



HAL
open science

Annales 1988

- [.]cemagref Antony Dgdp

► **To cite this version:**

- [.]cemagref Antony Dgdp. Annales 1988. Cemagref Editions, pp.125, 1989, Coll. Etudes du Cemagref, série Forêt, n° 1, 2-85362-158-8. hal-02581881

HAL Id: hal-02581881

<https://hal.inrae.fr/hal-02581881v1>

Submitted on 21 Jul 2023

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

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

ETUDES

Forêt

PUB00012278

n° 1



Annales 1988

Département Forêt

EMA GT 29 EF

CEMAGREF
DOCUMENTATION
CLERMONT-FERRAND

ANNALES 88

Département Forêt



CEMAGREF

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

GT DE CLERMONT-FERRAND

Domaine de Lалуas
63200 Riom
Tél. : 73.38.20.52 • Téléc. : 391 639 F
Télécopie : 73.38.76.41

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

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

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

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

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

Son budget annuel consolidé est de 280 M. F.

Introduction

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

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

Disposant de moyens financiers limités, le département «produit» sous des formes très diverses (appuis techniques, services, publications).

Les rapports et documents sont variés et s'adressent à différents publics, mais depuis quelque temps se fait sentir le besoin d'une publication présentant l'ensemble du département et mettant en valeur ses activités.

Les présentes annales résultent donc de la conjonction de cette démarche de valorisation du département forêt et de la mise en place au niveau du CEMAGREF d'un nouveau système de publication permettant de présenter des séries spécialisées.

Cette nouvelle publication qui se veut de fréquence annuelle se donne pour mission de :

- présenter les activités du département ;
- rassembler les références des publications de l'année ;
- grouper et faire connaître les articles des «informations techniques» forestières de l'année ;
- offrir quelques articles originaux, quelques points de vue.

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

This yearbook is the first one issued by the Department of Forestry, to valorise the works of all its teams. It is divided in four parts :

1. Présentation of the Department of Forestry and its activities.
2. Picking up references of publications issued by the teams in the running year.
3. Gathering and let know forest publications of «Informations Techniques du CEMAGREF».
4. Emphasizing some peculiar research subjects of the running year by new papers.

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Le département forêt en 88 | 7 |
| Publications de l'année 88 | 31 |
| Notes d'informations techniques | 55 |
| Points de vue | 91 |



I - LE DEPARTEMENT FORET EN 1988

- Un partenaire du complexe recherche sur la filière forêt-bois
- Huit programmes d'actions pour six divisions
- Les activités de l'année 1988

Ce premier numéro des annales du département Forêts du CEMAGREF me donne l'occasion de présenter très rapidement la place et le rôle de cet organisme dans le domaine forestier, ainsi que la nature des programmes couverts et les effectifs en cause.

• Un partenaire du complexe recherche sur la filière bois

La place et le rôle actuels du CEMAGREF dans le domaine forêt s'expliquent surtout à partir des trois éléments suivants :

1 - **Historique** : les recherches forestières, placées avant 1964 sous la tutelle de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, furent réparties entre l'INRA et les Sections techniques du ministère de l'Agriculture. A l'INRA revenaient les disciplines à base biologique, aux Sections techniques celles relevant plutôt du Génie Forestier ou de programmes techniques (reboisement, lutte contre l'érosion, contrôle des avalanches, certains aspects de sylviculture). On sait que ces Sections se transformèrent en CTGREF, puis CEMAGREF.

2 - **Rôle d'interface** : entre les organismes privilégiant les recherches méthodologiques et la profession - ce qui justifie la part réservée à l'appui technique à côté des programmes de recherches eux-mêmes très finalisés.

3 - **Rôle de service et de conseiller technique** auprès du ministère de l'Agriculture (Direction des Forêts, puis DERF), y compris sous la forme d'appui à la rédaction de projets de textes réglementaires.

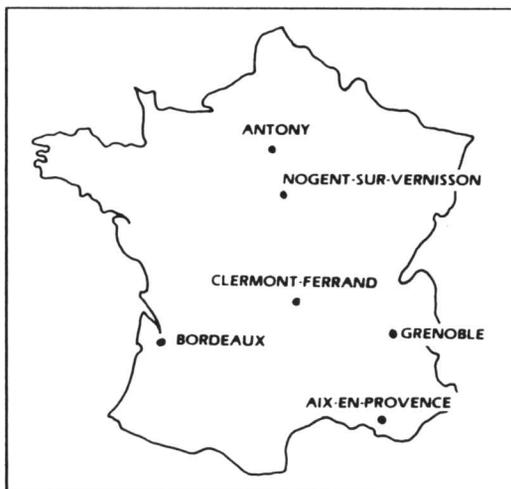
Il en résulte que l'activité du département Forêts du CEMAGREF suit de très près les besoins exprimés par les responsables de la politique forestière, en cherchant à éviter d'éventuels doubles emplois avec les organismes partenaires.

L'effectif global du département de 55 personnes est réparti, selon le tableau et la carte suivants, en sept divisions, équipés de base implantées en six sites sur le territoire français.

Effectifs du département Forêts

| Groupement Division ou Section | Cher- cheurs | IGREF | Ingénieurs contractuels | ITEF | ITA | Techniciens et ouvriers profession. | Admi- nistratifs |
|---|-----------------|-----------------------|----------------------------|------|-----|---|---------------------|
| Antony Protection phytosanitaire | | 1 temps partiel | | | | | |
| Aix-en-Provence Techniques forestières Méditerranéennes | 1 | 3 | | | 1 | 4 | 1 |
| Clermont-Ferrand Techniques forestières | | 2 | | | | 3 | 0,5 |
| Grenoble Protection phytosanitaire | | | 3 | | | 1 | 1 |
| Nogent-sur-Vernisson Protection phytosanitaire | 1 | | | | | 1 | |
| Graines et plants forestiers | | 1 | 1 | 2 | | 5 | 2 |
| Techniques forestières | | 1 | 3 | 1 | | 3 | 1 |
| Chasse | | 1 | 3 | 1 | | 3 | 1 |
| Bordeaux (Typologie) | | 1 | | | | 1 | |
| | 2 | 10 | 10 | 4 | 1 | 21 | 6,5 |

Les implantations des divisions du département Forêts



Groupements

Aix-en-Provence
Antony
Clermont-Ferrand
Grenoble
Nogent-sur-Vernisson

Divisions ou Sections

Techniques forestières
Méditerranéennes
Protection phytosanitaire
de la forêt
Techniques forestières
Protection phytosanitaire
de la forêt
Techniques forestières
Graines et plants forestiers
Chasse
Protection phytosanitaire
de la forêt

● Huit programmes d'action pour six divisions

La programmation globale des actions de recherche a été définie en 1986 et inscrite dans le Schéma d'Orientation Scientifique et Technique (SOST) de l'organisme. Une révision s'imposera probablement vers 1990. L'essentiel des activités se regroupe dans le cadre des programmes suivants :

- Production, évaluation, gestion du matériel végétal forestier amélioré
- Méthodes d'élevage du matériel végétal forestier
- Création et conduite des peuplements
- Description du milieu et évaluation de sa productivité
- Relations forêt-gibier
- Protection phytosanitaire de la forêt
- Reconversion des terres susceptibles d'être abandonnées par l'agriculture
- Prévention des incendies de forêt

qui sont détaillés dans les pages suivantes.

On note que ces différentes activités concernent des disciplines scientifiques et techniques très éloignées, même si l'on trouve comme dénominateur commun la forêt.

Les hommes ou équipes impliqués pour chacune d'elles ne relèvent pas toujours de la même unité administrative. C'est pourquoi, il a été demandé à certains agents de jouer le rôle de responsable (en tant que délégué du département) et coordonnateur de ces projets à caractère relativement monodisciplinaire.

Les équipes du département assument en outre, dans leur domaine de compétence, une mission d'appui technique auprès d'organismes divers.

J. F. Lacaze
Chef du département Forêts

Production, évaluation, gestion du matériel végétal forestier amélioré

Objectifs - Enjeux

L'utilisation de matériel végétal inadapté aux conditions de milieu de leur lieu de plantation ou de matériel végétal présentant des insuffisances graves de croissance ou de forme a conduit à de graves échecs (disparition de 40.000 ha de pin maritime en 1985, pins sylvestres de forme défectueuse dans le Massif Central pour ne citer que deux exemples les plus connus). Ces erreurs sont d'autant plus pernicieuses qu'elles n'apparaissent souvent qu'après de nombreuses années avec des conséquences financières dramatiques.

L'objectif du programme est donc de **fournir au reboiseur des variétés forestières :**

- **adaptées** : origine et condition d'utilisation connue ;
- **performantes** : production quantitative et qualitative satisfaisante.

Démarches - acquis

Pour aboutir à ces deux objectifs, il faut d'abord acquérir une bonne connaissance de l'espèce, puis engager un processus de sélection et de multiplication qui comporte plusieurs niveaux.

1 - La sélection de peuplements de forme et de croissance apparemment satisfaisante, dans lesquels seront effectués les récoltes de graines (peuplements classés). **Depuis 25 ans, pour 17 essences d'intérêt majeur, le CEMAGREF a classé 1.640 peuplements couvrant 78.000 ha** ce qui permet d'assurer environ 40 % de la consommation nationale pour les essences feuillues, 80 % pour les essences résineuses.

2 - La recherche dans l'aire d'extension de l'espèce des populations (les provenances) les meilleures. Cette étape, effectuée sous formes de plantations comparatives, est menée par l'INRA.

3 - La sélection dans les populations les plus performantes d'individus géniteurs exceptionnels en vue de créer des variétés artificielles :

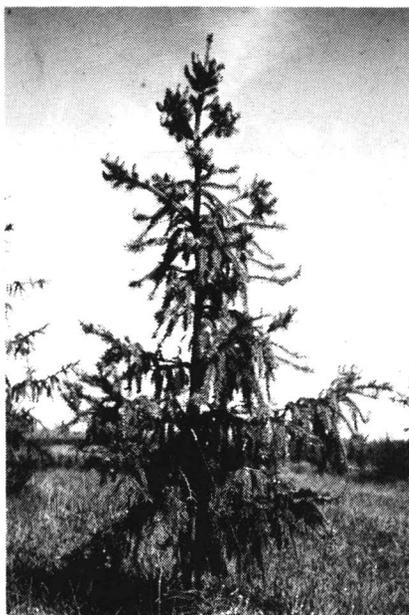
- **par multiplication sexuée au moyen de vergers à graines** pour la production de semence améliorée (gains de productivité de plus de 10 %). Le programme suivi par le CEMAGREF depuis 1970 est réalisé à 90 % sur 530 ha. Il concerne 8 essences et couvrira selon les espèces entre 10 et 60 % des besoins en graines; les premières récoltes ont eu lieu en 1987;

● par voie végétative, si elle s'avère opérationnelle par le moyen de variétés clonales, avec des gains potentiels considérables (plus de 200 % pour le peuplier) mais au prix d'une perte de plasticité. Le rôle du CEMAGREF a consisté essentiellement à tester l'adaptation aux conditions nationales des clones de peupliers, issus des instituts de recherche européens. Les études en cours devraient permettre de proposer prochainement des variétés clonales pour d'autres espèces (hybrides de trembles, merisiers, épicéas, ...).

Ce programme est mené en étroite collaboration avec l'INRA qui sélectionne le matériel végétal, le met à disposition du CEMAGREF, amorce des études pour la conduite ultérieure de la sélection.

Perspectives

Les travaux d'amélioration génétique des arbres forestiers, débutés récemment en France, commencent à peine à porter leurs fruits. Les phases préliminaires sont en revanche achevées pour la plupart des essences et les sorties variétales vont s'accélérer rapidement au cours des 20 prochaines années. Des gains de productivité de plus en plus élevés sont à prévoir, obtenus au prix d'une spécialisation de ces variétés. Le CEMAGREF impliqué dans la définition des contraintes d'utilisation, sera donc appelé à jouer un rôle grandissant, à la fois en temps qu'arbitre chargé d'apprécier et de contrôler les possibilités pratiques de diffusion que de vulgarisateur auprès des utilisateurs.



Méthodes d'élevage du matériel végétal forestier

Objectifs - Enjeux

La production nationale de plants forestiers s'élève actuellement à 90 millions de plants, ce qui correspond à une surface reboisée d'environ 30.000 ha et à un chiffre d'affaires de 180 millions de francs.

Les plants séjournent en pépinières entre un et cinq ans avant d'être transférés en forêt. La qualité physiologique des plants, les modes de stockage et de transport, les conditions de plantation minimisent ou aggravent le **traumatisme de la transplantation** et ont des conséquences sur la reprise, la qualité de l'installation, l'homogénéité du peuplement.

Par ailleurs, les progrès obtenus dans l'amélioration génétique des arbres forestiers ont fait apparaître deux problèmes nouveaux :

- la nécessité d'augmenter en pépinière le rendement de transformation graine-plant pour les variétés nouvelles, chères et rares ;
- l'obligation de mettre au point des techniques de multiplication végétative opérationnelle autorisant l'essor de variétés clonales nouvelles.

Les objectifs du programme sont au nombre de quatre :

- amélioration de la qualité physiologique des plants forestiers leur conférant un potentiel maximal de reprise et de croissance ;
- réduction des coûts de production ;
- augmentation du rendement matière en pépinière ;
- mise au point des techniques de multiplication végétative.

Si **ces objectifs sont nationaux**, il convient néanmoins de signaler qu'ils doivent subir des **adaptations en fonction des particularités régionales, notamment pour la zone méditerranéenne** ; l'étude des techniques de pépinière est donc partagée entre deux divisions implantées à Aix-en-Provence pour les zones méditerranéennes et Nogent-sur-Vernisson.

Démarche - Acquis

Dans un premier stade, il est nécessaire d'estimer l'impact des conditions d'élevage sur l'aptitude à la reprise en plantation. Pour cela, deux types d'analyses sont pratiquées :

- mesure de l'état physiologique des plants aux différents stades de production ;
- comparaison des performances, dans des plantations en milieu forestier.

Sur la base de ce constat, un **effort d'innovation** peut alors être tenté **sur tout ou partie de la chaîne d'élevage des plants**. Cela pourra concerner aussi bien le stockage du matériel végétal (graines à faible durée de conservation, ...), que l'ensemble des techniques culturales (régulation des serres, choix des conteneurs et des substrats, fertilisations,...), ou encore la conception des engins mécaniques de production (machine à repiquer, ...).

Des techniques entièrement nouvelles peuvent également être instaurées sur la base des acquis des recherches en physiologie végétale conduites notamment par l'INRA. Le CEMAGREF doit alors vérifier la possibilité d'appliquer ces techniques à l'échelle de la production en masse, les adapter en conséquence, et enfin évaluer leurs implications économiques. Actuellement, cette démarche concerne tout particulièrement le problème de la mycorhization des plants forestiers.

Menée à la demande instante des services forestiers de terrain (CRPF, DDAF, ONF) et des pépiniéristes, cette démarche s'appuie essentiellement sur une collaboration avec plusieurs laboratoires de l'INRA (Nancy, Orléans, Montpellier), et, pour certains projets, des établissements d'enseignement dont l'ENITAH d'Angers. Les travaux propres aux régions méditerranéennes sont, par ailleurs, intégrés dans le programme «P.I.M.».

La poursuite de ces études, depuis plusieurs dizaines d'années, a permis d'obtenir des acquis concernant :

- les conditions de conservation et de prétraitement des graines forestières (note technique), les normes de qualité des plants forestiers (règles du FFN) ;
- la mise au point de techniques de multiplication des principales essences feuillues, de multiplication végétative des merisiers, de l'épicéa commun, de l'hybride de trembles ;
- les substrats et conteneurs en zone méditerranéenne ;
- l'élaboration d'une repiqueuse de plants forestiers.

Perspectives

A court terme, les travaux menés en zone méditerranéenne permettront de déboucher sur la définition de normes d'élevage en conteneur et sur la rédaction de fiches pour le Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français.

La délivrance au CEMAGREF de la direction technique de deux pépinières administratives de Peyrat-le-Château (87) et Guéméné Penfao (44) va permettre de leur conférer des objectifs expérimentaux accrus : production des plants nécessaires à l'ensemble des essais forestiers, outil essentiel dans l'expérimentation et la vulgarisation des techniques des pépinières. Le CEMAGREF se voit aussi confier des moyens nouveaux pour intensifier son activité dans ce domaine à la mesure du renforcement des moyens d'encadrement.



Création et conduite des peuplements forestiers

Objectifs - Enjeux

Pour de nombreuses raisons, le forestier est de plus en plus conduit à créer ou à renouveler ses peuplements par voie artificielle, c'est-à-dire par plantation ou semis.

- La pratique traditionnelle s'efforçait d'imiter la nature par des plantations à forte densité (10.000 plants/ha).
- La protection des jeunes plants contre la concurrence des autres végétaux était grande consommatrice de main-d'œuvre.
- Les premières coupes d'éclaircie, relativement tardives, présentaient un bilan financier positif.
- Ce schéma conduisait à des peuplements denses et à un cycle de production très long (jusqu'à 200 ans).

Sous la pression de l'évolution économique (coût de production des plants, coût de la main-d'œuvre, baisse de la valeur des bois de petit diamètre) un nouveau schéma est en train de voir le jour.

L'objectif est de :

- faire des plantations à faible densité ;
 - faire appel à la mécanisation et aux auxiliaires chimiques ;
 - minimiser le nombre et le coût des coupes d'éclaircies à bilan négatif ;
 - raccourcir la durée du cycle de production ;
- tout en garantissant la qualité du produit (notamment par l'élagage).

Démarches - Acquis

L'action du CEMAGREF se situe à plusieurs niveaux :

- **expérimentation de scénarios sylvicoles :**
 - premières éclaircies dans peuplements de chênes, pin sylvestre, pin laricio, épicéa, douglas
- **test et évaluation de produits du commerce :**
 - produits phytocides, produits de protection contre le gibier

- **diffusion des connaissances acquises :**

- note technique sur l'emploi des phytocides

- **conseil technique à l'administration :**

- au niveau central, pour la mise au point des circulaires techniques ;
 - au niveau régional, pour l'évaluation des dossiers de reboisement aidés par l'Etat.

De nombreux contacts (notamment dans le cadre de groupes de travail spécialisés) sont entretenus avec l'ensemble de la nébuleuse forestière (INRA, IDF, ONF, CRPF, Ecoles).

Certaines expériences sont réalisées en collaboration.

Perspectives

En sylviculture, le CEMAGREF a pour mission de tester en vraie grandeur des espèces, des techniques, des scénarios, en vue de fournir aux praticiens, forestiers de l'Etat ou particuliers, des outils d'aide à la décision (principalement sous forme de notes techniques).

L'objectif est de permettre à la forêt de tirer le meilleur parti, et dans le délai minimum, des nouveaux acquis scientifiques et techniques, de manière à la rendre plus productive et plus résistante aux agressions de parasites, du climat, de la pollution.



Description du milieu et évaluation de sa productivité

Objectifs - Enjeux

L'adéquation du matériel végétal au milieu constitue un problème qui n'a jamais été vraiment résolu. A cela, deux raisons principales :

- le milieu forestier est à la fois très complexe et très variable dans l'espace ;
- les essences forestières proches de l'état sauvage sont caractérisées par une variabilité importante pas toujours connue.

L'erreur sur le choix d'une espèce est d'autant plus grave que le plus souvent elle ne se manifeste que tardivement : production médiocre ou nulle, dépérissement, invasion d'insectes prédateurs voire dégradation plus ou moins irréversible de la station.

Consciente de l'importance de l'enjeu, la Direction des Forêts a demandé en 1983 au CEMAGREF de considérer comme prioritaire les études du milieu et quatre ingénieurs ont été consacrés à plein temps à cette discipline.

Démarches - Acquis

La démarche actuelle comporte deux phases bien distinctes :

1 - Analyse et description du milieu

A l'approche traditionnelle empirique et ponctuelle, on a substitué aujourd'hui une analyse globale et simultanée de l'ensemble d'un territoire permettant d'avoir une approche scientifique et d'essayer de comprendre l'organisation du paysage.

Le résultat de cette analyse est la réduction du milieu à un petit nombre de types, les stations forestières, d'où l'expression **typologie de stations forestières**.

Au cours de ces dernières années la réalisation de telles études a constitué l'essentiel du travail des ingénieurs du CEMAGREF, leur permettant de parachever leur formation et d'affirmer leur compétence au sein du "club des typologistes".

2 - L'évaluation du comportement et des performances des espèces en fonction du milieu

Trois niveaux de précision peuvent être envisagés :

- mesure de la fertilité : hauteur donnée à un âge de référence ;

- mesure de la production : volume produit par les peuplements
- qualité des arbres, soit sur des critères externes (forme du tronc, branchaison,), soit sur des critères internes (densité du bois).

Cette deuxième phase qu'aborde maintenant le CEMAGREF est plus délicate en raison de la lourdeur des mesures dendrométriques, de la difficulté d'identifier le milieu lorsqu'il est artificialisé et aussi à cause de lacunes fréquentes dans la connaissance du passé des arbres.

Dans ces deux phases l'activité du CEMAGREF se partage entre :

- la recherche, l'amélioration des outils existants et le développement de nouvelles méthodologies ;
- l'appui technique, le conseil, la sous-traitance ;
- le **contrôle** pour le compte du ministère de l'Agriculture de la qualité scientifique des études bénéficiant de l'aide de l'Etat.

Les ingénieurs du CEMAGREF font partie des groupes inter-services de réflexion et de mise en œuvre des activités de connaissance du milieu.

Perspectives

L'approche du milieu forestier par la typologie des stations peut désormais être considérée comme une opération de routine, mais cette typologie n'a de véritable intérêt que si elle débouche sur une **évaluation des potentialités**.

D'autre part, en liaison avec la déprise agricole, la typologie de stations doit être étendue à des milieux non forestiers où l'artificialisation plus ou moins grande par l'agriculture pose des nouvelles difficultés.

Les premières études de productivité à l'aval des catalogues de stations commencent ; en les supervisant le CEMAGREF va pouvoir prendre la dimension des problèmes et mettre au point une méthodologie.

Relations forêt gibier

Objectifs - Enjeux

Les dégâts de grand gibier en forêt deviennent préoccupants sur un certain nombre de grands massifs : Vosges, Landes... . Localement des constats alarmants sont effectués un peu partout en France, aussi bien en forêt privée qu'en forêt soumise. L'impact réel des grands animaux est difficile à apprécier : capacité de la forêt à panser ses plaies, soit naturellement soit grâce à l'intervention du sylviculteur, projection dans le long terme inhérente à toute estimation forestière. Mais il va parfois au-delà des préoccupations économiques et touche le renouvellement et donc la pérennité de la forêt.

Il reste que les grands animaux font partie du biotope forestier, qu'il ne saurait être question de les éliminer. Ils constituent d'ailleurs une part de la production forestière.

Il convient donc **d'étudier les divers paramètres des équilibres sylvocynégétiques et de rechercher des moyens d'atteindre ou d'approcher ces équilibres**. Cela est d'autant plus ardu que la sylviculture moderne fait de plus en plus appel aux feuillus dits "précieux", particulièrement recherchés par le gibier.

Démarches - Acquis

Il est important d'aborder la question simultanément sous ses différents aspects :

- potentialités du milieu forestier vis-à-vis du gibier. Mise au point d'une méthodologie d'évaluation du biotope : capacité alimentaire, capacité territoriale ;
- étude des populations de grand gibier : méthodes de recensement allant au delà d'un simple dénombrement et visant à évaluer les paramètres de la dynamique des populations (pyramide des âges, rapport des sexes, taux d'accroissement, ...) ;
- étude stricte des dégâts de gibier : caractérisation, phénologie, évaluation, expérimentation de méthodes de protection directe, mécanique ou chimique ;
- application de tout ce qui précède à la gestion des populations par l'intermédiaire des plans de chasse.

Ces études sont menées en collaboration avec :

- l'Office National de la Chasse et notamment le CNERA ; cervidés sangliers ;

- l'INRA : Centre de Recherches forestières de Nancy, Institut de Recherche sur les grands mammifères (IRNG) de Toulouse ;

- les Universités, notamment l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, l'Université de Bordeaux II, l'Université de Limoges s'appuient sur les moyens logistiques de l'Office National des Forêts, les Fédérations Départementales des Chasseurs (Cher, Loir-et-Cher, Gironde, Landes).

A ce jour, plusieurs documents méthodologiques dont certains déjà anciens ont été publiés : méthodes de recensement des populations des cerfs, des chevreuils, identification des dégâts de gibier, moyens de protection, alimentation du cerf, du chevreuil.

Le CEMAGREF a participé à l'opération pluridisciplinaire conduite, ces dernières années, sur le Massif d'Arc en Barrois (publications en cours),

- il participe à des opérations visant à évaluer l'importance de l'impact du gibier dans le massif Landais et dans les Vosges alsaciennes,

- il développe une très importante activité d'appui technique qui lui permet d'ailleurs d'affiner la recherche méthodologique,

- il suit un réseau d'expérimentations consacrées à l'évaluation de l'impact du gibier sur la forêt et à la mise au point de techniques de protection, ce, malgré la complexité des relations forêt-gibier liée à la diversité et à la complexité des écosystèmes forestiers, à la faiblesse en recherche fondamentale, à la faiblesse numérique de l'équipe.

Perspectives

L'acuité des dégâts de gibier notamment dans les reboisements, la pression du public pour développer la faune sauvage, la possibilité d'utilisation de terres abandonnées par l'agriculture à des usages cynégétiques, redonnent chaque jour de l'importance à ce programme.

Les perspectives de développement s'articulent autour des axes suivants :

- élaboration de directives techniques pour les aménagements forestiers et plans simples de gestion ;

- évaluation économique de l'impact des grands animaux sur la forêt ;

- mise au point de techniques chimiques et mécaniques de répulsion.

Protection phytosanitaire de la forêt

Objectifs - Enjeux

L'évolution de la sylviculture par la tendance à l'homogénéité des peuplements, l'introduction d'essences exotiques et de nouveaux ravageurs conduit, d'une part à l'augmentation des risques sanitaires en forêt, d'autre part à rendre ces risques moins supportables dans le cadre de l'intensification de la production.

L'enjeu économique d'une protection phytosanitaire de la forêt ressort de façon brutale à l'évocation de quelques problèmes récents :

- disparition du pin maritime dans les années 1960 sur environ 100.000 ha ;
- la perte de production de bois d'épicéa commun estimée à 500.000 m³ par la pourriture du cœur ;
- la limitation à 10 % des potentialités de la récolte de bois de châtaignier à cause des deux champignons (l'encre et le chancre).

Toutes les pullulations de scolytidés récentes consécutives aux grands accidents climatiques.

Démarches - acquis

Le concept à privilégier en matière de protection sanitaire des forêts est la **lutte intégrée** associant la surveillance aux frontières, des mesures préventives (choix des stations d'essences et de sylvicultures à bas risques) et parfois curatives (lutte chimique biologique). Compte tenu de la faiblesse des moyens curatifs, la priorité est donnée à une bonne connaissance de la biologie des parasites en fonction de leur environnement forestier et à une détection précoce des fluctuations de population.

En coopération avec l'INRA, l'Université et les fabricants de produits phytosanitaires, les opérations concernent :

- la détection précoce et la mise au point de traitements de lutte contre les fontes de semis en pépinières forestières ;
- l'élaboration, le perfectionnement et la gestion d'un réseau de surveillance des populations de chenilles processionnaires du pin (750 placettes permanentes) ;
- l'élaboration de méthodes de détection précoce des fluctuations des populations d'insectes ravageurs à l'aide de phéromones de synthèse ;

- le diagnostic et le conseil concernant annuellement 280 problèmes entomologiques, 130 problèmes pathologiques et 50 problèmes physiologiques ;
- le traitement des données provenant des réseaux d'observation du dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique (réseau DEFORPA).

Perspectives

La collaboration avec le nouveau département de la santé des forêts, constitué en 1988 au ministère de l'Agriculture, permet à la division de réorienter son action dans plusieurs directions :

- expérimentations en vue de contribuer à la constitution de réseaux de surveillance et à terme de systèmes experts ;
- élaboration et testage de méthodes de lutte ;
- méthodologies d'évaluation de pertes économiques imputables aux ravageurs et pathogènes ;
- appui technique aux cinq échelons interrégionaux du département de la santé des forêts et aux divisions forestières du CEMAGREF pour les pépinières et les vergers à graines, malgré la faiblesse de ses effectifs (quatre ingénieurs) et la forte dépendance notamment budgétaire vis-à-vis des subventions de la DERF.



Reconversion des terres susceptibles d'être abandonnées par l'agriculture

Objectifs - Enjeux

La réorientation de la politique agricole commune visant la limitation des excédents et la structure démographique de la population agricole amènent à prévoir une libération de terres actuellement cultivées ; il importe de **rechercher des nouveaux modes de mises en valeur pour maintenir dans des conditions économiques décentes une population rurale, éviter l'abandon du territoire et sa dégradation incontrôlée.**

Certaines de ces terres peuvent être valorisées par la production ligneuse (d'autant que la CEE est déficitaire en bois) sous la forme de boisements traditionnels ou sous d'autres formes originales à définir ; des activités autour de la chasse sont d'autres possibilités de valorisations.

Le premier objectif est l'inventaire de la situation actuelle, notamment par l'identification des zones concernées, leur analyse économique et par l'évaluation de la productivité des espèces ligneuses présentes.

Le deuxième objectif est la définition de modes de mise en valeur et de modèles de sylviculture tant classiques que novateurs qui prennent en compte et mettent à profit les spécificités des terres concernées et les impératifs sociaux et économiques.

Démarches - acquis

Dans cette opération, il ne s'agit pas à proprement parler de mettre au point des techniques nouvelles mais plutôt **d'utiliser dans d'autres conditions des techniques déjà connues** : nous disposons donc d'acquis à recenser qui doivent cependant être vérifiés pour des conditions d'utilisations écologiques et sociologiques non testées jusqu'à présent. La coopération avec tous les organismes de recherche forestière et agronomique est donc obligatoire.

