des relevés d'abrouissements sur 200 placettes réparties de façon systématique selon une grille à maille carrée de 225 m de côté. Ces relevés ont été effectués au mois de février en utilisant la méthode d'ALDOUS (DENIS, 1988) : sur chaque placette (d'une surface de 40 m<sup>2</sup>), l'observateur attribuait aux espèces présentes des taux de recouvrement et d'abrouissement répartis en six classes (cf. annexe). Le taux de recouvrement d'une espèce correspond à la fraction de surface cumulée de l'ensemble de ses pousses accessibles sur la placette. Le taux d'abrouissement d'une espèce correspond à la proportion de pousses consommées par rapport aux pousses disponibles

Sur chaque secteur, le coefficient de consommation des principaux végétaux (Ci) a ensuite été calculé de la façon suivante :

$$C_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_{ij} \times d_{ij}$$

où : n est le nombre total de placettes,

**a<sub>ij</sub>** le taux d'abrouissement exprimé en % de l'espèce i sur la placette j,

**d<sub>ij</sub>** le taux de recouvrement exprimé en % de l'espèce i sur la placette j.

La moyenne, pour les six territoires, des coefficients de consommation des espèces les plus consommées a permis de définir l'échelle de leur importance relative dans le régime alimentaire des Chevreuils (on formule ainsi l'hypothèse d'un régime alimentaire équivalent justifié par l'homogénéité des régimes constatés dans chacun des six secteurs) :

Ronce	26,2
Callune	13,3
Bourdain	11,9
Chêne pédonculé	7,8
Pin maritime	6,8
Ajoncs	6,4
Chêne tauzin	4,0
Autres bruyères	2,3
Toutes les autres espèces	0,0

La ronce, présente dans tous les milieux et bien que peu abondante apparaît donc comme l'espèce prépondérante du régime alimentaire hivernal du chevreuil des landes de Gascogne.

Ces valeurs ont été utilisées comme des coefficients de pondération afin de calculer la potentialité alimentaire de chaque placette (égale à la moyenne du recouvrement des espèces pondérée par leur importance dans le régime alimentaire). Par cette pondération, la contribution d'une espèce à la richesse de l'offre alimentaire, est proportionnelle à son intérêt pour le chevreuil.

$$P_j = 10 \times \frac{\sum_{i=1}^e d_{ij} \times C_i}{\sum_{i=1}^e C_i}$$

où : e est le nombre total d'espèces rencontrées.

### 3) Analyse des pratiques sylvicoles

En même temps qu'il réalisait les relevés d'abroustissement, l'observateur notait les caractéristiques sylvicoles de chaque placette. Les variables suivantes ont été relevées :

- Le type de milieu (lande humide, lande sèche, lande mésophile ou boisements feuillus)
- l'âge du peuplement
- la hauteur moyenne du peuplement
- l'importance du sous étage : présence, absence et abondance des arbustes dans le sous-bois
- la nature des entretiens réalisés dans le sous bois : passage récent ou non d'un rouleau débroussailleur, d'un gyrobroyeur ; réalisation d'un entretien manuel récent etc...
- l'intensité des entretiens : débroussaillage en plein ou en bandes.

L'ensemble des modalités utilisées pour la caractérisation de ces variables sont représentées en annexe.

### 4) Traitement des données

#### \* Comparaison des potentialités alimentaires des différents types de milieux

Afin de faire apparaître les potentialités alimentaires de chaque type de milieu, le tableau des potentialités a été soumis à une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). On a utilisé, en variables actives, les classes de potentialités des placettes ainsi que les types de milieux rencontrés, et en variables supplémentaires les classes de recouvrement des quatre espèces les plus consommées (Ronce, Callune, Bourdaine et Chêne pédonculé).

#### \* Influence des pratiques sylvicoles sur les potentialités

Les données relatives à la potentialité alimentaire des placettes et aux types de pratiques sylvicoles ont été traitées en Analyse Discriminante Barycentrique (BENZECRI, 1977). Cette méthode consiste en une application particulière de l'analyse factorielle des correspondance.

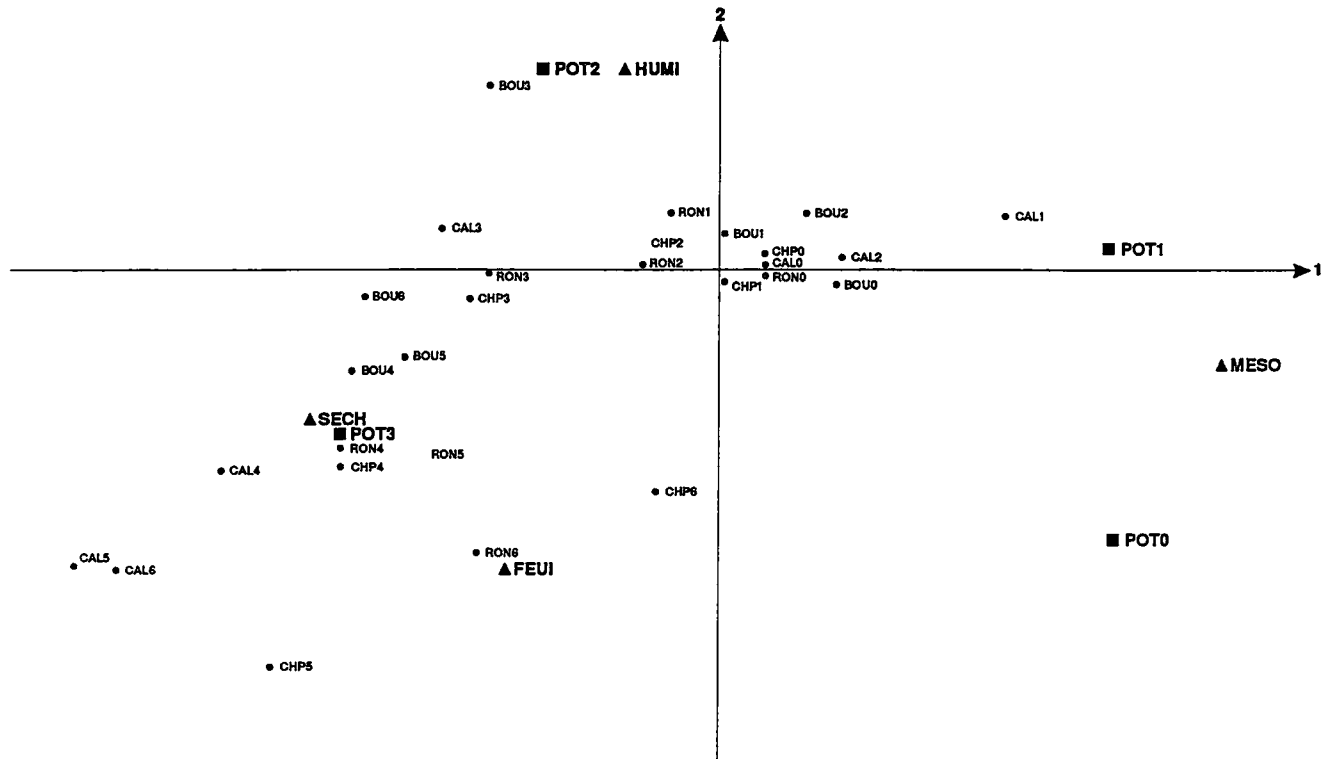


Figure 2 : Plan 1-2 de l'AFC entre les disponibilités alimentaires et les types de milieu

Elle permet de faire apparaître les variables qui ont une influence prépondérante dans la distinction entre les placettes à potentialité moyenne, et celles à faible potentialité. Elle autorise en effet l'emploi de variables qualitatives présentées sous forme de tableaux disjonctifs complets. Les variables qui sont considérées comme discriminantes sont celles dont les modalités ont une contribution absolue supérieure à la moyenne.

#### \* Influence du mode de régénération

Afin de rechercher s'il existe une différence dans la quantité de nourriture consommable entre les parcelles de plantations et de semis, il a été effectué un test de KRUSKAL et WALLIS sur les potentialités alimentaire des placettes correspondantes (données non normales).

## **RESULTATS**

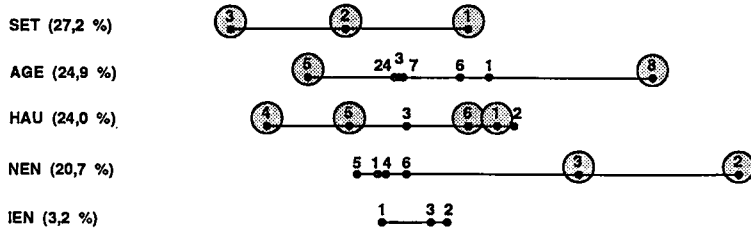
### 1) Potentialités alimentaires des différents types de milieux

L'AFC réalisée sur les classes de potentialités des placettes et les types de milieux permet de hiérarchiser ces derniers en fonction de leur intérêt alimentaire pour les Chevreuils (figure 2).

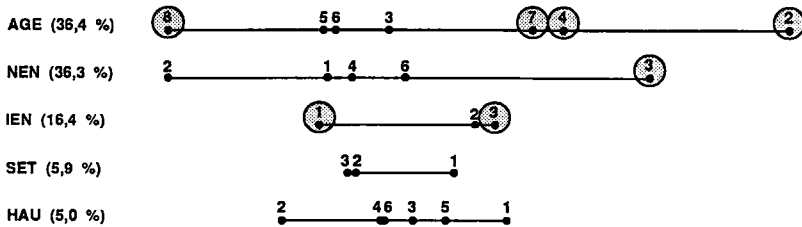
L'axe 1 oppose les zones où le recouvrement des principales espèces est faible (modalités 0, 1 ou 2) à des zones où le recouvrement est plus important (modalités 3, 4, 5 ou 6). Il apparaît comme un gradient des disponibilités alimentaires auxquelles sont liées, du côté positif, les potentialités nulles à très faibles (POT0 et POT1) et du côté négatif les potentialités faibles à moyennes (POT2 et POT3). La lande mésophile est très nettement opposée, du côté des potentialités faibles, aux trois autres types de milieux. A l'inverse, les zones feuillues apparaissent plutôt comme des secteurs riches puisqu'ils sont associés aux forts recouvrements de Ronce, de Chêne et de Callune (modalités 5 ou 6).



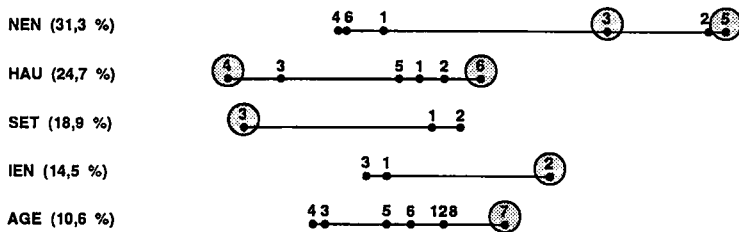
Potentialité moyenne **LANDE HUMIDE** (pourcentage de reclassement correct : 61,2 %) Faible potentialité



Potentialité moyenne **LANDE SÈCHE** (pourcentage de reclassement correct : 67,5 %) Faible potentialité



Potentialité moyenne **LANDE MÉSOPHILE** (pourcentage de reclassement correct : 60,1 %) Faible potentialité



Les pourcentages indiqués après chaque variable indiquent la contribution de celle-ci à la discrimination des placettes

Les modalités entourées indiquent celles dont la contribution absolue est supérieure à la moyenne.

Par défaut les modalités non entourées n'ont pas d'effet dans la discrimination

**Figure 3 : Analyse discriminante barycentrique par type de lande**

## 2) Influence des pratiques sylvicoles sur les potentialités alimentaires des différents types de milieu

Les trois types de landes ayant des potentialités alimentaires différentes, l'Analyse Discriminante Barycentrique (ADB) a été appliquée sur chacune d'elle séparément afin de mettre en évidence les pratiques sylvicoles qui ont une influence sur la quantité de nourriture accessible aux Chevreuils (figure 3). Les milieux feuillus, qui correspondent aux parcelles où aucun traitement sylvicole n'est appliqué, n'ont pas été pris en considération dans ce type de traitement des données.

La discrimination a été réalisée entre les placettes à potentialités nulles à très faibles (modalités 0 et 1) et les placettes à potentialités faibles à moyennes (modalités 2 et 3) puisque les fortes potentialités ne se rencontrent que dans les milieux feuillus.

### \* La lande humide

Pour les 485 placettes de landes humides on obtient une discrimination assez moyenne (61,2 % de placettes bien reclassées).

Quatre facteurs contribuent presque à égalité à la quasi totalité de l'inertie du nuage :

- . la présence de sous étage (SET) est liée à des potentialités fortes tandis que son absence est le signe d'un milieu pauvre.

- . les variables liées à l'état du peuplement (âge et hauteur) jouent également un rôle important: les peuplements de 10 à 20 ans (AGE 5) sont les plus favorables alors que les coupes rases ont des disponibilités alimentaires très faibles (AGE 8). Les classes 2, 3, et 4, qui correspondent aux jeunes semis, sont par contre situées du côté des potentialités moyennes.

- . le passage récent du rouleau débroussailleur ainsi que les débroussaillages manuels sont le signe de disponibilités alimentaires faibles (NEN 2 et 3).

### \* La lande sèche

Les 154 placettes de landes sèches ont donné un pourcentage de reclassement correct de 67,5 %.

. la nature des entretiens joue ici un rôle déterminant (36,3 % de contribution) : les faibles potentialités alimentaires sont souvent dues au passage récent du rouleau débroussailleur (NEN 3)

l'âge du peuplement a également une influence importante, mais selon des modalités différentes de celles de la lande humide : la coupe rase possède ici de fortes potentialités alors que les semis de un à deux ans n'offrent que peu de nourriture.

### \* La lande mésophile

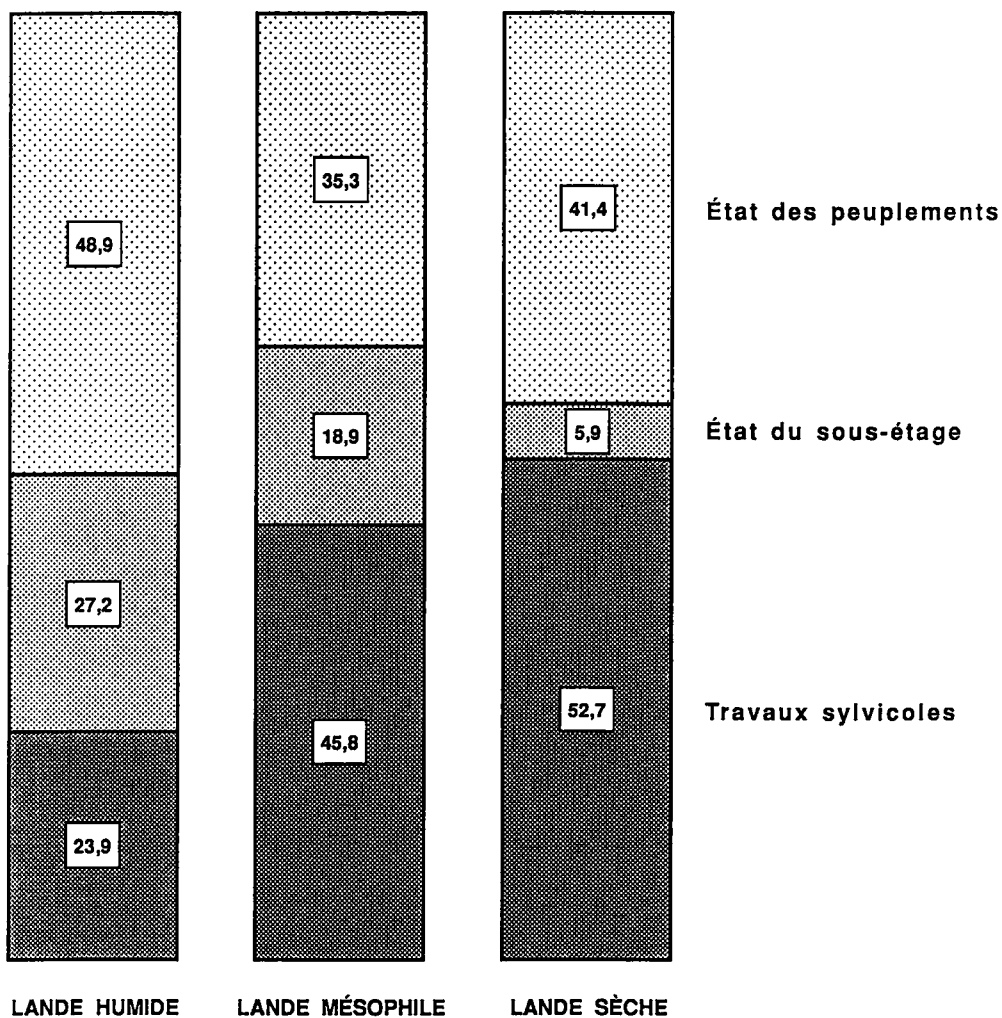
Au total 60,1 % des 383 placettes de lande mésophile ont été correctement reclassées.

les débroussailllements récents ont ici aussi une influence primordiale sur la quantité de nourriture accessible aux chevreuils, qu'il s'agisse du rouleau débroussailleur (NEN 3), du gyrobroyeur (NEN 5) ou de l'entretien manuel (NEN 2). L'effet du rouleau débroussailleur n'est cependant pas durable puisque les placettes où il a été passé depuis plus de deux ans (NEN6) montrent une tendance à l'amélioration des potentialités. C'est surtout l'entretien en plein qui est défavorable (IEN 2) alors que l'entretien en bandes (IEN 3) semble permettre la croissance de végétaux appétents.

