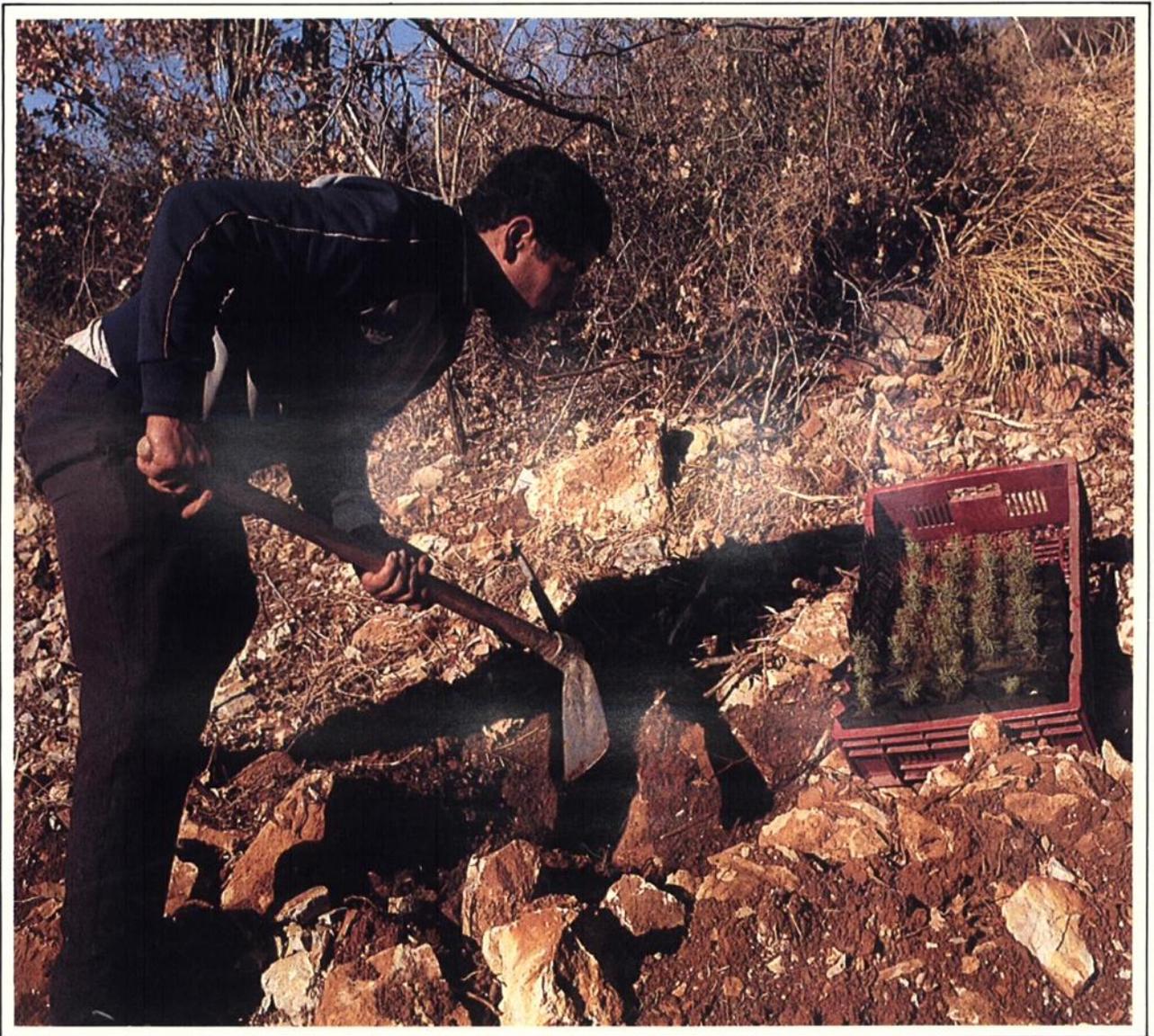


# TECHNIQUES DE REBOISEMENT

## Guide technique du forestier méditerranéen français





## **GUIDE PRATIQUE**

# **Techniques de Reboisement**

**Edition du Chapitre 7  
du guide technique du forestier  
méditerranéen français**

## Quelques ouvrages sur la forêt édités par le CEMAGREF

**La Forêt et ses ennemis**, J.-F. Abgrall, A. Soutrenon, CEMAGREF Grenoble, ISBN 2-85362-196-0, 1991, 21 x 29,7, 400 pages, 485 photos. **Prix: 340 FTTC.**

**Guide technique du forestier méditerranéen français**, CEMAGREF Aix-en-Provence.

- Chapitre 3: **Essences forestières + classeur**, 1988. **Prix: 295 FTTC.**
- Chapitre 4: **Protection des forêts contre l'incendie**, 1989. **Prix: 400 FTTC.**
- Chapitre 1: **Conception des projets**, 1990. **Prix: 100 FTTC.**
- Chapitre 5: **Protection phytosanitaire**, 1991. **Prix: 180 FTTC.**
- Chapitre 6: **Production de plants forestiers**, 1991. **Prix: 100 FTTC.**
- Chapitre 7: **Techniques de reboisement**, 1992. **Prix: 100 FTTC.**

**Phytocides en sylviculture**. Application des traitements par produits chimiques. Co-édité avec l'INRA, ISBN 2-85362-115-4, 1988, Brochure + jeu de fiches 21 x 29,7, 120 pages, nombreuses illustrations noir et blanc. **Prix: 175 FTTC.**

**Les stations forestières de la Puisaye**. CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, 1988, 17 x 24, broché, 248 pages, 67 illustrations noir et blanc. **Prix: 150 FTTC.**

**Elagage artificiel et risques phytosanitaires chez les feuillus**. A. Soutrenon, CEMAGREF Grenoble, ISBN 2-85362-241-X, 17 x 24, 104 pages, 22 photos. **Prix: 120 FTTC.**

### Collection ETUDES

Département Forêt:

**N° 1 - Annales 1988**, CEMAGREF, ISBN 2-85362-158-8, 1989, 17 x 24, broché, 126 pages, 30 dessins et photos. **Prix: 100 FTTC.**

**N° 2 - Le Massif Central cristallin**, Analyse des milieux, Choix des essences, Alain Franc, CEMAGREF Clermont-Ferrand, ISBN 2-85362-169-3, 1989, 17 x 24, broché, 104 pages, 14 illustrations noir et blanc et couleurs. **Prix: 150 FTTC.**

**N° 3 - Les stations forestières du pays d'Othe**, Denis Girault, CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, ISBN 2-85362-178-2, 1990, 17 x 24, broché, 176 pages. **Prix: 150 FTTC.**

**N° 4 - Culture d'arbres à bois précieux en prairies pâturées en moyenne montagne humide**, 1990, 17 x 24, broché, 120 pages, illustrations. **Prix: 150 FTTC.**

**N° 5 - Annales 1989**, CEMAGREF ISBN 2-85362-207-X, 1990, 17 x 24, broché, 194 pages. **Prix: 150 FTTC.**

**N° 6 - Annales 1990**, CEMAGREF, ISBN 2-85362-242-8, 1991, 17 x 24, broché, 268 pages. **Prix: 200 FTTC.**

**N° 7 - Les stations forestières du plateau nivernais**, D. Girault, CEMAGREF Nogent-sur-Vernisson, ISBN 2-85362-260-6, 1991, 17 x 24, broché. **Prix: 150 FTTC.**

**N° 8 - Les types de stations forestières du Lannemezan, Ger et Moyen Adour**, A. Hubert, CEMAGREF Bordeaux, ISBN 2-85362-261-4, 1991, 17 x 24, broché. **Prix: 250 FTTC.**