Par exemple, les progrès obtenus dans la confection de variétés clonales performantes permet d'imaginer des sylvicultures plus artificialisées ; la mise au point des tubes abris pour la protection contre le gibier peut être la base de cultures d'arbres à bois précieux en prairie...

L'autre difficulté majeure sera le choix des quelques modèles sylvicoles à privilégier. Toutefois, demeure actuel le cadre économique constitué des éléments suivants : abaissement des coûts de revient, augmentation de la productivité par une meilleure adaptation du matériel génétique, amélioration de la qualité, adaptation au contexte social et fiscal.

L'expérimentation est la phase finale de l'élaboration des nouveaux modèles sylvicoles et les essais servent à tester les techniques dans les conditions spécifiques : travail du sol, serres, densités de plantation, plantations en mélange, entretien chimique, tailles, élagages, protection contre les animaux, conduite de peuplements...

Perspectives

Cette opération répond à une demande émanant de nombreux services régionaux. Selon les schémas d'évolution de l'agriculture française, et les directives en préparation à Bruxelles, elle prendra de l'ampleur dans les années à venir.

La restructuration de l'agriculture française sur des bases plus diversifiées, le maintien d'une vie rurale dont les seules bases sont l'agriculture et la forêt dans de nombreuses régions, imposent la mise au point de nouvelles sylvicultures basées, non seulement sur les possibilités techniques variées, la connaissance des milieux et l'autoécologie des essences, mais également sur les conditions socio-économiques de leurs mises en œuvre.



Prévention des incendies

Objectifs - enjeux

La forêt méditerranéenne pose indéniablement des problèmes spécifiques qui justifient l'activité d'une équipe spécialisée.

Le plus grave, dans cette région, concerne la menace d'incendie qui se traduit chaque année par la disparition de plusieurs milliers d'hectares boisés.

Le CEMAGREF, dans ce domaine, participe à un effort commun, impliquant des partenaires divers : INRA, Université, CNRS, Services Régionaux de l'Agriculture, ONF, Sécurité civile, Entente interdépartementale, etc .

Démarche - acquis

Le contrôle de la végétation basse (sous forêt) constitue l'un des points stratégiques dans le cadre d'une politique de prévention des incendies de forêt.

Le CEMAGREF est plus particulièrement concerné par les points suivants :

- matériels de débroussaillage,
- méthodologie du débroussaillage,
- sylvopastoralisme et brûlage contrôlé.

Il contribue également à des actions d'appui technique importantes telles que :

- cartographie des incendies,
- audit du fichier Prométhée,
- rédaction d'un ouvrage intitulé "Guide du forestier méditerranéen" (gros chapitre sur la défense des forêts contre l'incendie),
- appui aux services locaux pour la réalisation de plans directeurs DFCI,
- animation d'une cellule de documentation forêt méditerranéenne.

Perspectives

L'accent sera mis sur l'optimisation des opérations de débroussaillage, notamment par voie mécanique.

● Les activités de l'année 1988

Les activités du département Forêts en 1988 s'inscrivent dans la continuité d'une programmation élaborée depuis trois ans. Il s'agit là d'une situation normale sachant que toute activité de recherche forestière sérieuse exige du temps.

Voici les éléments les plus importants concernant cette année 1988.

1 - Phytosanitaire : un changement d'orientation

Priorité a été donnée à la formation des agents du nouveau département de la Santé des Forêts de la DERF.

Les programmes spécifiques ont été recentrés vers un nombre plus limité de cibles (phéromones de scolytes, processionnaires du pin, tordeuses des chênes, agents de fonte des semis).

2 - Amélioration de la sylviculture

● Répertoire des essais : l'outil va devenir utilisable :

L'inventaire des essais en forêts (tous organismes confondus : 3.500 essais) a été poursuivi et un logiciel d'interrogation élaboré. Reste à préciser les modalités d'interrogation. Les pouvoirs publics pourront disposer dans un avenir proche d'un outil intéressant pour l'orientation des actions recherches/développement forestier. Ce sera également une information exploitable par les forestiers et les organismes de recherche et développement.

● Typologie des stations forestières - Relations station-production :

L'effort de typologie des stations forestières s'est poursuivi, qu'il s'agisse de préétudes ou de catalogues dans les différentes régions de France, le CEMAGREF jouant soit un rôle d'acteur direct, soit de conseiller scientifique de la DERF et de différents partenaires, notamment pour les études de potentialités forestières.

On note, en particulier, l'achèvement d'une première synthèse méthodologique de connaissances du milieu naturel pour le Massif Central, assortie d'un guide pour le choix des espèces de reboisement.

● Pépinières forestières : transfert au CEMAGREF des pépinières administratives de Guéméné-Penfao et Peyrat-le-Château :

L'événement le plus marquant est la décision de la DERF de confier au CEMAGREF

la gestion des deux pépinières administratives de Peyrat-le-Château et Guéméné-Penfao. Des dispositions ont été prises visant à utiliser ces deux pépinières à des fins expérimentales : élevage de plants pour les divers acteurs de la recherche et du développement forestier, accueil d'expérimentations en pépinière (mycorhizes), essai de technologies nouvelles d'élevage (production en masse par voie végétative d'espèces diverses).

En zone méditerranéenne, le programme d'étude des besoins nutritionnels des jeunes plants (cèdres, sapins méditerranéens) commence à fournir des informations intéressantes concernant les types de conteneurs, les substrats et les rythmes d'irrigation en pépinière.

● **Création et conduite des peuplements : un succès, la diffusion d'une note technique sur l'emploi des phytocides**

– *Phytocides*

L'ouvrage de référence, très complet, sur l'emploi des phytocides en forêt, sorti en 1988, semble particulièrement apprécié par les professionnels de la forêt.

Le programme d'expérimentation dans ce domaine a été réactivé, notamment pour la lutte contre les graminées et la dévitalisation des rejets de souche.

– *Création et conduite de peuplements*

Le CEMAGREF gère un grand nombre de dispositifs installés au cours des vingt années antérieures. Priorité a été donnée à l'exploitation des données et dresser des bilans.

Le réseau expérimental a été enrichi prenant en compte différentes modalités de dépressage et de première éclaircie (selon des protocoles harmonisés avec d'autres partenaires). Ce sont en effet ces interventions qui posent actuellement le plus de problèmes aux sylviculteurs privés et publics.

– *Fertilisation*

Un gros effort a été fait en 1988 en vue d'analyser des dispositifs anciens ou pour en créer de nouveaux, notamment pour la culture de feuillus précieux qui est l'objet d'un regain d'intérêt marqué.

3 - Matériels forestiers de reproduction : première production significative de certains vergers à graines

● Jusqu'à une date relativement récente, la régénération naturelle était privilégiée pour le renouvellement des forêts en France.

L'augmentation et l'amélioration de la production ligneuse rendues nécessaires, notamment par la politique de reboisement menée par le Fonds Forestier National (FFN) ont amené les pouvoirs publics à revoir leur position.

- Le portefeuille de **peuplements porte-graines classés** s'est enrichi pour de "nouvelles espèces" : pin pignon (97 ha), pin d'Alep (120 ha), tandis que des études méthodologiques préalables au classement étaient engagées pour le merisier (espèce non sociale) et le pin maritime (hors Landes).

Une étude particulière des flux de graines forestières a été conduite à la demande de la DERF.

- La gestion du programme national **vergers à graines** devient de plus en plus lourde : installation de nouveaux vergers (pin sylvestre), éclaircies génétiques, études de procédures permettant d'intensifier la production de graines, etc.

Mais l'événement marquant est l'entrée en production de certains vergers (100 kg de graines de pin maritime, 30 kg de graines de pin laricio, 20 kg de graines de Douglas...).

La gestion et l'enrichissement du **réseau de populets** méritent une mention spéciale au moment où les populteurs expriment un certain désarroi devant les difficultés rencontrées pour le choix des clones susceptibles d'être commercialisés venant des différents pays de la CEE et dont on ignore le plus souvent l'intérêt pour nos diverses régions.

4 - La déprise agricole

La culture d'arbres, éventuellement associée à l'élevage, peut constituer l'un des éléments de diversification de la production agricole.

Un dispositif régional important a été conçu dans le cadre de la région Auvergne, prenant en compte la variable altitude et visant à créer des scénarios expérimentaux associant culture d'arbres et élevage (en partant soit des prairies, soit de peuplements forestiers soumis à des éclaircies très fortes).

5 - Relations forêt-gibier

La présence de cervidés en forêt peut poser de réels problèmes au sylviculteur, notamment au moment des régénérations (cas des feuillus précieux, par exemple).

C'est pourquoi, actuellement, l'effort porte sur l'essentiel sur "l'équilibre" cervidés-forêt. Pour 1988, on note en particulier :

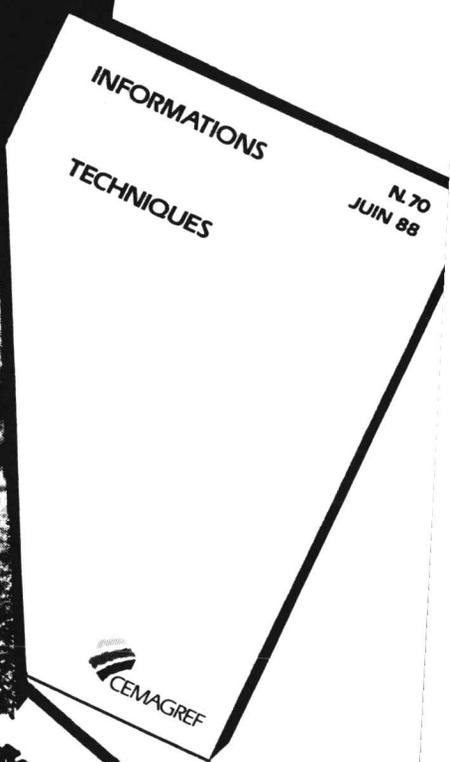
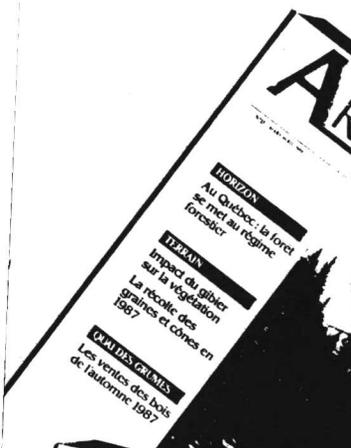
- Le pilotage d'étude lourde, en association avec de nombreux partenaires,
- L'examen de l'efficacité de divers modes de protection des plants,
- La mise au point de méthodes permettant de prendre en compte la faune sauvage dans les opérations d'aménagement des forêts (Châteauneuf-en-Thimerais).

6 - L'assistance technique

Le département a consacré environ un tiers de ses moyens humains à l'assistance technique auprès notamment de l'ONF (Office National des Forêts), le CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière), l'ONC (Office National de la Chasse) et les divers organismes concernés par la forêt.

La densité des activités du département Forêts reflète partiellement celle des problèmes et des demandes de nos partenaires gestionnaires.

II - PUBLICATIONS DE L'ANNEE 1988



Production, évaluation, gestion du matériel végétal forestier amélioré

LACROIX Ph. - BASTIEN J.C. - ROMAN-AMAT B. - GUIBERT M. - TERRASSON D.

Vergers à graines de Douglas : Le cru 1987 - Revue forestière française - 5 - 1988 - p. 403-404.

L'abondante fructification enregistrée sur le Douglas vert en 1987 a permis pour la première fois de mettre sur le marché national des quantités significatives de graines issues de vergers. 63 kg de graines ont été récoltés d'une part dans le verger expérimental de Bout mis en place par l'INRA, et d'autre part dans le verger de Lavercantière installé par le CEMAGREF et l'ONF dans le cadre d'une coopération franco-danoise.

TERRASSON D. - PINON J. - RIDE M.

L'infection naturelle de *Populus trichocarpa* par *Hypoxylon mammatum* - Revue Forestière Française - 2 - 1988 - pp. 126-130.

Les observations effectuées dans des dispositifs expérimentaux de comparaison de clones répartis sur l'ensemble du territoire national ont permis de diagnostiquer la présence de chancre à *Hypoxylon mammatum* sur une quinzaine de clones de *Populus trichocarpa* dont "Fritzi Pauley" dans des stations situées en général à proximité de trembles. La symptomatologie apparaît plus variable que chez le tremble avec, soit des nécroses évolutives susceptibles de porter des fructifications asexuées ou sexuées du parasite, soit des chancres en voie d'évolution régressive avec fort bourrelet cicatriciel.

TERRASSON D.

Populiculture : conditions d'utilisation de deux cultivars euraméricains "Luisa Avanzo" et "Cima" - Informations techniques du CEMAGREF - 3 - 1988 - Cahier N° 69 - N° 3 - (Cet article est paru également dans Forêt Entreprise N° 54 - 9 - 1988 - p. 32-36).

Les premières expérimentations menées en France confirment l'exceptionnelle vigueur juvénile des clones "Luisa Avanzo" et "Cima", peupliers euraméricains sélectionnés en Italie. Par contre, un niveau élevé de sensibilité au *Discosporium populeum* et à la maladie des tâches brunes nécessitera une plantation soignée et limitera l'utilisation de ces clones à des stations fertiles et bien alimentées en eau. L'expérimentation est, par ailleurs, encore trop récente pour préciser la limite

nordique à ne pas dépasser, mais il apparaît d'ores et déjà que la culture est possible jusqu'à la région Poitou-Charentes.

TERRASSON D.

Activités relatives à la culture et l'exploitation des peupliers et des saules. Rapport national de la France - Commission Internationale du Peuplier - 18^e session (13 p.). Bilan de l'évolution de la populiculture française au cours des 4 dernières années. Au plan économique, une diminution progressive de la rentabilité, a conduit à une réduction progressive du rythme des plantations qui semble néanmoins se stabiliser. Au plan technique, la principale évolution concerne une augmentation progressive de la diffusion de peuplier interaméricain de sélection belge et du cultivar euraméricain "Luisa Avanzo". La situation sanitaire a par ailleurs été globalement satisfaisante avec toutefois l'apparition dans une partie de la vallée de la Garonne de dépérissements liés à des sécheresses persistantes.

TERRASSON D.

Vers la populiculture de l'an 2000. Commission Internationale du Peuplier - 18^e session (13 p.).

L'utilisation du bois de peuplier évolue en fonction d'une diminution importante de la demande dans le secteur traditionnel de l'emballage, compensée partiellement par des débouchés dans le contreplaqué. Cette tendance fait néanmoins apparaître un décalage important entre les exigences grandissantes de l'industrie, et le souci des populteurs qui souhaitent réduire leurs coûts de production.

PHILIPPE G.

Compte rendu d'un essai de fertilisation du Hêtre en Forêt domaniale de Crécy - 1980 - 8 p. - CEMAGREF, division Graines et Plants Forestiers - Nogent-sur-Vernisson.

Une fertilisation (200 kg-ha d'azote, 100 kg-ha de K²O, 100 kg de MgO) réalisée fin mai 1986 en F.D. de Crécy (département de la Somme) a permis une augmentation moyenne de 40 % du volume de faînes récolté par arbre. Cependant, bien que toutes les placettes fertilisées soient supérieures à leurs homologues témoins, l'effet de la fertilisation sur l'abondance de la fructification n'est statistiquement significatif que dans deux répétitions sur quatre.

Pour ce qui concerne l'influence des engrais sur la qualité de la faînée, on enregistre un accroissement significatif du poids des faînes sans toutefois que cela leur confère une meilleure aptitude à germer.

PHILIPPE G.

Compte rendu de mission aux Etats-Unis et au Canada - (13 p.) - CEMAGREF, division Graines et Plants Forestiers - Nogent-sur-Vernisson.

Les traitements d'induction florale sont testés, depuis de nombreuses années, en Colombie Britannique (Canada) et dans l'Etat de Washington (E.U.). Ils sont utilisés à la fois dans les jeunes vergers à graines afin d'accélérer leur entrée en fructification et dans les vergers plus âgés pour stimuler en priorité les meilleurs génotypes et les sujets naturellement peu florifères.

Pour ce qui concerne le Douglas, la gestion fructifère type comprend les traitements suivants :

- annélation d'écorce souvent accompagnée d'une injection de gibberellines 4-7 (une année sur deux) ;
- fertilisation annuelle ayant surtout pour but d'accroître la vigueur des plants dans le jeune âge et de les maintenir en bonne santé.

En outre, d'autres interventions de routine visent à réduire les coûts de récolte (étêtage), à limiter les pollinisations exogènes et à augmenter la qualité des graines produites (aspersion par cooling, suppléments polliniques) et à protéger les fleurs du froid (irrigation) et des insectes (pulvérisations d'insecticides).

DEBOISSE G. - TERRASSON D.

Peupliers et saules : les dispositifs expérimentaux sur la populiculture conduites par le CEMAGREF dans la vallée de la Garonne (31 pp.) - CEMAGREF - division Graines et Plants Forestiers - Nogent-sur-Vernisson.

Présentation des expérimentations sur la populiculture conduites par le CEMAGREF dans la vallée de la Garonne et plus particulièrement à PRAYSSAS (47) et TASQUE (32) et qui comprennent des comparaisons de clones, des dispositifs d'étude de la densité pour divers cultivars ("I-214", "Luisa Avanzo", "Beaupré"), un dispositif de plantation par bouturage direct, un salicetum.

TERRASSON D.

La populiculture dans le Nord-Est de la Chine (8 p.) - CEMAGREF, division Graines et Plants Forestiers - Nogent-sur-Vernisson.

Le peuplier est la première essence de reboisement en Chine et une part importante des ressources sont concentrées dans le Nord-Est du pays (Liaoning et Heilongjiang). Pour l'essentiel les plantations recourent à des espèces autochtones, et plus occasionnellement à des peupliers euraméricains introduits de l'Europe de l'Est. Des conditions économiques particulières ont conduit à un modèle sylvicole radicalement différent des peupleraies européennes, avec une forte intégration de l'agriculture et des plantations à densité élevée permettant des éclaircies successives.

CEMAGREF

Catalogue des matériels forestiers de base - CEMAGREF - division Graines et Plants Forestiers - Nogent-sur-Vernisson.

La base de données peuplements classés a permis une première édition provisoire du catalogue des matériels de base qui récapitule l'ensemble des peuplements classés et contrôlés avec leurs caractéristiques.

En outre, sont éditées et diffusées des listes des peuplements classés et contrôlés par services (CRPF, ONF et SERFOB).

DERF

Récoltes et flux de graines forestières - DERF - juin 1988. Enquête annuelle (campagne 1986-87) sur les récoltes et flux de graines forestières.

Méthodes d'élevage du matériel végétal forestier

GUEHL J.-M. - MOUSAIN D. - FALCONNET G. - J. GRUEZ

Growth, CO₂ assimilation capacity and water-use efficiency of *Pinus pinea* L. seedlings inoculated with different ectomycorrhizal fungi. - Article proposé à Canadian Journal of Forest Research en 1988 - CEMAGREF, Aix.

GUEHL J.-M. - FALCONNET G. - GRUEZ J.

Caractéristiques physiologiques et survie après plantation de plants de *Cedrus atlantica* élevés en conteneurs sur différents types de substrats de culture - Rapport CEMAGREF, Aix - INRA, Nancy - 1988 - 30 p.

Des plants de cèdres ont été élevés un an sur différents types de substrats, en conteneurs, en conditions de fertilisation optimale, et de fertilisation limitante. Les taux de reprise et la capacité photosynthétique totale des plants sont très liés. Cette relation suggère un lien fonctionnel entre la capacité instantanée de production d'assimilats, et le potentiel de croissance racinaire et de prospection du sol après transplantation. L'intérêt, pour évaluer la qualité des plants, de critères physiologiques, plus fiables que les critères morphologiques ou visuels, est mis en évidence.

GRUEZ J. - FALCONNET G.

Recherche et développement de la mycorhization contrôlée en pépinière forestière méditerranéenne (culture hors-sol) - Rapport CEMAGREF, Aix - INRA - 1988 - 30 p.

En collaboration avec l'INRA, Laboratoire des symbiotes des racines de Montpellier, cette étude prend en compte les problèmes de mycorhization en région méditerranéenne. Les premiers travaux ont porté sur *Pinus pinea* et *Cedrus atlantica*.

Des résultats variables ont été enregistrés, mais sont, dans leur ensemble, encourageants. Des plants mycorhizés ont été plantés dans différentes zones de la région.

Les travaux se poursuivent en particulier dans le domaine de la diversification des souches locales et dans la détermination de la phase optimale d'inoculation (semis ou autre stade ?).

BENOIT DE COIGNAC G. - GRUEZ J.- FALCONNET G.

Etude des malformations racinaires observées sur les plants forestiers élevés en conteneurs. Synthèse des travaux 1986-87 - Boisements expérimentaux de Mazaugues (83) et Montaren-St Médiars (30) - Rapport CEMAGREF, Aix - 1988 - 2 fascicules.

Cette étude a été lancée en 1982 sur une espèce (*Cedrus atlantica*) et avec le même substrat. Six conteneurs différents ont été testés :

- en pépinière, on a observé les malformations racinaires ;
- en boisements expérimentaux sur des sites différents, on contrôle le taux de survie des plants et leur croissance.

Les observations sur le terrain se poursuivront pendant une dizaine d'années.

Création et conduite de peuplements forestiers

DE MONTGOLFIER J.

Reconstitution et gestion de la forêt méditerranéenne - Annales de la Voirie et de l'Environnement - N° 10-1472 - N° Spécial Bois et Forêts - 1988 - p. 331-334.

Cet article, reprenant partiellement un texte paru dans "Pour la Science", traite de l'état actuel des espaces boisés méditerranéens, des reboisements, des objectifs de production, de protection, des usages sociaux, et de la gestion patrimoniale des forêts "ordinaires".

CEMAGREF

Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français - Chapitre III, "essences forestières" - CEMAGREF, Antony, 1988 - 94 p.

Cette publication constitue le premier chapitre d'un Guide Technique qui doit en contenir 7. Il est présenté sous forme de fiches relatives, chacune, à une essence forestière, ou à plusieurs essences d'un même genre. Il contient 20 fiches "feuillus" et 10 fiches "résineux". Pour chaque essence sont traitées la morphologie, l'écologie, l'utilisation en reboisement, la sylviculture, les utilisations possibles, la bibliographie existante.

GASSIN F. - RIPERT C.

Recyclage des effluents bruts par irrigation en Forêt : expérience de Cogolin - Synthèse ITAC et CEMAGREF, Aix - mai 1988 - 10 p.

Cette synthèse reprend les principaux résultats obtenus. Elle insiste surtout sur les perspectives d'avenir à développer :

- 1- utiliser les eaux brutes avant traitement en station d'épuration ;
- 2- vulgariser et développer cette technologie en direction des collectivités de part et d'autre de la Méditerranée. La bonne gestion des déchets et la protection de l'environnement ne sont pas incompatibles. Ils peuvent être aussi source de richesses.

GINISTY C. - CHEVALIER R.

Densités de plantation du pin sylvestre en plaine - Informations Techniques du CEMAGREF - juin 1988.

Cet article fait le bilan d'un essai comparatif de densité de plantation, installé en 1967 en forêt domaniale d'Orléans. Quatre densités sont représentées (10.000, 4.400, 2.500, 1.320 plants/ha). L'analyse porte sur des caractères quantitatifs (circonférence, hauteur, ...) et qualitatifs (forme du tronc, grosseur des branches).

En conclusion, les auteurs proposent de planter le pin sylvestre en plaine à une densité comprise entre 2.500 et 3.500 plants/ha, densité estimée suffisante pour la production rapide de bois de qualité correcte.

GINISTY C.

Compte rendu de mission au Québec sur la production de plants et le reboisement résineux (20 au 26 août 1988).

CEMAGREF, division Techniques Forestières - Nogent-sur-Vernisson.

PICHARD F.

La régénération artificielle des chênes par semis direct - Rapport de stage - BTS MEYMAC - juin 1988 - CEMAGREF, division Techniques Forestières - Nogent-sur-Vernisson.

Après avoir présenté une synthèse des essais réalisés par le CEMAGREF sur le thème "semis artificiels de chêne", l'étude donne le résultat d'une enquête sur les techniques effectivement utilisées par les gestionnaires forestiers. Enfin, sont résumés, pour chaque phase du semis (préparation du sol, choix de la date du semis, densité, entretien ...) les éléments permettant d'orienter le gestionnaire vers la solution technico-économique la plus satisfaisante.

PETIT N.

Etude des déformations racinaires liées aux types de plantation - Rapport de stage BTS, juin 1988 - CEMAGREF, division Techniques Forestières - Nogent-sur-Vernisson.

Ce rapport décrit les systèmes racinaires observés après arrachage de plantation de hêtres ou chênes de 5 ou 6 ans et montre l'influence des divers types de plants utilisés (plants en racines nues d'âges différents, éduqués sur tourbe, plants en motte et conteneurs) : les plants éduqués en conteneurs (à paroi dégradable ou non) présentent de graves déformations racinaires (enroulements). Les plants en racines nues présentent eux aussi des déformations (crosses) moins graves que les précédentes. Celles-ci sont liées à la plantation. L'étude se termine par l'analyse d'un essai étudiant l'influence de la hauteur d'"habillage" des racines de plants de chêne avant plantation.

GUITTON J.L. - BONNEAU M - ADRIAN M.

Résultats des fertilisations minérales en région méditerranéenne - Revue forestière française - Vol XL - N°4 - 1988 - p. 315-320.

Cet article fait la synthèse des résultats de fertilisation minérale à la plantation de deux essais en région méditerranéenne, celui d'Arques dans l'Aude sur pin laricio de Corse et celui de Bois-Pélenc dans le Var sur sapin de Céphalonie.

Ces deux essais montrent que dans les conditions édaphiques et climatiques de la région méditerranéenne, l'effet du phosphore, s'il est essentiel n'est plus quasi exclusif comme en milieu tempéré : l'apport de phosphore seul, s'il est encore positif à Arques ne l'est qu'à peine à Bois Pelenc ; l'apport de l'azote en complément est indispensable pour valoriser l'effet de P et de K sans doute en raison de la très faible réserve en matière organique des sols méditerranéens.

Globalement, on peut dire que dans les conditions méditerranéennes, il est indispensable que la fertilisation apporte à la fois azote et phosphore ; il est même prudent de préférer d'emblée une fertilisation complète NPK encore plus efficace.

GUITTON J.L. - BONNEAU M - ADRIAN M. - FROCHOT H -

L'essai de fertilisation d'épicéa commun des Ygrands - Revue Forestière française - Vol XL - N° 6 - 1988 - p. 447-456.

Cet article présente l'essai INRA des Ygrands situé dans le Cantal, près de Chaudes-Aigues à 1.200 m d'altitude. Dans ces terrains sableux sur granite y ont été testées différentes fertilisations de l'épicéa commun, ainsi qu'une lutte phytocide contre la callune antagoniste de l'épicéa dans les premières années de plantation.

L'essai de fertilisation conçu comme un factoriel NPKCa à 7 répétitions est très parlant : il fait ressortir l'effet très positif du phosphore seul ou en association avec les autres éléments chimiques. Le gain de croissance en hauteur par rapport au témoin s'élève à près de 40 %. Seule la fertilisation avec les trois éléments NPK se détache significativement, apportant un gain supplémentaire de 25 %.

La lutte contre la callune avec le 2-4 D à la floraison est très efficace et différencie significativement, sur la croissance en hauteur, les témoins des parties traitées.

Cependant, il paraît plus efficace sur la croissance des épicéas, d'autant que c'est moins délicat, de fertiliser ne serait-ce qu'avec un seul apport de phosphore, que de traiter la callune avec un phytocide.

GAMA A. - FROCHOT H. - DELABRAZE P.

Phytocides en sylviculture - CEMAGREF - INRA - Note technique N° 53 - 120 p.

La présente note technique, fruit d'une étroite collaboration entre les départements forêts du CEMAGREF et de l'INRA, a pour objectif d'aider les forestiers à parfaire leurs connaissances de base en matière d'utilisation des phytocides en sylviculture. Dans ce but les sept chapitres présentent :

- 1 - les objectifs sylvicoles et les moyens pouvant concourir à les atteindre ;
- 2 - les actions des phytocides ;
- 3 - les caractéristiques des spécialités commerciales ;
- 4 - les techniques et les outils de mise en oeuvre ;
- 5 - une clé pour le choix des matières actives en fonction du problème rencontré ;
- 6 - des ordres de grandeur de prix de revient de traitements ;
- 7 - quelques exemples de stratégies d'emploi.

En annexes :

- un tableau croisé des matières actives et des firmes ;
- les adresses des firmes commercialisant :
 - des phytocides ;
 - des matériels d'application ;
- une bibliographie ;
- un glossaire ;
- quelques adresses utiles ; et, hors reliure , un jeu de 38 "fiches-produits" (par matière active) .

Description du milieu et évaluation de sa productivité

NOUALS D. - RIPERT C.

Proposition de découpage interrégional en secteurs écologiques homogènes de la zone méditerranéenne française - Rapport CEMAGREF, Aix - 1988 - 50 p. + 2 cartes.

S'appuyant sur les nombreuses données recueillies à l'occasion des études d'autécologie des essences forestières méditerranéennes menées par le CEMAGREF, cette étude propose un découpage des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon (à l'exception de la bordure Sud-Est du Massif-Central) en secteurs écologiques homogènes. Les critères retenus sont le climat (pluviométrie, température) et la lithologie (roche-mère et types de substrat). Ces secteurs ont été reportés sur des cartes au 1/500 000ème, tirées sous un format réduit, et sont décrits par des tableaux synthétiques.

COLOMBET M.