. les peuplements arrivés à maturité (HAU 6, AGE 7) sont défavorables aux chevreuils.

. comme pour la lande humide la présence d'un sous étage abondant (SET 3) est le signe de bonnes potentialités alimentaires.

La contribution des différents facteurs de l'ADB permet d'établir l'importance globale de chaque catégorie de paramètres sylvicoles (figure 4).



**Figure 4 : Facteurs explicatifs des disponibilités alimentaires dans les différents types de milieux (en % des contributions pour chaque milieu)**

On peut ainsi constater que c'est en lande sèche que les disponibilités alimentaires pour les chevreuils sont les plus influencées par les travaux d'entretien du sous bois.

### **3) Evolution dans le temps des potentialités alimentaires selon les types de landes**

L'évaluation de la capacité alimentaire des parcelles où ont été effectués des relevés permet de tracer, pour chaque type de lande, l'évolution des potentialités des boisements en fonction de leur âge (figure 5).

On peut ainsi constater que la lande mésophile, qui constitue le milieu le plus pauvre, voit sa valeur alimentaire décroître constamment depuis l'âge d'environ 5 ans jusqu'à l'exploitation.

En lande humide, les potentialités des semis qui viennent d'être réalisés ne sont pas nulles comme pour les autres types de milieux. Elles progressent ensuite jusque vers l'âge de 20 ans, tout en étant légèrement freinées par la fréquence des entretiens sur les jeunes peuplements. On constate ensuite un "creux" important dans la classe de 20 à 40 ans qui correspond à la période précédant l'installation du sous étage feuillu.

### **4) Influence du mode de régénération**

Le test de KRUSKAL et WALLIS (données non normales) a montré que, pour les parcelles de moins de deux ans, les plantations sont significativement moins favorables au seuil de 5 % que les semis (tableau A). Pour les peuplements de moins de cinq ans, cette différence est significative au seuil de 1 %.

L'incertitude dans l'estimation de l'âge des peuplements plus âgés n'a pas permis de tester l'effet plantation au delà de cinq ans.

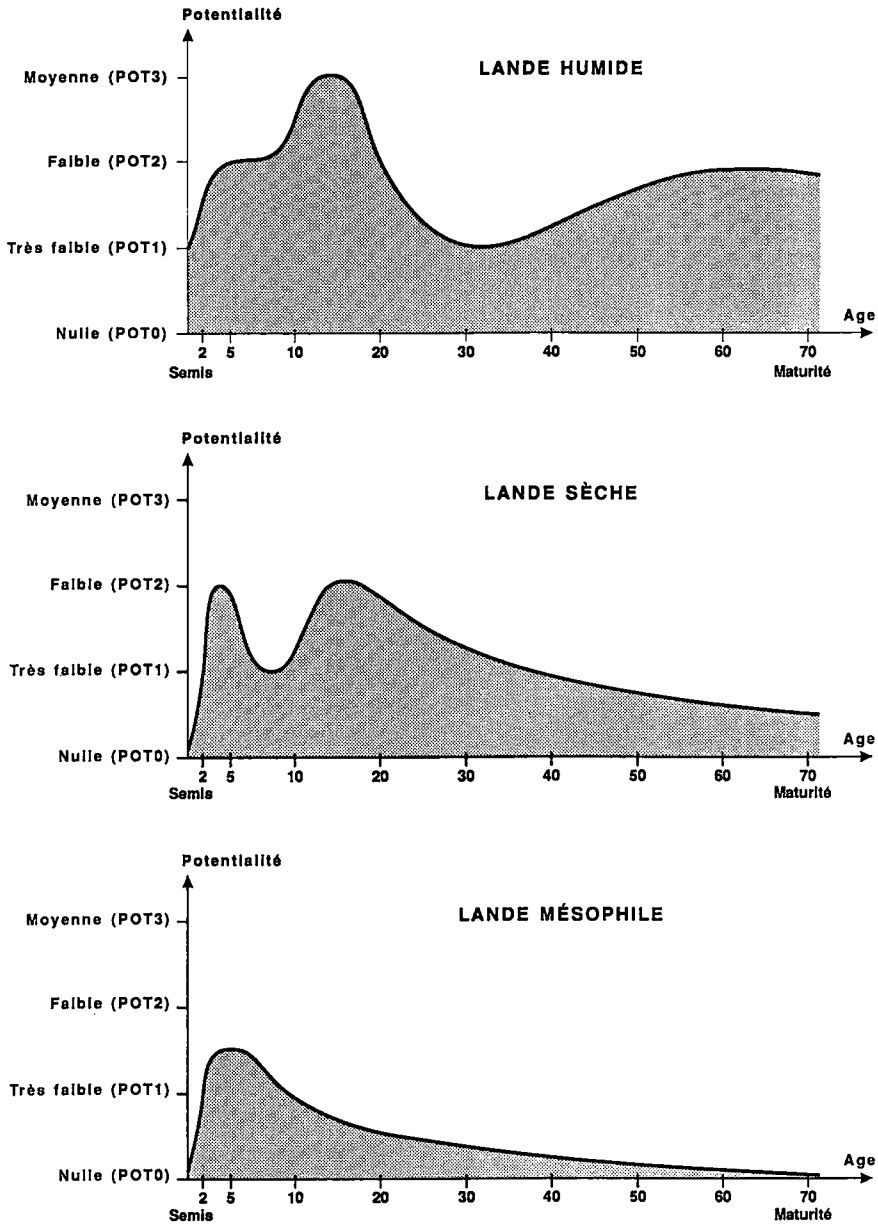


Figure 5 : Evolution des potentialités alimentaires en fonction de l'âge des peuplements

**TABLEAU A : Résultats du Test de KRUSKAL et WALLIS portant sur la comparaison des potentialités des semis et des plantations**

**Sur les peuplements de moins de deux ans**

Classe de Potentialité	Nombre de placettes en plantation	Nombre de placettes en semis en ligne	
POT 0	3	1	
POT 1	5	25	Valeur du test = 5,639
POT 2	3	26	La différence est significative au seuil de 5 %
POT 3	0	6	
	11	58	

**Sur les peuplements de moins de cinq ans**

Classe de Potentialité	Nombre de placettes en plantation	Nombre de placettes en semis en ligne	
POT 0	5	1	
POT 1	11	53	Valeur du test = 9,639
POT 2	5	60	La différence est significative au seuil de 1 %
POT 3	22	22	
	23	136	

## **DISCUSSION**

### 1) Potentialités des différents types de milieux

La forêt des Landes de Gascogne, qui est en apparence homogène, possède en fait des groupements végétaux bien distincts qui offrent aux chevreuils des disponibilités alimentaires très différentes. Les boisements feuillus, qui correspondent aux zones qui n'ont pas encore été atteintes par la sylviculture moderne du pin maritime qui représentent environ 7.5 % de la surface du massif (MAIZERET, 1983) sont les plus riches. Parmi les boisements qui sont soumis à l'intensification de la production, les landes mésophiles (environ 28 % du massif) sont les plus pauvres. Ces faibles potentialités ne résultent pas de pratiques sylvicoles particulières à ce type de milieu mais simplement du fait qu'il est naturellement dominé par la Fougère aigle. Le débroussaillage forestier a cependant pour effet d'éliminer la concurrence feuillue et de favoriser la Fougère dont les rhizomes résistent au passage des engins. Le sous bois de la lande mésophile, lorsqu'il est régulièrement entretenu, se présente ainsi comme un tapis continu de Fougère aigle et les espèces normalement consommées par les chevreuils sont pratiquement absentes. Les landes humide (environ 30 % du massif) et sèche (environ 24 % du massif) ont des potentialités globalement moyennes, mais très dépendantes des entretiens du sous-bois.

### 2) Influence des techniques d'entretien et de l'état des peuplements sur les potentialités alimentaires

L'Analyse Discriminante Barycentrique ne parvient à reclasser, selon les milieux, qu'environ 60 % à 70 % des placettes. Cela signifie donc que les paramètres qui ont été pris en considération ne sont pas les seuls à influencer les potentialités alimentaires. La fréquence des éclaircies, qui n'a pas pu être appréciée pour des raisons techniques joue certainement un rôle non négligeable puisque la croissance des végétaux du sous bois est généralement largement dépendante de l'éclaircissement BECKER (1979). BECK (1983), et CROUCH (1986) ont ainsi constaté aux Etats Unis dans des milieux très différents, une amélioration de la nourriture disponible qui est perceptible pendant deux à dix ans après les éclaircies.



Les méthodes modernes de sylviculture ont de toutes façons une influence très différente selon les milieux considérés. La dynamique des communautés végétales est en effet très variable selon les types de landes et chacun des groupements végétaux réagit de façon particulière à l'intervention des sylviculteurs.

\* Dans tous les cas, l'entretien du sous bois a une influence déterminante sur la quantité de nourriture accessible aux chevreuils. La méthode qui est la plus utilisée est le passage du rouleau débroussailleur. Les autres méthodes (gyrobroyage et entretien manuel) ont un impact très fort sur la végétation mais elles ne sont que très exceptionnellement mises en oeuvre.

Le débroussaillage n'a cependant la plupart du temps qu'un effet relativement fugace sur la végétation puisque la réduction des potentialités n'est sensible que pendant deux ans en lande humide et mésophile. Le "rouleau landais" a pour effet de broyer ou de sectionner les arbustes feuillus qui ne tardent pas à produire des rejets. En lande sèche par contre, la végétation est dominée par la Callune, qui supporte relativement mal un écrasement répété. Lorsque les débroussaillages sont fréquents (pendant les premières années des peuplements en particulier) le tapis de Callune peut régresser pour laisser la place à des formations bryolichéniques sans intérêt alimentaire pour le chevreuil. La lande sèche apparaît donc comme le type de milieu le plus sensible à l'impact des débroussaillages.

\* la présence d'un sous étage feuillu est en partie le reflet de la fréquence des débroussaillages : il ne se développe généralement que lorsque les peuplements ont atteint un certain âge et que l'entretien du sous bois n'a plus été effectué pendant plusieurs années.

La dynamique des arbustes du sous bois est différente selon les types de landes. En lande sèche c'est surtout le Chêne tauzin qui se développe à l'état naturel. C'est une espèce à croissance lente et elle est généralement éliminée par les débroussaillages.

La faible contribution du sous étage dans l'ADB portant sur les landes sèches est donc essentiellement due au fait que les arbustes feuillus sont rares dans ce type de milieu.

En lande humide, le Chêne pédonculé et la Bourdaine constituent des concurrents non négligeables pour le Pin maritime et ils se développent de manière importante dès que les débroussailllements ont tendance à s'espacer. Leur présence est alors le signe d'une augmentation des disponibilités alimentaires pour les chevreuils.

En lande mésophile ces espèces jouent également un rôle non négligeable car leur présence limite l'extension de la Fougère (espèce de lumière ou de demi ombre) et permet ainsi l'apparition de végétaux plus appétents.

\* L'âge des peuplements intervient également de façon différente selon les types de landes. Dans les landes humides et mésophiles, la coupe rase est généralement précédée par un débroussailllement afin de faciliter l'accès des bûcherons. Après leur passage, les chevreuils n'ont pratiquement plus rien à consommer. En lande sèche, par contre, le sous bois qui est constitué d'un tapis de Callune plus ou moins dense est facile d'accès et ne nécessite pas de débroussailllement. Après le passage des engins de débardage, la Callune est écrasée par endroits mais elle offre encore des potentialités non négligeables pour les chevreuils.

Les disponibilités alimentaires des jeunes semis varient selon leur âge (en fonction essentiellement de la fréquence des débroussailllements) mais ici aussi c'est souvent le type de lande qui constitue l'élément déterminant puisque les parcelles de landes humides se "salissent" plus vite que celles de landes sèches.

L'analyse relative aux types de régénérations forestières actuellement en vigueur dans les Landes de Gascogne montre d'autre part que les plantations sont globalement plus "pauvres" que les semis. Ce résultat s'explique par le fait que les plantations font l'objet d'une préparation du sol et d'un entretien lors des premières années qui sont plus poussés que pour les semis. Les sylviculteurs cherchent en effet à s'affranchir le plus possible de la végétation spontanée et la réalisation des plantations est souvent précédée d'un labour en plein au lieu d'un labour en bandes.

Les méthodes modernes de sylvicultures ont de toutes façons une influence très différente selon le milieu considéré. Certains auteurs soulignent en effet les conséquences bénéfiques de ces techniques pour les cervidés (CROUCH, 1986 ; NEWTON et al., 1989) alors que d'autres mettent au contraire en évidence une réduction des disponibilités alimentaires (REIMOSER, 1986 ; FULLBRIGHT et BEASON, 1987 ; WALLMO et SCHOEN, 1980).

### 3) Enseignements utilisables pour renforcer les potentialités des Landes de Gascogne pour les chevreuils

A la lumière des résultats qui ont été exposés précédemment, deux orientations de gestion des milieux peuvent être envisagées :

\* Les propriétaires forestiers qui souhaitent concilier la production du Pin maritime et la capacité d'accueil de leurs territoires pour les chevreuils, devront s'efforcer de limiter dans toute la mesure du possible les débroussailllements (tout en respectant les contraintes liées à la croissance juvénile des peuplements et aux risques d'incendies). Cette recommandation est surtout valable pour les secteurs de landes sèche et mésophile qui apparaissent comme particulièrement sensibles aux travaux forestiers.

\* Sur les territoires de chasse où les objectifs de gestion sylvicole prévoient des traitements intensifs du sous-bois, la seule solution envisageable consiste à compenser l'impact des débroussailllements par l'implantation de cultures à gibier qui fourniront aux chevreuils le complément alimentaire qui est indispensable à leur bon développement. De tels aménagements apparaissent d'autant plus nécessaires au niveau de l'ensemble du massif que les parcelles feuillues, qui constituent les seuls milieux présentant réellement de bonnes potentialités alimentaires, continuent à régresser devant l'avancée de la ligniculture du Pin maritime.

## BIBLIOGRAPHIE

**BECK D. (1983)**

Thinning increases forage production in southern appalachian cove hardwoods.  
Southern journal of applied forestry, Vol 7, 1, p 53.56.

**BECKER M. (1979)**

Influence du traitement sylvicole sur la flore forestière : cas de la futaie et du taillis et du sous futaie.  
Vegetatio Vol. 40, 3, p 155.161.

**BENZECRI J.P. (1977)**

Analyse discriminante et analyse factorielle.  
Les cahiers de l'analyse des données, 2, p 369. 406.

**CHAPERON H. (1986)**

La culture du pin maritime en Aquitaine.  
Afocel (Association forêt cellulose), 231p.

**CROUCH G. (1986)**

Effects of thinning pole - sized logdepole pine on understory vegetation and large herbivore activity in Central Colorado  
USDA F. R. pap. RM 268 10 p.

**DENIS M. (1988)**

Alimentation hivernale du chevreuil (*Capreolus capreolus*) : potentialités alimentaires des peuplements forestiers.  
Etude CEMAGREF, Nogent/Vernisson 24 p.

**FULLBRIGHT T. BEASOM S. (1987)**

Long term effects of mechanical treatments on white tailed deer browse.  
Wildlife society bulletin. Vol. 15, 4, p. 560 - 564.

**MAIZERET C. (1983)**

Comportement alimentaire du chevreuil des landes de gascogne.  
Université de Bordeaux III,  
thèse de doctorat d'état de 3ème cycle, 151 p.

**MAUGE J.B. (1987)**

Le pin maritime. centre de productivité forestière d'Aquitaine.  
Institut pour le développement forestier 191 p

**NEWTON M., COLE E., LAUTENSCHLAGER R. ET WHITE D. (1989)**

Browse availability after conifer release in Maine's spruce fire forests.  
J. Wildl. manage., 53, 3, p. 643 - 649.