**Guide pratique. Techniques de reboisement**, 1992, ISBN 2-85362-264-9, édition du chapitre 7 du *Guide technique du forestier méditerranéen français*. ISBN 2-85362-124-3. Conception, rédaction, adaptation: Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône et du Languedoc, CEMAGREF Aix-en-Provence, Division Forêt méditerranéenne, illustration, réalisation, impression: EMERGENCE, diffusion aux libraires: technique et documentation, Lavoisier, Paris - Editeur: CEMAGREF-DICOVA 92162 Antony. **Prix de vente: 100 FTTC.**

**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.**

Le Guide Technique du Forestier Méditerranéen Français publié par la Division Forêt Méditerranéenne du CEMAGREF d'Aix-en-Provence comprend huit chapitres :

- Chapitre 1 : Conception des projets, 1990
- Chapitre 2 : Stations Forestières, à paraître
- Chapitre 3 : Essences Forestières, 1988
- Chapitre 4 : Protection des forêts contre l'incendie, 1989
- Chapitre 5 : Protection Phytosanitaire, 1991
- Chapitre 6 : Production de Plants Forestiers, 1991
- Chapitre 7 : Techniques de reboisement, 1992
- Chapitre 8 : Les utilités des espaces boisés, à paraître.

Le chapitre 7 : Techniques de reboisement, a été réalisé avec le concours financier :

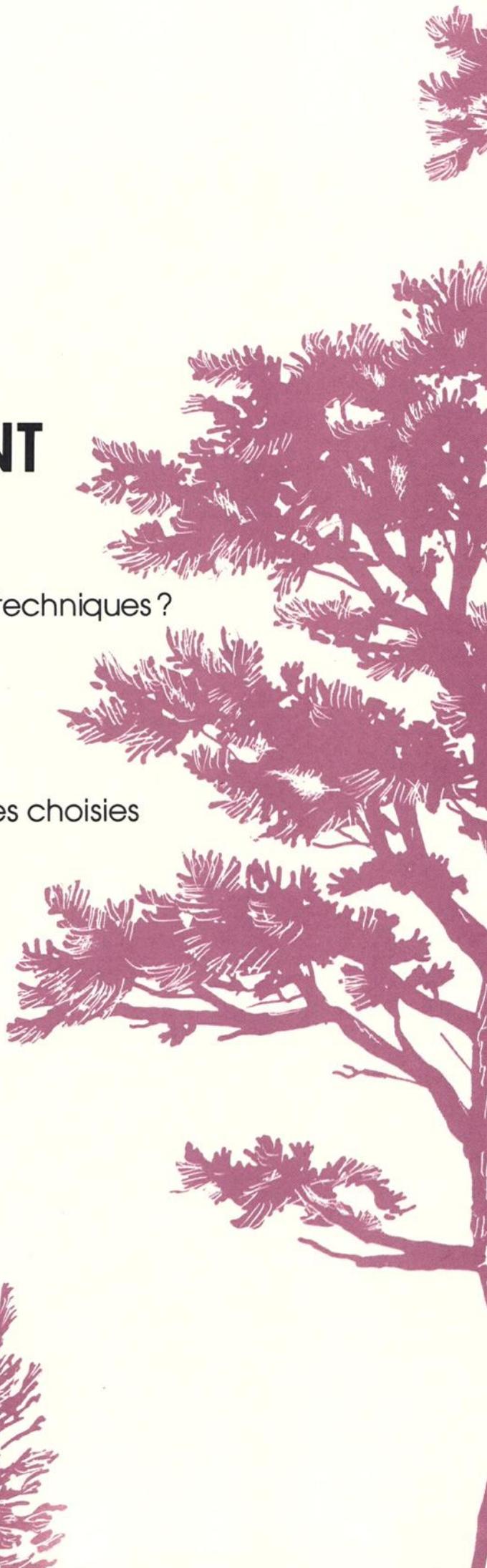
- du Ministère de l'Agriculture et de la Forêt (DERF)
  - de l'Office National des Forêts
  - de la Communauté Economique Européenne
  - du Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur
- 