Ecologie des sapins méditerranéens en Provence et Languedoc - CEMAGREF, Aix - ENITEF - 1988 - 100 p.

Publication définitive du mémoire de 3ème année d'ENITEF de Michel COLOMBET. Présentation des sapins méditerranéens. Protocole d'étude. Courbes et indice de croissance. Analyse de la croissance. Influence des variables écologiques. Utilisation des données floristiques.

COMMERCON R.

Comportement du Pin laricio en région méditerranéenne française - CEMAGREF, Aix - ENITEF - 1988 - 110 p.

Publication définitive du mémoire de 3ème année ENITEF de Roland COMMERCON. Généralités sur le Pin laricio. Méthode de l'étude. Croissance du Pin laricio. Analyse de la croissance. Données de production.

GIRAULT D.

Les stations forestières de la Puisaye - CEMAGREF, division Techniques Forestières - Nogent-sur-Vernisson - novembre 1988.

Ce "catalogue" dresse un inventaire aussi exhaustif que possible des différents types de stations forestières existant dans la région naturelle de la Puisaye. Dans un souci de clarté, ce recueil a été subdivisé en quatre sous-catalogues : les trois premiers intéressent des entités géographiques relativement distinctes (Basse-Puisaye, Puisaye des plateaux, Haute-Puisaye), le dernier traite des forêts riveraines (vallées, fonds de vallons) ; 33 types de stations sont décrits, avec leurs caractéristiques édaphiques, floristiques et sylvicoles. Cet ouvrage est avant tout destiné à orienter les gestionnaires locaux dans leurs décisions d'aménagement forestier.

CHEVALIER R.

Carte des types de stations forestières de la forêt communale de Bouilly-Souigny (10) - CEMAGREF, division Techniques Forestières - Nogent-sur-Vernisson - octobre 1988.

Ce document est un exemple de cartographie réalisé à partir du catalogue des stations forestières du Pays d'Othe (document en cours de publication). Il rassemble différentes versions de la même carte, montrant le cheminement qui conduit du levé de terrain jusqu'à une carte d'"objectif essence".

CURT T.

Typologie forestière de la bordure sud-ouest du Massif-Central - 1er Tome : Découpage en secteurs écologiques - ARENES - CEMAGREF, Clermont-Ferrand - novembre 1987 - 98 p.

La bordure sud-ouest du Massif-Central inclue les régions IFN, Plateau de Millevaches, Plateau limousin 3, Bordure limousine, Haute et Basse Châtaigneraie auvergnate, Bordure Aubrac, Ségalas, Lézérou, Lacaune, Sommail-Espinouse et Montagne Noire.

Le but assigné à ce premier tome de la typologie forestière est le découpage de la région étudiée en zones homogènes par une méthode génétique, essentiellement basée sur la nature de la roche-mère et le climat.

Trois éléments de diagnostic et de découpage écologique sont analysés :

- **la roche-mère**, avec un grand découpage en deux groupes de roches conditionnant des évolutions pédologiques très différentes : les granites et les schistes. Une distinction est opérée au sein de la famille des granites entre les plus acides et les plus basiques ;
- **le climat**, en essayant de dégager des zones bioclimatiques homogènes : trois ensembles principaux sont distingués (zone atlantique pure, zone aquitanienne, zone méditerranéenne) ;

● **les étages de végétation** viennent préciser et renforcer ce découpage climatique ; ils permettent d'affiner la description.

FRANC A.

Typologie forestière du Livradois-Forez - Eléments pour le choix des essences - CEMAGREF, Clermont-Ferrand - juillet 1988 - 102 p.

La région étudiée, le Livradois Forez correspond à la chaîne montagneuse située entre les Limagnes de la Loire et de l'Allier. Elle comprend les régions IFN suivantes : la Montagne bourbonnaise, la chaîne du Forez, le Forez continental, le Massif de la Chaise-Dieu, le plateau granitique d'Yssingaux et le Livradois.

La méthode utilisée pour la détermination des différents types de stations ne repose pas sur une approche phytoécologique, mais sur une approche génétique des trois bilans d'eau, de chaleur et d'éléments nutritifs déterminants pour le choix des essences.

La clé de détermination des stations a trois crans :

- les secteurs climatiques subatlantique, méditerranéen et semi-continental ainsi que les étages de végétation ;
- la réserve en eau selon le degré et le type d'altération de la roche-mère granitique ;
- la richesse en éléments minéraux selon le type d'humus.

La géomorphologie, science de l'étude des formations superficielles, permet de systématiser la répartition des différents types d'altération du granite en fonction du paysage par la notion d'alvéole.

Enfin, pour chaque type de station, est proposé un choix possible d'essences de reboisement, fonction des facteurs limitants trophiques, hydriques et climatiques.

FRANC A.

Multiways arrays, an algebraic approach - Actes du colloque multiway 88 de Rome, édités par Elsevier.

Après le rappel des "bonnes" propriétés de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) sur une matrice (tableau à deux entrées), l'article présente une hiérarchie possible d'ACP successives dans des espaces bien choisis pour décomposer les tableaux à trois entrées ou plus. Ensuite, sont explicités quelques choix de bonnes propriétés de l'ACP que l'on peut conserver, tout en remarquant qu'elles ne peuvent l'être simultanément : utilisation ou non de l'orthogonalité, modèle de Tucker, etc.

Relations forêt-gibier

QUILLIARD A.B.

"Application des inventaires de gagnages et des analyses de panses à la gestion d'une population de cerfs : cas du massif de Lorris (Loiret)" - Revue forestière française - 40 (3) - p. 245-254 - 1988.

Deux techniques d'analyse de l'utilisation de l'habitat par le cerf élaphe, l'inventaire des gagnages (méthode d'Aldous) et l'examen des contenus stomacaux, ont permis de définir les principales caractéristiques de son régime alimentaire dans le massif de Lorris (Loiret) au cours de trois saisons (de l'été 1985 au début du printemps 1986).

Outre le régime alimentaire, l'auteur insiste sur l'importance du contexte forestier (stades de développement du peuplement forestier, éclaircissement des strates basses) sur les préférences alimentaires et notamment sur la consommation de la ronce (*Rubus* sp.) ; ainsi une certaine sélectivité alimentaire est très liée aux traitements sylvicoles. Pour le gestionnaire, chacune des techniques offre un intérêt particulier :

- l'inventaire des gagnages conduit, en outre, à une évaluation relative des potentialités alimentaires du massif ; à chaque stade du peuplement forestier, on peut faire correspondre un indice de valeur alimentaire renseignant sur l'état présent du massif et fournissant une estimation prévisionnelle selon l'aménagement ;
- une analyse rapide des panses peut mettre en évidence la présence d'espèces végétales "de subsistance" révélatrices de déséquilibre entre l'habitat et la population animale.

Ainsi, l'étude menée laisse espérer au gestionnaire une vraie possibilité de définir des objectifs d'effectif supportable et de suivre certains impacts de l'animal sur la flore susceptibles de révéler les difficultés de la relation flore-faune.

DENIS M.

Alimentation hivernale du chevreuil (*Capreolus capreolus*) : potentialités alimentaires des peuplements forestiers - CEMAGREF, Nogent-sur-Vernisson - Etude - 22 p. + annexes - Diffusion restreinte - 1988.

L'étude fait la synthèse de quelques inventaires hivernaux de gagnages réalisés par application de la méthode d'Aldous modifiée (sondage systématique de la végétation abrutie par les cervidés) mise en œuvre dans différentes forêts du Bassin Parisien entre 1976 et 1985.

Elle montre que, malgré une relative pauvreté qualitative et quantitative des espèces végétales hivernales, il existe une grande variabilité de l'utilisation de ces espèces, donc du régime alimentaire ; l'auteur souligne la grande influence des stades de développement des peuplements forestiers sur les potentialités alimentaires et l'alimentation hivernale du chevreuil (*Capreolus capreolus* L.).

Le gestionnaire des populations animales trouvera dans cette étude une évaluation relative des types de peuplements selon les régimes forestiers ; les indices de valeur alimentaire permettent une cartographie des potentialités alimentaires, à un instant donné, par exemple lors de la révision d'aménagement, permettant de corriger certains déséquilibres entre l'animal et l'habitat. Enfin, l'auteur soumet un mode de calcul de la "bonité" d'une forêt quant à sa charge en animaux, proposant des densités optimales.

BOUILLY C.

"Intérêt des IKA et de l'observation des hardes d'une population de chevreuil en milieu ouvert". L.A. Vendôme - Mémoire CSTC - 27 p. + annexes - 1988.

L'habitat ouvert, formé de terres cultivées et de landes herbacées agrémentées de buissons bas offre une grande observabilité du chevreuil. Les Indices Kilométriques d'Abondance (IKA) mis en œuvre en hiver font preuve d'une grande fiabilité alors que la taille moyenne des hardes, présumée corrélée à la densité, semble plus fluctuante ; une certaine déception apparaît avec la détermination du sexe-ratio par la simple observation d'un grand nombre d'animaux, l'inconstance dans la période d'activité et l'agrégation des animaux est à souligner.

BALLON Ph.

"Méthode pratique d'évaluation des dégâts de grand gibier sur les plantations forestières" - Informations techniques du CEMAGREF - Cahier N° 71 - N° 6 - 8 p. - 1988.

PICARD J.F. - BALLON Ph. - HUBERT L.

"L'impact du gibier sur la végétation : évaluation à l'aide d'enclos-témoins" - Arborescences, 15 - p. 8-12 - 1988.

CEMAGREF - GERA

"Les dégâts de cervidés dans les landes de Gascogne : trois années d'études pour cerner le problème" - Bulletin mensuel ONC - 124 - p. 14-18 - 1988.

CEMAGREF - GERE A

"Etude des dégâts de cervidés sur le pin maritime dans les Landes de Gascogne - Résultats partiels de la deuxième année d'observation" - GERE A - Document N° 3 - 37 p. - Rapport interne - 1988.

BALLON Ph. - GUIBERT B

"Compte rendu de mission en Tchécoslovaquie sur l'équilibre sylvo-cynégétique et l'aménagement de territoires de chasse" - 30 mai - 12 juin 1988 - Rapport interne.

DENIS M.

"Rapport de mission en République Fédérale d'Allemagne sur la capacité territoriale et la protection des forêts" - (21 au 26 novembre 1988).

Protection phytosanitaire de la forêt

ABGRALL J.F.

Expérimentation d'une phéromone de synthèse spécifique du Chalcographe (*Pityogenes chalcographus*) en FC de Méaudre (Vercors, 1985 - 1987).
Document interne CEMAGREF, Grenoble- 1988 - 7 p.

FABBI A.

Piègeage du chalcographe - *Pityogenes chalcographus* L., à l'aide d'une phéromone de synthèse. Etude menée dans une pessière du Vercors.
Mémoire BTS "Production Forestière" - Ecole des Barres - 1988 - 37 p. + annexes.

Après avoir, en 1985, étudié en forêt les capacités attractives d'une phéromone de synthèse (CME 519 - 74, Sté CELAMERK) sur le chalcographe, les essais ont été reconduits en 1987 avec une nouvelle préparation, le chalcoprax.

On a ainsi montré, dans les conditions des essais, la plus grande spécificité du chalcoprax sur le CME 519-74 et ses capacités attractives plus élevées (moyenne captures-piège 107000 contre 8800).

Parmi les types de pièges utilisés, les modèle-barrières (Roehling) ont donné des résultats supérieurs aux piège-tubes (Forêt Assistance) et aux panneaux plastiques englués (respectivement 85 %, 7,5 et 7,5 % des captures). Ceci est confirmé par un essai permutation qui a de plus souligné le rôle optimal de la localisation des pièges en lisière exposée au sud.

On a enfin montré que le chalcographe développe en pessière nord alpine (1200 m) une première génération annuelle en 6-8 semaines et une deuxième génération qui peut arriver à terme les années favorables (hivernation des adultes).

ABGRALL J.F.

Evolution de populations de cheimatobie (*Operophtera brumata* L., lépidoptère géométridé) dans les chênaies du Val de Saône. Etude menée par piégeage des adultes en 1986 et 1987. Document interne CEMAGREF, Grenoble - 1988 - 26 p. cartes.

Lors de la pullulation de Cheimatobie qui a défeuillé sur près de 12 000 ha les chênaies du Val de Saône de 1985 à 1987, a été testée la technique des arbres-pièges pour suivre les fluctuations du ravageur.

En 1986 on a montré, à l'aide d'un dispositif de 24 placettes de 5 arbres sur 5.000 ha environ, la supériorité de la technique du cerclage des troncs de chêne avec bande plastique sur les dispositifs bande-calicot et écorce nue engluée. Une population de

Cheimatobie à l'origine de fortes défeuillaisons a ainsi été caractérisée par des captures moyennes de 672 mâles et 176 femelles par arbre-piège chêne.

Le dispositif reconduit en 1987 avec 26 placettes de 3 chênes après traitement de la plus grande partie des peuplements a mis en évidence :

- une forte chute des captures en secteurs traités (moyennes des captures par arbre 32,6 mâles et 1,5 femelles) ;
- une réduction moins nette et plus irrégulière en zone non traitée pouvant s'expliquer par une évolution différente de la gradation selon les secteurs ou le comportement des chênes (chênes de juin par ex.) ;
- une première approche de l'utilisation d'une phéromone de synthèse avec pièges "funnel-trap" a enfin souligné l'intérêt pratique de la méthode et la bonne spécificité de la préparation envers la Cheimatobie. D'autres essais de piégeage, plus systématiques, seront nécessaires pour établir des comparaisons valables entre arbres pièges et pièges artificiels.

ABGRALL J.F.

Analyse des observations du réseau de surveillance Processionnaire du Pin - Cycle de développement 1987 - 1988 - document interne CEMAGREF, Grenoble - 1988 - 7 p.

Sur la base des informations recueillies dans quelques 700 placettes fixes mises en place depuis 1980 et confortées par des prospections complémentaires, les grandes tendances de l'évolution du défoliateur ont pu être mises en évidence depuis la culmination de 1983 - 1984 et la récession générale du cycle 1985 - 1986 affectant toute l'aire de l'insecte en France.

Ainsi la tendance perçue dès 1987 du développement d'une nouvelle gradation s'est vérifiée par l'observation en 1988 de fortes défeuillaisons dans toutes les zones du sud de la France des Landes d'Aquitaine au littoral méditerranéen justifiant l'opportunité d'interventions aériennes. La situation reste cependant stationnaire sur le littoral atlantique et en latence, à très faible niveau, partout ailleurs (Vallées de la Loire et de la Saône).

SOUTRENON A. - PERRIN R.

La fonte des semis en pépinières forestières. Observations et expérimentations 1987 - Document interne CEMAGREF, Grenoble- INRA - 1988 - 21 p.

Ce rapport interne résume les essais de lutte chimique, contre les maladies de fonte de semis, menés en 1987 dans trois pépinières forestières (Bourgogne et Rhône-Alpes) pour la deuxième année consécutive.

Les tests réalisés sur le terrain ont été également simulés en laboratoire où l'humidité et la température sont contrôlées, afin d'obtenir les conditions optimums du développement de la maladie. On a ainsi souligné l'efficacité du furalaxyl contre les *Pythium*, du mépronil contre *Rhizoctonia solani* et à un moindre degré celle du thirame, fongicide à large spectre d'action.

SOUTRENON A. - PERRIN R.

La fonte des semis, enseignements des essais conduits en 1986 et 1987 en pépinières forestières - Revue forestière française - Vol XL - N° 5 - 1988 - p. 393-402.

Cet article fait la synthèse des différents essais de lutte contre les agents de fonte de semis effectués en 1986 et 1987 dans quatre pépinières forestières (conteneurs et racines nues).

Ces essais apportent des informations sur les possibilités de lutte; les modalités des différentes applications, l'efficacité et les insuffisances de produits utilisés. Les résultats et la coexistence dans le sol de trois principaux champignons pathogènes (*Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*) plaident en faveur de la recherche de produits à large spectre d'action ou d'association de fongicides spécifiques des trois agents à combattre.

SOUTRENON A.

L'antracnose du platane - La Forêt Privée - N°180 - 1988 - p. 44-46.

L'antracnose du platane, répandue dans toute la France, entraîne certaines années de sérieuses inquiétudes. Dans ce court article, qui se veut être une réponse rapide aux questions souvent posées, les deux types de symptômes observés, les facteurs prédisposant à la maladie sont décrits; les possibilités de lutte préventive sont indiquées.

Reconversion des terres susceptibles d'être abandonnées par l'agriculture

MINISTERE DE L'AGRICULTURE - DERF

Colloque Agriculture et Forêt en région méditerranéenne française, 27-28 Octobre 1987 - INRA - Unité d'écodéveloppement, Avignon, 1988, 65 p.

Cette publication présente les actes du colloque Agriculture et Forêt organisé à la demande du Ministère de l'Agriculture, par l'unité d'écodéveloppement de l'INRA.

Elle regroupe les communications des intervenants étrangers, et les compte rendus des rapports des groupes de visite, auxquels plusieurs divisions du CEMAGREF ont participé activement.

DE MONTGOLFIER J.

La France en friche ? - Etudes, mai 1988, p. 619-628.

Cet article aborde le problème de l'enfrichement en partant d'un point de vue macro-économique : les progrès de productivité de l'agriculture étant supérieurs à ceux de la demande, il en résulte un excédent des capacités de production de la surface agricole. Il examine les conséquences écologiques, économiques, sociales et culturelles qu'aurait un développement des friches, et les différentes solutions alternatives, y compris forestières. Il conclut à la nécessité d'une redéfinition des rapports entre la société et l'espace rural.

CEMAGREF - CIHEAM - IAMM - INRA

Les zones défavorisées méditerranéennes dans la CEE - Actes du séminaire du 4 au 6 juin 1987 - INRA - Station ESR Grignon, 1988, 2 tomes - 480 p.

Ce document constitue les actes d'un séminaire qui a rassemblé en juin 1987 une cinquantaine de chercheurs des cinq pays méditerranéens de la Communauté (Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal) qui ont mis en commun leur expérience des problèmes de développement régional et d'aménagement rural dans les zones difficiles méditerranéennes. 25 communications ont été présentées, dont, pour le département forêt du CEMAGREF, celle de J. De Montgolfier : éléments pour une problématique du développement forestier dans les régions montagneuses et défavorisées de l'Europe méditerranéenne.

DE MONTGOLFIER J.- DELIGNIERES E.

Comment gérer l'espace dans les Alpes du Sud - Communication au colloque international "Campagnes de l'Europe" de l'Association des Ruralistes Français, Lyon, Septembre 1988, 4 p.

Présentation des premiers résultats d'une étude sur la gestion des forêts dans les Alpes du Sud, prenant en compte, d'une part la dynamique des formations végétales, d'autre part le contexte socio-économique de déprise agricole très prononcée.

AUDEMA M. - DE MONTGOLFIER J.

L'expérience du CEMAGREF dans l'étude des zones marginales - Communication au colloque interdisciplinarité, zones marginales et France du Sud - CNRS - PIREN - Marseille, novembre 1988, 14 p.

Cette communication rappelle l'expérience déjà ancienne du CEMAGREF en la matière, insiste sur l'intérêt de croiser une approche territoriale et une approche socio-économique, de développer, à côté des méthodologies lourdes, des méthodes d'intervention légères de type audit, et de recourir à des bases de données.

GUITTON J.L.

Mixed cultures of biomass and timber in Farm Forestry - Actes de la réunion du groupe P.3-04 IUFRO - "Sylviculture des petites parcelles" à Fribourg en septembre 1988 sur le thème "Aspects politiques et économiques de la forêt paysanne" - 10 p.

Trouver un nouveau système de taillis sous futaie avec une révolution quatre fois plus courte que de façon traditionnelle, est le pari que présente l'article qui étudie successivement :

- la place de la forêt en France et les réticences aux nouveaux reboisements
- les principes d'un nouveau système de taillis sous futaie produisant de la biomasse par le taillis d'aulne et du bois d'œuvre par la futaie de feuillus précieux ;
- les principales difficultés de ce système et, tout particulièrement, le maintien de l'équilibre entre taillis et futaie et les essais à installer pour répondre à ces questions.

BERNARD C.

Avenir des zones rurales fragiles du Massif-Central - Etude du canton de la Chaise-Dieu (43) - CEMAGREF, Clermont-Ferrand - division Techniques Forestières - 25 p.

La forêt dans le canton de la Chaise-Dieu (Haute-Loire) occupe une place économique de premier plan. L'important capital sur pied qu'elle représente est très productif (10 m³/ha/an) et il s'accroît régulièrement par transformation des peuplements les moins beaux, dont une grande partie évolue naturellement vers la sapinière.

On peut donc penser, et c'est souhaitable pour ce canton très désertifié, que la filière bois est en mesure de jouer un rôle important pour la survie économique et humaine de ce canton pour les dix à quinze ans à venir.

LAFAYE M.

Région de Hérisson (03) - La forêt et les activités forestières - CEMAGREF, Clermont-Ferrand - division Techniques Forestières - 27 p.

La forêt ne joue pas un rôle important dans cette région de plaine de l'Allier où elle ne représente qu'environ 14 % de la surface. Cependant la moitié de la forêt est domaniale aménagée en futaie de chêne ; elle produit du bois de tranchage et de merrains très valorisants (produit moyen à l'ha supérieur à 1 000 F). En forêt privée, le régime du taillis sous futaie est la règle, la conversion par balivage ne faisant que démarrer.

Les conditions naturelles, des terrains filtrants ou hydromorphes et une faible, pluviométrie, limitent les possibilités de plantations d'essences à croissance rapide et les réalisations de reboisement.

La filière avale, qui compte une soixantaine d'emplois, se développe, en s'approvisionnant dans un rayon dépassant de beaucoup le cadre du canton de Hérisson.

BREMAN P.

"Prise en compte des aspects paysagers dans le reboisement Cas particulier du nouveau polder Flevoland oriental" - Informations techniques du CEMAGREF - Cahier N°72 - N°2 - 4p. - 1988.

BREMAN P.

"Paysage rural et reboisement" - Revue "Pour" - N° 117 - p 91-94 - 1988.

Prévention des incendies

DROUET J. - DE MONTGOLFIER J.

Réflexions sur l'aménagement préventif des forêts. Création de lignes de combat. Revue Générale de Sécurité - N° 77 - octobre 1988 - p. 71-79.

Cet article expose des réflexions sur l'aménagement préventif des forêts pour combattre les grands incendies dans le contexte du Sud-Est de la France, au moyen de lignes de combats aménagées à l'avance contre les grands incendies de forêt. Il examine : les règles d'implantation de ces lignes, les caractéristiques qu'elles doivent présenter, les moyens fixes d'alimentation en eau destinés soit à équiper ces lignes, soit à protéger des objectifs particuliers.

BAROUCH G. - DE MONTGOLFIER J.

Les feux pastoraux de Cythère - Revue "Pour" - N° 117 - La forêt sur la place publique - mai-juin 1988 - p. 67-74.

Cet article expose, sous forme d'un apologue, la question des incendies de forêts et de maquis dans un île méditerranéenne, en la replaçant dans son contexte local et territorial, et en l'abordant par la méthode de l'analyse des logiques d'acteurs.

CHALLOT A - DE MONTGOLFIER J.

Les opérations pilotes de débroussaillage en région Provence-Alpes-Côte d'Azur - BTMEA - N° 35 - janvier 1989 - p. 43-44. Cette note d'actualité fait le point sur les différentes opérations pilotes engagées dans cette région.

DE MONTGOLFIER J.

La forêt méditerranéenne brûlera-t-elle toujours ? - Revue annuelle des élèves de l'ENGREF - 1988 - 2 p.

DE MONTGOLFIER J.

L'aide à la décision dans les forêts de protection des Alpes du Sud - Eléments de méthodologie - Note interne - CEMAGREF - 10 p - janvier 1988.

Principes : Eléments à prendre en compte - La description des formations végétales - La description des acteurs - La description des scénarios - Les critères d'évaluation - La mise en œuvre des phases de l'étude.

RIPERT C.

Compte rendu des travaux de nettoyage des essais ANREF, Aumes, St Gervais, Vingrau - Rapport CEMAGREF, Aix - 1988- 10 p.

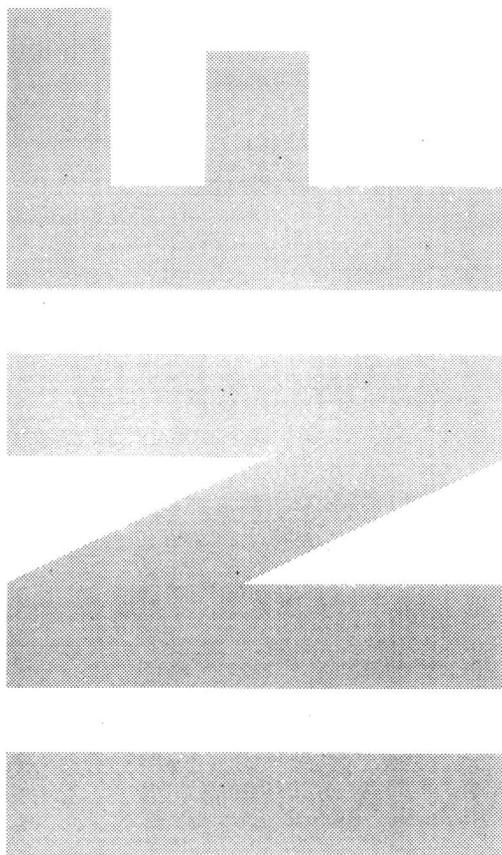
III - NOTES D'INFORMATIONS TECHNIQUES

INFORMATIONS

TECHNIQUES

N.70

JUIN 88



CEMAGREF

Populiculture : conditions d'utilisation des deux cultivars euraméricains 'Luisa Avanzo' et 'Cima'

par M. Terrasson

La circulaire DERF/3024 du ministère de l'Agriculture, en date du 12 octobre 1987 a étendu la liste des clones utilisables dans les boisements financés par le Fond Forestier National aux deux cultivars 'Luisa Avanzo' et 'Cima' dont la commercialisation avait été autorisée par arrêté du 7 mars 1983. Compte tenu du caractère méridional de ceux-ci, cette possibilité n'intéresse toutefois que trois régions administratives : Aquitaine, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes.

'Luis Avanzo' et 'Cima' sont deux peupliers euraméricains (*hybrides P. deltoïdes x P. nigra*) sélectionnés en Italie par le centre de recherche sur la populiculture de Rome, dans le cadre d'un programme de recherche qui avait pour principal objectif le remplacement du clone I-214 dont la sensibilité au *Marssonina brunnea* était jugée excessive. Ils sont issus d'une récolte de graines effectuée en 1963 sur un peuplier deltoïdes originaire du Mississippi et ont été expérimentés à partir de 1968 en Italie, où leur comportement est maintenant bien connu. Ils ont été introduits en France en 1981 et nos connaissances sur l'adaptation de ces cultivars aux conditions de la populiculture française sont encore partielles. Les premiers éléments recueillis sont néanmoins suffisantes pour permettre de définir les principales exigences de ces clones, et surtout les grosses erreurs à éviter dans leur culture.

En ce qui concerne la qualité technologique du bois, aucun essai n'a encore pu être réalisé à partir de plantations installées en France, mais les études conduites en Italie sont très encourageantes. Les qualités mécaniques (densité, charge de rupture à la flexion et à la compression) sont sensiblement meilleures que celles de I-214 et l'aptitude au déroulage semble aussi bonne.

Sensibilité aux maladies

En matière de populiculture, la pathologie revêt un caractère primordial, par suite de l'importance des pertes de croissance voire des mortalités, susceptibles d'être occasionnées par les plus graves maladies. Sur le plan des parasites cryptogamiques foliaires, il faut tout d'abord noter que 'Luisa Avanzo' et 'Cima' ont un comportement sensiblement plus favorable que I-214 et I-45/51 qui sont les cultivars actuellement les plus cultivés dans les régions méridionales. Ils sont, en effet, tous les deux très résistants au *Marssonina brunnea*, qui reste le champignon parasitaire du peuplier le plus à craindre, malgré l'irrégularité de son cycle d'apparition. Au regard des deux

espèces de rouilles rencontrées en France, 'Luisa Avanzo' présente un niveau de résistance élevé, alors que 'Cima' est sensible à la seule espèce méridionale, *Melampsora alliipopulina*, qui est toutefois considérée généralement comme sans incidence grave sur la croissance sous nos climats.

Par contre, ces deux clones et plus particulièrement 'Luisa Avanzo' ont une forte sensibilité au *Dothichiza populea* (rebaptisé récemment *Discosporium populeum*), et à la «maladie des taches brunes», deux affections généralement concomitantes, et liées à un état de faiblesse en rapport avec une dessiccation des tissus subcorticaux. Cette sensibilité est à l'origine de graves dépêrissements observés principalement sur 'Luisa Avanzo', mais aussi sur l'ensemble des peupliers euraméricains dont 'I-214', qui se sont généralisés dans la vallée du Pô depuis 1985 à la suite d'une sécheresse persistante et d'un abaissement de la nappe phréatique, et qui ont amené les responsables italiens à suspendre la diffusion du clone 'Luisa Avanzo' dans leur pays. Cette sensibilité est également la cause essentielle de la plupart des échecs de plantation répertoriés en France. Il ne faut pas pour autant en déduire qu'il s'agit d'un vice rédhibitoire; c'est plutôt un facteur qu'il faut connaître et qui impose des précautions particulières quant aux conditions d'utilisation de ces clones (choix de la station, technique de plantation, sylviculture).

Il faut enfin noter que 'Luisa Avanzo' et surtout 'Cima' présentent une sensibilité moyenne au chancre bactérien (*Xanthomonas populi*), maladie qui ne sévit que dans certains départements situés au nord de la Loire, où ces cultivars sont en tout état de cause inadapés par suite de la durée de leur saison de végétation.

Comportement général

En dehors des légères différences qui viennent d'être évoquées dans leur comportement vis-à-vis des agents pathogènes, ces deux clones, issus de la même mère, sont extrêmement proches et présentent des exigences pratiquement similaires.