**REIMOSER F. (1986)**

Wechselwirkungen zwischen Waldstruktur Rehwildverteilung und Rehwild  
bejagbarkeit in Abhängigkeit von der Waldbaulichen Betriebsform. Wien  
Verband der Österreichs wissenschaftlichen gesellschaften, 1986, 319 p.,  
fig., tabl., bibliogr. (dissertationen der universität für Bodenkultur in Wien, 28)

**SAINT-DIDIER J. (1976)**

Nature et évolution de la végétation de la grande lande à Pissos.  
Mémoire de l'ENITA de Dijon, 114 p.

**WALLMO O. ET SCHOEN J. (1980)**

Response of deer to secondary forest succession in southeast Alaska.  
Forest sci., 1980, 26, 3, p 448 - 462.

## ANNEXE

### MODALITES DES DIFFERENTES VARIABLES UTILISEES DANS L'ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES ET LES ANALYSES DISCRIMINANTES BARYCENTRIQUES

#### \* POTENTIALITE ALIMENTAIRE (POT)

POT 0	Potentialité nulle	POT=0
POT 1	Potentialité très faible	POT=1
POT 2	Potentialité faible	POT=2
POT 3	Potentialité moyenne	POT=3

#### \* TYPE DE MILIEU

HUMI	Lande de type humide
SECH	Lande de type sèche
MESO	Lande de type mésophile
FEUI	Zones feuillues

#### \* RECOUVREMENT DE LA RONCE

RON 0	Absence de Ronce	
RON 1	Recouvrement de classe 1	R < 1 %
RON 2	Recouvrement de classe 2	1 < R < 5 %
RON 3	Recouvrement de classe 3	5 < R < 20 %
RON 4	Recouvrement de classe 4	20 < R < 50 %
RON 5	Recouvrement de classe 5	50 < R < 75 %
RON 6	Recouvrement de classe 6	R > 75 %

#### \* RECOUVREMENT DE LA CALLUNE

CAL 0	Absence de Callune	
CAL 1	Recouvrement de classe 1	R < 1 %
CAL 2	Recouvrement de classe 2	1 < R < 5 %
CAL 3	Recouvrement de classe 3	5 < R < 20 %
CAL 4	Recouvrement de classe 4	20 < R < 50 %
CAL 5	Recouvrement de classe 5	50 < R < 75 %
CAL 6	Recouvrement de classe 6	R > 75 %

**\* RECOUVREMENT DE LA BOURDAINE**

BOU 0	Absence de Bourdaïne	
BOU 1	Recouvrement de classe 1	R < 1 %
BOU 2	Recouvrement de classe 2	1 < R < 5 %
BOU 3	Recouvrement de classe 3	5 < R < 20 %
BOU 4	Recouvrement de classe 4	20 < R < 50 %
BOU 5	Recouvrement de classe 5	50 < R < 75 %
BOU 6	Recouvrement de classe 6	R > 75 %

**\* RECOUVREMENT DU CHENE PEDONCULE**

CHP 0	Absence de Chêne pédonculé	
CHP 1	Recouvrement de classe 1	R < 1 %
CHP 2	Recouvrement de classe 2	1 < R < 5 %
CHP 3	Recouvrement de classe 3	5 < R < 20 %
CHP 4	Recouvrement de classe 4	20 < R < 50 %
CHP 5	Recouvrement de classe 5	50 < R < 75 %
CHP 6	Recouvrement de classe 6	R > 75 %

**\* AGE DU PEUPEMENT DE PIN MARITIME (AGE)**

AGE 1	Terre labourée non semée
AGE 2	Moins de 2 ans
AGE 3	De 3 à 5 ans
AGE 4	De 5 à 10 ans
AGE 5	De 10 à 20 ans
AGE 6	De 20 à 40 ans
AGE 7	Plus de 40 ans
AGE 8	Exploitation définitive récente

**\* HAUTEUR DU PEUPEMENT DE PIN MARITIME (HAU)**

HAU 1	Moins de 1 m
HAU 2	De 1 à 2 m
HAU 3	De 2 à 5 m
HAU 4	De 5 à 10 m
HAU 5	De 10 à 20 m
HAU 6	Plus de 20 m

**\* IMPORTANCE RELATIVE DU SOUS-ÉTAGE (SET)**

SET 1	Sous-étage absent
SET 2	Sous-étage présent
SET 3	Sous-étage abondant

**\* NATURE DES ENTRETIENS (NEN)**

NEN 1	Pas d'entretien visible
NEN 2	Débroussaillage visible
NEN 3	Passage récent de la landaise
NEN 4	Entretien mécanique de moins de 2 ans
NEN 5	Passage récent du gyrobroyeur
NEN 6	Entretien mécanique de plus de 2 ans et moins de 5 ans

**\* INTENSITE DES ENTRETIENS (IEN)**

IEN 1	Pas d'entretien visible
IEN 2	Entretien en plein
IEN 3	Entretien en bande (présence de zones non travaillées)





**LES UNITES MORPHOPÉDOLOGIQUES DE LA MARCHE  
ET DE SES BORDURES SEPTENTRIONALES  
(ÉTUDE GÉOMORPHOLOGIQUE ET RÉPARTITION DES  
SOLS)**

**MELOUX J.L.**

Université Blaise Pascal, Institut de géographie  
Clermont-Ferrand

**RESUME**

Une étude morphopédologique a été réalisée en Marche et en Boischaut (7 500 km<sup>2</sup>), dans le cadre d'une typologie de stations forestières.

En retraçant l'évolution géomorphologique de ces régions, on aboutit à un découpage en 7 grandes unités morphopédologiques, à l'intérieur desquelles on étudie les relations roches/matériaux/sols, en fonction d'un type de relief.

La démarche est illustrée par la présentation de l'unité morphopédologique : plateaux d'épandages sur socle, de son découpage en modelés, ainsi que d'une station représentative en Basse Marche.

Cette unité est caractérisée par des formations superficielles argilo-sableuses, localisés sur les interfluves, qui présentent des variations sur le plan spatial. Les sols qui en dérivent sont généralement hydromorphes et posent des problèmes de mise en valeur.

## **INTRODUCTION**

Suite à la déprise agricole en Basse Marche (piémont nord du Massif Central), les demandes de reboisement pour mettre en valeur les terres libérées par l'agriculture ou l'élevage ont augmenté de façon sensible.

Or, dans cette région au taux de boisement de 10 %, il existe très peu de références forestières.












Ainsi, à la demande de la DDAF de Haute Vienne notamment, nous avons étudié les milieux naturels de cette région, afin de proposer aux forestiers un outil d'évaluation des potentialités forestières. Ce travail nous a également permis de tester, sur une région plus complexe, la méthode fondée sur l'étude du triptyque roche/matériau/sol et des paysages : A. Franc et B. Valadas (1990) ; A. Franc (1989), initiée au CEMAGREF de Riom. Notre travail débouche sur une estimation du bilan hydrique et trophique du sol, et sera poursuivi par les liens avec les techniques d'implantation des arbres.

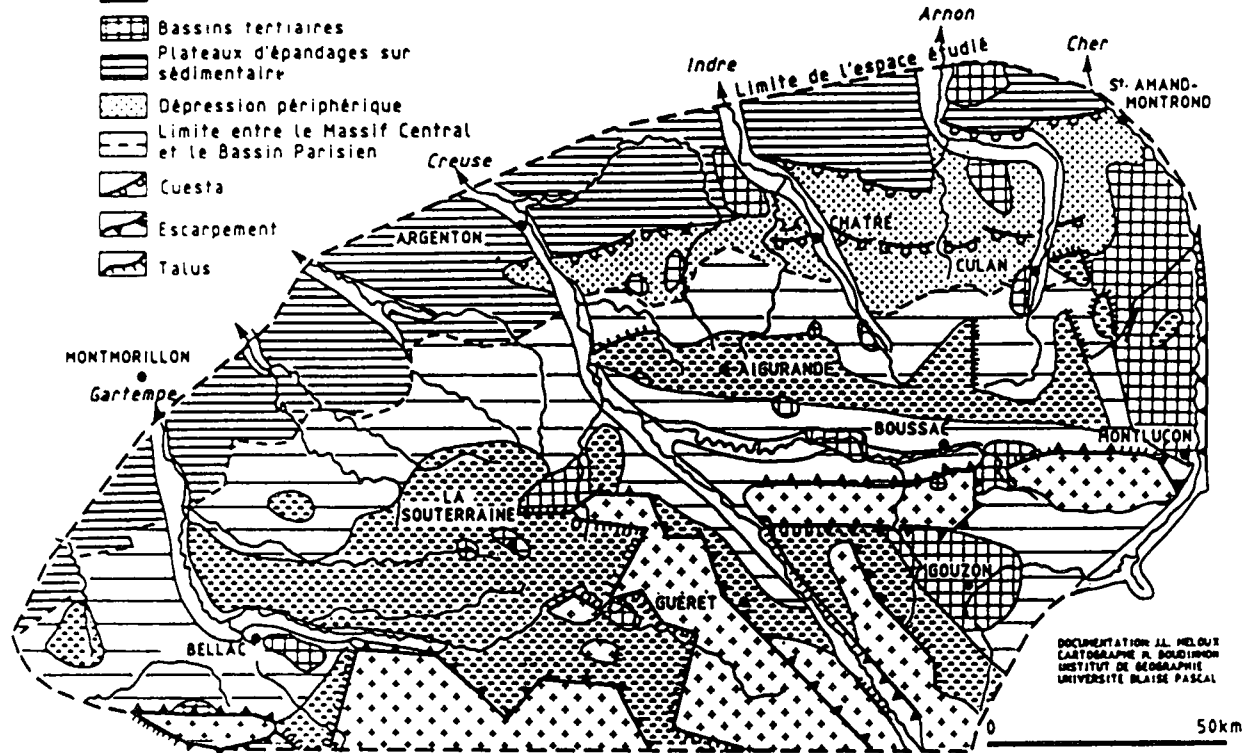
## **LE CADRE GEOGRAPHIQUE**

La Basse Marche, définie selon le découpage de l'Inventaire Forestier National, est une région de bas plateaux, inclinés vers le nord, qui assurent un contact topographique ménagé entre le Massif Central et le Bassin Parisien. Sur cet espace monotone, coupé de vallées modérément encaissées, les paysages sont difficiles à examiner. L'organisation du relief et les terroirs résultent d'une longue évolution géomorphologique qui permet de comprendre la logique spatiale d'ensemble.

Les "sommets" des plateaux sont généralement recouverts d'altérites anciennes et de formations d'épandage argilo-sableuses, mises en place au cours de plusieurs épisodes du Tertiaire. Elles ont subi de longues transformations physico-chimiques et, de ce fait, des sols hydromorphes les accompagnent. Sur les versants et les pentes des vallées, les sols sont plus sains et ne posent pas de problème de mise en valeur. L'exemple des plateaux d'épandages sur socle de la Basse Marche sera retenu pour la démonstration.

## TYPES D'UNITES MORPHOPÉDÉLOGIQUES DE LA MARCHÉ ET DE SES BORDURES SEPTENTRIONALES

-  Grandes vallées
-  Plateaux d'épandages sur socle
-  Plateaux vallonnés
-  Alvéoles
-  Bassins tertiaires
-  Plateaux d'épandages sur sédimentaire
-  Dépression périphérique
-  Limite entre le Massif Central et le Bassin Parisien
-  Cuesta
-  Escarpement
-  Talus



## LA METHODOLOGIE

Dans la démarche morphopédologique, il s'agit de connaître la mise en place des roches et des matériaux au cours des temps géologiques, pour comprendre la nature et la logique de distribution des différents sols rencontrés. Cela permet d'évaluer les potentialités forestières des milieux ouverts, à partir de critères objectifs de terrain, basés sur une observation à des échelles différentes.

La simple lecture d'une carte pédologique ou géologique ne permet pas toujours de faire le lien entre le substratum et les sols, car des matériaux allochtones s'interposent souvent entre les deux. Il s'agit alors de comprendre l'origine pour définir ces formations superficielles qui jouent un rôle très important dans les potentialités de la station. Les résultats présentés ici sont issues de l'étude des différentes formes de reliefs, des formations superficielles et des sols qui leur sont liés, ainsi que leur répartition spatiale (J.-L. Méloux 1991).

La synthèse des données de terrain aboutit à l'individualisation de 7 grands types d'unités morphopédologiques, cartographiées sur l'ensemble de la région d'étude (voir la carte) :

















- Plateaux d'épandages sur socle, comme en Basse Marche
- Plateaux vallonnés, aux environs de La Souterraine
- Alvéoles, des massifs de la Marche
- Bassins tertiaires, comme celui de Gouzon
- Plateaux d'épandages sur sédimentaire, de la Brenne et des Brandes
- Dépressions périphériques, dans le Trias et le Lias du Boischaut
- Grandes vallées, de type Creuse.

Ces 7 unités morphopédologiques sont découpées en principaux modelés (formes du relief) : interfluves, versants, vallées ou vallons (tableau n° 1).

Ces modelés présentent des variantes spatiales : les stations, où les sols ont la même genèse (tableau n° 2).

Des stations au sein de chaque unité morphopédologique. On y voit que des stations semblables peuvent se retrouver sur des unités différentes, mais elles se situent parfois sur des modelés différents.



























LÉGENDE GÉNÉRALE  
DES SYMBOLES UTILISÉS DANS LES FIGURES

	Couche organique peu décomposée (A <sub>0</sub> )
	Horizon humifère particulaire peu actif
	Horizon humifère grumeleux actif
	Carbonate de chaux
	Argile 2/1 (illite, vermiculite, montmorillonite avec oxyde de fer absorbé)
	Argile 1/1 (kaolinite)
	Horizon cendré ou blanchi
	Accumulation de fer ferrique hydraté (ocre vif ou rouille)
	Accumulation de fer ferrique deshydraté (rouge)
	Précipitation localisée de fer ferrique
	Concrétions ferro-manganiques
	Gley: fer ferreux dominant (gris verdâtre)
	Alumine libre
	Roche mère en cours d'altération (métamorphique)
	Alluvions siliceuses non altérées
	Roche mère calcaire non altérée

N.B. - L'abondance des différents éléments est indiquée par l'espace plus ou moins grand des lignes ou la densité des symboles utilisés

BLOCS-DIAGRAMME DES PAYSAGES



	GRANITES A DEUX MICAS (leucogranite)
	GRANITES A BIOTITE
	FILON DE QUARTZ
	RIHYOLITES
	ANATEXITES
	DIORITES ORIENTEES
	MIGMATITES
	AMPHIBOLITES
	LEPTYNITES
	GNEISS
	MICASCHISTES
	ALTERNANCE DE MICASCHISTES ET DE GNEISS
	HOUILLER : schistes charbonneux et conglomérats
	MYLONITES, FAILLES
	TRIAS : argiles grès sablons
	LIAS : calcaires dolomitiques, argiles, marnes
	BAJOCIEN : calcaires décalcifiés et silicifiés
	ARGILES A CHAILLES
	PALEOSOLS RUBEFIES
	SIDEROLITHIQUE : Eocène
	ARGILES ET SABLES : Eocène et Oligocène
	SABLES ARGILEUX A GALETS : Plio-Vilafranchien?
	ROCHES ALTEREES : Quaternaire
	LIMONS POLYGENIQUES SUR SUBSTRATUM DIVERS
	COLLUVIONS : limons sablo-argileux à cailloutils
	ALLUVIONS : limons, sables à galets