Tous droits de traduction, d'adaptation et de reproduction par tous procédés, réservés pour tous pays.  
La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants-droit ou ayants-causes est illicite» (alinéa 1er de l'article 40).  
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

# 7

## TECHNIQUES DE REBOISEMENT

- 1 - Techniques de reboisement
  - 2 - Quels critères pour choisir les techniques ?
  - 3 - Préparation du site à boiser
  - 4 - Les techniques élémentaires
  - 5 - La mise en place des essences choisies
  - 6 - Les entretiens
  - 7 - L'emploi des phytocides
- Annexe** : Bordereau de prix type



## CONCEPTION, REDACTION ET ADAPTATION

Compagnie Nationale d'Aménagement de la Région du Bas-Rhône  
et du Languedoc en liaison avec le  
CEMAGREF - GROUPEMENT D'AIX-EN-PROVENCE  
Division Forêt Méditerranéenne  
Robert Marill, avec la collaboration de Pierre Delabraze pour la fiche  
"Emploi des phytocides" et de J.-P. Deruelles pour les illustrations de la fiche  
"Préparation du site à boiser".

## PHOTOGRAPHIES

- Photothèque FOMEDI (Forêt Méditerranéenne et Incendie)  
CEMAGREF - Le Tholonet, BP 31, 13612 Aix-en-Provence Cedex 1.

## BIBLIOGRAPHIE

Les ouvrages cités en référence sont disponibles auprès de la Division  
Forêt méditerranéenne (Centre de Documentation FOMEDI).

## ILLUSTRATION ET REALISATION

EMERGENCE - 14 bis, boulevard Charrier - 13090 AIX-EN-PROVENCE  
ISBN : 2-85362-264-9  
DEPOT LEGAL : 1<sup>er</sup> trimestre 1992.

# TECHNIQUES DE REBOISEMENT



## AVERTISSEMENT

*Ce chapitre consacré aux techniques de reboisement applicables dans les départements du midi méditerranéen français n'est pas un catalogue de recettes.*

*L'étude conduite auprès des reboiseurs exerçant leurs activités dans l'étage du Chêne vert (mésoméditerranéen) et du Chêne blanc (supraméditerranéen) fait le point sur les techniques possibles en soulignant leurs avantages et leurs inconvénients, pour permettre de faire un certain nombre de recommandations.*

*Ce document est un outil d'aide à la décision qui fait donc appel à la réflexion et à la prudence du reboiseur en zone méditerranéenne. Une étude complémentaire pourra porter sur l'observation et l'analyse des résultats concrets obtenus sur les chantiers de reboisements réalisés depuis le début des années quatre-vingt avec les aides financières de la Communauté Européenne, de l'Etat et des Collectivités territoriales.*