Ils ont tous deux une excellente forme avec un port pyramidal, un tronc droit sans décroissance marquée, une bonne dominance apicale et des branches nombreuses et fines. Ils ne présentent, par conséquent, pas de difficultés particulières de conduite dans le jeune âge (absence de fourches) et il convient simplement de surveiller la cime pour remédier aux accidents toujours possibles quel que soit le clone utilisé. Par contre, l'élagage est impératif et devra être réalisé avec progressivité dans la mesure où ces deux clones et plus particulièrement 'Luisa Avanzo' ont tendance à former des gourmands. Ceux-ci sont cependant aisément contrôlables, et ne prennent jamais l'extension que l'on peut trouver chez Fritz Pauley, par exemple.

Ils ont une saison de végétation extrêmement longue. Le débourrement intervient en moyenne une semaine après celui du clone 'I-214', mais ils conservent tous deux leurs feuilles beaucoup plus longtemps. La défeuillaison qui est un peu plus tardive

pour 'Luisa Avanzo' que pour 'Cima', se produit toujours après le 1er décembre en Aquitaine, ce qui peut faire craindre des brûlures de pousses terminales avant l'aoûtement en cas de gel précoce.

Il faut toutefois signaler que nous n'avons jamais observé de dégâts importants en plantation depuis 1981, sauf au stade de la pépinière, ce qui s'explique par un aoûtement relativement précoce en comparaison de la longueur de la saison de végétation. Il n'en reste pas moins que ce sont des clones essentiellement méridionaux dont l'introduction au nord de la Loire est hasardeuse. Des plantations peuvent certes être envisagées dans la région d'Angers, mais il sera prudent de leur garder encore, pendant quelques années, un caractère expérimental. Par ailleurs, il convient, notamment en pépinière, de ne pas utiliser une fumure trop riche en azote, ce qui contribue à retarder l'aoûtement.

En ce qui concerne les gélivures du tronc, nos connaissances sont également limitées. Les observations faites en Italie n'indiquent pas de sensibilité particulière. A l'occasion des grands froids de 1985 et 1986, nous avons noté quelques dégâts d'importance limitée (notamment à Tasque - 32), mais il faut remarquer que ces observations restent à confirmer, compte tenu de la jeunesse et de la faible superficie des plantations existantes.

Dans un premier temps, nous conseillerons par précaution d'éviter les stations les plus gélives. C'est peut-être à ce niveau que se situe la principale incertitude sur le développement de la culture de ces clones dans la région Rhône-Alpes, qui présente, par ailleurs, des conditions climatiques estivales tout à fait favorables.

Nos connaissances sur leur résistance au vent sont encore très limitées, mais aucun bris de cime n'a encore été observé, ni dans les expérimentations du CEMAGREF, ni dans les plantations visitées en Italie du Nord.

L'aptitude au bouturage et à la reprise en plançon sont excellentes. Toutefois, à ce deuxième stade, il faut veiller tout particulièrement à limiter la crise de transplantation, afin d'empêcher le développement du *Dothichiza*. La sensibilité de 'Luisa Avanzo' à ce parasite est liée à une susceptibilité des tissus corticaux au dessèchement. Il importe donc, d'une part, de raccourcir le temps qui sépare le prélèvement des plançons en pépinière de l'installation sur le terrain (éviter de dépasser une semaine), et d'autre part, de réhydrater les plançons à l'issue du transport en les trempant dans l'eau courante, pendant un minimum de 24 heures avant la plantation (ce délai pourra être allongé avec profit notamment pour des plançons de grande taille). Enfin, les risques seront d'autant plus limités que l'on aura facilité l'enracinement et un démarrage rapide des arbres. Ceci suppose non seulement le choix d'une station adaptée, mais aussi une plantation soignée (préparation du sol, trouaison profonde) et précoce (fin décembre), et enfin un entretien suivi pendant l'année de plantation (passage de cover-crop entre le 15 mai et le 15 juin, ou culture intercalaire). Sous ces réserves, la technique de plantation en

plançons donne d'excellents résultats (97 % de taux de reprise sur l'ensemble des plantations comparatives réalisées par le CEMAGREF) et reste largement préférable à l'utilisation de plants à racines nues.

Enfin, il faut signaler que malgré une cime étroite, ces clones sont sensibles à la concurrence au niveau des parties aériennes et que de fortes densités peuvent, là encore, entraîner l'apparition du *Dothichiza* mais au stade adulte. L'espacement couramment préconisé de 7 m x 7 m au carré (soit 204 arbres par hectare), semble satisfaisant sur ce plan, mais il est fortement déconseillé de recourir à des densités supérieures.

Croissance et exigences stationnelles

Pépinière

La croissance juvénile de ces deux clones est extrêmement forte, si bien qu'en zone méridionale il est tout à fait possible de produire sur souche des plants commercialisables en un an (catégorie A1 ou même A2), sous réserve d'un entretien intensif et d'une densité ne dépassant pas 8.000 souches à l'hectare. Mentionnons toutefois que ces deux clones sont soumis à une protection commerciale de la part de leur obtenteur, et que leur production en pépinière est subordonnée à l'autorisation de la S.A.F. (Société Agricole et Forestière), qui impose des règles spécifiques d'élevage afin d'exercer un contrôle sur le matériel végétal (production exclusivement sur boutures).

Cette vigueur juvénile limite l'intérêt d'une fumure élevée, et nous rappelons que l'excès d'azote peut conduire à des défauts d'aoûtement.

Plantation

Dans l'ensemble des plantations comparatives réalisées en Italie, 'Luisa Avanzo' a toujours eu une croissance supérieure à celle de I-214. 'Cima' a généralement une croissance intermédiaire entre ces deux clones, avec des résultats fréquemment à peine supérieurs à I-214, mais il peut aussi localement être supérieur à 'Luisa Avanzo'. Ces expérimentations sont pour la plupart réalisées sur des sols à texture limoneuse, mais les chercheurs de l'Institut de Casale Monferrato estiment que le clone 'Luisa Avanzo' présente une grande plasticité et qu'il tolère les sols lourds.

En France, la plus ancienne plantation comparative vient d'achever sa septième saison de végétation et nous n'avons donc pas encore de résultats complets sur ces clones. Néanmoins, sur huit expérimentations suivies par le CEMAGREF, dans des conditions climatiques variées, mais toujours sur de bonnes stations à peuplier (texture équilibrée, alimentation en eau permanente), le clone 'Luisa Avanzo' arrive six fois en tête, ce qui confirme son exceptionnelle vigueur. Les courbes de croissances

du populetum de «La Dive (79)» sont données en annexe à titre d'exemple, pour le clone 'Luisa Avanzo', seul présent dans ce dispositif.

'Cima' présente en général une croissance légèrement inférieure, mais il peut dépasser 'Luisa Avanzo' sur les meilleures stations. Ces deux clones et plus particulièrement 'Cima' réagissent plus fortement qu'un clone comme Dorskamp aux différences dans les conditions d'alimentation en eau, ce qui a notamment pu être constaté dans une expérimentation présentant un gradient de pente accompagné d'une augmentation corrélative de la profondeur de la nappe phréatique. Il apparaît donc que 'Luisa Avanzo' et 'Cima' sont des clones performants mais peu plastiques. Ceci semble contredire les informations obtenues en Italie, et les bons résultats enregistrés en Aquitaine dans les différents essais installés par la SAF sur sol lourd sans nappe (Moncrabeau, Calignac), ou sur sable landais recouvrant un argile concrétionné (Poussignac), mais il ne faut pas oublier que ceux-ci sont obtenus au prix d'une populiculture fortement intensifiée. Quoi qu'il en soit, le comportement sur les terrains lourds, fréquents dans le Sud-Ouest, notamment dans les vallées de plusieurs affluents de la rive gauche de la Garonne, est encore mal connu et les limites d'utilisation ne peuvent, par conséquent, pas être définies dans ce domaine, où il conviendra de rester prudent.

Par ailleurs, du fait de leur sensibilité au *Dothichiza*, ces cultivars supportent très mal les ruptures brutales d'alimentation en eau au cours de la saison de végétation, et quelques échecs ont été enregistrés pour ce motif dans le Sud-Ouest de la France au cours de ces dernières années qui ont été marquées incontestablement par des conditions climatiques peu favorables analogues à celles de l'Italie du Nord. Ces ruptures d'alimentation peuvent, en particulier, être occasionnées par des bancs de galets, masqués sous la surface du sol, auxquels il conviendra de prêter une attention particulière dans les vallées de l'Adour et de ses affluents.

Dans l'état actuel de nos connaissances, et compte tenu des observations faites en Italie, il faut donc considérer que 'Luisa Avanzo' et 'Cima' sont des clones performants, mais qui ne pourront réellement manifester leurs aptitudes que sur des terrains fertiles (texture équilibrée, alimentation en eau permanente), et au prix d'une sylviculture intensive.

Conclusions

La populiculture oscille en permanence entre un engouement immodéré pour la nouveauté, et un attachement inébranlable pour des variétés dépassées. En plus de 30 ans, les travaux d'amélioration génétique ont permis des progrès considérables, mais le clone miracle n'est pas de ce monde, et le principe même de la sélection clonale implique obligatoirement des spécificités précises d'utilisation. Il faut donc savoir profiter des progrès de la recherche, mais aussi accepter d'apprendre progressivement à valoriser un matériel nouveau. Par ailleurs, la culture monoclonale

conduit immanquablement à un risque sanitaire non négligeable, qu'il est nécessaire de minimiser par une diversification du matériel végétal et un choix judicieux du clone en fonction de la station.

Les clones 'Luiza Avanzo' et 'Cima' constituent indéniablement un apport intéressant pour la populiculture française de par leur qualité technologique, leur performance et leur résistance aux maladies foliaires, mais ils présentent aussi des exigences importantes qu'il ne faut pas sous-estimer.

Enfin, il faut ajouter que ces deux clones ont été inscrits simultanément au catalogue National, et que seul le premier d'entre eux a été effectivement diffusé, alors que, dans l'état actuel de nos connaissances, les différences entre ceux-ci sont extrêmement subtiles et ne justifient pas l'abandon du clone 'Cima'.

Références bibliographiques

- SOULERES, G., 1983 - Note sur les trois nouveaux cultivars de peupliers inscrits sur la liste des matériels forestiers de reproduction contrôlée. Publication CEMAGREF, 12 p.
- ANONYME, 1984 - 'Luiza Avanzo', 'Cima'. Bellini. La Forêt Privée, n° 155, 10 p.
- VIART, M., 1985 - Quelques conseils aux utilisateurs de 'Luiza Avanzo'. Forêts de France, 6/85, 4 p.

ANNEXE I

Clones 'Luisa Avanzo' et 'Cima' Récapitulation des règles de sylviculture

- Utilisation sur station à texture équilibrée et alimentation en eau permanente.
- Préparation soignée du sol (labour profond).
- Trouaison à une profondeur minimum de 0,8 mètre (tarière ou pelle mécanique).
- Espacement à 7 m x 7 m.
- Choix de plançons bien aoûtés (1 ou 2 ans de tige).
- Récolte des plançons dans la semaine de la plantation.
- Trempage des plançons avant mise en place (durée minimum : 24 h).
- Plantation précoce (entre le 15 décembre et le 15 janvier).

ANNEXE II

Populetum de La Dive (79) Bilan à l'issue de la septième saison de végétation

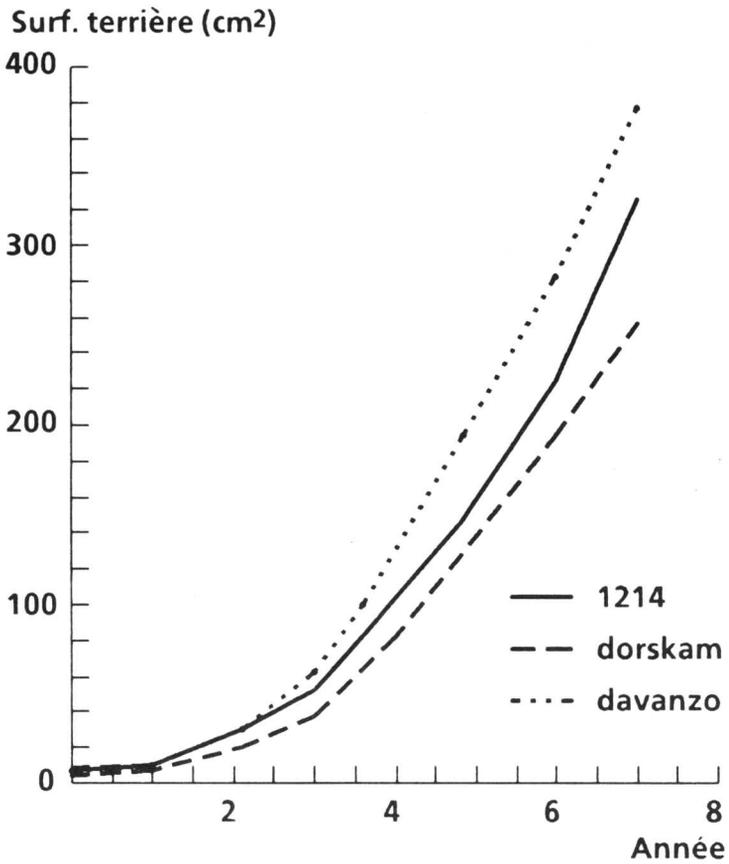
| Clones | Effectif | | Circonférence en cm | | Surface terrière par arbre (en dm ²) | Surface terrière* par ha en m ² | | | |
|-----------------|----------|--------------|---------------------|------|--|--|------|---------------|-------------|
| | Nombre | Taux reprise | Moyenne | Rang | | Surface | Rang | % sur moyenne | % sur I-214 |
| Blanc du Poitou | 31 | 0,86 | 49,2 | 7 | 1,93 | 3,32 | 7 | 65 | 53 |
| I-214 | 35 | 0,97 | 63,9 | 2 | 3,25 | 6,32 | 2 | 123 | 100 |
| I-45/51 | 36 | 1,00 | 56,1 | 5 | 2,51 | 5,02 | 3 | 98 | 79 |
| Dorskamp | 35 | 0,97 | 56,9 | 4 | 2,58 | 5,02 | 3 | 98 | 79 |
| Flevo | 36 | 1,00 | 51,5 | 6 | 2,11 | 4,22 | 6 | 82 | 67 |
| Lux | 31 | 0,86 | 60,2 | 3 | 2,89 | 4,98 | 5 | 97 | 79 |
| Luisa Avanzo | 35 | 0,97 | 68,8 | 1 | 3,77 | 7,33 | 1 | 143 | 116 |
| Ensemble | 239 | 0,95 | 58,2 | – | 2,70 | 5,12 | – | 100 | 81 |

*Calcul de production réel, intégrant le taux de mortalité - densité : 200 arbres par hectare.

**Surface terrière : surface de la section horizontale du tronc mesurée à la hauteur de 1,30 m.

ANNEXE III

Populetum de La Dive (79) Courbes de croissances - Surface terrière



Prise en compte des aspects paysagers dans le reboisement

Cas particulier du nouveau polder Flevoland oriental*

par Peter Breman

La prise en compte des aspects paysagers lors des opérations de reboisement en milieu rural aux Pays-Bas est obligatoire et fait partie d'une approche globale définie par les textes régissant l'aménagement du territoire. Il faut noter que la superficie des Pays-Bas n'est que de 34.000 km² sur laquelle 15.000.000 d'habitants se disputent la place. La présence de quelque 440 habitants au km² justifie pleinement les mesures prises pour canaliser toutes les actions ayant un impact sur le paysage.

Au début du siècle dernier, le taux de boisement aux Pays-Bas n'était que de 5 % dont les deux tiers étaient constitués de taillis simples. Actuellement, ce taux a doublé, ce qui correspond à une surface boisée de 340.000 hectares dont la quasi-totalité a été plantée de main d'homme. La composition des forêts varie évidemment en fonction des sols; la forêt néerlandaise est composée pour 60 % de résineux contre seulement 40 % de feuillus.

D'après les chiffres du Service forestier national (Staatsbosbeheer), 77 % de la surface forestière sont traités en futaie, 16 % en taillis sous futaie et 7 % en taillis.

D'après cette même source, la répartition foncière de la forêt est la suivante :

- forêts appartenant à l'Etat : 31 %;
- forêts appartenant à des provinces : 2 %;
- forêts appartenant à des collectivités locales : 15 %;
- forêts appartenant à des organisations de protection de la nature : 11 %;
- forêts appartenant à des particuliers : 41 %.

La politique forestière actuelle prévoit une augmentation constante de la surface boisée.

* Mission effectuée aux Pays-Bas du 9 au 12 novembre 1987 par Peter Breman, ingénieur-paysagiste d'aménagement à la division «Chasse» du groupement de Nogent-sur-Vernisson.

Actuellement, l'accroissement annuel de la forêt s'élève à environ 2.500 hectares. Il y a les reboisements réalisés dans les nouveaux polders dans le cadre de la politique d'aménagement de cette nouvelle province néerlandaise. Il y a aussi le boisement spontané de terrains naturels ouverts comme des landes, des dunes (surtout à l'intérieur du pays) et des zones humides. Enfin, il y a le reboisement de terres agricoles dans le cadre de la politique européenne visant à soustraire certaines terres à la production agricole.

Les principales fonctions de la forêt néerlandaise sont :

- l'accueil de citoyens,
- la production ligneuse,
- le maintien et le développement de valeurs naturelles,
- le maintien et le développement de la qualité paysagère.

A cet égard, il faut ajouter que la fonction sociale de la forêt détermine son aménagement alors que la fonction de production orientera le choix des essences.

5 % de la surface boisée sont exclusivement réservés aux forêts de protection qui ont pour rôle unique de créer ou de maintenir des conditions écologiques favorables au développement de la faune et de la flore.

La présente note n'a pas la prétention de fournir des données scientifiques, mais d'apporter des éléments de réflexion sur les applications possibles des principes de reboisement rencontrés aux Pays-Bas pour la mise en valeur de certaines terres en France.

Aménagement forestier du polder Flevoland oriental

Le nouveau polder Flevoland oriental (figure 1) a une superficie de 54.000 hectares.

La construction des digues s'est effectuée entre 1950 et 1956 et l'assèchement a été obtenu en 1957.

La surface boisée s'élève à 7.000 hectares dont la moitié a été plantée pendant les années 60 (les premières plantations datent de 1959).

Actuellement et compte tenu de la politique agricole commune, il est prévu de planter annuellement environ 900 hectares sans qu'il soit défini jusqu'où l'on poursuivra cette politique...

Au départ, les plantations forestières étaient réservées aux terres de moins bonne qualité (bordures est et sud-est du polder).



Figure 1 - Situation du polder Flevoland aux Pays-Bas

Ces zones boisées étaient surtout destinées aux activités de loisirs. Dans les années 60, on favorisait la pénétration des voitures en forêt, d'où des équipements routiers importants. Cette politique a changé à partir de 1970. Les peuplements sont de plus en plus orientés vers la production ligneuse sans que l'on «rejette» le public pour autant. On lui demande seulement de faire un effort en laissant les voitures à l'extérieur des zones boisées, ce qui est d'ailleurs parfaitement bien admis et même apprécié par les visiteurs, par ailleurs très sensibilisés à tout ce qui touche la nature et sa protection.

En dehors des boisements sur des «mauvaises terres», d'autres plantations étaient réalisées à proximité des futurs centres d'habitation. La structuration du paysage était complétée par la mise en place d'un réseau de haies/bandes boisées d'environ 25 m de largeur accompagnant certaines voies de communication parmi les plus importantes.

Comme les plantations étaient réalisées partiellement ou en totalité avant l'installation des agglomérations, on procédait en quelque sorte à un préverdissage des lieux, ce qui, compte tenu de la topographie, n'était pas un luxe superflu. Alors qu'il était initialement prévu de créer douze agglomérations, il a été décidé, pour des raisons pratiques, de limiter ce nombre à quatre, tout en maintenant le programme de boisement des secteurs initialement désignés.

A cela s'ajoute que les fermes qui se trouvent systématiquement en dehors des agglomérations sont entourées d'une végétation aussi haute et dense que variée, ce qui contribue à leur intégration dans le paysage.

Les peuplements

Lors de la création de nouveaux boisements dans le polder, on fait essentiellement appel aux essences feuillues :

- peuplier 60 %;
- feuillus précieux 35 %;
- résineux 5 %.

Il convient d'insister particulièrement sur les plantations de feuillus précieux. L'emploi quasi systématique de l'aulne comme essence dite de bourrage est actuellement abandonné, car il ne se justifiait que de façon transitoire pour assurer le développement d'une micro-faune et flore très insuffisantes au moment de la création du polder.

Les feuillus précieux ne sont pas pour autant installés de façon monospécifique. Un mélange avec d'autres essences engendre une meilleure vitalité et garantit une croissance optimale.

La **préparation du terrain** se réalise par labour mais, dans le cas d'un reboisement, on se borne à un broyage et à un léger travail du sol.

La **desserte des parcelles** est assurée essentiellement par piste non goudronnée.

La **plantation** s'effectue mécaniquement avec une densité de 5.000 à 6.000 plants par hectare en fonction de la qualité des plants (plus la densité est élevée, moins le



Photo 1 - Plantation d'arbres d'alignement le long des routes du polder Flevoland.

A l'arrière-plan, on perçoit les bâtiments agricoles entourés de verdure

(photo P. Breman)

gestionnaire a à intervenir dans le peuplement). Les distances de plantation sont de 1,50 m entre les lignes et 1,25 m sur les lignes.

Le mélange des essences dans des proportions décrites plus loin se fait au hasard. En effet, le mélange par bouquet se heurte à des contraintes techniques de plantation.

Lors de la plantation, on procède à la première taille de formation et il n'y a pas d'apport d'engrais.

Après plantation, on procède à la destruction de la végétation adventice par voie mécanique en excluant tout traitement chimique.

On pratique ensuite une taille de formation à l'âge de 4-5 ans et tous les trois ans, les sujets gênants et mal formés sont coupés et généralement laissés sur place.

Tableau 1 - Mélanges d'espèces pratiqués

| Essence principale | | Essence secondaire | | |
|--------------------|---|--|--|------|
| | | Arbres | Arbustes | |
| | Chêne | Charme Tilleul | Noisetier | |
| | Hêtre | Erable Merisier Charme | Noisetier Troène | |
| 70 % | Erable | Charme Tilleul Merisier Frêne | Noisetier Troène | 30 % |
| | Frêne | Charme Tilleul Erable | Erable champêtre Cornouiller Troène | |
| 60 % | Merisier (essai actuellement en cours) | Frêne Erable Tilleul | | 40 % |
| | Bouleau (essai actuellement en cours) | Frêne Erable Tilleul | | |

A l'âge de 15 ans, on réalise une première éclaircie très faible. Généralement, on a tendance à éclaircir trop tôt et trop fort. Le hêtre peut être éclairci pour la première fois après 25 ans, sauf s'il possède un sous-étage. Dans ce cas, on n'intervient qu'à l'âge de 40 ans. L'éclaircie n'est jamais systématique.

La proportion d'utilisation des feuillus précieux est la suivante :

| | |
|--------|------|
| Chêne | 30 % |
| Frêne | 15 % |
| Erable | 25 % |
| Hêtre | 15 % |
| Divers | 15 % |

Les essences principales sont toujours utilisées en mélange avec des essences considérées comme secondaires.

Lors des premières plantations dans le polder, l'avantage était donné parfois très nettement aux essences principales (90 %). Progressivement, ce pourcentage a été réduit et, actuellement, on considère que le mélange optimal est constitué de 70 % d'essences principales et de 30 % d'essences secondaires.

Le mélange a un intérêt non seulement pour la flore et la faune, mais aussi pour le paysage et la récréation. Il augmente en même temps la stabilité du peuplement.

Conclusions

Les idées qui se dégagent des expériences menées aux Pays-Bas sont de plusieurs ordres.

La technique de plantation décrite ci-dessus permet la structuration ou la restructuration rapide de certains paysages, notamment lorsqu'ils sont très ouverts ou très dégradés (usage excessif, abandon, dégâts de tempête, ...). Les massifs boisés, les bandes boisées larges ainsi que les plantations d'alignement (qui peuvent être conçues de la même façon) constituent l'ossature d'un paysage et jouent le rôle d'«échelle visuelle» de référence pour un observateur. Celui-ci, en effet, juge les distances moins par les éléments horizontaux que par les éléments verticaux, surtout lorsqu'il n'existe aucun endroit d'où l'on puisse avoir une vue dominante de l'ensemble du paysage.

Si le choix des essences doit évidemment être fait en fonction des terrains à boisser, on ne doit pas céder à la facilité de reboiser a priori les meilleures terres,.



Photo 2 -
Plantation de
hêtre à haute
densité sous un
couvert de
peupliers. Ces
derniers sont
exploités six
ans après la
plantation des
hêtres (photo P
Bremen)

ce qui compromet, de façon difficilement réversible, toute forme d'activité agricole.

Par ailleurs, la végétation d'accompagnement du bâti agricole peut augmenter le degré d'intégration des constructions dans la structure générale du site.

Aussi, il est clair que la détermination des zones à boiser ne peut se faire que dans le cadre d'une planification globale concertée où la technique de plantation à effet rapide peut être particulièrement importante, aussi bien pour des raisons paysagères que techniques.

Le principe est très intéressant, d'une part pour la rapidité de reverdissement, de création de masses végétales dans le cadre du préverdissement à proximité de zones urbaines ou industrielles, pour la réhabilitation de friches urbaines et industrielles et, d'autre part, pour la mise en valeur de certaines terres libérées par l'agriculture.

Tout en gardant son intérêt pour la production ligneuse, cette technique peut également s'employer pour la création de forêts récréatives ou de parcs forestiers, là où le besoin s'en fait sentir. Il est bien souvent préférable de créer de toute pièce des zones boisées adaptées aux besoins du public plutôt que d'«aménager» des forêts existantes qui risquent de s'adapter difficilement à cette fonction.

Sylviculture des sapinières d'altitude : l'exemple de la forêt domaniale de Lavilatte en Haute Ardèche

par J.-L. Guitton

Quelle est l'influence du traitement d'une sapinière d'altitude sur son état sanitaire et sur sa résistance aux chablis dus au vent, au givre et aux neiges lourdes ?

Telle était la question de fond qui soutenait l'étude demandée par le centre ONF d'Aubenas en juin 1986 au CEMAGREF, basée sur la perception de chablis importants dans les sapinières d'altitude en Haute Ardèche : dans ces forêts traitées en futaie jardinée, de nombreux petits bois sont en effet cassés, apparemment, par la chute de paquets de neige lourde provenant des arbres dominants voisins.

Le terrain d'observation est la forêt domaniale de Lavilatte, ancienne propriété ecclésiastique, traitée depuis des dizaines d'années en futaie jardinée, située entre 1.065 et 1.480 m d'altitude à la limite du plateau volcanique du Velay occidental et des chaînes granitiques du Mazan, dont l'aménagement était en cours de révision.

L'existence dans cette forêt de parcelles régularisées placées dans des conditions topographiques et climatiques analogues à ce que connaissent les parties jardinées, a permis d'établir des comparaisons et de tirer des conclusions quant aux comportements des deux traitements de futaie jardinée ou régulière.

Méthode d'étude

Les deux cantons observés, représentant une surface totale de 287 ha sont traités en futaie jardinée, mais la structure des peuplements varie d'une parcelle à l'autre.

Aussi, l'application du classement défini par Herbert et Rebeiro pour les futaies jardinées du Haut-Jura, basé sur la répartition des tiges en diverses catégories – petit bois (classes de diamètre 20-25 cm), bois moyen (30-35-40), gros bois (45-50-55-60) et très gros bois (65 et plus) – aux quinze parcelles de l'aménagement, sur les données d'inventaire de juin 1985, a permis de distinguer :

- une majorité de parcelles à structure jardinée à fort pourcentage de gros bois;
- des parcelles à structure jardinée en équilibre;
- deux parcelles jardinées claires;
- une parcelle régularisée dans les bois moyens.

La nécessité d'observer un minimum d'arbres pour le type le moins représenté a déterminé les modalités de l'inventaire statistique : une placette d'observation circulaire de rayon 30 m tous les 7,3 ha, soit un taux de sondage de 3,8 %.

Pour chaque placette ont été notés, pour chaque arbre de diamètre supérieur à 5 cm à 1,30 m du sol, les renseignements suivants :

essence, diamètre à 1,30 m, état du tronc (cassé ou indemne de casse), état sanitaire (sain, blessé, malade, chancreux). On avait remarqué qu'un grand nombre de sapins présentait le renflement de la tige principale ou de branches latérales caractéristique de la rouille *Melampsorella caryophyllacearum* appelé dorge ou chaudron.

Pour les arbres cassés était notée la distance en mètre, soit à l'arbre dominant le plus proche susceptible d'avoir occasionné la casse du tronc, soit à la souche d'un dominant exploité récemment susceptible d'avoir été la cause du bris; le cas où il n'était pas possible d'incriminer la casse à la chute de neige provenant d'un dominant, était reporté dans la colonne observation.

Principaux résultats

L'analyse des résultats de l'inventaire réalisé par le personnel de terrain de l'ONF a porté sur les 4.565 arbres observés soit 4.235 sapins, 1 pin sylvestre et 329 épicéas.

• Pour les trois quarts de la superficie, la structure moyenne de la forêt de Lavilatte est une futaie jardinée à fort pourcentage de gros bois, les nuances établies a priori d'après l'analyse par parcelle ne se justifiant plus après l'étude de l'inventaire (figure 1).