**UNITE MORPHOPEDOLOGIQUE : PLATEAUX D'EPANDAGES SUR SOCLE**  
(Principaux modelés)

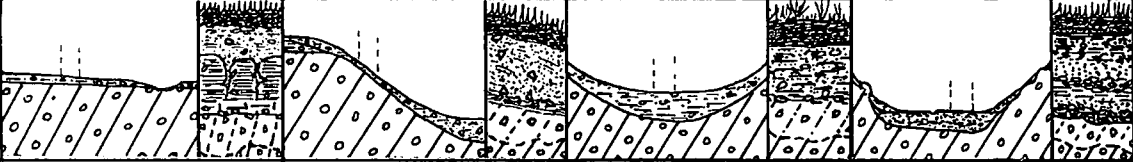
SCHEMAS SYNTHETIQUES					
FORMES	Noms	A Interfluves	B Versants	C Vallons	D Vallées
	Description topographique	Plans ou faiblement convexes qui jalonnent un glacis incliné vers le nord (pente 1‰)	Convexes-rectilignes-concaves	En berceau	En V avec fond plat alluvial (lit majeur)
ROCHES	Substratum	Socle métamorphique et granitique arasé			
MATERIAUX	tertiaires	Epanrages argilo-limono-sableux discontinus (1 à 3 m d'épaisseur) à quartz subarrondis, sur paléosols	Formations non en place, limono-argilo-sableuses à quartz arrondis	Absents	Absents
	quaternaires	- Roche altérée - Cryosols périglaciaires à fragipan, à glosses et concrétions ferro-manganiques	Colluvions limono-argilo-sableuses à quartz anguleux peu épaisses	Colluvions argilo-sableuses ou limono-sableuses hétérogènes plus épaisses (solifluxion, gélifluxion)	- Alluvions sablo-graveleuses stratifiées (lit majeur) - Colluvions limono-sableuses discontinues avec chicots rocheux (versants)
SOLS	holocènes	Sols bruns lessivés à acides, hydromorphes à pseudogley, sols planosoliques, pélosols rares	Sols bruns acides et lessivés	- Sols à gley et pseudogley (fonds) - sols bruns acides (bordures)	- Sols à gley et pseudogley (nappe phréatique) - Sols bruns à rankers ou lithosols
REGIME HYDRIQUE	Réserves en eau	Médiocres et contrastées (sécheresse estivale)	Bonnes (sourcins au pied des têtes de vallons)	Importantes (sources)	Importantes
	Hydromorphie	Forte (engorgement saisonnier)	Absente ou limitée à des sites étroits	Modérée sur les bordures, fortes dans les fonds	variable à forte
UTILISATION	passée	Labours sur billons et drainage de surface, brandes, tuileries	Labours (banquettes de culture)	Prés de fauche, étangs	- Prés de fauche - parcours, carrières
	actuelle	Pâtures à moutons, essais de drainage, reboisement	Labours et prairies artificielles	Pâtures, étangs, drainage	- Pâtures, peupleraies - landes, «bois», carrières

TABLEAU N° 1

**UNITE MORPHOPEDEOLOGIQUE : PLATEAUX D'EPANDAGES SUR SOCLE**  
**Modelés des interfluves inclinés en glacis**  
 Variation spatiale d'amont en aval  
 (stations)

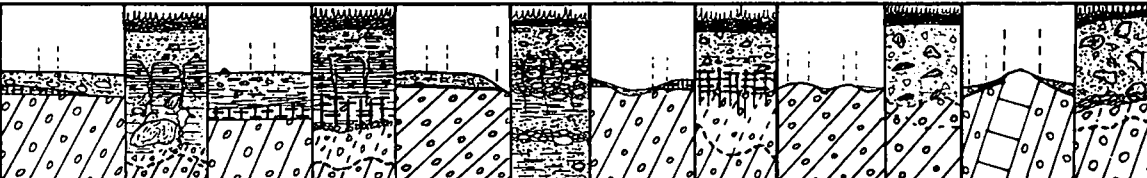
<b>SCHÉMAS SYNTHÉTIQUES</b>							
<b>FORMES</b>	<b>Noms</b>	Glacis dans sa partie amont (racines)	Glacis dans sa partie médiane	Glacis dans sa partie aval (perché au dessus des grandes vallées)	Glacis légèrement disséqué	Glacis disséqué (fréquent, en situation de reprise d'érosion)	Dômes rocheux ou échines isolés, dominant les glacis
	<b>Description topographique</b>	Espace plan incliné (pente 1-3 ‰)	Espace plan continu (pente 1 ‰)	Espace plan ayant la même pente que les grandes rivières	Espace plus ou moins vallonné	Espace plan incliné et interfluves légèrement convexes	Bombements + ou - convexes dominant les glacis
<b>ROCHES</b>	<b>Substrat</b>	Socle métamorphique et granitique arasé					Filons divers, contact granite-roches métamorphiques
<b>MATERIAUX</b>  (Formations superficielles)	<b>tertiaires</b>	- Limons sablo-argileux à graviers et blocs de quartz subanguleux - Paléosols rubéfiés	- Argiles sableuses à quartz subarrondis - Paléosols rubéfiés	Argiles sableuses à galets stratifiés à faciès alluvial variable	Lambeaux discontinus + ou - découpés et paléosols rubéfiés	Absents	Absents
	<b>quaternaires</b>	Horizons à fragipan et glosses	Horizons à fragipan et glosses + concrétions ferromanganiques	Colluvions hétérogènes à quartz anguleux, roche altérée	Horizons indurés à glosses, alios, limons polygéniques ± épais	Arènes	Formations gélifiées à blocs limono-sableuses (autour des rochers)
<b>SOLS</b>	<b>holocènes</b>	Sols bruns lessivés à acides, hydromorphes à pseudogley	Sols bruns lessivés hydromorphes à pseudogley, sols planosoliques, pérosols rares	Sols bruns lessivés à acides, hydromorphes, parfois podzolisés et sols planosoliques	Sols bruns (s.l.) + ou - lessivés à acides, hydromorphes	Sols bruns (s.l.) ± hydromorphes (variable selon l'altération de la roche)	Sols bruns acides à ocreux discontinus, rankers et lithosols
<b>REGIME HYDRIQUE</b>	<b>Réserves en eau</b>	Contrastées	Contrastées	Faibles à contrastées	Variables	Variables	Très faibles
	<b>Hydromorphie</b>	Forte	Forte	Présente	Atténuée	Atténuée	Absente
<b>UTILISATION</b>	<b>passée</b>	Labours sur billons, bois, landes	Labours, bois, tuileries	Labours, brandes	Labours	Labours	Landes de parcours, carrières
	<b>actuelle</b>	Pâtures, reboisement	Pâtures, reboisement	Pâtures, prairies, reboisement	Labours, prairies	Labours, prairies	Friches, bosquets informes

TABLEAU N° 2



## L'EVOLUTION GEOMORPHOLOGIQUE DU TERTIAIRE AU QUATERNAIRE

Pour comprendre l'organisation des terroirs dans le paysage actuel, il faut faire appel à l'évolution géomorphologique de cette région résumée ci-dessous (schéma n° 1).

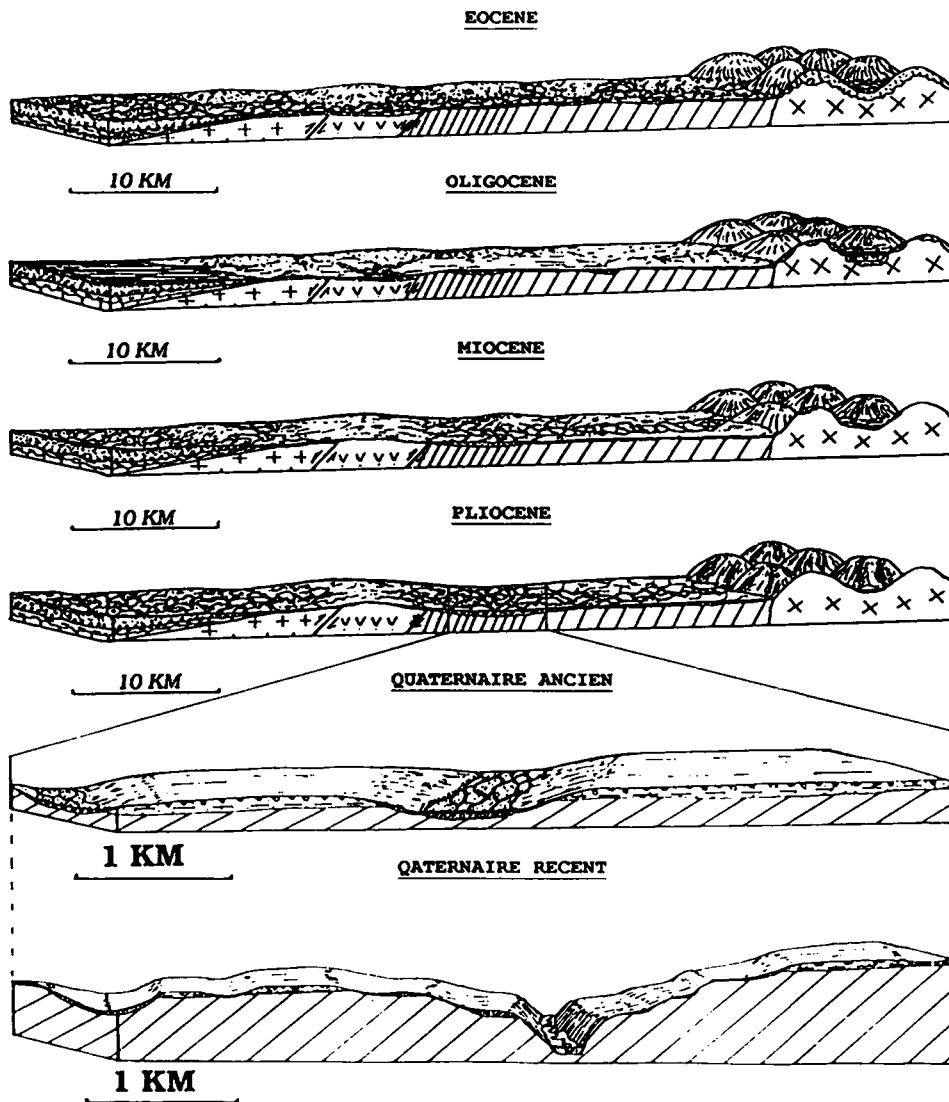
A la fin du **Secondaire** et au début du **Tertiaire** (65 millions d'années), d'épaisses altérites couvrent le Massif Central avec des paléosols ferrallitiques qui se développent sous un climat de type tropical. Sur le Bassin Parisien, le substratum jurassique s'empâte sous les argiles de décalcification, avec aussi des paléosols rubéfiés.

A l'**Eocène** supérieur (43 millions d'années), survient une période d'aridité qui, conjuguée au soulèvement pyrénéen, provoque l'érosion des altérites situées sur les reliefs de l'amont (Montagne limousine s.l.). Ces formations détritiques, transportées sur les plateaux, vont s'accumuler en bordure du Bassin Parisien, dans les cuvettes de Brenne, des Brandes et du Boischaud. On les retrouve aussi sur le socle, localisés dans quelques anciens fossés d'effondrement : Bellac, Gouzon, Petite Creuse, Plateaux d'Aigurande... C'est le "sidérolithique" des auteurs, défini par G. Millot (1964). Ces sédiments connaissent des transformations pédogénétiques postérieures au transport : cuirassement, silicifications...

Pendant l'**Oligocène** (37-25 millions d'années), les grands lacs du Bassin Parisien sont alimentés par les écoulements qui descendent du Massif Central, avec des dépôts de calcaires et meulières.

Au **Miocène** (25-6 millions d'années), une reprise d'érosion entraîne la mobilisation des formations sidérolithiques, mais aussi les arènes des plateaux et des collines. Des sables granitiques transitent le long des larges protovallées du Cher, de la Creuse, de la Gartempe et de la Vienne, puis vont s'accumuler dans le Bassin Parisien (sables de Sologne). Le bombement du Limousin, conjugué à une période d'assèchement, est à l'origine de ces épandages (J. Gras 1963).

**EVOLUTION DES RELIEFS DE BASSE MARCHE  
DU TERTIAIRE AU QUATERNAIRE**



SCHEMA N° 1

Au **Pliocène** (6-2 millions d'années), le socle continue à se soulever, sous un climat qui perd ses caractères tropicaux. Des phases d'érosion actives provoquent le décapage poussé des reliefs, remaniant les formations des plateaux : paléosols, épandages détritiques, arènes... Cela se traduit par la mise en place de grands glacis d'érosion, inclinés vers le nord (pente de 0,1 à 0,2 %) qui s'enracinent à partir des massifs méridionaux et des reliefs résiduels locaux (Monts d'Ambazac et de Saint-Goussaud, Monts de Blond et Monts de la Marche).

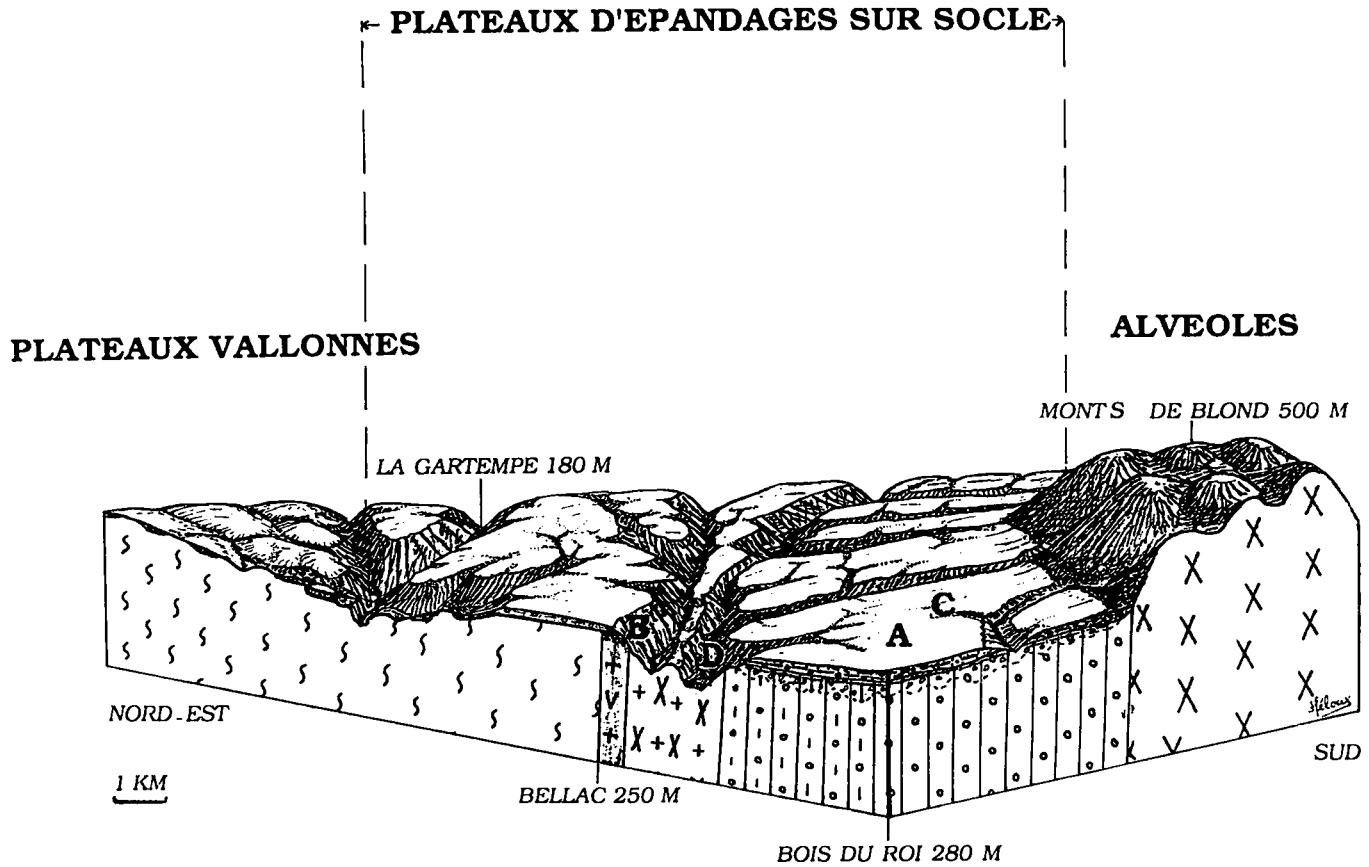
Des formations résiduelles et discontinues, jalonnent ces glacis, en Basse Marche et en Boischaut. Les matériaux, essentiellement argilo-sableux, contiennent de nombreux quartz subarrondis. Des alluvions hétérogènes se déposent dans les grandes gouttières qui sont à l'aval de ces glacis, de part et d'autre des grandes vallées actuelles, avant l'incision des cours d'eau.

La géométrie actuelle des formations d'épandage et leur localisation s'expliquent par le creusement **quaternaire** des vallées et l'évolution des versants qui l'accompagne (depuis 2 millions d'années). Les matériaux tertiaires se retrouvent perchés en position de plateau (hérités des glacis tertiaires), suite au creusement des vallées. Les formations détritiques sont décapées sur les secteurs plus soulevés par une tectonique récente et aux abords des vallées très encaissées. Sur les pentes, ces matériaux sont remaniés et réincorporés dans les terrasses alluviales. Tout un système de replats étagés se met en place (petits glacis emboîtés), à partir des grandes vallées, avec des secteurs d'érosion et des zones d'accumulation colluviale ou alluviale.