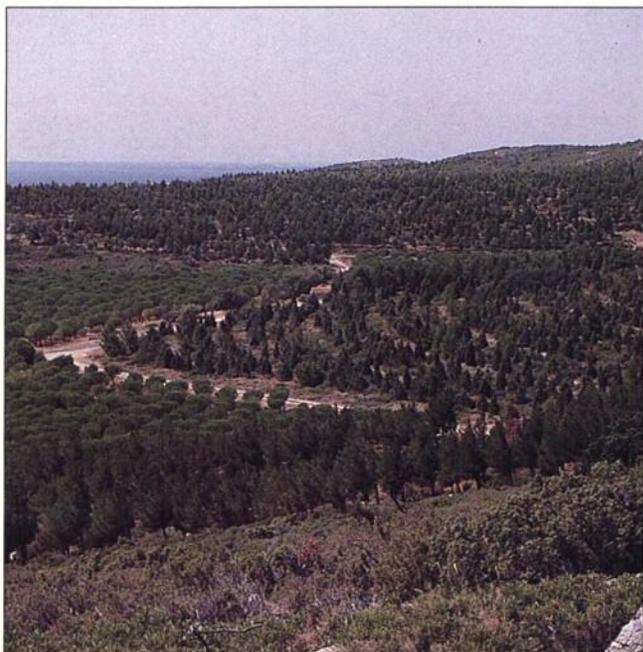


Photo: D. NOUALS / FOMEDI

## BIBLIOGRAPHIE

- Note de synthèse sur les aspects techniques à prendre en compte pour l'établissement des projets de reboisement entrant dans le cadre des P.I.M. (CEMAGREF - Mars 1986).
- Techniques de reboisement (CEMAGREF 4<sup>e</sup> trimestre 1982).