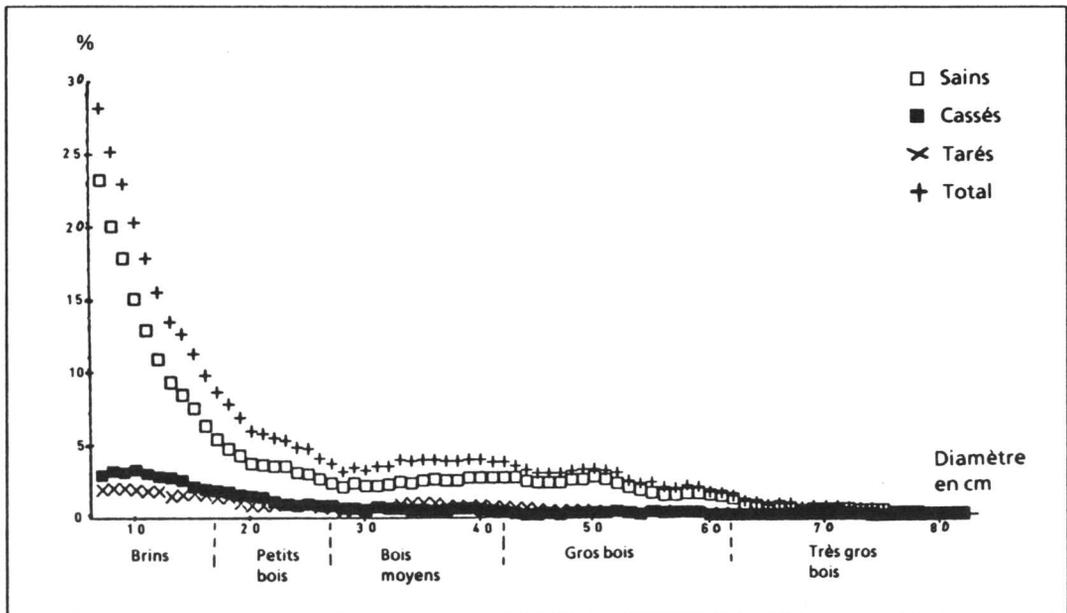


Figure 1 - Structure moyenne à l'hectare

soit la répartition : 18 petits bois + 50 bois moyens + 32 gros - très gros bois.

- L'appréhension du phénomène de casse des dominés par la chute de la neige des dominants est insatisfaisante, voire décevante : l'ancienneté d'un phénomène de casse de grande envergure sur la forêt et l'exploitation annuelle des chablis, la difficulté a posteriori de lire sur un arbre cassé la cause de la casse peuvent expliquer la difficulté de tirer beaucoup de conclusions sur ce phénomène.

Seules ont pu être classées «cassées par la neige» les tiges aux abords immédiats d'un arbre dominant qui paraissaient être «sous la gouttière» de ses branches principales : soit 7 % des bris et 11 % des petits bois, ce qui n'est pas négligeable. On n'a pas pu mettre en évidence de relation entre la distance au dominant et le diamètre de l'arbre cassé; cependant, la hauteur de casse est corrélée positivement au diamètre à 1,30 m, ce qui est logique pour une cause mécanique provoquant la rupture.

- La casse, toutes causes confondues, est importante (figure 3) : 14 % des tiges en moyenne sont cassées pour la futaie jardinée, 25 % dans le type régularisé dans les bois moyens : aux bris liés à la neige pour les petits diamètres s'ajoutent les bris liés au vent, au givre pour toutes les catégories de diamètre, d'où les pourcentages de casse les plus élevés dans les petits bois touchés par toutes les causes de casse :

pourcentage de casse : 22 % pour les petits bois, 14 % pour les bois moyens, 8 % pour les gros bois.

- La casse dans la futaie régularisée est moins dommageable pour le peuplement qu'en futaie jardinée : on a certes comptabilisé dans les parties régularisées un pourcentage de casse (26 %) supérieur à celui du reste de la forêt (14 %), mais il semble que l'exploitation des chablis soit plus systématique dans les parties jardinées, ce qui augmenterait la différence constatée. Etant donné la structure par classe d'âge des parties régularisées, la casse touche à 53 % les bois moyens (diamètre compris entre 28 et 42 cm).

Cependant, il apparaît à la visite de ces parcelles que les arbres cassés «se refont bien». On observe des dizaines d'arbres de diamètre moyen possédant une fourche à la même hauteur. témoignage d'un coup de givre une année passée. La fourchese situant à une dizaine de mètres de hauteur laisse une bille de pied commercialisable, ce qui est supportable; on peut donc imaginer que l'arbre cassé dans un perchis ou une jeune futaie assez dense, soumis à la concurrence de ses voisins, sera obligé de monter en formant une fourche très serrée ou même une simple baïonnette comme on le voit sur épicéa, tandis que dans le milieu ouvert d'une futaie jardinée, il s'étalera dans l'espace, formant un chandelier préjudiciable à la régénération voisine.

Le forestier qui, en futaie jardinée, élimine les tiges cassées par crainte des «loups» qui envahissent l'espace, peut accepter en futaie régularisée les arbres fourchus haut, se contentant, en coupe d'amélioration, de retirer les dépérissants et les trop mal conformés. Le peuplement conserve alors une densité normale et une productivité.

Les 419 tiges à l'hectare se répartissent en :

| | |
|--|-----------------|
| 248 brins de diamètre à 1,30 m inférieur à 18 cm, soit | 59 % des tiges, |
| 54 petits bois de diamètre compris entre 18 et 27 cm, soit | 13 %, |
| 57 bois moyens de diamètre compris entre 28 et 42 cm, soit | 14 %, |
| 51 gros bois de diamètre compris entre 43 et 62 cm, soit | 12 %, |
| 9 très gros bois de diamètre supérieur à 62 cm, soit | 9 %, |

d'où la répartition 32 petits bois + 33 bois moyens + 35 gros - très gros bois.

Cette structure apparaît donc déséquilibrée, assez riche en brins et en gros bois, vide en classes moyennes, surtout si on note que sur les 111 tiges moyennes de diamètre compris entre 28 et 42 cm, 40 sont tarées pour une cause ou pour une autre. Le volume moyen à l'hectare est faible, 165 cm³.

La raison de ce manque de bois moyens et petits tient en l'exploitation annuelle des chablis, au détriment de la récolte prévue des bois mûrs, qui vieillissent et perdurent.

● Les parcelles régularisées dans les bois moyens constituent la partie la plus riche de la forêt de Lavalatte, avec un volume sur pied de 366 m³/ha (figure 2).

Les 430 tiges à l'hectare se répartissent en :

80 brins (19 %), 62 petits bois (14 %), 176 bois moyens (41 %), 111 gros bois (26 %), un très gros bois,
soit la répartition : 18 petits bois + 50 bois moyens + 32 gros - très gros bois.

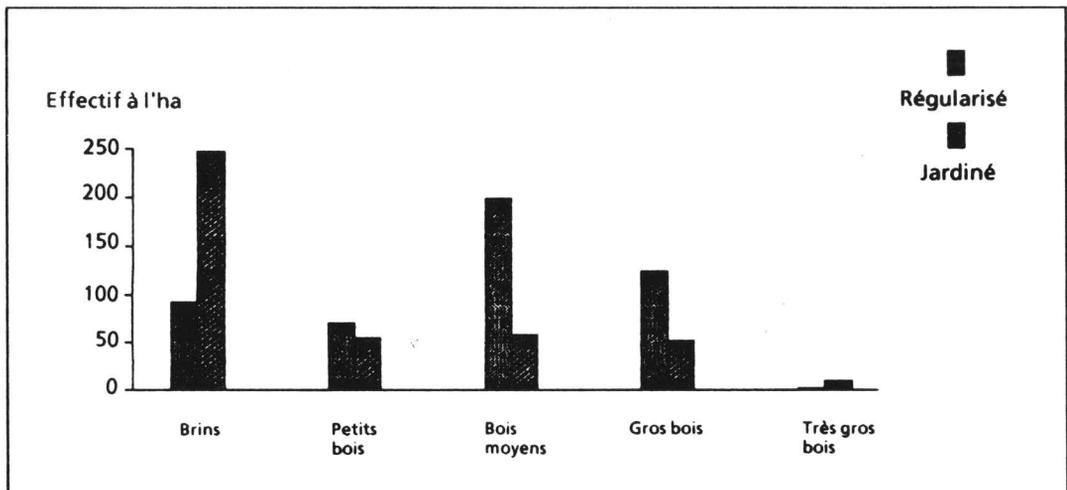


Figure 2 - Comparaison des deux types de futaie

- L'appréhension du phénomène de casse des dominés par la chute de la neige des dominants chute de la neige des dominants est insatisfaisante, voire décevante : l'ancienneté d'un phénomène de casse de grande envergure sur la forêt et l'exploitation annuelle des chablis, la difficulté a posteriori de lire sur un arbre cassé la cause de la casse peuvent expliquer la difficulté de tirer beaucoup de conclusions sur ce phénomène.

Seules ont pu être classées «cassées par la neige» les tiges aux abords immédiats d'un arbre dominant qui paraissent être «sous la gouttière» de ses branches principales : soit 7 % des brins et 11 % des petits bois, ce qui n'est pas négligeable. On n'a pas pu mettre en évidence de relation entre la distance de l'arbre cassé; cependant, la hauteur de casse est corrélée positivement au diamètre à 1,30 m, ce qui est logique pour une cause mécanique provoquant la rupture.

- La casse, toutes causes confondues, est importante (figure 3) : 14 % des tiges en moyenne sont cassées pour la futaie jardinée, 25 % dans le type régularisé dans les bois moyens : aux abris liés à la neige pour les petits diamètres s'ajoutent les bris liés au vent, au givre pour toutes les catégories de diamètre, d'où les pourcentages de casse les plus élevés dans les petits bois touchés par toutes les causes de casse : pourcentage de casse : 22 % pour les petits bois, 14 % pour les bois moyens, 8 % pour les gros bois.

- La casse dans la futaie régularisée est moins dommageable pour le peuplement qu'en futaie jardinée : on a certes comptabilisé dans les parties régularisées un pourcentage de casse (26 %) supérieur à celui du reste de la forêt (14 %), mais il semble que l'exploitation des chablis soit plus systématique dans les parties jardinées, ce qui augmenterait la différence constatée. Etant donné la structure par classe d'âge

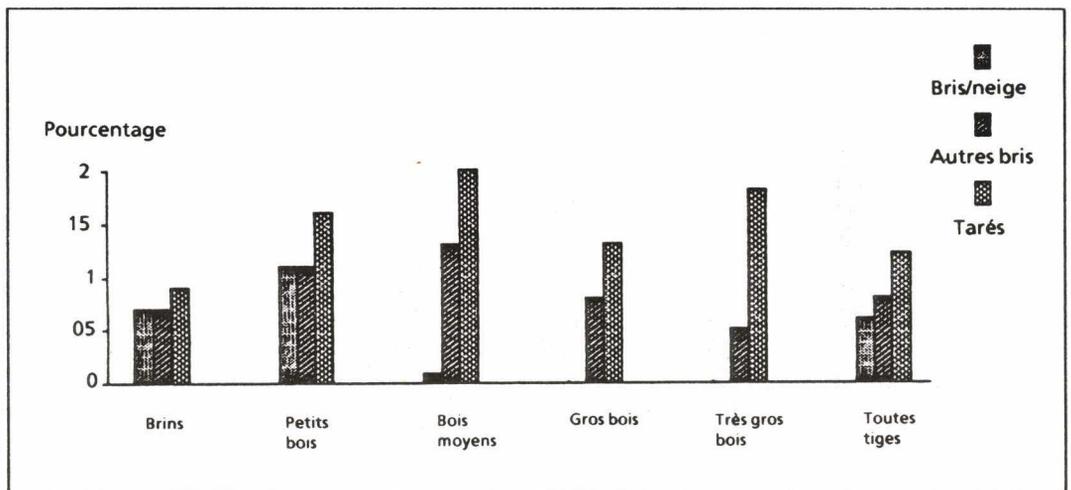


Figure 3 - Types de tiges (futaie jardinée)

des parties régularisées, la casse touche à 53 % les bois moyens (diamètre compris entre 28 et 42 cm).

Cependant, il apparaît à la visite de ces parcelles que les arbres cassés «se refont bien». On observe des dizaines d'arbres de diamètre moyen possédant une fourche à la même hauteur, témoignage d'un coup de givre une année passée. La fourche se situant à une dizaine de mètres de hauteur laisse une bille de pied commercialisable, ce qui est supportable; on peut donc imaginer que l'arbre cassé dans un perchis ou une jeune futaie assez dense, soumis à la concurrence de ses voisins, sera obligé de monter en formant une fourche très serrée ou même une simple baïonnette comme on le voit sur épicéa, tandis que dans le milieu ouvert d'une futaie jardinée, il s'étalera dans l'espace, formant un chandelier préjudiciable à la régénération voisine.

Le forestier qui, en futaie jardinée, élimine les tiges cassées par crainte des «loups» qui envahissent l'espace, peut accepter en futaie régularisée les arbres fourchus haut, se contentant, en coupe d'amélioration, de retirer les dépérissants et les trop mal conformés. Le peuplement conserve alors une densité normale et une productivité satisfaisante; il se régénérera d'autant plus facilement qu'il sera mélangé d'un peu de hêtre et d'épicéa.

● Le chancre ou chaudron touche en moyenne 8 % des sapins dans cette forêt de Lavilatte. Il se trouve inégalement réparti puisqu'il affecte 15 % des tiges dans le canton de Lavilatte et seulement 2 % dans le canton d'Aubuc : un sol basaltique plus riche, des facteurs climatiques plus favorables en sont peut-être la cause. Par contre, le mode de traitement de la forêt ne semble pas influencer puisque dans le canton d'Aubuc les modes jardinés et régularisés ont le même comportement vis-à-vis de ce parasite.

Enfin, à l'inverse de ce qui est couramment admis, le chaudron n'apparaît pas, comme une cause spéciale de casse, puisque les pourcentages de chancreux ne sont pas significativement différents chez les cassés et les non cassés.

Conclusion

Le mauvais état de la forêt domaniale de Lavilatte résulte :

- d'une mauvaise répartition des classes d'âge avec un manque de classes moyennes,
- d'une monoculture du sapin s'accompagnant de difficultés sanitaires (la dorge) et d'une régénération assez difficile,
- d'un volume moyen insuffisant à l'hectare, d'autant qu'il repose sur quelques gros arbres et s'effondrera à leur exploitation.

Quel que soit le traitement appliqué à cette forêt dans l'avenir, il se produira un trou de production pour plusieurs dizaines d'années.

Pour tout type de futaie (futaie jardinée ou régulière), il faut compter dans les conditions de haute montagne, un prélèvement important et continu d'arbres par chablis et atteinte sanitaire.

A Lavilatte, seuls 70 % des arbres de diamètre précomptable (diamètre supérieur à 17 cm) sont sains et peuvent constituer des tiges d'avenir : les conditions climatiques en haut de l'étage montagnard supérieur, dans cette région à la confluence de masses d'air continentales et méditerranéennes qui donnent naissance à d'abondantes précipitations dont des neiges lourdes et givres, parfois en tempête, se traduisent par de fréquents coups de chablis.

Il faut donc, pour conserver un couvert et une productivité satisfaisants, travailler à partir d'une régénération active et dense et tolérer un pourcentage d'arbres fourchus, tarés (dans la mesure où cela est acceptable commercialement).

Dans les conditions actuelles, la futaie régulière apparaît à l'analyse, en comparaison avec la futaie jardinée, le traitement le plus favorable : elle autorise le maintien d'arbres fourchus hauts qui se sont refaits à la suite d'une casse, aux stades du perchis ou de la jeune futaie.

Références bibliographiques

- HERBERT, I., REBEIROT, F., 1985 - Les futaies jardinées du Haut-Jura. Revue forestière française n° 6, 1985
- ONF - Centre d'Aubenas - Aménagement de la forêt domaniale de Lavilatte (1986-1987).

Méthode pratique d'évaluation des dégâts de grand gibier sur les plantations forestières

par Ph. Ballon

L'augmentation, localement importante, des populations de grands animaux (cerfs, chevreuils, mouflons, chamois ou isards) se traduit par un impact accru sur les peuplements forestiers.

Cet impact peut prendre trois formes différentes :

- l'abrouissement, qui est la consommation de jeunes pousses ou rameaux,
- l'écorçage, qui est le fait de détacher avec les dents des parties d'écorce qui sont ensuite consommées,
- le frottis, qui est la blessure causée aux arbres par les bois des cervidés mâles lorsqu'ils cherchent à se débarrasser du «velours» ou lors du marquage d'un territoire.

Le stade de la régénération du peuplement constitue une période critique. Si un certain taux de dégâts peut être supporté par les régénérations naturelles, vu le nombre de plants qu'elles comportent, les régénérations artificielles (par semis ou plantation) deviennent de plus en plus sensibles en raison de la tendance de la sylviculture moderne à la diminution des densités. Il importe donc de pouvoir déceler le moment où il est nécessaire d'entreprendre des mesures de protection des régénérations et/ou de régulation du cheptel. Tel est le but de la présente note qui fournit une méthodologie pratique d'évaluation des dégâts de frottis et d'abrouissement sur les plantations forestières.

Notion de dégâts admissibles

La fixation d'un seuil de dégâts admissibles sur une plantation forestière doit tenir compte d'un certain nombre de critères :

- densité de plantation,
- essence forestières concernées,
- espèces de gibier déprédatrices,
- nombre d'années n de la sensibilité au gibier de l'essence forestière dans une station donnée,
- caractère agrégatif ou non des dégâts.

Connaissant la proportion P de dégâts admissibles pendant la durée n de sensibilité au gibier, le rapport $\frac{P}{n}$ correspond au seuil de dégâts admissibles annuel. La proportion P de dégâts admissibles peut s'évaluer dans une première approche par le rapport suivant :

$$\frac{\text{nombre de plants à la plantation} - \text{nombre de plants restant après la 1ère éclaircie (ou nettoyage)}}{\text{Nombre de plants à la plantation}}$$

Il s'agit toutefois d'une approche qui mérite d'être modulée dans le cas d'essences de reboisement dans leur phase juvénile où le peuplement de bourrage revêt un intérêt pour réduire les défauts de forme (cas du hêtre, par exemple).

La proportion P/n de dégâts admissibles sera d'autant moindre que la durée de sensibilité au dégâts est longue et la densité de plantation au départ faible.

L'exemple ci-dessous explicite la démarche à entreprendre pour définir le seuil annuel de dégâts admissibles en régénération artificielle. On a choisi le cas d'une plantation de chêne rouge d'Amérique sensible à l'abrouissement du chevreuil. Une plantation de chêne rouge installée sur une station convenant à ses exigences est sensible à l'abrouissement du chevreuil pendant quatre années de végétation. Le tableau 1 analyse quatre densités de plantation.

L'évaluation du taux de dégâts admissibles annuellement n'est valable que si les critères retenus permettent de caractériser les plants très endommagés dont la croissance juvénile ou les qualités technologiques risquent d'être perturbées par les dégâts.

Reconnaissance des dégâts

Qualification

Abrouissement : sont comptés comme «*abrouitis*» les plants dont la pousse terminale a été consommée.

Tableau 1 - Plantation de chênes rouges d'Amérique - évaluation du taux de dégâts admissible annuellement

| | Densité de plantation initiale/ha | Densité par ha à 10 ans | P en % | P/n en % |
|-----------------|-----------------------------------|-------------------------|--------|----------|
| Norme classique | 2500 | 1100 | 56 | 14 |
| | 1500 | 1100 | 27 | 7 |
| Norme intensive | 1100 | 600 | 45 | 11 |
| | 830 | 600 | 28 | 7 |

Frottis : sont comptés comme «frottés» les plants portant des blessures de frottement des bois plus ou moins violent sur la tige.

Critères de reconnaissances de l'auteur des dégâts

Parmi les espèces susceptibles de commettre des dégâts d'abrouissement, on peut lorsque l'attaque est insuffisamment récente, déterminer la famille incriminée (cervidés, léporidés) d'après l'aspect des blessures (figure 1). On ne dispose cependant d'aucun moyen permettant de distinguer au sein d'une même famille l'espèce responsable (cerf ou chevreuil, lapin ou lièvre) sauf lorsque au moment de la lecture, des indices de présence pourront être observés (traces, crottes ou fumées) à proximité des plants fraîchement abrouistis.

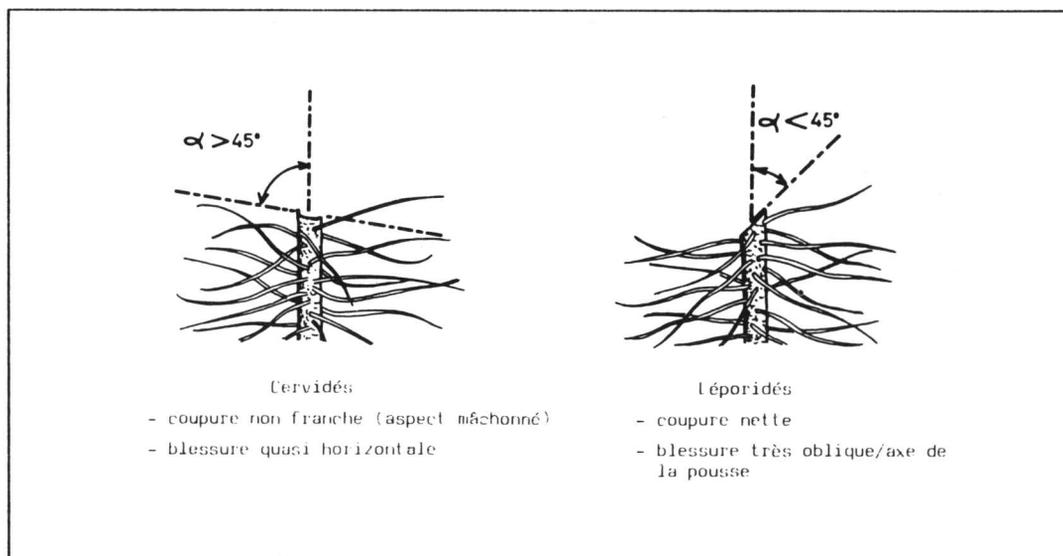
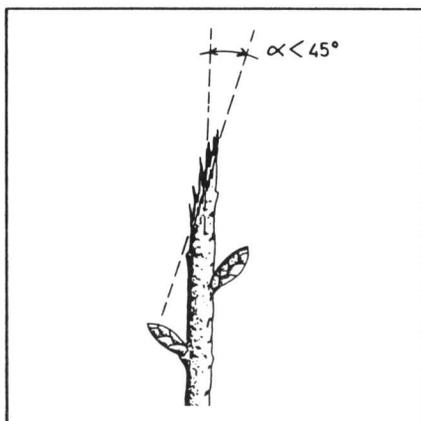


Figure 1 - Aspect schématique des traces d'abrouissement



Remarque : L'abrouissement se différencie d'une simple cassure mécanique due à la neige, au passage d'animaux... Cette dernière se caractérise par un aspect en biseau avec des fibres de bois faisant saillie sur plusieurs millimètres de longueur (figure 2).

Figure 2 - Aspect d'une cassure mécanique

Reconnaissance de la pousse terminale

La pousse terminale étant l'élément par lequel s'effectue la croissance en hauteur, on s'intéressera aux atteintes sur celle-ci ainsi que sur la tige principale. En l'absence d'altération (cas 1) l'identification de la pousse terminale est évidente. Lorsque une ou plusieurs pousses se font concurrence (cas 2 et 3), la pousse terminale sera celle qui sera la plus haute et qui présente l'inflexion la moins nette par rapport à la verticale (figure 3).

Principe de notation des dégâts

Le principe des relevés consiste à lire, sur un certain nombre de plants conforméments au protocole décrit dans les paragraphes suivants, les atteintes sur l'axe principal de la tige.

Notion de dégâts irréversible

● Cas des dégâts de frottis

Les frottis, quelle que soient leur gravité, doivent être pris en compte dans les relevés. En effet, ils entraînent soit un dessèchement de la partie atteinte du plant, soit des déformations graves de l'axe de la tige. Enfin, même dans le cas d'une cicatrisation apparente, au droit de la blessure peuvent pénétrer des agents pathogènes (champignons pourridiés).

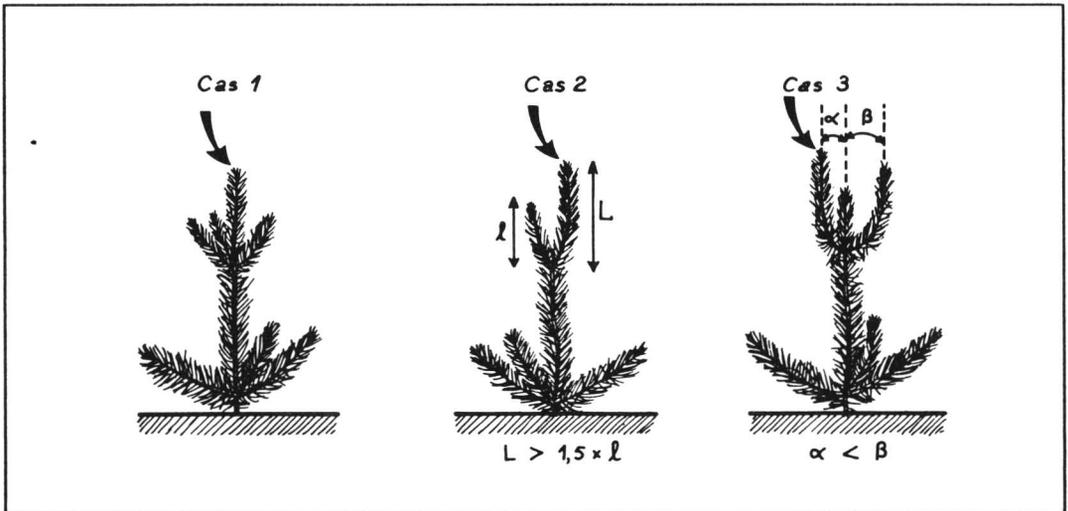


Figure 3 - Reconnaissance de la pousse terminale

● Cas des dégâts d'abrouissement

La réaction des plants aux dégâts d'abrouissement dépend énormément de l'essence concernée. Certaines essences réagissent bien (pin maritime), d'autres présentent rapidement de graves défauts de forme (cas des feuilles à dominance apicale faible : chênes par exemple, ainsi que certains résineux : sapins, épicéa).

On considère habituellement que les dégâts d'abrouissement revêtent un caractère grave lorsqu'ils se produisent dès la plantation, avant même que les plants aient

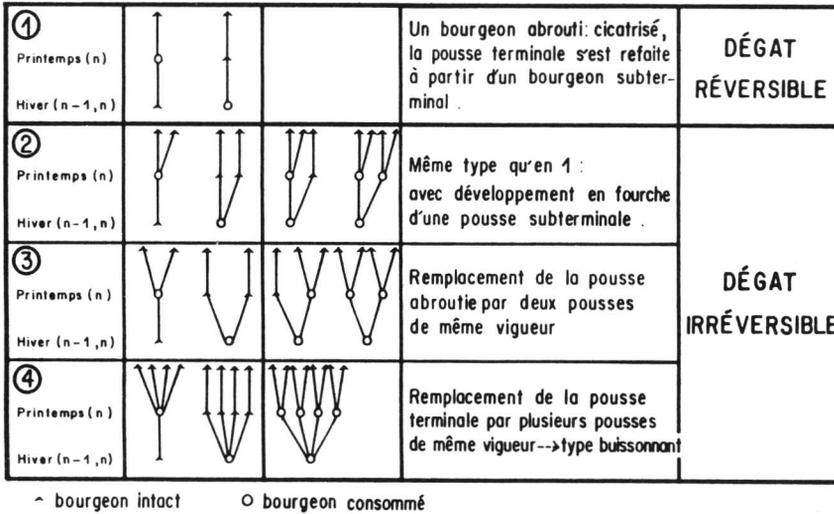


Figure 4 - Représentation schématique de la réaction d'un plant à l'abrouissement

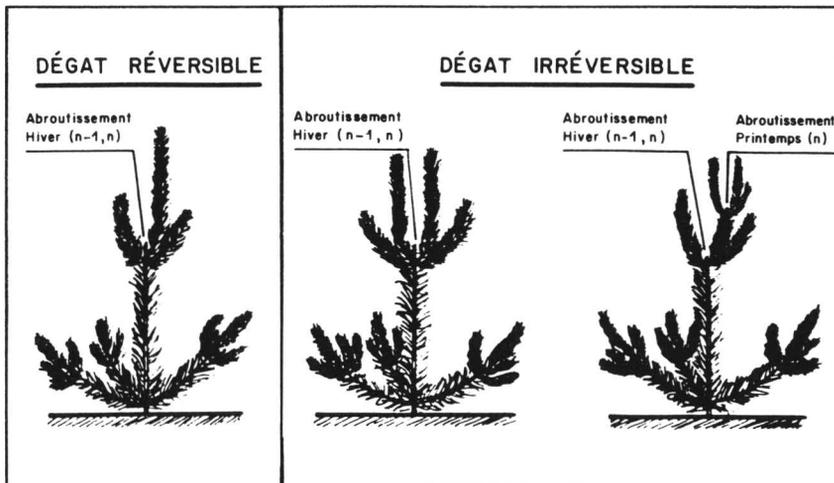


Figure 5 - Réactions d'un plant résineux à l'abrouissement (automne n)

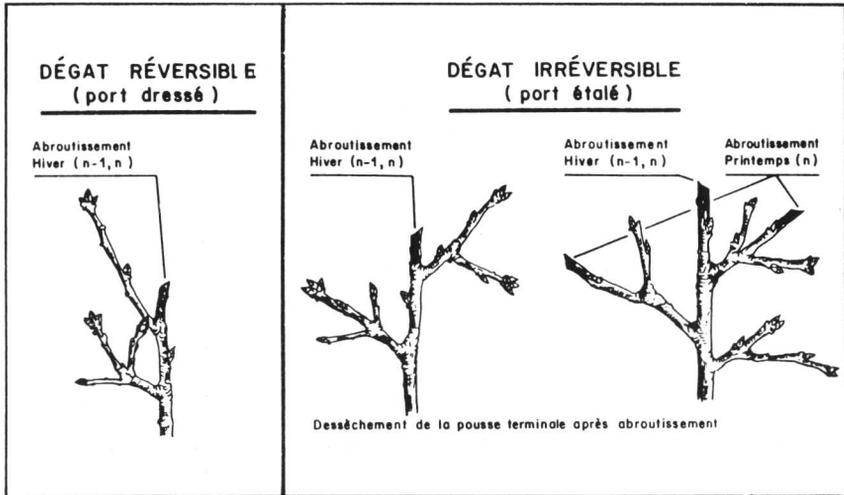


Figure 6 - Réactions à l'abroussement d'un plant feuillu à croissance monopodiale : chêne

pu s'installer. Au-delà de la première année, c'est le caractère répétitif des attaques qui est le plus souvent à l'origine de graves défauts (forme, fourchaison,...).