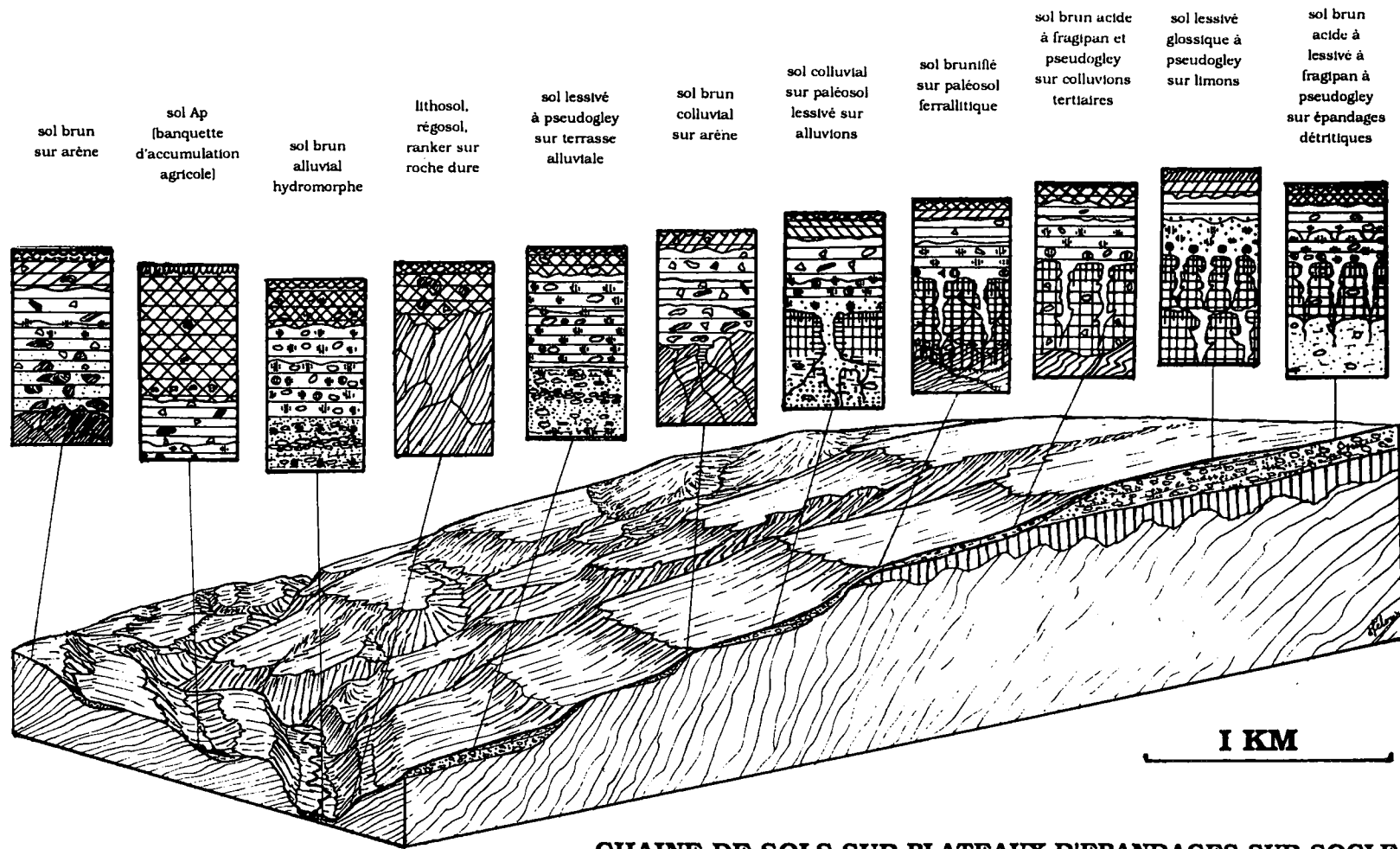
Au **Quaternaire** récent (75.000-10.000 ans), les dynamiques périglaciaires en périodes froides remanient l'ensemble des matériaux : sur le plan des formes, les retouches sont de faible volume mais sur le plan des formations superficielles les transformations sont considérables (B. Valadas 1983). Il y a déplacement superficiel des formations de pente sous l'effet de solifluxion (s. l.) et de gélifluxion. Sur les espaces plans, les sols sont compactés sous l'effet des alternances gel/dégel et d'humectation/dessiccation : les fragipans (horizons tassés, peu perméables, à structure lamellaire et à densité apparente élevée). Ils sont recoupés par des fentes verticales de cryodessiccation : les glosses qui sont ensuite blanchies et qui dessinent un réseau de polygones en vue de dessus (B. Van-Vliet-Lanoë 1987).

Les sols, à la suite de cette évolution complexe, se différencient en fonction des unités morphopédologiques. Il y a une brunification "actuelle", mais les caractères des paléosols sous-jacents influencent fortement la pédogenèse. Par exemple, des sols bruns lessivés hydromorphes, à fragipan, reposant sur des alluvions qui ravinent des paléosols rubéfiés, représentent une situation classique. En effet, la particularité de ces sols de plateaux est de connaître un engorgement hivernal prolongé (nappes perchées), suivi d'une sécheresse estivale marquée. Cette hydromorphie implique des contraintes techniques sur le plan de la mise en valeur. A cela, il faut ajouter les retouches anthropiques (banquettes d'accumulation/érosion des sols, pratiques de déforestation des taillis et brûlis des terres de brandes appauvries), qui ont elles aussi modifié les sols initiaux.

Cette évolution géologique et historique s'applique à l'ensemble de la région de la Marche et du Boischaut (Cf. schéma résumant l'évolution de la région), mais nous allons nous intéresser ici à l'une de ces 7 grandes unités : les plateaux d'épandages sur socle en Basse Marche. Cela correspond à la région géographique centrée autour de Bellac.



SCHEMA N° 2



**CHAINE DE SOLS SUR PLATEAUX D'EPANDAGES SUR SOCLE**

Schéma N° 3

## **UNITE MORPHOPEDOLOGIQUE : PLATEAUX D'EPANDAGES SUR SOCLE (BASSE MARCHE).**

C'est l'unité principale du terrain d'étude, tant par sa surface (1/3 de l'espace retenu), que par la gravité des problèmes de mise en valeur (hydromorphie).

L'évolution géomorphologique précédente qui permet de comprendre la mise en place des matériaux. Leur situation dans le paysage actuel est modélisée sur les blocs-diagrammes à deux échelles différentes.

Le bloc-diagramme n° 2 représente les plateaux au sud de Bellac, qui sont inclinés en glacis vers le nord, avec une pente régulière de 0,1 à 0,2 %. Ils sont légèrement accidentés par des vallons et par des vallées encaissées de 50 à 100 m (sur les schémas les hauteurs sont exagérées de 5 fois). Cet ensemble de plateaux est encadré par d'autres unités morphopédologiques (alvéoles des Monts de Blond, plateaux vallonnés) qui ne sont pas décrites ici.

Les principaux modelés sont mieux visibles sur le bloc-diagramme n° 3 et les chaînes de sols sont perceptibles à cette échelle ; les sols sont reportés dans les tableaux n° 1 et 2.

L'unité morphopédologique : plateaux d'épandages sur socle (type Basse Marche), est découpée en 4 principaux modelés qui sont : A les interfluves, B les versants, C les vallons, D les vallées. Les caractères de ceux-ci sont décrits dans le tableau n° 1. Dans chaque colonne sont reportées les données roches/matériaux/sols en relation avec les formes topographiques rencontrées.

Par exemple, pour A : sur les interfluves, on rencontre des épandages argilo-limono-sableux à fragipan et à glosses, sur un socle cristallin aplani (grands traits généraux). Les tableaux précisent les familles de sols rencontrés et le régime hydrique global (en tenant compte de la réserve utile, du comportement physique des horizons, de la situation topographique et du climat). Dans le cas présent, les sols sont acides à lessivés, hydromorphes (sols à pseudogley ou sols planosoliques...). Enfin, en bas de chaque colonne, est indiquée l'utilisation actuelle et passée de ces milieux par l'homme.

Pour les autres modelés : versants, vallons, vallées, les caractères descriptifs diffèrent et sont reportés dans les colonnes voisines.

Quand on change d'échelle et que l'on s'intéresse aux variations spatiales d'amont en aval du modelé d'interfluves : les stations, il faut se référer au tableau n° 2 plus précis.

Par exemple, les faciès des formations détritiques sont plus grossiers à l'amont que dans la partie médiane des grands glacis. On voit apparaître un grano-classement et un triage, puis un faciès nettement plus alluvial à l'aval de ces glacis.

Quelques exceptions sont abordées dans le tableau n° 2 : glacis disséqués, reliefs résiduels émergeant des plateaux, mais toutes les variantes ne sont pas décrites ici. En effet, les déformations tectoniques locales perturbent le schéma général ; on peut trouver des glacis secondaires emboîtés dans le glacis principal, ou bien des buttes qui ne portent plus de formations d'épandages... Enfin, il existe aux marges de chaque unité morphopédologique des secteurs de transition, avec de nouvelles données.

Ce système d'approche, basé sur un changement d'échelle, permet d'arriver au niveau de la station, en fonction des variables-sols (environ 5 grands types pour les interfluves).

Les stations représentatives ont été étudiées par le biais de fosses pédologiques et par des analyses physico-chimiques. Un exemple de station est abordé ici, avec sa description pédologique et son interprétation.



## EXEMPLE DE STATION TYPIQUE

**UNITE MORPHOPEDOLOGIQUE : PLATEAUX D'EPANDAGES SUR SOCLE (EXEMPLE DE BASSE MARCHE)**  
*(tableau n° 1)*

**MODELE : interfluve (tableau n° 1, colonne n° 1)**

**SITUATION : glacis dans sa partie médiane, sur le piémont et à 6 km des Monts de Blond (tableau n° 2, colonne n° 2)**

**STATION : sol brun lessivé à pseudogley, sur des limons et des formations détritiques tertiaires.**

**Localisation :** BOIS DU ROI, LEPEAUD

**Carte :** Bellac 1/50000

**Coordonnées :** X 5106 - Y 346

**Topographie :** plateau : interfluve plan, 278 m

**Substratum géologique :** Gneiss à deux micas

**Matériau tertiaire :** argiles sableuses à galets plio-quadernaires sur paléosols argileux rubéfiés (Eocène?)

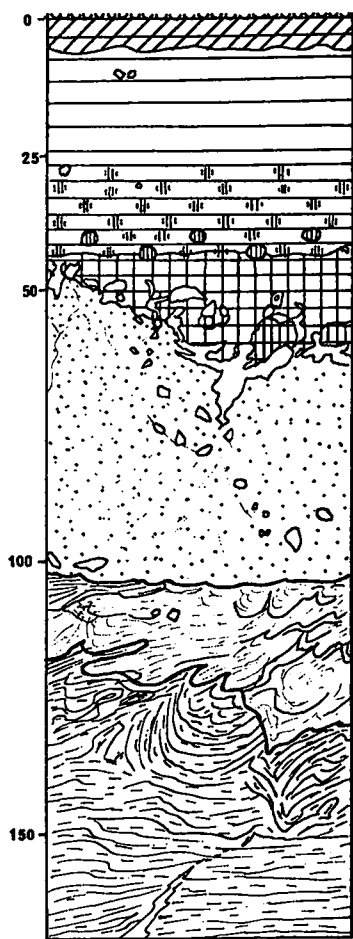
**Formation quadernaire :** Limons superficiels, paléosol à fragipan localisé avec glosses (ancien cryosol)

**Sol :** brun lessivé à pseudogley, à fragipan, sous taillis de châtaigniers, chênes, noisetiers et sapins Douglas plantés, âgés de 25 ans.

**Contraintes :** Cette station pose des problèmes d'hydromorphie, mais ils ne sont pas rédhibitoires. Les alluvions forment un obstacle aux racines et le sol est très acide, avec un excès d'aluminium.

## DESCRIPTION PEDOLOGIQUE DE LA STATION

### Profondeur en cm



Humus : Mull acide.

0 à 8 : A1 brun pâle (10 YR 4/3) limono-sableux. Structure grumeleuse à polyédrique avec de nombreuses racines et activité biologique forte.

8 à 40 : A2/B ocre-marron clair (2,5 à 10 YR 5/4) limono-sableux avec galets de quartz. Structure massive avec bon enracinement. Transition progressive, indentée avec Btg et apparition de rares taches de rouille à 35 cm.

40 à 60 : Btg ocre (10 YR 5/8) tacheté de rouille (40 %), avec 15 % de décolorations beiges (5 Y 6/2). Texture argileuse avec concrétions ferro-manganiques. Structure massive à lamellaire avec de rares racines. Transition avec II Btgx par hydromorphie croissante.

60 à 100 : II Btgx ocre (réoxydations = 70 %) et beige. Texture argileuse à quartz anguleuse et galets. Structure prismatique à polyédrique, voire lamellaire et dense localement (fragipan et glosses de 50 à 100 cm). Limite nette en V avec poinçonnement de C1.

60 à 130 : C1 argiles sableuses rousses (7,5 YR 5/8) tachées de rouge, à nombreux galets quartzeux. Structure compacte, localement prismatique avec racines dans les fentes de rétraction. Stratifications peu visibles (Plio-Quaternaire ?) et contact avec C2 par ravinement.

130 à 170 : C2 argiles lourdes roses (10 R 5/8) à veines blanches, plastiques, à rares quartz (paléosols éocènes remaniés ?). Contact avec C3 festonné (fluage des argiles ou injections des arènes ?).

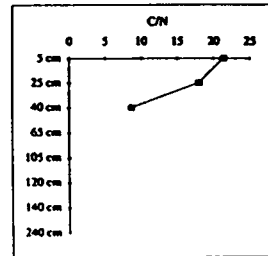
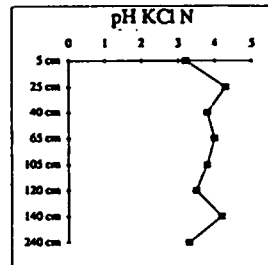
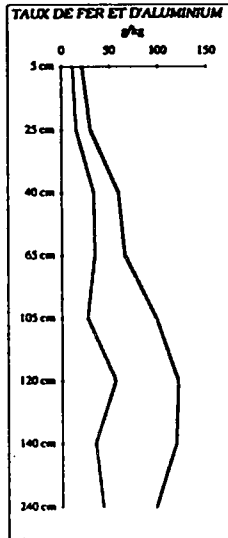
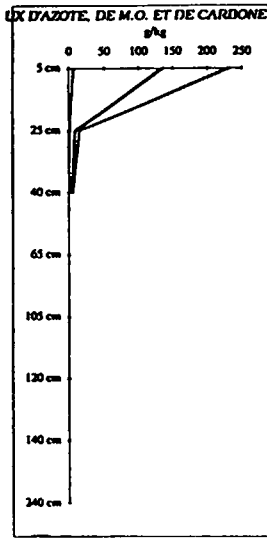
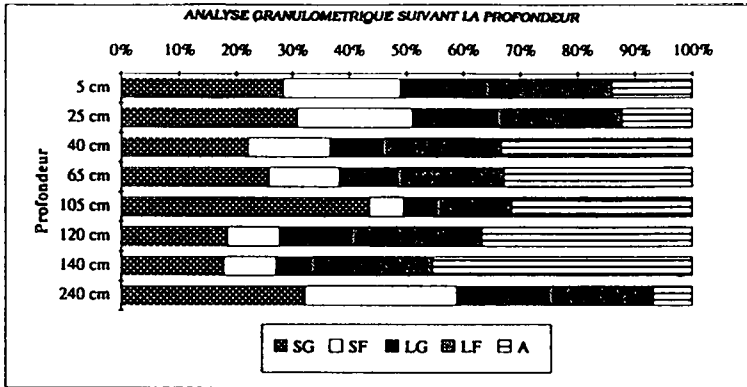
150 à 240 : C3 arène gneissique grise-marron clair, sablo-limoneuse. Structure litée, avec esquisses d'involutions périglaciaires ; matériau friable avec diaclases argileuses blanchies.

Absence d'eau au fond de la fosse pendant toute l'année 1992.

### BOIS DU ROI

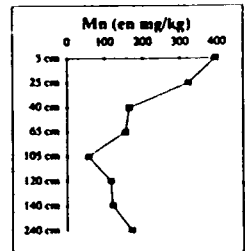
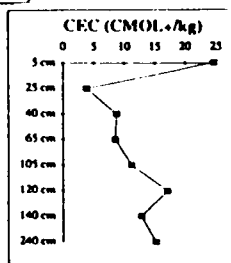
HORIZON en cm	GRANULOMETRIE %					C g/kg	MO g/kg	N g/kg	C/N	pH kcl.N	CEC CMOL+/ kg	Mn mg/kg	Alu g/kg	Fer g/kg
	SG	SF	LG	LF	A									
5	283	207	148	221	141	135	232,2	6,32	21,36	3,2	24,6	395	21,3	11,3
25	308	203	149	217	123	8,6	14,8	0,48	17,92	4,3	3,8	324	30	14,8
40	221	146	92	207	334	3,2	5,5	0,37	8,65	3,8	8,7	165	59,2	33,3
65	253	124	100	199	324	-	-	-	-	4	8,5	155	65,6	34,1
105	436	60	57	131	316	-	-	-	-	3,8	11,2	56	98	26,6
120	183	93	126	226	366	-	-	-	-	3,5	17,1	116	120,3	55,8
140	172	93	61	214	454	-	-	-	-	4,2	12,7	122	117,8	34,8
240	322	267	161	181	69	-	-	-	-	3,3	15,1	171	97,2	42,6

BOIS DU ROI



— Azote  
— M.O.  
— Carbone

— Fer  
— Aluminium



## **DESCRIPTION ET INTERPRETATION DU SOL**

### **CARACTERES PHYSIQUES**

Les matériaux sont des formations d'origine détritique : alluvions plio-quaternaires superposés à un paléosol tertiaire, qui surmontent une arène gneissique sablo-limoneuse. Le faciès est argileux lourd pour le paléosol rubéfié et argilo-sableux pour les alluvions, avec des galets de quartz qui proviennent des monts de Blond et probablement de plus loin. Les stratifications sont peu nettes, mais le triage s'effectue au profit des sables et de l'argile, alors que les limons sont peu représentés. L'induration est relative et les grains de sable sont liés à l'argile, en faisant un niveau peu poreux. Les horizons B sont argileux, A1 et A2 sont limono-sableux.