# LA FORET MEDITERRANEENNE FRANÇAISE EST-ELLE EN REGRESSION OU EN EXTENSION ?

Abandon des champs  
et des parcours

↓

Lente recolonisation  
par la végétation sauvage

Incendie

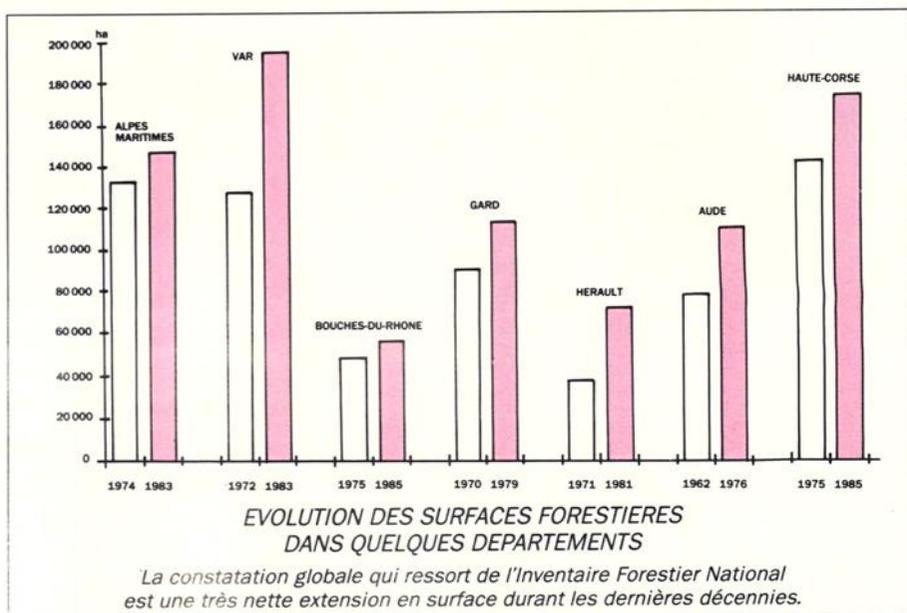
↓

Destruction des peuplements  
+ dégradation du sol

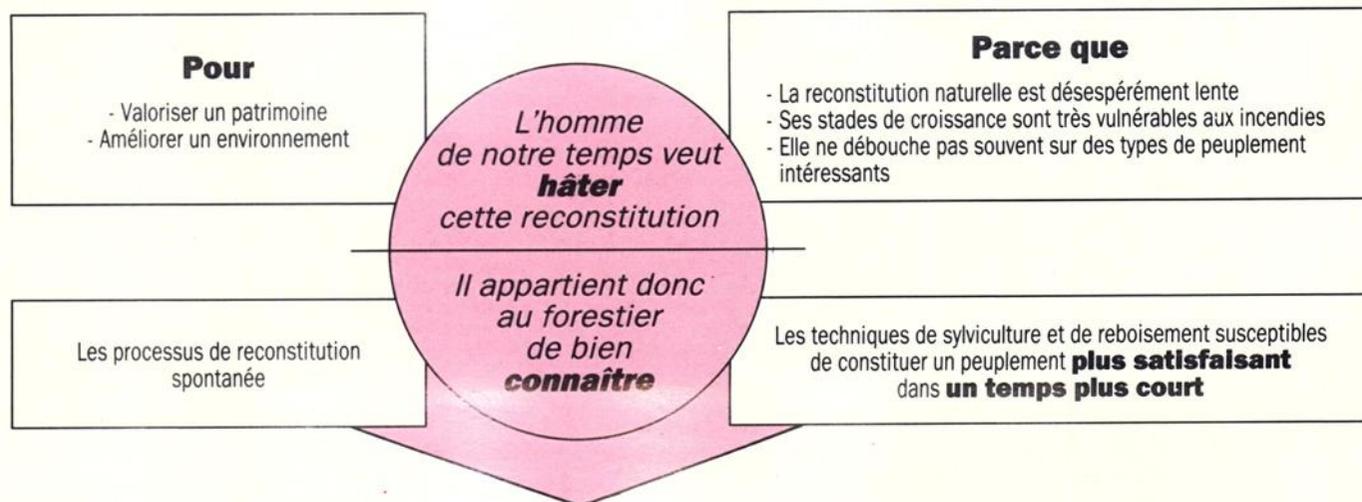
Au global :



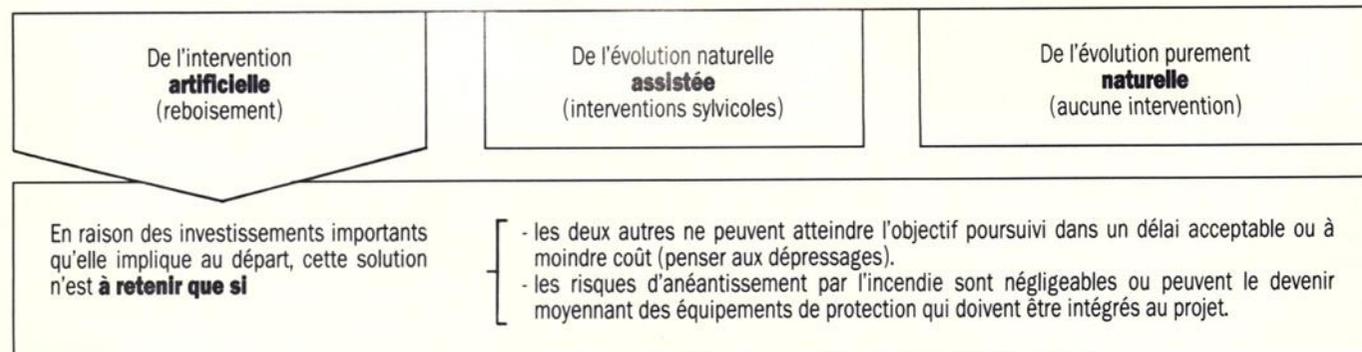
**Extension > Régression**



## ALORS LE REBOISEMENT, POUR QUOI FAIRE ?

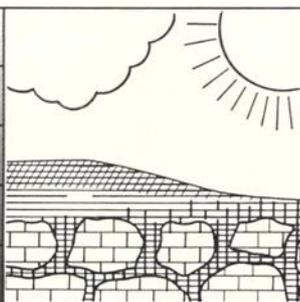


Pour pouvoir comparer dans chaque cas  
**les coûts** et les **espérances de résultat**



La problématique de ce choix et la conception des équipements de protection contre l'incendie sont développées dans les chapitres respectifs 1 et 4 du Guide. Le présent chapitre se limite à la présentation des techniques de reboisement, c'est-à-dire de leurs caractéristiques, de leurs avantages et inconvénients respectifs et des précautions qu'elles impliquent en fonction du milieu et des objectifs poursuivis.