L'abroussement *devra être pris en compte à partir du moment où l'on juge que son effet aura un caractère rédhibitoire pour l'avenir du plant* (notation de dégât irréversible).

Au travers des exemples schématisés ci-après, on peut aisément distinguer les dégâts au caractère irréversible de ceux n'engendrant pas d'altérations.

Méthodes d'inventaire des dégâts

Caractéristique de la méthode

Le but des méthodes à mettre en œuvre est orienté par la volonté d'évaluer de façon simple le taux de dégâts. Nous passerons sous silence les démarches consistant à connaître le prélèvement alimentaire d'animaux faisant appel à d'autres techniques (analyse des contenus de panses, méthodes d'inventaire de gagnages (Aldous), mesure de la biomasse consommée,...). De même, l'objectif n'est pas de mesurer précisément les effets des dégâts sur la qualité de plants, effets qui se mesurent soit par le suivi individuel des plants ou la comparaison de zones protégées à des zones soumises à la pression du gibier (enclos-témoin).

Le procédé proposé présente les avantages suivants :

- mise en œuvre rapide par deux personnes, voire une,

- critères d'inventaire rigoureux afin d'éviter des biais,
- possibilité de répéter annuellement ces relevés afin de disposer de données comparables,
- utilisation d'une méthode statistique permettant d'adapter le taux de sondage à la taille de l'unité de plantation.

Choix de la méthode

Un inventaire général (exhaustif) est inutile compte tenu de sa lourdeur, notamment dans le cas de plantations assises sur des surfaces importantes. Il peut être remplacé par une méthode statistique fournissant un bon estimateur du taux de dégâts.

Une fois déterminé le nombre de plants nécessaire pour former un échantillon suffisant, il reste à définir comment asseoir l'inventaire. Compte tenu d'une distribution en générale très hétérogène des atteintes, il convient de répartir les relevés sur l'ensemble de la parcelle.

Partant de ce principe, le sondage peut s'appuyer soit sur un réseau de placettes de dimension fixe réparties systématiquement sur la zone à inventorier, soit sur des unités de la plus faible taille possible, à savoir le plant. La technique de sondage par placettes a été écartée en raison du temps nécessaire pour matérialiser les placettes sur le terrain.

Les lignes de plantation étant des unités toutes construites, on peut asseoir une technique de sondage plant par plant sur le quadrillage existant. Il suffit de suivre une ligne sur x et d'y examiner un plant sur y , x et y étant calculés de façon à obtenir le taux d'échantillonnage souhaité.

Technique de sondage

La méthode proposée prévoit une visite systématique de la plantation suivant un transect particulier, afin d'éviter les biais liés aux trajets préférentiels des animaux le long des lignes de plantation. En effet, l'examen d'une ligne de plantation donnée sur toute sa longueur peut maximiser l'importance des dégâts ou la minimiser suivant qu'elle est voisine ou non d'une «coulée». C'est la raison pour laquelle le cheminement proposé présente des décrochements successifs.

A partir des relevés effectués sur chaque parcelle on détermine :

- un nombre total n de plants examinés,
- un nombre total n_1 de plants endommagés, à savoir :

Les plants abroutis

- plants qui, cours de leur première année de plantation, ont subi un ou plusieurs abrouissements sur la pousse terminale quelle que soit leur forme.

– dans le cas de plantations plus âgées (deux ans et plus), les plants abroustis n'ayant fait, au cours de la saison de végétation précédant le relevé, aucune pousse ou ayant fait plusieurs pousses en corbeille dont aucune ne prend la prédominance : abroustissements irréversibles.

Les plants frottés

– plants ayant subi, du fait du frottis, des blessures entraînant leur mort ou leur mutilation définitive.

on peut ainsi calculer le taux moyen de dégâts pour la parcelle

$$t = \frac{n_1}{n} \times 100$$

Précision du sondage

Si t est le taux de dégât calculé à partir de la somme des relevés, ce taux est affecté d'une erreur Δt liée à l'échantillonnage. Cette erreur peut être estimée au seuil de 5 % par

$$\Delta t = 1,96 \sqrt{\frac{t(1-t)}{n}}$$

du moins pour t compris entre 10 % et 90 %.

Pour les valeurs extrêmes de t , on se référera aux tables binomiales.

L'erreur Δt sur le taux observé de dégâts sera donc d'autant plus importante que le nombre de plants inventoriés est faible et que le taux t est proche de 50 %.

Taux d'échantillonnage

La précision du sondage dépendant du nombre de plants inventoriés, il convient de définir le nombre minimal de plants à prendre en compte pour que l'erreur sur le taux observé des dégâts reste faible. Pour un Δt de 10%, le nombre minimal de plants entrant dans les relevés ne doit pas être inférieur à 100 (pour t voisin de 50%), sur l'ensemble de l'unité de plantation. D'autre part, la bonne connaissance de la répartition des dégâts impose une densité minimum d'échantillonnage.

Actuellement, les plantations forestières sont effectuées à des densités très différentes en fonction des essences variant de 80 à 100 plants/ha jusqu'à 3.500/4.000 plants/ha. On fixera la limite inférieure de l'échantillonnage à 1 plant sur 20, soit 5 %.

Le tableau 2 montre quel est le taux d'échantillonnage à appliquer en fonction du nombre total de plants de l'unité d'inventaire.

Tableau 2 - Taux d'échantillonnage à appliquer

| Nombre total de plants | Taux de sondage |
|------------------------|-------------------------|
| 2.500 et + | 5 % (1 plant/20) |
| 1.100 << 2.000 | 10 % (1 plant/10) |
| 600 << 1.100 | 16% (1 plant/ 6) |
| 400 << 600 | 25 % (1 plant/ 4) |
| 200 << 400 | 50 % (1 plant/ 2) |
| < 200 | 100 % (tous les plants) |

Mise en œuvre de la méthode

Epoque des relevés

Les inventaires de dégâts doivent être réalisés à une période de l'année où les attaques d'abroutissement et de frottis sont insignifiantes. La meilleure époque est le début de la période automnale, car elle permet de juger à la fois des attaques survenues au cours de l'hiver précédent et de celles qui ont suivi le débourrement, ainsi que de la réaction des plants aux dégâts.

Marche à suivre

Une fois déterminé le taux de base du sondage à partir de la connaissance de la densité de plantation, le principe est d'effectuer des relevés suivant un cheminement précis.

Sur la parcelle à inventorier, on se place dans un coin de celle-ci de façon à avoir à main droite la plantation et en face de soi la première ligne. Après avoir évalué grossièrement le nombre de plants de cette première ligne, on tire au hasard un nombre «X» qui désignera le premier plant à examiner avec 10 papiers numérotés de 0 à 9; on tire d'abord le chiffre des unités, puis celui des dizaines (après avoir remis ensemble les dix papiers) et, enfin, de la même façon celui des centaines (éventuellement).

S'étant placé au niveau du plant tiré au hasard sur la première ligne, on l'examine ainsi que les 3ème et 5ème plants suivants. On passe ensuite à la deuxième ligne de plantation sur laquelle on examine les 7ème et 9ème plants. On procédera ainsi de suite jusqu'à arriver au bout d'une ligne sur un des côtés de la plantation. On se décalera d'autant de lignes à main droite que nécessaires pour respecter le taux de base de l'échantillonnage.

- Sondage au 1/20ème : décalage de 10 lignes
- Sondage au 1/10ème : décalage de 5 lignes

- Sondage au 1/6ème : décalage de 3 lignes
- Sondage au 1/4ème : décalage de 2 lignes
- Sondage au 1/2ème : prendre la ligne suivante.

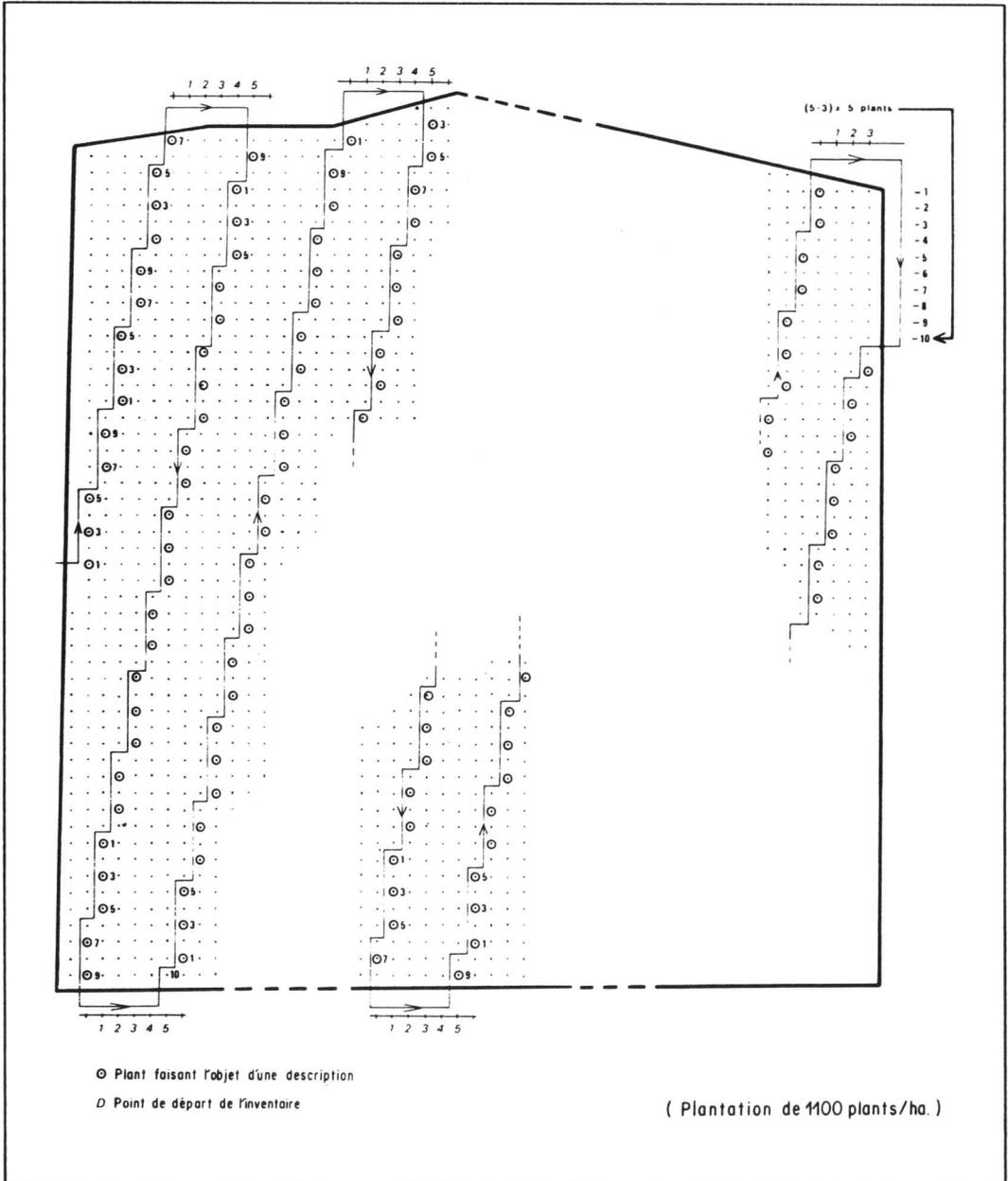


Figure 7 - Type de cheminement (sondage au dixième)

A partir de la ligne choisie, on recommence le cheminement en sens inverse en pratiquant toujours de la même façon. Pour comprendre le cheminement on pourra se référer au schéma joint illustrant l'exemple d'une plantation dont la densité est de 1 100 plants/ha.

Notation des données

Les relevés effectués au niveau de chaque plant sont reportés sur une fiche du modèle joint (voir annexe). On pourra adopter la codification suivante :

0 : plant intact

/ : plant absent ou mort

A : plant abrouiti (caractère irréversible)

F : plant frotté.

Remarque : un même plant pourra être abrouiti et frotté ; dans ce cas, on le notera frotté, car ce type d'atteinte doit être considéré comme le plus préjudiciable. On reporte les informations dans le sens vertical, colonne par colonne.

Exemple, sur la première ligne à partir du $n^{\text{ème}}$ plant tiré au hasard, on examine les 1^{er}, 3^{ème} et 5^{ème} plants.

On passe à la deuxième ligne de plantation et on examine les 7^{ème} et 9^{ème} plants.

Ce mode de remplissage de la feuille de relevés permet d'avoir une idée de la répartition des atteintes sur la parcelle, si l'on prend soin de noter par un repère sur la fiche à chaque fois que l'on arrive à l'extrémité de la plantation.

Exploitation des résultats

Résultats bruts

La proportion t de dégâts mesurés donne un reflet de l'état de la parcelle. Si t est $> P$ (proportion de dégâts admissibles), l'avenir de la plantation peut être d'ores et déjà considéré comme compromis.

Prospectives

Les mesures sont sensées avoir été faites à la même année de vulnérabilité du peuplement. La proportion $\frac{t}{k}$ doit être accompagnée à $\frac{P}{n}$. Si $\frac{t}{k}$ est supérieur à $\frac{P}{n}$ l'avenir de la plantation risque, à terme, d'être compromis à pression de gibier constante. Il est alors temps de prendre des mesures nécessaires à la protection de cette parcelle.

Conclusion

Le temps moyen nécessaire à l'inventaire (opérateur) est d'une heure pour 2.000 plants au taux d'échantillonnage de 10 % (200 plants examinés), ce qui confirme l'intérêt et la simplicité de la méthode.

Cette méthode nécessite cependant que les relevés s'effectuent sur une plantation bien alignée. Enfin, le passage d'une proportion de plants endommagés à une proportion de surface détruite reste, dans la pratique, difficile à appréhender.

IV - POINTS DE VUE



SUMMARIES

1. First crops in public seed orchards

In 1969, a national program was established to produce with seed orchards about two thirds of the french coniferous needs. Nowadays 80 % of the public forecast is realised with two kinds of seed producers,

+ trees selected in forests and plantations whose degree of selection is not known,

elite trees selected by tests whose superiority is known and varies from 0 to 20 % according to the studied character and the species.

We now have the first fructifications and the first crops : they are still weak with the douglas fir (losses due to graft rejections) and with the Norway spruce (diseases of a little hymenoptere). However produce of seeds and germinative faculty are growing, yields with the maritime and Corsica-laricio pine are higher (300 kg of seeds cropped since 1983 for the maritime pine). The article gives forecasting productions for 1995 with the different species.

Orchards seem to have two contrasted behaviours : pines have regular productions year by year (30 kg/ha and 20 kg/ha with maritime and Laricio pines) : douglas fir and Norway spruce are irregular : with chemical treatments or floral inductions we can hope let it more regular.

2. Temperate agroforestry experiments

Agroforestry gathers all kinds of reasoned and resolute association between farming and forest usings.

In our countries, agroforest systems were quite usual : groves and meadows under clear forest still exist in numerous countries, where they supply climatic advantages, wood production, environmental value; they often regress because of the modernisation and specialisation of agriculture.

Largely spaced plantations of valuable wood-trees with intercropping forage can now have good luck to succeed with the advances in genetic improvements, ecology and silviculture, through making cheap tree shelters and modifications of the European agricultural policy.

This scheme aims at producing within 50 years and together, a yealding of 100 logs of 1 m³ per ha by breeding the most valuable wood in accordance with edaphic conditions. Farmers interfere looking after the plantation and taking care of trees to obtain pruned and straight trees.

Three great kinds of experimentation have been set in Auvergne by the CEMAGREF in association with agronomists of INRA. They try to bring responses to the different technical and social questions linked to the association of cattle and trees, and want to propose a new model of land uses.

3. Environment studies and site assessment in Massif Central (France)

Site assessment studies in France are usually done with phytoecological tools and are quite separate from dendrological and yield studies. This paper aims at proposing a link between forest site studies and forest yields through four steps :

- 1) Observing through a precodified grid certain environment characteristics.
- 2) Translating these characteristics into heat, water and nutrients balances.
- 3) Precising heat, water and nutrients needs of different tree species.
- 4) Proposing certain rules of adaptation of tree species to sites.

The main results are the following :

- 1) Apart from water supply from rain and snow, the water balance in soils depends mainly upon the importance of relic pleistocene periglacial phenomenas (mainly solifluction deposits).
- 2) The nutrients balance is under the control of holocene pedogenesis in old periglacial deposits (mainly brown and podzolic soils in the french classification).

This method differs from usual french ecological studies by emphasizing physical and chemical properties of forest environment instead of using herbaceous vegetation as an ecological indicator.

Les vergers à graines du secteur public

Les premières récoltes

par G. Philippe, M. Guibert

Dès 1969, pour pallier un manque chronique de graines résineuses de bonnes provenances, adaptées à nos conditions de reboisement et offrant une bonne productivité, la Direction des Forêts a décidé le lancement d'un ambitieux programme de vergers à graines destinés à produire, à l'horizon 2000, au moins les deux tiers des semences résineuses utilisées en France, à partir de parents sélectionnés. Cette production viendra compléter et se substituer pour partie, aux récoltes en forêt dans les peuplements classés, qui ont constitué une première phase de sélection des semences forestières d'ores et déjà fonctionnelle pour la majorité des grandes essences de reboisement.

Aujourd'hui, les tranches les plus anciennes de vergers à graines ont 15 ans et passent progressivement de la phase d'installation à celle de production.

Bilan des installations

Le programme vergers à graines du secteur public, financé par le FFN et géré par le CEMAGREF en collaboration avec l'ONF et l'INRA est maintenant installé à 80% en trois pôles dans les départements du Lot et du Tarn. Nous ne reviendrons pas ici sur l'aspect technique et le vocabulaire propre aux vergers à graines (voir RFF numéro spécial 1986 - Amélioration génétique des arbres forestiers), pour nous attacher simplement au bilan des réalisations effectivement mises en place.

Les principales caractéristiques sont synthétisées dans les tableaux joints en annexes I et II.

Deux vergers parmi les plus anciens (Douglas provenance Darrington et Epicéa provenance Rachovo) sont le fruit d'une collaboration franco-danoise; le Danemark a financé environ le tiers des frais de gestion et d'installation, et bénéficie en contrepartie de la même proportion des récoltes.

Parallèlement à ce programme public, le FFN a subventionné, à partir de 1970, deux vergers privés (vergers de familles de Pin maritime) dans les Landes :

- Cabanac : appartenant à un groupement forestier d'une surface de 65 ha,
- Sore : appartenant à l'AFOCEL, d'une surface de 100 ha.

De son côté, l'INRA gère quelques vergers à graines expérimentaux, de taille généralement réduite (vergers de Doulgas, de Pin sylvestre et de Pin laricio de Calabre).

Pour terminer, il convient de signaler que 195 ha de vergers F1 de Pins maritimes (120 ha ONF/GIE Vilmorin-Versepuy, 60 ha marchands grainiers landais et 15 ha AFOCEL) sont en cours d'installation dans le Sud-Ouest. Cette réalisation, de conception originale est subventionnée par le FFN. Elle constitue le programme des vergers dits «d'équivalents-clones».

L'objectif de la sélection

Pour chaque verger, il a fallu définir un certain nombre de critères de sélection fonction, outre la vitesse de croissance qui est toujours recherchée, des défauts connus de l'espèce, des contraintes industrielles d'utilisation ou de l'adaptation à des conditions particulières de boisement.

Un premier groupe de vergers est constitué par des arbres sélectionnés en forêt, (arbre +) ou en plantation comparative de provenance, sur leur phénotype et mis en œuvre dans le verger sous forme de copies végétatives (verger de clones d'arbres +). Dans ce cas, le gain génétique réel du verger ne peut pas être calculé a priori, mais il devra être établi a posteriori dans des dispositifs expérimentaux. Les caractères cibles retenus lors de la sélection, pour ce premier groupe de plantations, sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Tableau I - Caractères-cibles retenus lors de la sélection des clones

| Essence | Provenance | Forme | Tardiveté du débourrement | Vigueur | Adaptation à des conditions particulières de boisement | Propriétés du bois |
|---------------------|---|-------|---------------------------|---------|--|--------------------|
| Epicéa commun | Rachovo Jura Hautes chaînes | X | X | X | X | X |
| | | X | | | | |
| Douglas | Darrington USA et France USA Washington Californie | X | X | X | X | X |
| | | X | X | X | | |
| | | X | X | X | | |
| | | X | | X | | |
| Pin sylvestre | Haguenau Bitche Taborz | X | | X | X | X |
| | | X | | X | X | |
| | | X | | X | | |
| Melèze d'Europe | Sudètes Polonica | X | | X | | X |
| | | X | | X | | |
| Sapin de Bornmuller | Turquie | X | | X | X | |

Une seconde catégorie de vergers est constituée par des arbres dont la valeur en tant que géniteur est connue. Ce sont soit des vergers d'arbres «d'élite», sélectionnés dans des tests de descendance antérieurs, soit des vergers de familles. Dans ce second cas, la valeur des parents n'est pas connue au départ, mais les différentes familles sont plantées en mélange à densité élevée, et la valeur de chaque individu est estimée à l'occasion de mesures successives effectuées dans le verger lui-même. Une forte sélection est alors réalisée à l'occasion d'éclaircies génétiques marquées en fonction de l'indice de sélection de chacun des arbres. De ce fait, le gain génétique prévisible peut être calculé par rapport à la population d'origine du verger.

La supériorité estimée des vergers de famille les plus âgés est récapitulée dans le tableau II.

Dans les faits, et pour ne pas laisser perdre une graine de haute qualité, les parcelles sont récoltées dès que les éclaircies génétiques pratiquées permettent d'accéder aux deux tiers de ce gain théorique.

A titre d'exemple, la parcelle 201 de Pin laricio de Corse a subi quatre éclaircies génétiques qui ont fait passer la densité de 4.000/ha à 310/ha; le niveau de sélection atteint, estimé par rapport au gain théorique maximum (estimé par la moyenne des index des semenciers restants) est de 32 %.

Tableau II - Supériorité estimée dans les vergers de familles

| Essence | Caractère -cible | Supériorité estimée |
|--|--------------------------------------|----------------------|
| Pin maritime provenance Landes | Vigueur Rectitude du fût | 5 à 10 % 0 à 20 % |
| Pin laricio de Corse, provenance Centre | Vigueur Fourchaison | 8 à 15 % 0 à 5 % |
| Epicéa commun, provenance Chapois | Vigueur Tardivité de débourrement | 15 à 17 % 12 % |
| Pin laricio de Calabre | Vigueur Angle de branchaison | 20 % 1 à 2 % |

Par contre, les vergers de clones ne faisant pas l'objet de sélection complémentaire, les récoltes peuvent intervenir rapidement, dès les premières fructifications sous réserve, bien entendu, que le nombre de géniteurs soit assez important pour assurer à la graine une variabilité génétique suffisante.

Statut réglementaire

Sur le plan réglementaire, il existe deux catégories de matériel végétal : le matériel sélectionné (étiquette verte) et le matériel qui a fait preuve de sa supériorité

sur des témoins connus dans des dispositifs expérimentaux officiels, c'est le matériel contrôlé (étiquette bleue).

Les vergers figurant dans le tableau I ne produiront donc, dans un premier temps, que du matériel sélectionné. Actuellement sont déjà classées dans cette catégorie, les parcelles de Douglas vert (Darrington) et d'Epicéa commun (Rachovo) dans lesquelles les récoltes commerciales ont commencé.

Ce classement en «étiquette verte» n'est donc qu'une première étape. Le CEMAGREF envisage de déposer pour chacune d'entre elles des dossiers réglementaires d'homologation, qui permettront d'une part, de mesurer les gains génétiques réels et d'autre part, d'accéder à un classement en catégorie contrôlée (étiquette bleue), si la supériorité espérée se vérifie.

Pour les vergers regroupés dans le tableau II, la supériorité par rapport à un témoin connu, a déjà pu être estimée. En conséquence, elles sont déjà admises en catégorie contrôlée. Dès que la fructification sera suffisamment abondante, la graine de ces vergers sera néanmoins soumise à des tests de contrôle, qui permettront de mieux situer la qualité génétique de chaque parcelle de verger par rapport à un ensemble plus large de témoins, et de comparer entre elles les différentes parcelles d'un même verger.

Les premières récoltes

En vergers de clones

Jusqu'à présent, seuls les vergers à graines de Douglas et d'Epicéa commun, déjà cités, ont suffisamment fructifié pour justifier une commercialisation de leur production.

Pour ce qui concerne le verger franco-danois de Douglas (figure 1) Darrington (provenance de l'Etat de Washington reconnue en Europe occidentale comme vigoureuse, tardive et plastique) implanté à partir de 1976, les premières floraisons intervenues entre 1984 et 1987 ont conduit à de faibles récoltes non commercialisées en raison d'un pourcentage d'arbres fructifères jugé trop peu important. Les rendements en graines étaient faibles, ce qui s'explique par une production de pollen limitée, liée au jeune âge du verger, et par de fortes attaques de l'hyménoptère *Megastigmus spermotrophus*.

En revanche, la récolte d'août 1987 a produit 21 kg de graines. Ce résultat est d'autant plus satisfaisant que la quasi-totalité des cônes provenait d'une surface de 7 ha largement dégarnie par suite de rejets de greffes multiples, phénomène malheureusement fréquent chez le Douglas. Dans ces conditions, une production de 3 kg de graines/ha paraît tout à fait honorable pour un verger de cet âge.

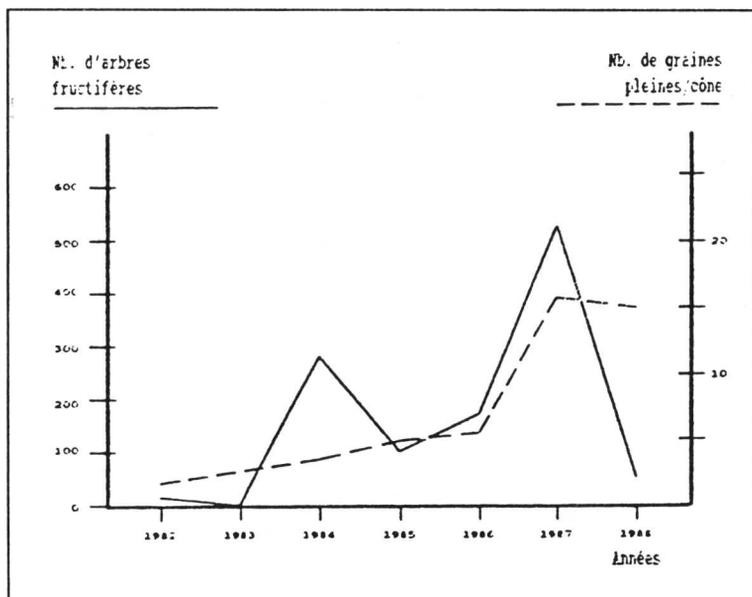


Figure 1 - Douglas «Darrington» (surface 7 ha). Evolution de la fructification et du rendement en graines

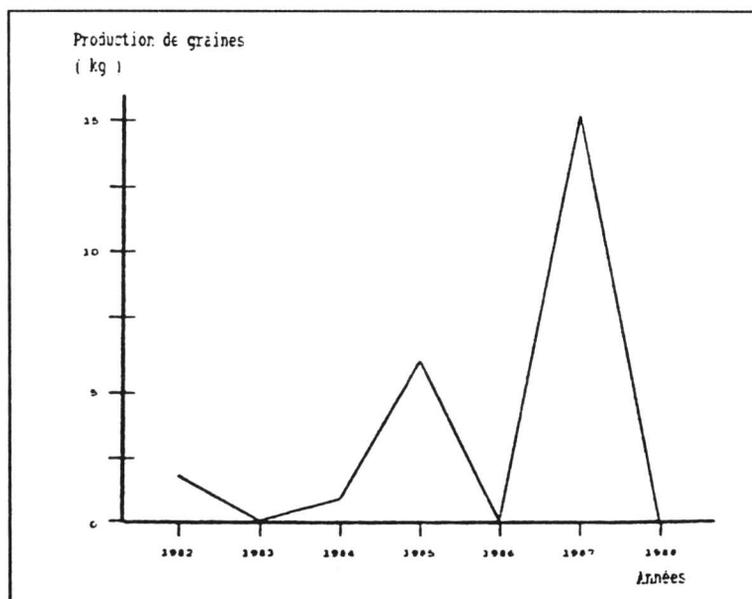


Figure 2 - Epicéa «Rachovo» (surface 10 ha). Evolution de la fructification

Le rendement en graines est certes encore faible (400 g/hl) comparé à ce que l'on obtient en peuplements âgés (600 à 700 g/hl en forêt, les meilleures années), mais l'évolution du nombre de graines pleines par cône, en nette progression depuis les premières floraisons, laisse présager des rendements normaux dans un futur proche.

Quant à la faculté germinative, elle s'est avérée supérieure à 80 % pour la récolte 1987/1988 et est donc conforme aux normes communément admises.