La structure est prismatique-polyédrique à la base, massive au dessus et grumeleuse en A1.

### **LES CARACTERES CHIMIQUES**

Les caractères chimiques du sol montrent de très fortes teneurs en fer, en aluminium et en manganèse (toxicité possible) dans tous les horizons qui sont aussi très acides. La forte teneur en M.O. et en azote en A1 est accompagnée d'un C/N trop élevé, avec une CEC trop basse en A2.

### **LE FONCTIONNEMENT HYDRIQUE**

L'hydromorphie est présente à partir de 35 cm et se manifeste par des taches de réoxydations de plus en plus marquées vers 40 cm . C'est sur le plancher II Btgx que se produit l'engorgement lié à un manque de porosité. Le sol est conditionné par la présence d'une nappe perchée temporaire dont la durée est longue en II Btgx et plus courte en Btg, elle remonte dans A2/B de façon sporadique. Par contre, dans les labours voisins, la nappe atteint la surface (tassement des engins agricoles et absence d'évapotranspiration par les arbres).

La réserve utile est de 115 mm sur 1 m et de 297 mm jusqu'à 2 m. Si l'on tient compte de l'enracinement principal jusqu'à 40 cm, elle n'est que de 55 mm et les remontées capillaires sont exclues.

### **LA PEDOGENESE**

Le sol est brun lessivé, avec un pseudogley à moyenne profondeur (40 cm). L'humus de type Mull acide repose sur A1 très organique mais peu épais ; A2g est décoloré, appauvri en argile. Cette dernière s'est accumulée en Btg et surtout en II Btg (horizons argilliques). Les alluvions forment un plancher dense et les racines ne le traversent que localement dans les poches cryoturbées, dans lesquelles les arènes ou le paléosol rubéfié sont injectés. Les argiles gonflantes y sont bien structurées et mieux prospectées par les racines.

## CONCLUSION

L'interprétation des formes du relief, en faisant intervenir le substratum géologique et les matériaux, apporte des éléments indispensables pour expliquer l'organisation et le fonctionnement des terroirs.

Elle repose sur la reconstitution de l'évolution géomorphologique qui permet de comprendre la géométrie des formations superficielles et des sols, dans l'espace et dans le temps.

Elle conduit à la mise en place d'un outil pratique contenant des blocs diagrammes, des tableaux et un texte explicatif, utilisables par des non spécialistes. L'ensemble de la région est couvert par une carte de synthèse qui donne la répartition spatiale de chaque unité et par un tableau récapitulatif qui montre l'emprise spatiale des stations. L'ensemble de ces éléments constitue une clé de lecture dans laquelle l'observation des formes du relief et des relations roches/matériaux/sols joue un rôle fondamental pour appréhender la station.

La méthode d'approche morphopédologique des milieux ouverts, en apparence compliquée, présente l'avantage d'être rapide quand on sait l'exploiter. Celle-ci peut être complétée par d'autres méthodes, en particulier la climatologie et l'étude de la végétation, car il y a des liens évidents avec les sols en milieu forestier.

Ainsi, les gestionnaires de l'espace disposent de données qui sont indispensables pour un aménagement. Dès à présent, cette démarche peut être opérationnelle dans le cadre de zonages agriculture/forêts.

## BIBLIOGRAPHIE

**A.F.E.S.-OUVRAGE COLLECTIF-COORDINATEURS BAIZE D., GIRARD G. (1992)**

Référentiel pédologique principaux sols d'Europe.  
Editions de l'I.N.R.A.

**BAFFET M. (1984)**

Influence de la haie sur l'évolution des caractères physico-chimiques et hydrographiques des sols (Basse Marche).  
Thèse Sciences, Limoges.

**BAIZE D. (1989)**

Guide des analyses courantes en pédologie.  
Editions de l'I.N.R.A.

**CURT T. (1991)**

Catalogue de typologie forestière de la bordure est du Massif Central  
CEMAGREF de Riom.

**DERRUAU M. (1988)**

Précis de géomorphologie.  
7e édition, Masson.

**DUCHAUFOUR PH. (1983)**

Pédogenèse et classification.  
tome 1-2 2e édition, Masson.

**FLAGEOLLET J.C. (1976)**

Formations superficielles et reliefs d'érosion différentielle dans les massifs anciens cristallins : L'exemple du Limousin et de la Vendée du nord-ouest.  
Thèse lettres, Paris VII.

**FRANC A. (1989)**

Le Massif Central Cristallin. Analyse du milieu. Choix des essences.  
CEMAGREF, Coll. ETUDES n°2.

**FRANC A., VALADAS B. (1990)**

Stations forestières et paysages : les granites du Massif Central.  
Rev. for. Fr. XLII - 4-1990.

**FREYET P. (1988)**

Quelques réflexions à propos du relief du Limousin.  
Norois n°138, p.201-221.

**GODARD A. (1972)**

Quelques enseignements apportés par le Massif Central français dans l'étude géomorphologique des socles cristallins.  
R.G.P.G.D., vol. XIV, fasc. 3, Mai-Juillet.

**GRAS J. (1977)**

Bassin de Paris occidental et socles bordiers, (observations géomorphologiques à partir de thèses inégalement récentes).  
Norois n° 81.

**HUBERT A. (1991)**

Les types de stations forestières du Lannemezan, Ger et Moyen-Adour.  
Etudes forêt n° 8 CEMAGREF de Bordeaux.

**JABIOL B. (1986)**

Le relevé des paramètres du sol en vue d'une estimation de ses contraintes et de ses aptitudes pour les arbres. Cours appliqué au stage de pédologie en Haute Normandie.  
E.N.I.T.E.F.

**KLEIN C. (1975)**

Massif Armoricaïn et Bassin Parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et de ses bordures sédimentaires.  
Thèse lettres, Orphys Gap.

**MELOUX J.-L. (1990)**

La dépression périphérique du Boischaüt, (étude géomorphologique).  
Mémoire de maîtrise, Université Blaise Pascal, Institut de géographie, Clermont-Ferrand II.

**MELOUX J.-L. (1991)**

Typologie des stations forestières de la Basse Marche et de ses bordures. Apports d'une préétude morpho-paysagère.  
D.E.A. de géographie (géomorphologie). CEMAGREF Division Techniques Forestières Riom, Université Blaise Pascal Institut de géographie Clermont-Ferrand.

**MELOUX J.-L. (1992)**

Typologie des stations forestières de la Marche et de ses bordures septentrionales. Etude morphopédologique.  
CEMAGREF Division Techniques Forestières Riom, Université Blaise Pascal Institut de géographie Clermont-Ferrand (à paraître).



**MILLOT G. (1964)**

Géologie des argiles.  
Masson, Paris.

**PEYRAT M. (1975)**

Les sols en Limousin et leur perméabilité.  
Norois n°88.

**VALADAS B. (1984)**

Les hautes terres du Massif Central. Contribution à l'étude des morphodynamiques récentes sur les versants cristallins et volcaniques.  
Thèse lettres, Université de Paris 1.

**VAN VLIET-LANOE B. (1988)**

Le rôle de la glace de ségrégation dans les formations superficielles de l'Europe de l'ouest. Processus et héritages.  
Thèse doct. état (lettres), Université de Paris I.

## PLANTATION MELANGEE AULNES - PEUPLIERS

### UN EXEMPLE DECEVANT

**TERRASSON D., VALADON A., DEBOISSE G.**

Division Amélioration Génétique et Pépinières Forestières  
Nogent sur Vernisson

#### **RESUME**

Une expérience a été mise en place pour apprécier l'impact de l'introduction d'aulne glutineux sur la croissance en plantation d'un clone interaméricain (hybride Populus trichocarpa x P. deltoïdes).

Il apparaît que la plantation simultanée d'aulnes et de plançons de peuplier ne favorise pas la croissance des peupliers et peut même avoir un effet dépressif les premières années par suite de phénomènes de concurrence entre espèces pour l'alimentation en eau ou en certains éléments nutritifs présents en faible quantité.

L'apport supplémentaire d'azote par les aulnes est très limité durant les premières saisons de végétation et leur taux de survie et leur croissance réduite n'assurent au cours des années suivantes aucun apport fertilisant significatif.

En outre, la plantation en mélange d'aulnes et de peupliers est d'un coût supérieur d'au moins 35% à celui d'une plantation classique sans fertilisation, sans effet significatif sur la croissance du peuplier. Elle interdit aussi toute possibilité d'entretiens mécanisés lors des premières années de plantation alors que de telles pratiques culturales ont fait la preuve de leur intérêt économique et sylvicole.

## I- INTRODUCTION

Le peuplier exige pour une croissance optimale de grandes disponibilités d'azote, qui en règle générale, ne sont pas disponibles dans le sol. Cet élément peut classiquement être apporté par une fertilisation chimique mais celle-ci est onéreuse et nécessite des interventions répétées. La recherche d'un effet durable a conduit les forestiers à tenter d'introduire en sous-étage des essences fixatrices d'azote. Les mélanges d'aulnes et de peupliers ont tout particulièrement été étudiés, que ce soit dans le cas de plantations à grand écartement destinées à la production de bois d'oeuvre (Van der Meiden 1961; Courrier et Garbaye 1981) ou de taillis à courte rotation (Debelle et al. 1979; Hansen et Dawson 1982, ...).

L'effet bénéfique de l'aulne sur la croissance du peuplier est attribué, d'une part à l'ombrage qui limite la concurrence herbacée et d'autre part à la décomposition de ses feuilles riches en azote qui viennent progressivement amender le sol. Le surcoût de la plantation doit donc être compensé par une réduction des dépenses d'entretien du sol et de fertilisation.

La rentabilité économique d'une plantation mélangée restait néanmoins à établir dans les conditions de la populiculture française.

## II- METHODE

L'expérimentation de CHEFFES sur SARTHE (49) a été installée dans l'hiver 1981-1982 sur un sol argilo-sableux bénéficiant d'une bonne alimentation en eau.

Le matériel végétal comprenait d'une part des plants 1+1 d'*Alnus glutinosa* de provenance inconnue, hauteur 50-80 cm, et d'autre part des plançons de 'Beaupré' (hybride *Populus trichocarpa* x *P. deltoïdes*) âgés de 2 ans. Ces plançons appartenaient à deux catégories réglementaires distinctes qui ont été réparties proportionnellement aux effectifs des différentes modalités : plants de catégorie US issus d'un élevage sur souche et plants de catégorie A2 issus d'un élevage sur bouture.

Le dispositif en blocs complets comporte 3 répétitions et 4 modalités :

- 1- témoin, sans fertilisation,
- 2- sous-étage d'aulnes à la densité de 1 428 plants par hectare, soit 7 aulnes pour 1 peuplier,
- 3- sous-étage d'aulnes à la densité de 612 plants par hectare, soit 3 aulnes pour 1 peuplier,
- 4- fertilisation de démarrage en début de seconde année.

Les parcelles unitaires comptent 24 plants de peuplier plantés à la densité de 204 arbres par hectare (7m x 7m) dont seules les 8 tiges du centre sont mesurées.

Le terrain, antérieurement occupé par une pâture, a fait l'objet d'un labour profond suivi d'un passage de pulvérisateur à disques, en août 1981. La plantation est intervenue en décembre 1981, à la tarière (D = 30 cm) à 1m de profondeur pour les peupliers, et en potets pour les aulnes. Les parcelles unitaires fertilisées ont reçu 2,8 kg. par peuplier d'engrais complet 17-17-17 disposé en couronne dans des trous ouverts à la barre à mine en avril 1983. Aucun entretien du sol n'a été réalisé dans la plantation.

### **III- RESULTATS**

Une succession d'années à déficit hydrique à partir de 1989 et surtout de nombreux bris de cime de peuplier par une tempête durant l'été 1990 ont perturbé sensiblement le dispositif à partir de la huitième année. Seules les 7 premières saisons de végétation sont donc analysées et seules les tiges n'ayant subi aucun accident majeur (gel, cime cassée,...) durant cette période ont été prises en compte. Compte tenu de ces restrictions, les effectifs par modalité varient de 17 à 22 plants.

#### 1) Croissance du peuplier

L'analyse de variance sur les accroissements en circonférence du clone 'Beaupré' au cours des 7 premières années montre un effet très significatif du traitement de la seconde à la cinquième saison de végétation ( $p < 10^{-4}$  - test de Tukey). Cet effet diminue progressivement pour l'année 6 ( $p = 0.0379$ ) pour devenir non significatif la septième année ( $p = 0.354$ )

L'effet bloc, hautement significatif la deuxième année ( $p=0.0045$ ), diminue à partir de la troisième année ( $p=0.045$ ) pour disparaître ensuite ( $p=0.806$  l'année 8).

L'accroissement annuel en circonférence des parcelles fertilisées n'est supérieur à celui du témoin que pour la seule année du traitement (Tableau n°1). La fertilisation a donc bien joué son rôle de stimulant, après quoi, les différences ainsi créées se sont maintenues.

Toutefois, l'absence de travail du sol a vraisemblablement limité l'impact de la fertilisation sur la croissance. Il faut noter à ce sujet que l'on conseille toujours de coupler fertilisation et destruction de la végétation adventice.

Tableau n°1 : Accroissements annuels en circonférence (en cm) en fonction des modalités

Saison de végétation	Témoin	7 aulnes/peuplier	3 aulnes/peuplier	Fertilisation
1	1,9 (1)a	1,8 (0,95)a	1,8 (0,93)a	1,9 (0,97)a
2	4,2 (1)b	2,0 (0,48)a	2,3 (0,56)a	5,8 (1,40)c
3	7,7 (1)b	5,5 (0,72)a	6,0 (0,78)a	7,8 (1,02)b
4	11,1 (1)b	9,1 (0,81)a	9,4 (0,84)a	11,2 (1,01)b
5	10,5 (1)b	8,7 (0,83)a	8,3 (0,79)a	10,8 (1,02)b
6	13,8 (1)a	15,7 (1,13)b	14,8 (1,07)ab	14,3 (1,03)ab
7	14,5 (1)a	15,1 (1,04)a	14,8 (1,02)a	14,6 (1,01)a

(2 modalités affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % - Test de Tukey). Le chiffre entre parenthèses indique le rapport entre l'accroissement annuel en circonférence de la modalité considérée et celui du témoin

Par ailleurs, les aulnes ont un effet significativement dépressif sur la croissance du peuplier entre les seconde et cinquième saisons de végétation, sans qu'il apparaisse de différence entre les deux densités de plantation d'aulnes.

Les différences relatives par rapport au témoin s'atténuent progressivement au cours de ces quatre années et l'effet aulne devient bénéfique bien que de façon non significative pendant les deux dernières années.

A l'issue de la septième saison de végétation, le classement des traitements s'établit comme suit :

Tableau n° 2 : Circonférences moyennes à 7 ans

Modalités	Circonférence moyenne (cm)	Différence significative au seuil de 5%
fertilisation 17-17-17	75,7	a
témoin	72,5	ab
sous-étage d'aulnes (1 428 tiges/ha)	67,1	bc
sous-étage d'aulnes (612 tiges/ha)	66,8	c

(2 modalités affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% - Test de Tukey)

L'influence du type de plançons utilisés (A2 ou US) ne se fait sentir de manière hautement significative sur l'accroissement en circonférence (Tableau n°3) que lors de la seule première année ( $p=0.0007$  - test de Tukey).

L'écart sur la circonférence initiale entre les deux catégories de plançons (4.4 cm année 0) diminue pour sa part régulièrement, pour n'atteindre que 2.8 cm à la fin de la septième année, toutes modalités confondues. Aucune interaction catégorie de plançons x modalité n'est en outre mise en évidence, quelle que soit l'année étudiée.