Il convient, d'autre part, de souligner ici l'intérêt que peut présenter une gestion fructifère des vergers, les fertilisations azotées testées pour la première fois sur ce site ayant entraîné un accroissement du nombre de fleurs mâles et femelles de 40 à 80 % respectivement.

Le verger d'Epicéa commun Rachovo (provenance d'Ukraine), planté en 1977, a, quant à lui, fructifié faiblement de 1982 à 1987, date à laquelle la première récolte commerciale a eu lieu (figure 2). Bien que, d'ores et déjà, tous les clones aient fructifié, la production demeure faible et essentiellement concentrée sur les arbres de taille moyenne installés sur les parties les moins fertiles de la parcelle. On doit donc s'attendre à des récoltes autrement plus abondantes dès lors que les arbres les plus vigoureux, à grand potentiel reproducteur, entreront en production.

Par ailleurs, il est encourageant de constater que le rendement en graines est passé de 300 g à près de 900 g/hl en l'espace de deux ans (de 1985 à 1987). Il est encore nettement inférieur à ce que l'on est en droit d'attendre dans le futur (1 à 1,7 kg/hl), mais il continuera certainement à progresser à mesure que la floraison mâle, encore très déficitaire dans ce jeune verger, s'intensifiera. En outre, la graine produite lors des deux dernières récoltes était de bonne qualité (faculté germinative égale à 95 et 90 % respectivement en 1985 et 1987).

En vergers de familles

La période juvénile est longue chez l'Epicéa commun (15-30 ans) et il n'est pas étonnant que les vergers de famille de cette espèce n'aient fructifié que très ponctuellement. En revanche, ceux de Pin maritime et de Pin laricio de Corse (provenance «Centre») ont déjà fait l'objet de récoltes.

Les deux parcelles les plus âgées de Pin maritime, installées en 1974, ont produit 300 kg de graines depuis 1983 (figure 3). Si l'on tient compte de la diminution de la densité du fait des éclaircies génétiques, les quantités de graines récoltées par arbre sont en progression constante : 2, 14, 27, 41 g respectivement en 1983, 86, 87 et 88. Cette évolution est d'autant plus satisfaisante que l'effet favorable de la dernière éclaircie, par le biais d'un meilleur éclaircissement des cimes, n'a pas encore pu se manifester : les fleurs ayant donné naissance aux graines récoltées lors des deux dernières campagnes ont, en effet, été initiées à la même densité de 670 arbres/ha.

D'autre part, bien que les accidents climatiques (gelées tardives principalement) soient très rares pendant la période de floraison, il s'est avéré qu'une forte proportion de fleurs femelles avortait. Etant donné que la production est actuellement de 14 kg de graines/ha, 13 ans après la plantation, et que cet avortement tend à se résorber, l'objectif de 30 kg de graines/ha devrait être rapidement atteint, tout au moins pour ce qui concerne les tranches les plus anciennes.

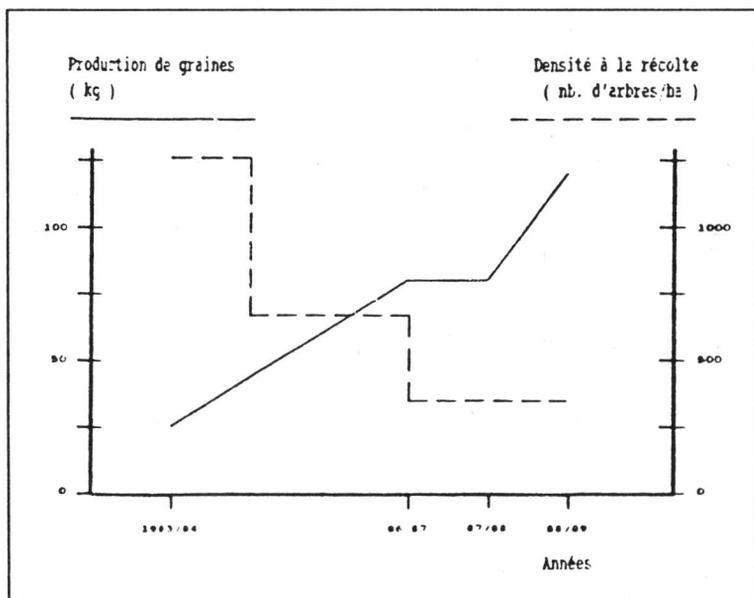


Figure 3 - Pin maritime (surface 8,5 ha). Evolution de la fructification et de la densité

Il convient, enfin, de signaler que le rendement en graines est déjà correct (environ 2 kg de graines/hl) et que la faculté germinative des graines est excellente (95 %).

Les vergers de Pin laricio de Corse provenance «Centre», implantés dans le département du Lot à partir de 1976, ont fait l'objet de récoltes commerciales à deux reprises, lors des campagnes 1987/88 et 1988/89. La parcelle la plus âgée a produit respectivement 20 hl (soit 7 kg de graines) et 31 hl (quantité de graines exacte encore inconnue, mais voisine de 35 kg d'après les premières estimations), tandis que la tranche suivante, installée un an plus tard, n'a été récoltée que la deuxième année, fournissant quant à elle environ 40 kg de graines pour 43 hl.

En l'espace d'une année seulement, le rendement en graines a donc progressé de façon spectaculaire, passant de 350 g à environ 1 kg/hl. Cette évolution est due pour une large part à l'intensification de la floraison mâle, liée à une plus grande maturité du verger.

La production est actuellement de l'ordre de 4,5 kg de graines/ha, ce qui est remarquable pour des arbres de 12 ans. Elle est certainement appelée à augmenter rapidement et la pleine production (20 kg de graines/ha) est prévue vers 1995.

Ce résumé rapide des premières récoltes réalisées dans les vergers à graines de l'Etat laisse entrevoir deux types de fructification selon qu'on s'intéresse aux Pins ou aux autres ressources. Dans le premier cas, les récoltes apparaissent moins variables d'une année sur l'autre et continueront probablement à progresser vers un optimum

(prévu à 30 kg/ha pour le Pin maritime et 20 kg/ha pour les Pins laricio) qui devrait être atteint vers 1995. En revanche, pour les autres espèces, qu'il s'agisse du Douglas ou de l'Epicéa, les productions sont très irrégulières, la facteur année semblant jouer un rôle déterminant, et il est plus difficile de prédire l'évolution de leur fructification. Cependant, les traitements d'induction florale, dont certains ont déjà été testés, devraient permettre à terme d'intensifier et de régulariser la floraison, et donc la fructification à condition toutefois que l'on parvienne à limiter les dégâts causés par les insectes ravageurs des cônes et des graines.

Les perspectives de récolte - Leur utilisation

Sur la base des résultats déjà obtenus, des prévisions de récolte par essence peuvent être avancées à titre indicatif pour 1995 (annexe III). Les régions conseillées de boisement y sont également indiquées.

D'une manière générale, l'amélioration apportée sur la forme par ces semences sera modérée et ne permettra pas encore de diminuer notablement les densités de plantation (nécessité de pratiquer des éclaircies sélectives).

Cependant, les sélections pratiquées sur la vigueur et l'adaptation aux conditions de boisement devraient permettre d'obtenir un démarrage plus rapide et homogène des plantations et surtout un volume de bois supérieur lors de la coupe définitive.

Par contre, cette graine permettra d'obtenir une amélioration de la productivité des boisements sans modification des pratiques culturales, sous réserve d'un minimum d'attention dans le choix de la variété. Ce point est particulièrement important quand on connaît la lenteur des évolutions techniques et il a pesé d'un poids important dans la décision d'engagement de ce programme qui représente un effort financier de l'Etat non négligeable. Seule exception à ce principe, le Pin maritime pour lequel la pratique du semis n'est guère compatible avec le coût nécessairement plus élevé de la graine des vergers.

Il restera néanmoins à convaincre les pépiniéristes et les reboiseurs de l'intérêt d'un supplément de prix pour accéder à du matériel de bonne qualité génétique. Mais que représente le coût de la graine dans le prix de revient d'un hectare de forêt ? Le bon sens voudrait que la graine de verger soit insuffisante pour satisfaire la demande jusqu'à la fin de ce siècle ...

ANNEXE I

Les vergers à graines du secteur public : surface par espèce

| Espèce | Surface plantée (hectare) | |
|-------------------------|------------------------------|------------|
| | au 01/01/89 | Programme |
| Douglas vert | 66 | 100 |
| Epicéa commun | 70 | 70 |
| Pin laricio de Corse | 65 | 65 |
| Pin maritime | 40 | 42 |
| Pin sylvestre | 11 | 30 |
| Mélèze d'Europe | 20 | 20 |
| Mélèze pour hybridation | 10 | 10 |
| Pin laricio de Calabre | 10 | 10 |
| Sapin de Bornmüller | 3 | 10 |
| Total | 295 | 357 |

ANNEXE II

Les vergers à graines du secteur public : caractéristiques générales

| Espèce | Provenance | Type de vergers Sélection des géniteurs | Date installation | Surface plantée (ha) | | Date prévue d'entrée en production |
|---|---|--|----------------------|----------------------|-----------------|--|
| | | | | au 01.01.89 | pro- grammée | |
| Première génération de vergers à graines | | | | | | |
| Pin maritime | Landes | Vergers de familles | 1974-79 | 40 | 40 | 1987-90 |
| Pin laricio de Corse | Centre Corse | Vergers de familles | 1976-80 | 40 | 40 | 1987-92 |
| | | Vergers de familles | 1981-82 | 25 | 25 | 1992-97 |
| Epicéa commun | Chapois Beskides Baltiques Rachovo Jura hautes chaînes | Vergers de familles | 1976-81 | 25 | 25 | 95-2000 |
| | | Vergers de familles | 1979-80 | 10 | 10 | 2000-05 |
| | | Vergers de familles | 1982-83 | 10 | 10 | 2003-08 |
| | | Forêt-caract. héritables | 1978 | 15 | 15 | 1985-90 |
| Douglas | Darrington USA et France | Forêt-caract. héritables | 1981-86 | 10 | 10 | 1990-95 |
| | | Forêt-caract. héritables | 1977-86 | 15 | 15 | 1987-92 |
| Mélèze | «Formule danoise» | Plantation comparative de provenances | 1980-81 | 35 | 35 | 1990-95 |
| | | Parents d'hybrides | 1978-86 | 10 | 10 | 95-2000 |
| Deuxième génération de vergers à graines | | | | | | |
| Douglas | USA Washington USA Washington Californie France | Arbres d'élite | 1983-90 | 4 | 10 | 95-2000 |
| | | Plantation comparative de provenances | 1984 | 10 | 10 | 95-2000 |
| | | Plant. comp. de proven. Arbres d'élite | 1986-90 | 2 | 5 | 2000-05 |
| | | Arbres d'élite | 1989-90 | 0 | 25 | 2000-05 |
| Pin sylvestre | Taborz Haguenau Bitche | Arbres + en forêt | 1986-88 | 10 | 10 | 95-2000 |
| | | Arbres d'élite | 1989-90 | 1 | 10 | 2000-05 |
| | | Arbres d'élite | 1990-91 | 0 | 10 | 2000-05 |
| Pin laricio Calabre | Les Barres | Arbres d'élite | 1985-88 | 10 | 10 | 95-2000 |
| Mélèze Europe | Sudètes Polonica | Arbres + en forêt | 1985-87 | 10 | 10 | 2000-05 |
| | | Arbres + en forêt | 1986-88 | 10 | 10 | 2000-05 |
| Pin maritime | Landes | Arbres d'élite | 1989-90 | 0 | 2 | 2000-05 |
| Sapin de Bornmüller | Turquie | Plantation comparative de provenances | 1986-92 | 3 | 10 | 2005-10 |
| Total | | | | 295 | 357 | |

ANNEXE III

Prévisions de récoltes en 1995 dans les vergers à graines Régions d'utilisation préconisées

| Essence | Provenance | Production en 1995 | Régions d'utilisation préconisées |
|------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| Pin maritime | Landes | 450 à 550 kg | Midi-Pyrénées, Dordogne, Lot-et-Garonne, Poitou-Charentes, Pays-de-Loire |
| Pin laricio de Corse | Centre | 250 à 350 kg | Normandie, Bretagne, Pays-de-Loire, Ile-de-France, Picardie, Centre, Poitou-Charentes, Midi-Pyrénées, Aquitaine, Limousin |
| | Corse | 50 kg | Corse de préférence et idem précédemment, mais dans des plantations à densité plus faible, car cette provenance moins vigoureuse que la précédente a une forme plus satisfaisante |
| Pin laricio de Calabre | Calabre-verger | Quelques dizaines de kg | France entière, sachant que ce pin est de croissance plus jeune et de moins bonne forme que le Corse, mais qu'il s'accommode mieux de sols carbonatés ou légèrement hydromorphes |
| Epicéa commun | Chapois | Quelques dizaines de kg | Cette provenance, originaire du rebord du 2ème plateau du Jura, mais sélectionnée sur la tardiveté du débourrement, peut s'installer partout en France (hors région méditerranéenne) de 0 à 1000 m |
| | Jura - Hautes chaînes | Quelques kg | Hautes chaînes du Jura |
| | Rachovo | 50 kg | France, hors région méditerranéenne de 0 à 1000 m |
| Douglas | Darrington | 50 kg | France, hors région méditerranéenne de 0 à 800 m |
| | USA et France | Quelques dizaines de kg | France, hors région méditerranéenne de 0 à 800 m |

Expérimentations d'agroforesterie tempérée

par J.L. Guitton

Ce terme d'agroforesterie ou encore d'agrosylviculture peut se définir comme l'association délibérée et raisonnée de spéculations agricoles (élevage inclus) et d'arbres dans une zone donnée durant une période donnée. Il comprend donc le terme de sylvopastoralisme qui ne désigne que l'association culture d'arbres-élevage.

Cette association très courante dans les siècles passés, détronée par l'agriculture spécialisée des dernières décennies, est de nouveau citée dans les discours actuels, particulièrement ceux traitant de systèmes extensifs. Nous présenterons donc dans la suite de cet exposé :

- l'intérêt des systèmes traditionnels et leurs limites
- les raisons d'envisager un renouveau possible de l'agroforesterie
- les difficultés rencontrées et les expérimentations prévues.

Les systèmes agroforestiers traditionnels en régression

Dans les pays occidentaux d'Europe, cette association de l'arbre et de l'agriculture a été très fréquente et se rencontre encore sous deux formes principales, le bocage et le pâturage sous forêt claire.

Le bocage

Le paysage rural d'enclos végétaux s'oppose à celui de la campagne ouverte où les champs forment un ensemble continu bien séparé des bois.

L'Ouest de la France, Normandie, Bretagne, également le Bassin Parisien, la Thiérache, certaines régions de montagne tel le Cantal, la basse vallée du Rhône présentent ces types de paysages où l'arbre est associé en limite de parcelles agricoles à l'utilisation de l'espace.

Dans le bocage, les haies entourent de tous côtés des pièces de terre en un réseau plus ou moins géométrique dont la maille est de taille variable. La végétation arbustive et arborée des haies varie selon les régions, landes, buissons, taillis, arbres de haut jet.

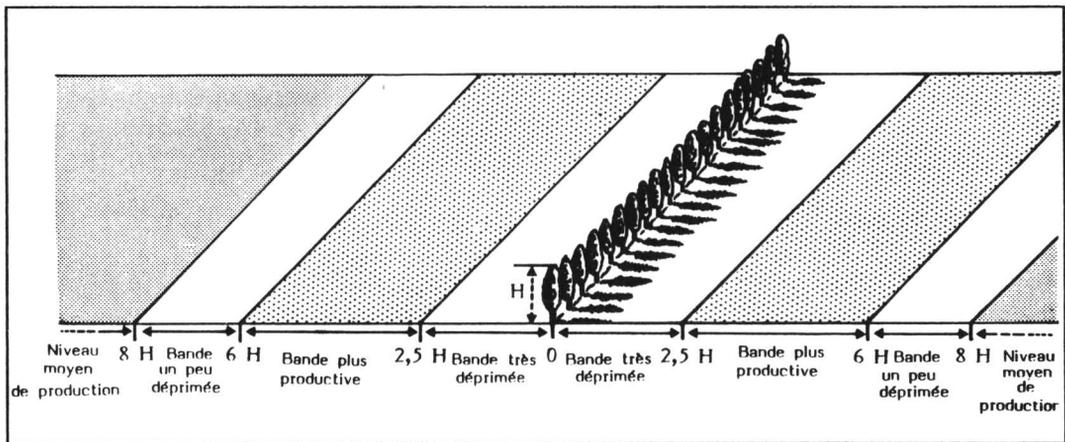
L'arbre a principalement quatre rôles, protection par l'effet brise-vent, clôture physique pour contenir les troupeaux, production de bois et de divers menus produits, diversification écologique et paysagère.

L'effet brise-vent est maintenant, grâce aux études de l'INRA (Guyot, Séguin) bien connu.

On observe une disparité zonée des influences bioclimatiques (radiation, évaporation et vent) selon des bandes parallèles de part et d'autre des bordures principales :

- la bande placée au voisinage immédiat des arbres, couvrant une largeur de 1 - 2,5 H (H étant la hauteur moyenne de la haie) est affectée au double plan climatique et alimentaire et subit un net retard de croissance et de production;
- la bande 2,5 - 6 H en permanence plus chaude est caractérisée par une plus grande précocité. L'augmentation de rendement allant de 15 à 20 %;
- une bande située à 7 - 8 H perturbée présente souvent des hétérogénéités de croissance et un rendement un peu déprimé.

Effets de la haie sur les terrains voisins



L'augmentation de la production végétale globale sur l'ensemble de la surface n'est pas prouvée du fait de perte de surface par la haie, de bandes déprimées, mais la continentalité obtenue peut permettre la diversification de cultures (primeurs, par exemple) : elle a incontestablement des répercussions très positives sur les bétails qui valorisent les prairies du bocage.

- La clôture physique par les haies, surtout quand elles sont implantées sur des talus est très efficace et durable.

– La **production de bois** de chauffage et de service par ces forêts linéaires est très importante dans des régions, comme la Manche, où le taux de boisement des bois et forêts est très faible, de l'ordre de 5 %. On peut considérer qu'en moyenne :

100 m de haie ont un accroissement moyen de 12 stères/an
(soit l'équivalent de 140 l de fioul)

100 m de haie bien conduite, avec un arbre de haut jet tous les 10 m en moyenne, fournit une valeur de bois d'œuvre de 100 à 200 F/an.

A cela s'ajoutent les menus produits tels que les champignons, le gibier, les petits fruits qui se développent dans cet écosystème particulier.

Enfin, dans de nombreuses régions où la ressource fourragère est limitée, les arbres émondés, tel le frêne, apportent un complément de fourrage en fin d'été.

– La **valeur écologique et paysagère** est incontestable tant sur le plan humain que sur le plan de la faune : la présence de coupures végétales entre les parcelles de terre tamponne tout développement de maladies et de parasites.

Le pâturage sous forêt claire

Quelques pratiques subsistent encore :

- en Margeride (48) sous pin sylvestre
- dans le mélèzin alpin
- dans les Landes sous pin maritime
- dans les régions méditerranéennes (déhesa espagnole).

Les points communs à ce sylvopastoralisme sont :

- l'obtention et le maintien d'une densité d'arbres forestiers peu élevée, voulue pour obtenir une croissance individuelle élevée, ou subie dans le cas de conditions climatiques difficiles (résistance aux intempéries en montagne, faible pluviométrie);
- les caractéristiques de couvert des essences employées qui ont toutes un feuillage clair;
- l'utilisation de races bovines ou ovines rustiques.

Dans ce système encore, l'arbre induit une diversification de la strate herbacée selon le degré d'ombrage et un étalement de l'épiaison des graminées dans le temps favorable à une meilleure valorisation en élevage extensif.

Ces systèmes, bocage ou forêt claire, ont tous, malgré leurs avantages écologiques, des efforts de vulgarisation et d'aide publique (haies brise-vent)

considérablement régressé en vertu des lois de la modernisation et de la spécialisation de l'agriculture :

- la mécanisation oblige de travailler des grandes parcelles,
- l'exode rural raréfie la main-d'œuvre pour l'entretien des haies,
- la baisse du prix du bois d'œuvre ou de chauffage diminue l'attrait économique de la haie,
- la spécialisation de l'agriculture et de l'élevage réduit l'emploi des races rustiques,
- la connaissance des travaux d'entretien, de renouvellement des haies ou des forêts claires a disparu.

Un nouveau possible de l'agroforesterie

De même que certaines techniques deviennent un moment dépassées, puis renaissent sous d'autres formes du fait de changements sociologiques et d'innovations, il nous apparaît qu'à l'heure actuelle sous nos climats tempérés, certaines formes d'agroforesterie peuvent être développées. Les facteurs déterminants sont d'ordre socio-économiques et techniques.

Des raisons socio-économiques liées à la remise en cause de la PAC

La profonde réorganisation de l'agriculture européenne dans les années à venir doit prendre en compte :

- le blocage de la production de biens alimentaires engendré par l'opposition entre une productivité toujours croissantes (+ 2 % l'an) et une consommation stagnante;
- des problèmes d'environnement et de pollution du milieu naturel (par l'air et par l'eau) dans les régions les plus productives; la reconstitution de coupures boisées dans les régions de champs ouverts peut limiter l'érosion éolienne, pluviale, le transport à distance d'engrais, de pesticides;
- une certaine volonté politique, de ne pas créer de nouveaux déserts humains par des reboisements trop systématiques dans les zones en déprise. La recherche et le développement de techniques extensives doivent permettre le maintien d'éleveurs capables d'apporter les soins minima à des plantations d'arbres forestiers à très grands espacements. De plus, de telles plantations induiront une valorisation du terrain.

La faim de bois de la CEE : 70 millions de m³ équivalent-bois-rond sont importés annuellement et le poste bois est la seconde source de déficit pour la communauté après l'énergie. L'importation de feuillus exotiques sera de plus en plus difficile à

mesure que les forêts tropicales s'amenuisent et qu'ils sont utilisés sur place. Une production de bois feuillus ou résineux de qualité trouvera toujours preneur à des prix se revalorisant dans l'avenir.

Des raisons techniques

Dans l'optique de plantations de feuillus à grands espacements en prairie, plusieurs progrès techniques sont apparus ces dernières années :

- le niveau de sélection génétique toujours croissant permettra de disposer bientôt de clones (issus du bouturage d'arbres supérieurs) sûrs tant pour leur rythme de croissance que pour la qualité du fût. Ce stade clonal est d'ores et déjà atteint pour le merisier;

- les tubes-abris, manchons de plastiques de section variable, longs de 60 cm à 210 cm, développés au départ pour protéger les plants contre la dent du gibier, doivent les soustraire efficacement de l'appétit du bétail ovin ou bovin;

- la connaissance de l'élagage et des tailles de formation pour les feuillus précieux et le développement d'outils performants (scies à chaînes, meuleuses, sécateurs pneumatiques) autorisent à prétendre pouvoir obtenir d'un arbre isolé un fût droit, sain, élagué de 6 m de hauteur.

Un modèle de plantation à très fort espacement en prairies

Les mutations socio-économiques actuelles, ainsi que les progrès techniques, nous autorisent donc à penser que l'on peut associer une plantation d'arbres forestiers de faible densité à la prairie permanente :

- l'arbre a un rôle de production de bois de qualité (avec les feuillus précieux, on peut prétendre des prix de vente au m³ supérieur à 1.000 F; des résineux élagués pour des placages peuvent également être très valorisants). Sur les sols assez riches qu'ils exigent, leur croissance rapide fournit des grumes de 1 m³ en une cinquantaine d'années;

- l'arbre a un rôle de protection du bétail, d'étalement des dates de maturation de l'herbe, de limitation du fourrage dans le cas d'élevage intensif;

- inversement, le maintien du bétail, de l'élevage permet le contrôle de la végétation concurrente, une fertilisation favorable à l'arbre et l'environnement humain nécessaire pour les soins de taille et d'élagage en vue de l'obtention d'une grume droite, saine et sans nœuds.

Le modèle de base testé consiste en :

– la plantation à une centaine de tiges à l'hectare (espacements de 8 x 12 m) de feuillus précieux, érables, frênes, merisiers, voire chênes rouges, noyers, dans une prairie pâturée;

– à la plantation, les arbres sont protégés par des tubes-abris de 1,50 m ou 2,10 m de hauteur selon qu'il s'agit d'ovins ou de bovins. Un traitement herbicide localisé autour du plant doit faciliter le démarrage de l'arbre;

– au fur et à mesure qu'il grandit, il sera élagué et taillé pour obtenir un tronc droit sans nœud, d'une hauteur franche d'au moins six mètres;

– compte tenu des vitesses de croissance attendues, une grume de 1 m³ doit être formée en une cinquantaine d'année et rapporter 1.000 F/pièce. Ce modèle pourra être déformé en regroupant les arbres soit en bouquets, soit en lignes très espacées et fournir des solutions de continuité avec les modèles connus des peuplements aux densités forestières classiques ou les haies.

Des obstacles à surmonter par l'étude et l'expérimentation

Plusieurs incertitudes et difficultés demeurent

● Le choix des espèces forestières et la mise au point des techniques d'implantation.

Dans une région comme l'Auvergne, il y a différents étages altitudinaux depuis la plaine jusqu'à la montagne et des sols de richesse chimique variable.

Les arbres forestiers sont très sensibles à la concurrence, en particulier de l'herbe les premières années : comment limiter cette croissance au départ de la plantation ?

● Le contrôle de la compétition entre productions herbacées et arborées.

A partir d'études en forêt pâturée claire, on a pu déterminer que le niveau de couvert maximal admissible pour la strate herbacée se situait aux alentours de 60-70 %.

Il faut vérifier que ce seuil ne varie pas avec la nature du feuillage, avec la hauteur élaguée, la disposition des arbres.

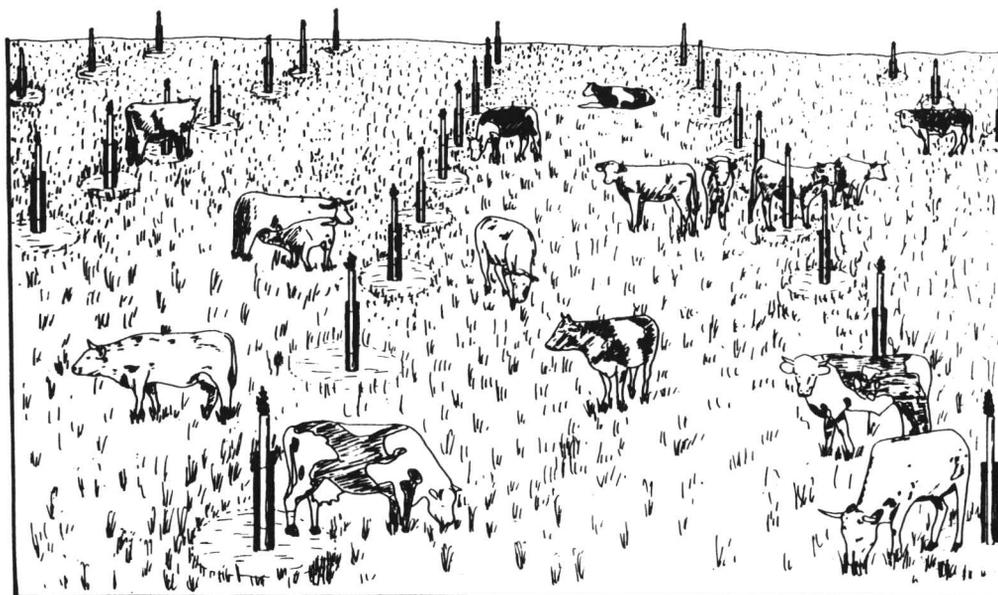
La concurrence entre les deux productions se fait également par la litière qui peut modifier les qualités chimiques superficielles du sol.

● La protection des arbres contre le bétail : les ovins comme les bovins dégradent les arbres de trois manières :

– ils mangent les feuillages et les jeunes pousses et en arrachent souvent les rameaux,

Plantation d'arbres forestiers en prairie

2 à 4 ans après plantation



10 à 15 ans après plantation



- ils écorcent les arbres,
- ils se frottent contre les troncs et risquent de briser les arbres jeunes.

En attendant de trouver des moyens répulsifs durables et efficaces, il faut donc isoler l'arbre : le manchon plastique solidement tuteuré, malgré les contraintes qu'il présente et son coût paraît être une bonne réponse. De plus, il s'y produit un effet-serre qui hâte la croissance des premières années. Cependant, le manchon se dégrade sous l'influence des rayons ultraviolets : il n'est pas prévu durer plus de 5 ans, et il faudra sûrement renouveler la protection du tronc par des gaines pour les essences les plus sensibles.

● Les obstacles sociologiques, économiques et juridiques.

Ils ne pourront être levés que lorsque la technique sera au point, mais ne doivent pas être mésestimés :

- instituer des possibilités de financements extérieurs à l'agriculture,
- dépasser le clivage ancestral forêt-agriculture,
- régler les conflits propriétaire-locataire pour l'entretien et le bénéfice des arbres,
- permettre ces types de plantation dans le cadre de la réglementation des boisements.

Trois grands types d'expérimentation

C'est pour tenter de répondre d'ici cinq ans aux questions précédemment posées qu'un programme d'expérimentation et d'études a été présenté en région Auvergne par la division Techniques Forestières du groupement du CEMAGREF de Clermont-Ferrand en liaison avec la station d'agronomie de l'INRA de Clermont-Ferrand.

Trois grands types d'expérimentation ont été développés :

- des plantations d'arbres forestiers en prairie dans les conditions d'élevage courant pour affirmer le choix des essences forestières, les moyens de protection des arbres, les méthodes culturales à la plantation, étudier le comportement des animaux, dégager des coûts d'installation,
- l'observation de peuplements feuillus adultes existants pour vérifier les seuils d'éclaircissement réels, le fonctionnement du cycle de l'azote et de l'eau et déterminer la sylviculture optimale,
- l'ouverture du pâturage de jeunes plantations défensables d'épicéas, de douglas et de pins sylvestres pour étudier la vitesse de reconstitution d'une strate herbacée appétente.

Dispositif expérimental de base des plantations en prairie

| | | | | |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| Densité forestière | 200 tiges/ha | 100 tiges/ha | 50 tiges/ha | pâturage seul |
|--------------------|--------------|--------------|-------------|---------------|

Essai de densité avec une essence de base

| | | |
|--------------------|----|----|
| E1 100 tiges/ha | E2 | E3 |
|--------------------|----|----|

Placette
élémentaire de 50
à 100 ares

Essai de comparaison d'autres essences

Parallèlement sera menée l'étude des conditions sociologiques juridiques et financières nécessaires au développement de l'agroforesterie, en collaboration avec d'autres centres de recherche français et étrangers.

L'agroforesterie tempérée a donc périclité devant le développement de l'agriculture industrielle des «dernières trente glorieuses». La mise en cause de cette agriculture est une occasion de relancer cette association des arbres et de l'agriculture d'autant que les progrès de la génétique, des innovations telles que le tube-abri, les besoins de la CEE en bois vont dans le même sens.

A l'heure actuelle cependant, l'agroforesterie tempérée associant des plantations à fort espacement de feuillus précieux à l'élevage n'est en Europe qu'à l'heure des toutes premières expérimentations pour préciser les essences forestières à utiliser, les techniques, la sylviculture et la gestion des troupeaux.

Les réflexions, études et expérimentations menées à la division Technique Forestières du groupement du CEMAGREF de Clermont-Ferrand en liaison notamment avec les agronomes de l'INRA progressent pour que l'agroforesterie tempérée dépasse le stade du rêve utopique d'une société qui se veut plus écologique et devienne dans quelques années un modèle d'organisation de l'espace offrant au monde rural des perspectives nouvelles de développement.

Bibliographie

- Conseil général du GREF - Rapport n° 20, avril 1988
- CEE - Mémoire de la CEE sur l'action de la communauté dans le secteur forestier (COM.86 du 31 octobre 1986)
- Ministère de l'Agriculture - Rapport du sous-groupe «Systèmes extensifs» du groupe de travail zones défavorisées du ministère de l'Agriculture
- J. Evans et M.J. Potters - Manchons forestiers : un nouveau matériel pour la reprise des arbres - *Plasticulture* n° 68, décembre 1985
- Charles M.A. Taylor - Agroforestry, you won't see the food for the trees. *Forestry and British Timber*, mars 1988
- J. Baudry - Constitution d'un bocage à mailles larges sur les hauts plateaux du Massif Central - Rapport n° 3, *CERESA* 1986
- M. Hubert et R. Courraud - Elagage et taille de formation - *Institut pour le développement forestier*, 1987
- D. Soltner - Planter des haies, brise-vent, bandes boisées - Collection *Sciences et techniques agricoles*, 1978
- CNRS - ENSA et Université de Rennes - Les bocages, 1976
- IDF - Cultiver les arbres feuillus, 1981
- IDF - Le merisier à bois, 1980
- P. Richard - Effet du pâturage sur la végétation du sous-bois dans les landes de Gascogne - *Thèse d'état*, 1987.

Etude du milieu, stations forestières et choix des essences dans le massif central

Alain Franc, division Techniques forestières, Clermont-Ferrand

Le forestier cherche à contrôler l'évolution des peuplements forestiers dont il a la charge. Cette évolution est sous la dépendance :

- du milieu
- de la sylviculture
- de la génétique.

Il conçoit donc l'étude du milieu comme une étude finalisée vers l'évolution des peuplements forestiers.

Les deux principaux paramètres qu'il cherche à expliquer sont souvent la production et la qualité d'un peuplement.

En fait, la qualité est une grandeur difficilement mesurable, car on ne peut la réduire à un seul paramètre : on parle de qualité externe, qualité interne, qualité technologique, qualité esthétique, etc. De plus, il est souvent malaisé d'individualiser le rôle du milieu dans le contrôle de ces paramètres. Il est donc délicat d'individualiser les paramètres du milieu qui contrôlent la qualité des peuplements.

En revanche, les relations sont beaucoup plus fortes entre le milieu et la production : les lois de Eichhorn précisent l'influence respective de la génétique, de la sylviculture et du milieu dans la croissance en volume et en hauteur pour certains types de peuplements : pour des peuplements équiennes, fermés et génétiquement homogènes, la croissance ne dépend que du milieu et est indépendante de la sylviculture pratiquée.

Principes de l'étude finalisée du milieu

La croissance des peuplements forestiers est contrôlée principalement par trois bilans :

- un bilan de chaleur
- un bilan d'eau
- un bilan d'éléments nutritifs (Ca, P, K, Mg, N).

Il est donc important que toute description finalisée du milieu, quelle que soit la technique employée, présente ces trois bilans.

Ainsi, pour tout catalogue de stations forestières, il est souhaitable qu'outre la description d'associations phytosociologiques, de groupes phytoécologiques, de types de sol ou de tous autres éléments écologiques, la fiche descriptive du type de stations présente ces trois bilans. Ce qui importe pour le forestier, ce n'est pas le mode de construction de ces bilans, mais leur diagnostic et leur utilisation.

Ainsi, la démarche que nous préconisons est une étude finalisée du milieu qui s'articule en trois étapes :

- 1 - Observation de certains éléments diagnostics
- 2 - Construction de trois bilans
- 3 - Raisonnement du choix des essences.

La présentation de l'ensemble de la démarche sur les terrains cristallins et cristallophylliens du Massif Central (granites, gneiss et micaschistes) fait l'objet d'un document détaillé : «Typologie forestière du Massif Central» dont nous ne reprenons ici que les principales conclusions. Afin de faciliter la réalisation des bilans à partir de catalogues existants, ou de les estimer directement en l'absence de catalogue, ceux-ci sont présentés succinctement dans ce qui suit, en amalgamant les étapes 1 et 2.

Présentation des trois bilans

Bilan de chaleur

L'estimation du bilan de chaleur se fait essentiellement à partir des données climatiques. Dans le Massif Central, il s'agit principalement de :

- l'altitude, qui gouverne la longueur de saison de végétation,
- l'exposition, qui corrige les effets de l'altitude.

L'altitude peut évidemment se noter directement, en centaines de mètres par exemple, ou bien être codée selon les étages de végétation, qui représentent déjà une expression végétale de la grandeur physique qu'est l'altitude, comme suit :

Les limites communément admises pour les étages sont les suivantes dans le Massif Central :

| | | |
|----------------------------|---|---------------------|
| étage collinéen | : | 400 m < Z < 750 m |
| étage montagnard inférieur | : | 750 m < Z < 1050 m |
| étage montagnard moyen | : | 1050 m < Z < 1250 m |
| étage montagnard supérieur | : | 1250 m < Z < 1450 m |
| étage subalpin | : | 1450 m < Z |

où Z désigne l'altitude.

| Etage | Sous-étage | Série |
|------------|------------|----------------------|
| Collinéen | | Chênaies |
| Montagnard | inférieur | Chênaies-hêtraies |
| | moyen | Hêtraies-sapinières |
| | supérieur | Hêtraies-(pessières) |
| Subalpin | | Chaumes |

L'effet de l'exposition est de corriger, en baisse ou en hausse, ces limites altitudinales qui doivent être considérées comme exactes à 100 m près seulement.

Bilan d'eau

Le bilan d'eau exact est quasi impossible sur le terrain. Il peut, en revanche, être approché de façon qualitative par un raisonnement qui s'appuie sur :

- les précipitations
- la réserve utile des sols.

Ces deux grandeurs doivent donc être estimées sur le terrain.

L'ensemble du Massif Central peut être divisé en sept domaines climatiques, quant à l'abondance et la répartition des précipitations, selon la carte jointe.

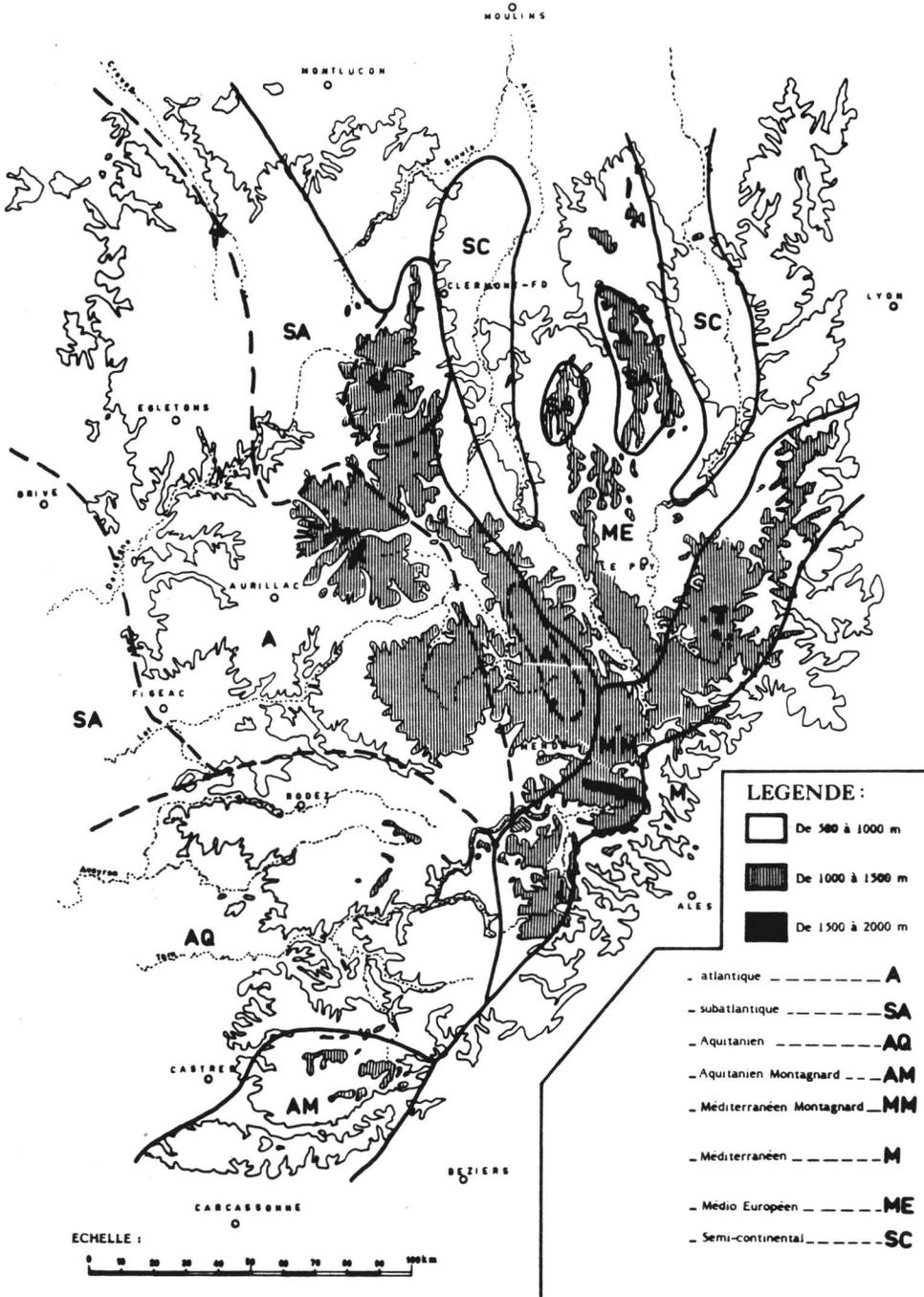
La réserve en eau utile des sols est sous la dépendance des trois paramètres édaphiques suivants :

- texture
- profondeur
- charge en cailloux

que peut corriger la position topographique, du fait du drainage latéral sur les pentes.

Plus que du sol, ces grandeurs caractérisent le matériau, qui est l'horizon C des pédologues. Et, de même que la compréhension de la formation des sols – la pédogénèse –, permet une bonne typologie des sols vis-à-vis de la nutrition, la compréhension de la formation des matériaux en permet une bonne typologie vis-à-vis de la réserve utile. Cette compréhension se réalise aisément à partir des données de la géomorphologie.

Carte climatique du Massif Central



La **texture du matériau**, sur roches cristallines et cristallophylliennes, est sous la dépendance étroite de la roche. Ces matériaux sont en effet, dans la plupart des cas, le fruit de l'altération des roches par l'alternance quotidienne gel nocturne/dégel diurne (cryoclastie) lors des derniers épisodes froids du Quaternaire (Würm, de -70.000 à -10.000 ans). Les correspondances sont les suivantes :

- Pour l'ensemble des granites, migmatites et gneiss, l'altération tropicale ou tempérée chaude fini-tertiaire a libéré des quantités impressionnantes d'arènes sableuses. Ces arènes ont, dans la plupart des cas, été remaniées par cryoclastie au Würm pour produire un matériau de texture dominante sablo-limoneuse à limono-sableuse. C'est ce matériau qui forme l'essentiel de l'horizon C des sols.
- Pour l'ensemble des micaschistes, la texture dominante est limoneuse. Cependant, il convient de distinguer les micaschistes à biotite, qui ont fourni un matériau de texture limono-argileuse à argilo-limoneuse dominante, des micaschistes quartzeux, dont la texture du matériau est limoneuse dominante. Les sols sont donc plus filtrants dans ce dernier cas.
- Pour l'ensemble des gneiss, la texture est variable entre le pôle sableux, avec des altérites voisines de celles issues des granites, et le pôle limoneux, avec des altérites voisines de celles issues des micaschistes. Il n'y a donc pas homogénéité des gneiss vis-à-vis de la texture du matériau qui en est issu par cryoclastie.

L'épaisseur du matériau en un lieu donné est gouvernée par sa mise en place, qui s'est souvent réalisée en phase pâteuse au Würm : lors du dégel diurne, les manteaux d'altérites étaient gonflés d'eau, et présentaient une structure pâteuse, qui favorisait leur écoulement le long des versants, de l'ordre de quelques centimètres à quelques mètres par an. La topographie, qui a commandé les écoulements et a été peu retouchée depuis, peut alors guider vers la compréhension d'une logique spatiale des épaisseurs de matériau, donc des réserves en eau dans un bassin versant géologiquement homogène.

C'est notamment le cas sur granites dans l'étage montagnard, où la notion d'alvéole permet de structurer quasi complètement l'espace et d'établir une correspondance très fidèle entre les stations forestières et les éléments topographiques de l'alvéole. Il est moins aisé d'ordonner complètement les stations sur micaschiste en fonction de la topographie des versants.

Bilan d'éléments nutritifs

Ce bilan est sous la dépendance étroite du type de sol, c'est-à-dire des processus pédogénétiques d'évolution actuelle des sols : les matériaux, mis en place au Würm il y a 10.000 ans sous climat froid, ont ensuite été colonisés par la végétation lors du dernier réchauffement. Ils ont évolué par pédogénèse sous nos climats tempérés, et la clé de la nutrition (C/N de l'humus, S/T et pH de l'horizon A1) peut être comprise et raisonnée par les acquis de la pédologie.

Unités morfo-pédologiques simplifiées

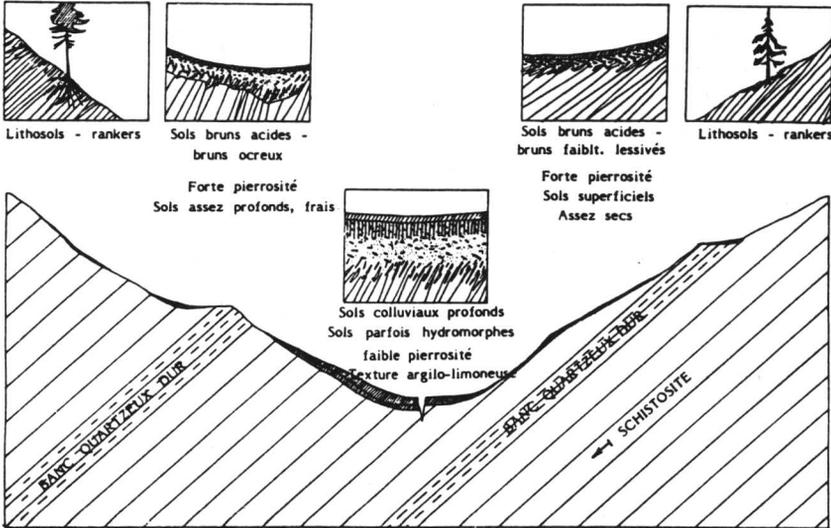
SUR ROCHES CRISTALLOPHYLLIENNES

Pendages inverses

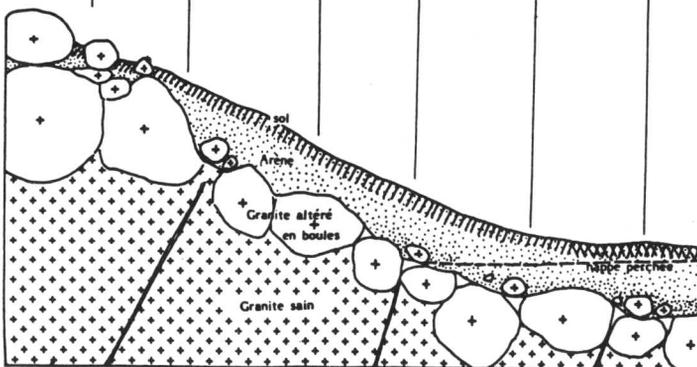
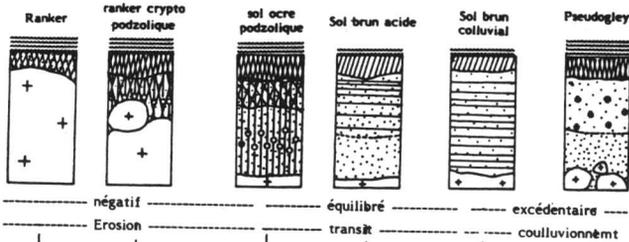
Pendages conformes

Bonne réserve en eau et bonne pénétration racinaire

Faible réserve en eau et pénétration racinaire entravée



SUR ROCHES CRISTALLINES



L'essentiel des sols du Massif Central sur substrat cristallin et cristallophyllien (granites, migmatites, gneiss, micaschistes) est de type brun ou podzolisé. Le type d'humus est alors un bon indicateur du niveau trophique des sols, selon les correspondances suivantes :

| Sol | Humus | Niveau trophique |
|-----------------|-----------------|------------------|
| Brun eutrophe | Mull eutrophe | Eutrophe |
| Brun mésotrophe | Mull mésotrophe | Mésotrophe |
| Brun acide | Mull acide | Oligotrophe |
| Brun lessivé | Mull acide | Oligotrophe |
| Brun ocreux | Mull moder | Oligotrophe |
| Ocre podzolique | Moder | Oligotrophe |
| Podzolique | Moder-mor | Hyperoligotrophe |
| Podzol | Mor | Hyperoligotrophe |
| Ranker | Mor | Hyperoligotrophe |

Facteurs hors bilans

Deux facteurs limitants ne sont pas pris en compte dans les bilans précédents : le vent et l'hydromorphie, dont l'intensité peut contrarier la croissance de la végétation forestière. Ces deux facteurs interviennent dans le bilan hydrique : le vent en augmentant l'ETP, et l'hydromorphie par asphyxie des racines.

Tableau résumé de construction des bilans

| Bilan | Sciences à utiliser | Éléments diagnostics |
|-----------|---------------------|---|
| Chaleur | Climatologie | Etage de végétation Exposition |
| Eau | Climatologie | Précipitations Exposition |
| Eau | Géomorphologie | Profondeur du matériau Texture du matériau Charge en cailloux |
| Eau | Géologie | Altération de la roche |
| Nutrition | Pédologie | Nature de l'humus Type de sol |
| Nutrition | Géologie | Nature de la roche mère |

Choix des essences

En suivant le raisonnement, les choix d'essences sur une base écologique sont relativement simples dans le Massif Central. On peut y distinguer :

Reboisements d'altitude

Il s'agit des surfaces forestières situées dans l'étage montagnard supérieur, et parfois la base du subalpin, entre 1.300 et 1.450 m. Les facteurs limitants essentiels sont la faiblesse de la durée de la saison de végétation et le vent en site exposé (crêtes).

Les essences à retenir sont :

- *Picea abies* (épicéa commun)
- *Pinus montana* (pin à crochet)
- *Pinus contorta*
- *Abies procera* (sapin noble)

ainsi que :

- *Pinus monticola*
- *Abies balsamea*
- *Abies lasiocarpa*

Ces trois dernières espèces sont moins connues dans les reboisements, mais se comportent de façon remarquable dans l'arboretum du col des Trois Sœurs, et mériteraient pour cette raison d'être développées.

Forêts de l'étage montagnard

Il s'agit là du cœur des massifs forestiers du Massif Central, situé entre 850 et 1.300 m environ, avec un développement optimal entre 1.000 et 1 200 m.

Les principales essences que l'on peut retenir sont, dans l'ensemble de l'étage montagnard :

- *Fagus silvatica* (hêtre)
- *Abies alba* (sapin pectiné)
- *Picea abies* (épicéa commun)
- *Larix decidua* (mélèze d'Europe)

et de plus, dans les secteurs de l'étage montagnard inférieur soumis à un climat de type atlantique :

- *Pseudotsuga menziesii* (douglas)
- *Picea sitchensis* (épicéa de Sitka)
- *Larix leptolepis* (mélèze du Japon)
- *Larix eurolepis* (mélèze hybride)

Les deux gradients écologiques les plus discriminants au sein de l'étage montagnard sont la réserve en eau utile des sols et l'altitude. Leur variation influe sur la croissance des essences précédentes.

Enrichissement en feuillus précieux

L'enrichissement des massifs forestiers actuels en peuplements de feuillus précieux peut se révéler l'une des actions prioritaires d'utilisation des stations forestières. Il faut cependant bien garder à l'esprit que ces essences ont des exigences écologiques bien plus strictes que les peuplements résineux.

Les quatre principales essences dites « feuillus précieux » sont :

- *Acer pseudoplatanus* (érable sycomore)
- *Acer platanoides* (érable plane)
- *Prunus avium* (merisier)
- *Fraxinus exelsior* (frêne commun)

Les facteurs limitants pour leur installation sont d'ordre climatique et édaphique, avec comme ordre croissant d'exigence :

Erable sycomore, érable plane, merisier, frêne commun).

L'érable sycomore peut se contenter de sols bruns mésotrophes et croître dans l'étage montagnard inférieur, voire moyen, alors que le frêne exige des sols bruns eutrophes et devrait être cantonné, pour la production de grumes de qualité, à l'étage collinéen, avec extension possible par endroits dans le montagnard inférieur.

D'autres feuillus pourraient être développés :

- *Sorbus torminalis* (alisier torminal)
- *Sorbus domestica* (sorbier domestique)
- *Pirus comunis* (poirier sauvage)
- *Tilia cordata* (tilleul à petites feuilles) : connu pour son adaptation aux dépressions argilo-marneuses de l'étage collinéen sous influence continentale. Est donc bien adapté aux limagnes (Limagne, Forez, Brivadois, etc.)
- *Tilia platyphyllos* (tilleul à grandes feuilles).

dont l'écologie est moins bien connue dans le Massif Central.

Peuplements feuillus

Les seuls feuillus sociaux du Massif Central qui peuvent constituer des peuplements sont les chênes et le hêtre. Les chênes sont à éliminer au-dessus de 400 à 500 m à cause des risques de gélivure. Le hêtre n'est à conserver, dans un objectif

de production de grumes feuillues de qualité, que sur sols mésotrophes avec bonnes réserves en eau. Sur des stations de moindre qualité, le bois est nerveux.

Sols à faibles réserves en eau

Il s'agit essentiellement des arènes sableuses non remaniées sur granites, migmatites et gneiss ou de sols superficiels sur micaschistes. Le facteur limitant est alors la réserve en eau des sols.

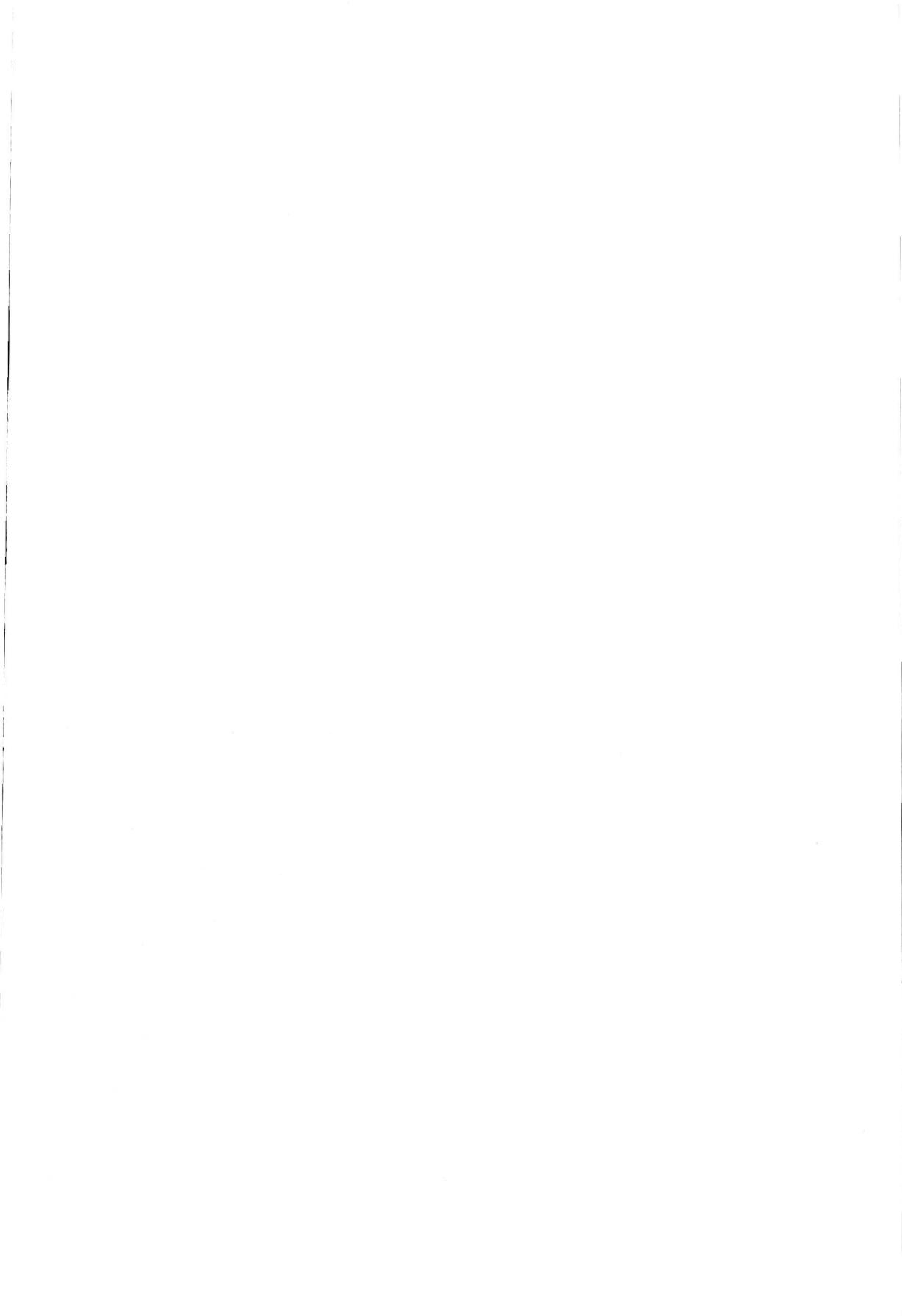
Dans l'étage collinéen ou montagnard inférieur, on peut proposer :

- *Pinus sylvestris* (pin sylvestre)
- *Pinus nigra* var. *laricio* (pin laricio)

Dans l'étage montagnard moyen et au-delà :

- *Pinus montana* (pin à crochet)
- *Pinus contorta*

Cependant, dans bien des cas, il est opportun de poser la question de l'utilité d'un reboisement, notamment pour des raisons économiques.



**Ou se procurer les ouvrages
présentés pages 31 à 54**

Groupement d'Aix-en-Provence

Le Tholonet BP 31 13612 Aix-en-Provence Cedex 1
Tél. : 42 66 93 10

Groupement de Clermont-Ferrand

Riom : Domaine de Lalus 63200 Riom
Tél. : 73 38 20 52

Montoldre : Domaine des Palaquins, 03150 Varennes-sur-Allier
Tél. : 70 45 03 12

Groupement de Grenoble

2, rue de la Papeterie, BP 76 38402 Saint-Martin -d'Hères
Tél. : 76 76 27 27

Groupement de Nogent-sur-Vernisson

Domaines des Barres, 45920 Nogent-sur-Vernisson
Tél. : 38 97 60 59

DICOVA

BP 22 92162 Antony Cedex
Tél. : 40 96 61 21

Département Forêts

INRA, Ardon, 45160 Olivet
Tél. : 38 41 78 00



"Etudes" du CEMAGREF, série Forêt n° 1, **Annales 1988**. Département Forêt - 1989 - 1^{re} édition, ISBN 2-85362-158-8. Dépôt légal 4^e trimestre 1989 - Coordonateur de la série : Jean-François Lacaze, chef du département - Impression intérieure : CEMAGREF-DICOVA - Impression couverture : Impressions Modernes, 91320 Wissous - Façonnage : ABR, 91380 Chilly-Mazarin - Edition et diffusion : CEMAGREF-DICOVA BP 22, 92162 Antony Cedex, tél. : 40 96 61 32 et CEMAGREF Clermont-Ferrand, Division Techniques forestières, Domaine de Lалуas, 63200 Riom. Tél. : 73 38 20 52.
Prix : 150 F TTC