Tableau n° 3 : Circonférences et accroissements en circonférence selon la catégorie de plançons

Année	Circonférence moyenne (cm)		Accroissement moyen en circonférence (cm)	
	A2	US	A2	US
0	7,2 (a)	11,6 (b)	-	-
1	9,3 (a)	13,0 (b)	2,1 (a)	1,4 (b)
2	13,2 (a)	16,7 (b)	3,9 (a)	3,7 (a)
3	20,3 (a)	23,5 (b)	7,1 (a)	6,8 (a)
4	30,7 (a)	34,2 (b)	10,4 (a)	10,7 (a)
5	40,3 (a)	44,1 (b)	9,6 (a)	9,9 (a)
6	55,6 (a)	58,3 (a)	15,3 (a)	14,2 (a)
7	70,3 (a)	73,1 (a)	14,7 (a)	14,8 (a)

(2 modalités affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% - Test de Tukey)

## 2) Nutrition minérale

Les analyses foliaires effectuées à l'INRA de Bordeaux sur des échantillons prélevés le 4 août 1988 dans le témoin et dans les deux modalités plantées d'un sous-étage d'aulnes (Tableau n° 4) ont été interprétées par M. BONNEAU, directeur de la station de recherches sur le sol, la microbiologie et la nutrition des arbres forestiers (INRA Nancy).

Tableau n° 4 : Résultats d'analyses foliaires sur 'Beaupré'.

	Témoin (M.S.)	7 aulnes (M.S.)	3 aulnes (M.S.)
Matière organique brute %	90,83	91,17	91,69
Azote total Kjeldahl %	2,37	2,58	2,56
Phosphore total %	0,220	0,206	0,236
Soufre total %	0,29	0,31	0,30
Calcium total %	1,78	1,72	1,57
Magnésium total %	0,35	0,34	0,32
Potassium total %	1,48	1,32	1,34
Manganèse total mg/kg	53	54	50

La nutrition est bonne dans son ensemble et ne fait pas apparaître de différences importantes entre les trois traitements. Les teneurs en azote sont légèrement en dessous de l'optimum (2,7 à 2,8). Les teneurs en phosphore sont un peu faibles, surtout par comparaison avec les teneurs en azote, mais les seuils de carence sont encore mal connus pour des hybrides de baumiers.

Les teneurs sont correctes pour le potassium, très bonnes pour le magnésium et le soufre mais probablement un peu trop élevées pour cette essence en ce qui concerne le calcium.



### 3) Croissance de l'aulne

Les aulnes n'ont pas fait l'objet de mensurations annuelles mais simplement d'un inventaire complet à l'issue des huitième et onzième années.

Les taux de survie moyens des aulnes ne diffèrent pas significativement selon les modalités. Par contre, ils ont fortement diminué entre les huitième et onzième années. En revanche, les paramètres de croissance sont significativement différents au bénéfice de la densité de plantation la plus faible (Tableau n° 5).

Tableau n° 5 : Caractéristiques dendrométriques des aulnes

Modalité	Taux de survie (en %)		Circonférence moyenne (cm)		Hauteur totale année 8 (m)	Surface terrière année 8 (m <sup>2</sup> /ha)	Volume année 8 (m <sup>3</sup> /ha)
	Année 8	Année 11	Année 8	Année 11			
3 aulnes	55 ns	30 ns	21,6 **	27,0 **	6,0 *	1,2 *	9,5 **
7 aulnes	53	28	13,2	16,3	4,7*	1,0	6,8

\* (\*\*): différence au seuil de 5 % (1%)

La croissance en circonférence des aulnes a fortement ralenti durant les trois dernières années et n'atteint plus qu'un tiers de l'accroissement moyen des 8 premières années.

Même dans les classes de circonférence les plus élevées (25 à 30 cm), les aulnes restent nettement en sous-étage. Compte-tenu de l'évolution constatée au cours des trois dernières années, on peut considérer que le peuplement d'aulnes est condamné et que sa production de bois reste en tout état de cause extrêmement limitée et négligeable par rapport à celle des peupliers. Cette production n'est en effet due qu'à quelques individus isolés, qui peuvent demeurer vivants mais avec une croissance fortement limitée.

#### 4) Apports minéraux et organiques de l'aulne

Des analyses de sol ont été réalisées en novembre 1989, après 8 saisons de végétation (Tableau n° 6), dans un seul des blocs du dispositif, pour chacune des modalités testées, sous forme de prélèvements à 5 cm et 20 cm de profondeur.

Ces profondeurs de prélèvement permettent d'apprécier les apports de matière organique et d'azote en surface et après début de minéralisation.

Les zones de concentration dans le sol de l'azote provenant des aulnes étant limitées à la proximité immédiate de ces derniers (HANSEN et DAWSON, 1982), les échantillons de sol correspondant à une profondeur donnée ont été recueillis à différentes distances des aulnes et des peupliers puis intimement mélangés avant analyse .

Tableau n° 6 : Résultats d'analyses de sol

	Témoïn		Fertilisation		3aulnes/peuplier		7aulnes/peuplier	
	- 5 cm	- 20 cm	- 5 cm	- 20 cm	- 5 cm	- 20 cm	- 5 cm	- 20 cm
Carbone organique (méthode Anne) g/kg	56,3	33,3	55,8	36,8	54,1	44,2	63,0	28,5
Matières organiques g/kg	96,8	57,3	96,0	63,3	93,1	76,0	108,4	49,0
Azote Kjeldahl g/kg	6,22	3,58	5,93	3,60	5,93	4,47	8,98	3,18
Acide phosphorique g/kg	0,25	0,12	0,26	0,14	0,18	0,17	0,24	0,10
Capacité d'échange (méthode Metson) meq %	26,6	24,9	26,3	22,4	27,6	27,7	27,9	19,7
Calcium échangeable meq %	22,7	20,9	18,8	17,5	21,1	22,2	22,5	19,3
Magnésium échangeable meq %	3,28	3,26	3,25	2,89	3,77	3,38	3,36	2,41
Potassium échangeable meq %	0,39	0,26	0,54	0,25	0,36	0,27	0,33	0,15

Les apports de matière organique et d'azote par les aulnes n'apparaissent importants que dans la modalité 7 aulnes par peuplier et en surface seulement.

Cette augmentation par rapport au témoin des disponibilités potentielles en azote est due à la décomposition des feuilles d'aulne comme en témoigne la quantité de matière organique en surface, qui est supérieure de 12 % au témoin. L'absence d'enrichissement en azote en profondeur semble indiquer que les racines d'aulnes ne participent pas, dans ce cas, à l'amendement du sol et que les feuilles d'aulnes sont incomplètement minéralisées.

Les autres paramètres mesurés ne subissent pas d'évolution du fait de la présence d'aulnes et les éventuels facteurs limitants pour la croissance du peuplier demeurent donc, à un niveau inchangé. Le taux de phosphore, faible quelle que soit la modalité, peut notamment apparaître comme limite à la croissance d'hybrides interaméricains dans cette station, facteur sur lequel l'introduction d'aulnes demeure sans effet. De tels niveaux de phosphore sont cependant fréquents en milieu forestier et le site expérimental retenu ne peut être considéré comme particulièrement défavorable à la populiculture, pour cet élément. Les résultats des analyses foliaires ne mettent d'ailleurs pas en évidence de véritable carence en phosphore.

### 5) Coûts d'installation

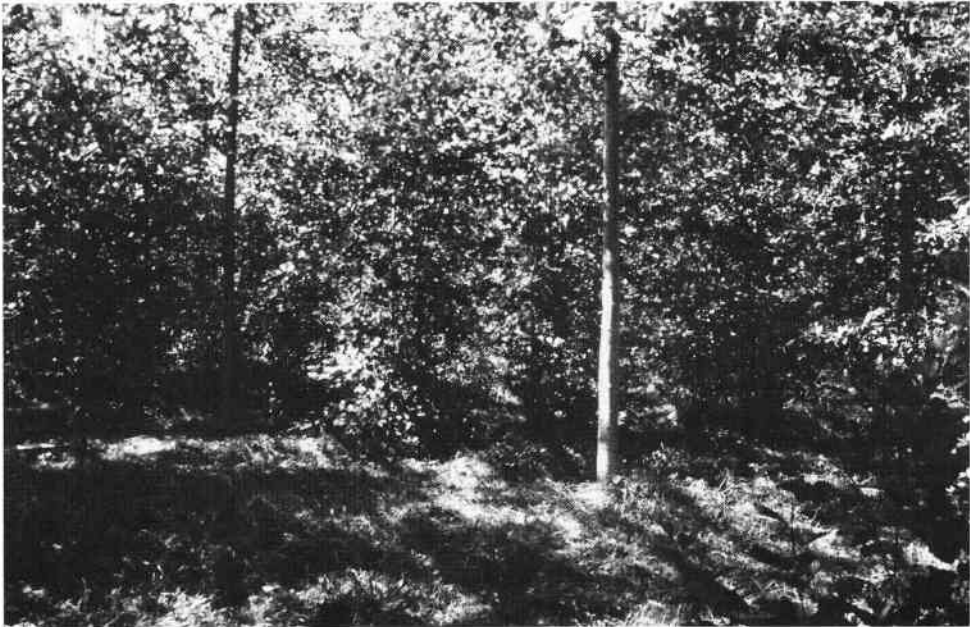
Les évolutions sensiblement différentes des coûts de main d'oeuvre et de fournitures ou de travaux entre 1982 et 1992 ne permettent pas d'exprimer fidèlement en francs 1992 les écarts de coûts constatés en 1982. L'estimation des dépenses par poste et par modalité (Tableau n° 7) demeure donc chiffrée en francs 1982.

On peut alors constater que les plantations d'aulnes se traduisent, selon la densité d'aulnes plantés, par un surcoût variant de 35 à 82% par rapport au témoin. L'introduction d'aulnes représente par ailleurs une dépense supplémentaire de 20% (3 aulnes par peuplier) ou de 63% (7 aulnes par peuplier), par rapport à la fertilisation testée dans ce dispositif

Tableau n°7 : Coût des travaux à l'hectare (en francs 1982)

Modalité	Travaux	Coût des travaux en francs 1982 (en % du témoin cat.A2)	
		Plants cat. A2	Plants cat. US
Témoin	<b>Travaux de base :</b> préparation du sol, fourniture et mise en place de 204 peupliers/ha	6 950 (100)	7 600 (109)
Témoin + 3 aulnes/peuplier	<b>Travaux de base :</b> + fourniture et mise en place de 612 aulnes/ha	9 400 (135)	10 050 (145)
Témoin + 7 aulnes/peuplier	<b>Travaux de base :</b> + fourniture et mise en place de 1 428 aulnes/ha	12 660 (182)	13 320 (192)
Témoin + fertilisation	<b>Travaux de base :</b> + apport de 570 kg d'engrais 17-17-17/ha	7 750 (111)	8 400 (121)

L'augmentation de dépenses liée à l'emploi de plançons de type US (+ 9 %) n'apporte en outre qu'un gain très réduit sur la circonférence, sur ce type de station.



Plantation mélangée aulnes-peupliers âgée de 7 ans

#### IV- DISCUSSION ET CONCLUSION

La conception de l'expérimentation de CHEFFES/SARTHE s'appuyait sur les observations de COURRIER et GARBAYE, et les conditions de plantation présentent donc de fortes similitudes en ce qui concerne la nature du sol, l'espèce d'aulne, la densité du sous-étage et les clones de peuplier qui sont certes différents mais dont les comportements sont considérés comme voisins dans ce type de station. Malgré cela, les résultats sont totalement discordants, ce qui pourrait vraisemblablement être imputé à la nature du sous-étage. Dans le dispositif de COURRIER et GARBAYE, le taillis préexistait et sa vigueur a certainement permis de bénéficier très tôt d'un retour au sol de l'azote apporté par la décomposition des feuilles d'aulne ainsi que de l'azote libéré par les racines d'aulne. A CHEFFES/SARTHE à l'inverse, les aulnes ont été plantés en même temps que les peupliers et n'ont donc pu produire au cours des premières années qu'un volume foliaire insignifiant et un volume racinaire limité.

Cette hypothèse serait d'ailleurs cohérente avec les observations de MM. LE TACON, BOUCHARD et GARBAYE qui constatent que l'effet bénéfique d'une plantation intercalaire d'aulne blanc sur la croissance du frêne ne devient significatif qu'après la sixième année. Ces auteurs n'avaient cependant pas constaté d'effet dépressif de l'aulne sur la croissance du frêne, sauf sur station très fertile où une concurrence entre espèces peut s'exercer pour l'alimentation en eau.

Dans le dispositif de CHEFFES/SARTHE, l'introduction d'aulnes n'a pu ni augmenter sensiblement la teneur en azote, au départ déjà correcte, ni réduire l'impact du niveau de phosphore, principal facteur limitant sur cette station. On peut penser que l'effet dépressif des aulnes sur la croissance de 'Beaupré' durant les premières années peut être attribué à une concurrence entre espèces pour l'alimentation en eau, voire en phosphore.

Les rotations très courtes (12 à 15 ans) utilisées aujourd'hui en populiculture ne semblent donc pas pouvoir laisser à l'aulne un délai suffisant pour contribuer positivement à la nutrition des peupliers. Leur présence interdit en outre toute possibilité d'entretiens mécanisés lors des premières saisons de végétation alors que de telles interventions ont prouvé leur efficacité technique et économique.

L'apport supplémentaire très négligeable de la production de bois d'aulne est obtenu avec une majoration initiale d'au moins 35% du coût d'une plantation sans fertilisation de départ. Même s'il est trop tôt pour dresser un bilan économique complet de cette expérience, on peut cependant penser que cette dépense supplémentaire aurait été plus judicieusement investie dans une intensification de la culture durant les 3 ou 4 premières années.

Enfin, cet exemple illustre bien les difficultés de gestion des plantations mélangées comprenant des essences dont les rythmes de croissance sont par trop différents. Dans le cas présent, c'est l'essence principale qui se développe le plus rapidement, faisant disparaître l'essence d'accompagnement. On rencontre là les limites pratiques d'un modèle théoriquement très séduisant.



## BIBLIOGRAPHIE

**COURRIER, G., GARBAYE, J., 1981**

A propos de la sylviculture des peuplements mélangés. Un exemple de l'effet bénéfique de l'Aulne sur la croissance des peupliers.

Revue Forestière Française, vol. XXXIII, n°4, pp 289-292

**DAWSON, J.O., DZIALOWY, P.J., GERTNER, G.Z., HANSEN, E.A., 1983**

Changes in soil nitrogen concentration around *Alnus glutinosa* in a mixed short-rotation plantation with hybrid *Populus*.

Canadian Journal of Forest Research, vol. 13, n°4, 4p.

**DE BELL, D.S., RADWAN, N.A., 1979**

Growth and nitrogen relation of coppiced black cottonwood and red alder in pure and mixed plantings.

Botanical Gazette, n°140 (suppl.), pp97-101

**HANSEN, E.A., DAWSON, J.O., 1982**

Effect of *Alnus glutinosa* on Hybrid *Populus* height growth in a short-rotation intensively cultured plantation.

Forest Science, vol.28, n°1, pp. 49-59

**JOHNSRUD, S.T., 1978**

Nitrogen fixation by root nodules of *Alnus incana* in a Norwegian forest ecosystem.

Oikos, vol.30, n°3, pp 475-499

**LE TACON, F., BOUCHARD, D., GARBAYE, J., 1988**

Augmentation de la croissance initiale du frêne (*Fraxinus excelsior* L.) par épandage de boues de station d'épuration urbaine et plantation intercalaire d'aulne blanc (*Alnus incana* (L.) Moench).

Revue Forestière Française, vol. XL, n°2, pp. 117-125

**TARRANT, R.F., 1961**

Stand development and soil fertility in a Douglas fir Red alder plantation.

Forest Science, vol.7, n°3; pp 238-246

**TARRANT, R.F., TRAPPE J.M, 1971**

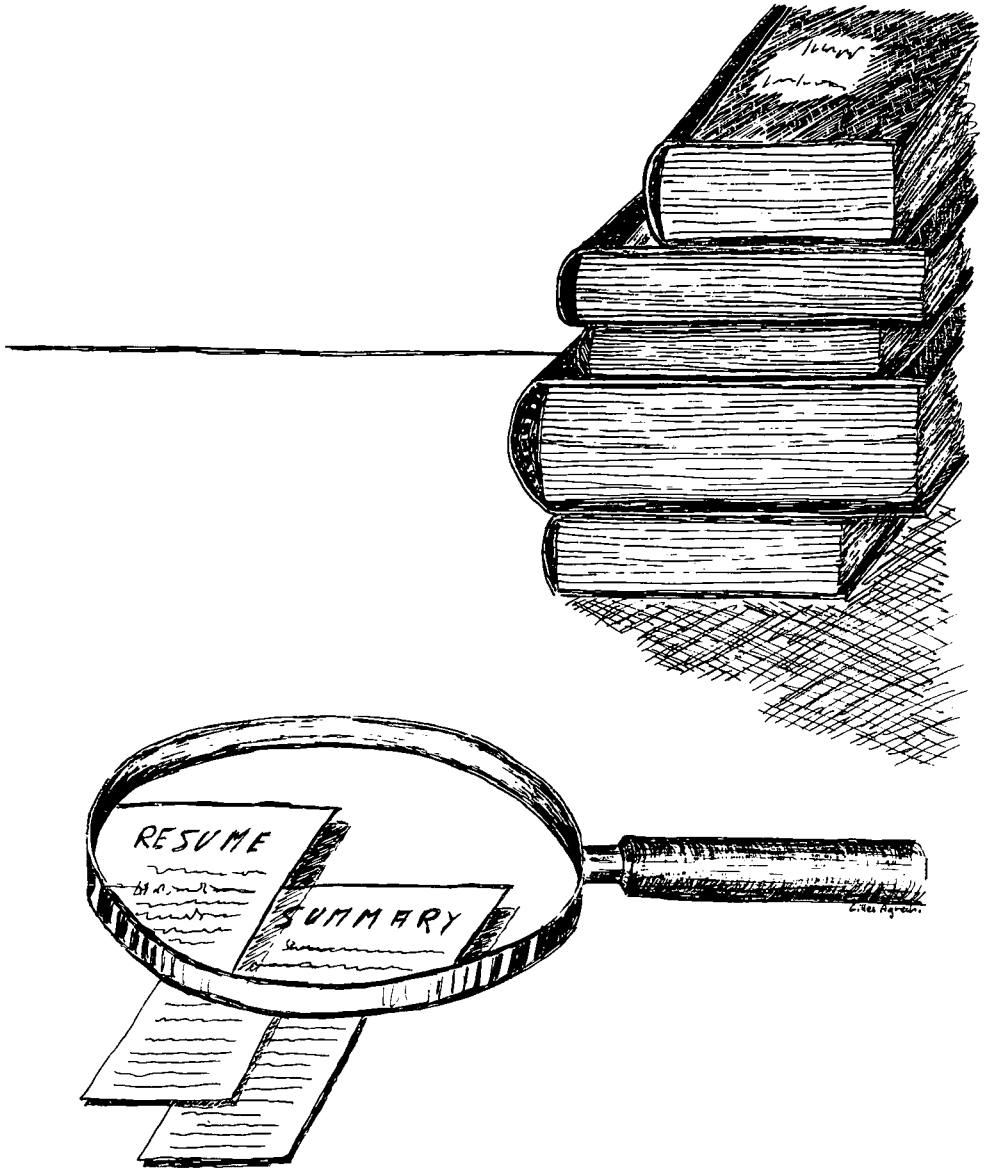
The role of *Alnus* in improving the forest environment.  
Plant and Soil, special volume, pp. 335-348

**VAN DER MAIDEN, H.A., 1961**

Alder in mixture with Poplar.  
Stichting Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", n°9, 4p.



# 5. Abstracts





**TESTING TWO INSECTICIDS  
IN THE GROUP OF SYNTHETIC PYRETHRINOIDS  
AGAINST THE SMALL PINE WEEVIL, Pissodes notatus F.**

**J.F ABGRALL, B. JUVY**  
Forest Pest Management  
Grenoble

The coleopter Pissodes notatus F. is a terrible enemy of pine stands weakened by attacks of primary insects or by bad conditions of site or climate.

Damages are particularly heavy in plantations around 3-5 years and 10-20 years. As chemical fight cannot be selective, we have used first results with synthetic pyrethrinoids on scolytes. Trials have been set up with trap logs previously treated with these insecticides which are efficacious even in small quantities. The method is thus to attract insects on poisoned logs to diminish the number of attacks on trees.

The trial has been conducted on maritime pine in a seed orchard managed by CEMAGREF in France (Lot) by comparison in four replications of eight log piles, not treated and treated with deltamethrine (K Othrine product) or alphasulphathrin (Fastac product).

Counting attacks in september has shown the effectiveness of both products during 2-2,5 months, covering the breeding period of Pissodes, with the used quantities (18 to 20 mg of active substance/m<sup>2</sup> of bark).

This trap-logs method allows a considerable reduction of the Pissodes pressure on a young stand of weakened pines. It too reduces the population of associated ravagers (Orthotomicus, Tomicus and Hylurgus).

**DENDROMETRICAL AND MORPHOLOGICAL STUDY  
OF ISOLATED LARCHES  
IN THE PLATEAU LIMOUSIN**

**AGRECH G., GUITTON J.L.**  
Forest Management and Engineering  
Riom

Agroforestry programme in CEMAGREF is mainly centered on study and experimentations of "on pasture" tree plantations for precious wood. Recent trials test tree installation and protection technics. On the other hand, the observation of adult trees with such a treatment is impossible.

The study of isolated trees in open fields is one of the only means to verify growth hypothesis used in experimental schemes.

The work lead on larches in the Plateau Limousin validates the main characteristics for the growth of isolated trees : trunk conicity does not vary with age, growing in height and in diametre are regular, rather weak here because of acid soils.

The detailed study of the tree crown shows big morphological differences between individuals and a general tendency for a cylindric shape after a certain age. Because of its rather narrow crown and without any consideration of the level of light captation by foliage, larch could be planted with a higher density than precious broadleaves.

This kind of work is worth being repeated and completed to get a better knowledge of the behaviour of isolated trees and to precise silvicultural schemes.

## **FOREST SITES OF THE EASTERN BORDER OF THE FRENCH MASSIF CENTRAL**

**CURT T.**

Forest Management and Engineering  
Riom

This study is about forest sites of the eastern border of the French Massif Central. First, it proposes a cutting out of this complex area in small homogeneous districts, according to geology, geomorphology and climate (so called "ecological districts").

Secondly, inside these districts, forest sites are determined by using edafic parameters for the estimation of fertility (by the observation of the type of humus), and of water economy (by using soil's depth, texture and percentage of stones).

Each forest site is described and illustrated by examples ; a choice of trees which are possible to install is proposed.



## STUMP DEVITALIZATION IN FOREST

**A. GAMA, Y. DUMAS, JF. DUGAST, M. JEQUEL<sup>(2)</sup>, Y. LOURDET<sup>(2)</sup>**  
Forest Management and Engineering  
Nogent sur Vernisson

Stump devitalization is first situated inside the actual evolution of the forest management.

The bases of new efficiency tests for stump and coppice shoots devitalization are then described.

The experimental trial on hombeam stumps was the referential test-case for the used methodology. Comparative tests of active ingredients were carried on different ways of treatment as well as brushing over stumps, or damping with a specific broom.

Finally, the main results of the experiments are briefly explained.

---

<sup>(2)</sup> DowElanco France, Service Technique, 6, avenue Charles de Gaulle - 78150 - LE CHESNAY

**COULD THE FERTILIZATION OF DOUGLAS-FIR BE  
IMPROVED AT PEYRAT-LE-CHATEAU NURSERY,  
SO AS TO PRODUCE PLANTS QUICKER ?**

**GENERE B.**

Forest Nurseries and Plant Genetics Division  
Nogent sur Vernisson

Peyrat-Le-Chateau bare-root nursery is situated in the Central Mountain of France, at nearly 600 m above sea level. Its sandy soil contains a lot of organic matter (6 to 8 %), but magnesium and copper contents are deficient.

Three experiments were made in 1991, with young seedlings (2 trials) and after transplanting (1 trial). Different fertilizer regimes were tested, with the intention to shorten the usual production cycle (2 years instead 3).

The first result is that fertilization has statistically no effect on the growth of young seedlings and on the seed/plant yield.

The second result is that the transplants can benefit a lot from an improved fertilization regime. The role of nitrogen is prevailing : in this experiment, the best treatment consists on supplying three times 36 kg N/ha with ammonium nitrate. Copper and magnesium sulfates have also a favorable effect, due to the observed deficiency in the soil.

Nevertheless, the only improvement of fertilization cannot lead to produce standardized plants quicker.

Other technics (such as earlier sowing, ectomycorrhizal inoculation, transplanting in late summer) must be associated with fertilization to achieve the aim.

## **INFLUENCE OF SITE AND WOODLAND MANAGEMENT ON POPULATIONS OF ROE DEERS IN THE LANDES OF GASCONY**

**A. GUIBERT, C. MAIZERET\*, P. BALLON, E. MONTES\*\***

Range and Wildlife Management  
Nogent sur Vernisson

This study has been conducted in the largest woodland area of our country (about 1 million ha). More than 90 % of the forest is covered by Maritime pine (*Pinus pinaster*).

Because of the poor quality of the soils and the requirements of that pine species, the foresters have to remove the competitive vegetation.

The role of intensive ground clearance has been evaluated on 6 different woodland territories (about 1000 ha each). Food availability and habitat use in different forest stands have been assessed from the Aldous survey.

The analysis confirms the very poor capacity of this woodland area. The "dry" and "wet" areas have the best feeding availabilities, whereas the "mesophile" areas are the poorest ones.

The collected data were submitted to a barycentric discriminant analysis which allows a hierarchical ordering of the factors having an effect on the abundance of available food. The habitat quality depends mainly on the forest sites and secondarily on the nature, frequency and intensity of the mechanical weeding.

The effects of the mechanical weeding are the highest in "dry" areas. The age and height of the forest stands influence the quality of available food, whereas the thinning intensity doesn't seem to have an effect. At least the very scarce and isolated broadleaved areas always show better food availability than the coniferous ones.

More over it appears the regeneration plot from line seedlings are richer than artificial plantations.

---

\* GREGE, Les Bayles, F-33720 BUDOS

\*\* GERA, Avenue des facultés, F-33405 TALENCE CEDEX

**MORPHOPEDOLOGICAL UNITS OF LA MARCHE AND  
ITS NORTHERN BORDERS**  
*(geomorphological study and spatialization of soils)*

**MELOUX J.L.**

Université Blaise Pascal, Institut de géographie  
Clermont-Ferrand

A morphopedological study has been realized in the Marche and Boischaut regions (7 500 km<sup>2</sup>), as a part of a forest site typology.

Retracing the geomorphologic evolution of these regions leads to a classification made up of seven main morphopedological units, according to different bed rock/formation/soil interactions, for a given type of relief.

The example of the Basse Marche région, with its splitting-up into landscapes, along with a typical site are analysed thereafter.

This region appears to be one of detritic plateaus shaped into clay and sand, where the interfluves'rock formations vary spatially.

The soils that derive from these materials are generally hydromorphic, therefore they may hinder local developpement.

## **ALDER IN MIXTURE WITH POPLAR : A DISAPPOINTING RESULT**

**TERRASSON D., VALADON A., DEBOISSE G.**  
Forest Nurseries and Plant Genetics Division  
Nogent sur Vernisson

A trial has been established at Cheffes/Sarthe (Maine-et-Loire) in order to measure in the field the consequences of the introduction of alder in mixture with poplar on the growth of one clone 'Beaupré' (hybrid Populus trichocarpa x Populus deltoïdes).

A negative effect was observed between the second and the fifth year, probably due to competition between the two species for water and some nutrients. The nitrogen concentration in the soil was not increased significantly after 8 years, even with 7 alders planted per poplar.

Survival rate and growth of alders were strongly reduced after 11 years and no significant increase of nitrogen concentration can be expected for the next years.

Furthermore, a mixed plantation of alder and poplar is at least 35% more expensive than a pure poplar plantation without any significant effect on poplar growth.

It prevents too from using mechanized cultivation techniques which proved to be efficient in intensive poplar culture.

# Les *ÉTUDES* du CEMAGREF

## *Série : Ressources en eau*

N° 1 - Potentiel d'électrode de platine en épuration biologique - 1990, 164 pages - 200 F

N° 2 - Le phosphore et l'azote dans les sédiments du fleuve Charente : variations saisonnières et mobilité potentielle - 1990, 228 pages - 250 F

N° 3 - Typologie aquacole des marais salants de la côte atlantique - 1991, 232 pages - 200 F

N° 4 - Pêche, biologie, écologie des aloses dans le système Gironde-Garonne-Dordogne - 1991, 392 pages - 350 F

N° 5 - La pêche professionnelle fluviale et lacustre en France - 1992, 290 pages - 300 F

N° 6 - Les mono-oxygénases de poissons, un outil pour la caractérisation des pollutions chroniques - 1992, 232 pages - 250 F

N° 7 - Mémento de pisciculture d'étang - 1993, 168 pages - 150 F

## *Série : Hydraulique agricole*

N° 1 - Étude de la qualité des eaux de drainage. Diagnostic de risque de lessivage d'azote en fin de campagne culturale. La tranchée de drainage. Une nouvelle expression de la hauteur équivalente. A propos des coefficients de forme de la nappe libre drainée - 1986, 21 x 29,7 - 182 pages - 200 F

N° 2 - Hydraulique au voisinage du drain. Méthodologie et premiers résultats. Application au diagnostic du colmatage minéral des drains - 1987, 21 x 29,7 - 220 pages - 200 F

N° 3 - Secteurs de références drainage. Recueil des expérimentations - 1988, classeur 20 x 26 - 92 fiches - 150 F

N° 4 - Fonctionnement hydrologique et hydraulique du drainage souterrain des sols temporairement engorgés : débits de pointe et modèle SIDRA - 1989, 334 pages - 250 F

N° 5 - Transferts hydriques en sols drainés par tuyaux enterrés. Compréhension des débits de pointe et essai de typologie des schémas d'écoulement - 1989, 322 pages - 250 F

N° 6 - Réseaux collectifs d'irrigation ramifiés sous pression. Calcul et fonctionnement - 1989, 140 pages - 150 F

N° 7 - Géologie des barrages et des retenues de petites dimensions - 1992, 144 pages - 200 F

N° 8 - Estimation de l'évapotranspiration par télé-détection. Application au contrôle de l'irrigation - 1990, 248 pages - 250 F

N° 9 - Hydraulique à l'interface sol/drain - 1991, 336 pages - 250 F

N° 10 - Le fonctionnement du drainage : approche pédo-hydraulique - 1991, 248 pages - 200 F

N° 11 - Mise en valeur des sols difficiles. Drainage et après-drainage des argiles vertes - 1991, 140 pages - 150 F

N° 12 - Colmatage des drains et enrobages : état des connaissances et perspectives - 1991, 152 pages - 200 F

N° 13 - Guide pour le diagnostic rapide des barrages anciens - 1992, 100 pages - 150 F

## *Série : Équipement des IAA*

N° 1 - Carbonisateur à pailles et herbes pour les pays en développement - 1990, 56 pages - 100 F

## *Série : Production et économie agricoles*

N° 1 - GEDE Logiciel d'aide à la décision stratégique pour l'exploitation agricole - 1992, 206 pages - 200 F

N° 2 - AGREGEDE : méthode de simulation de la production agricole d'une région - Application en Ardèche - 1992, 232 pages - 250 F

N° 3 - Vers des solutions pour des bâtiments d'élevage adaptés à des exploitations "moyennes" du Massif Central - 1993, 128 pages - 150 F

N° 4 - Développement d'un outil d'aide à la décision en matière de défrichements à vocation agricole - 1993, 168 pages - 150 F

## *Série : Gestion des services publics*

N°1 - Économie et organisation à l'échelle départementale du financement du renouvellement des réseaux d'eau potable - 1991, 76 pages - 150 F

A commander au CEMAGREF - DICOVA,  
BP 22, 92162 ANTONY Cedex - Tél. : (1) 40 96 61 32 - Fax : (1) 40 96 61 64  
joindre votre paiement à la commande



LOUIS - JEAN  
avenue d'Embrun, 05003 GAP cedex  
Tél. : 92.53.17.00  
Dépôt légal : 587 — Juillet 1993  
Imprimé en France







"Etudes" du CEMAGREF, série Forêt n° 10, **Annales 1992 - Département Forêt** - 1993, 1<sup>re</sup> édition, ISBN 2-85362-335-1, ISSN 1158-9906. Dépôt légal 3<sup>e</sup> trimestre 1993 - Coordonnateur de la série : Georges Steinmetz, chef de département - Photo de couverture : Thomas Curt, CEMAGREF - Impression et façonnage : imprimerie Louis Jean, BP 87, 05003 Gap - Edition et diffusion : CEMAGREF-DICOVA, BP 22, 92162 Antony Cedex, tél. : (1) 40 96 61 32 et CEMAGREF Clermont-Ferrand, division Techniques forestières, Domaine de Lалуas, 63200 Riom, tél. 73 30 20 52 - Diffusion aux libraires : TEC et DOC, 14, rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex, tél. : (1) 47 40 67 00 - **Prix : 200 F TTC**