## QUELS CRITERES POUR CHOISIR LES TECHNIQUES?



### But des techniques

Implanter sur un **site** donné un peuplement forestier répondant du mieux possible aux **objectifs** du reboiseur.

### Objectifs du reboiseur

Produire du bois et/ou protéger le sol, la flore, la faune et/ou créer un cadre pour le loisir, le tourisme.

### Résultats recherchés

► Dans tous les cas :

**croissance rapide** pour que les arbres remplissent au plus tôt leur fonction et se dégagent de la strate basse très vulnérable au feu ;  
**vigueur permanente** pour que les arbres résistent mieux et longtemps aux aléas du climat, des ravageurs, du feu.

► Sur les sites exposés au feu

Une densité de couvert suffisante (pour neutraliser le sous-bois).

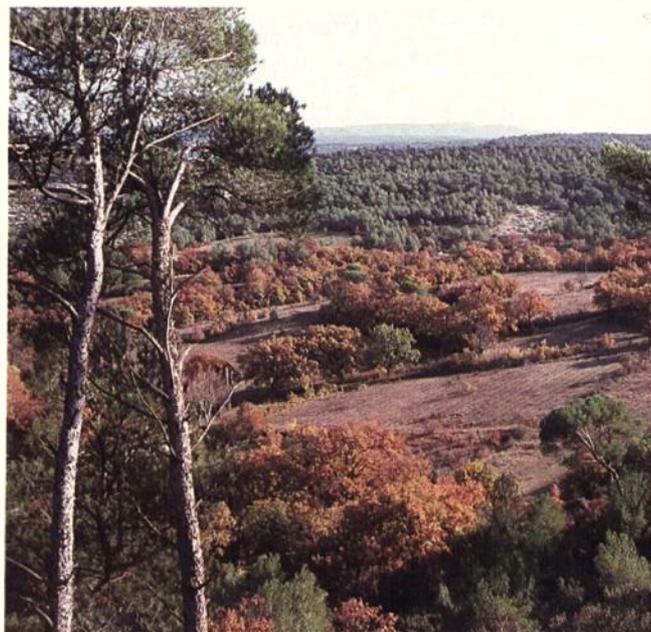


Photo: R. SCHIANO / FOMEDI.

### Conditions d'obtention de ces résultats

**Choisir les essences** (et parmi elles les races ou provenances) les mieux adaptées au site et **utiliser les techniques d'introduction** qui favoriseront au maximum le développement des plans (du stade graine au stade adulte).

### Contra-dictions possibles entre : les meilleurs choix possibles et certains objectifs

Exemple 1 : on souhaiterait introduire telle essence en raison de ses qualités technologiques ou de ses avantages environnementaux mais les caractéristiques écologiques du site lui sont défavorables.

Exemple 2 : l'emploi des phytocides serait particulièrement performant pour combattre la concurrence de la végétation adventice mais l'utilisation pastorale du site en dissuade les responsables.

Exemple 3 : le sous-solage serait la façon la plus économique d'améliorer tel sol rocheux mais la vocation "promenade" du boisement projeté s'oppose à la "chaotisation" du terrain.

**Mise en garde :** traditionnellement les objectifs poursuivis sont dominés par ceux d'une forêt de protection ou de production peu ouverte aux autres usages. **Or de nos jours** la forêt méditerranéenne ne peut se développer et survivre sous une forme acceptable que si elle fait partie intégrante du tissu socio-économique.

L'art du reboiseur sera donc requis de plus en plus pour valoriser des sites très intégrés aux activités humaines ; la forêt qu'on lui demandera de créer sera le plus souvent à usages multiples ; s'il veut donc éviter tout malentendu et ne pas risquer l'inadaptation de ses réalisations, il devra **prendre en compte tous les usages potentiels** avant de choisir et les essences et les techniques.

# LES CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES DU SITE

Parce que le développement des arbres introduits dépend avant tout du milieu

- climat
- sol
- végétation préexistante
- impact de l'homme et des animaux

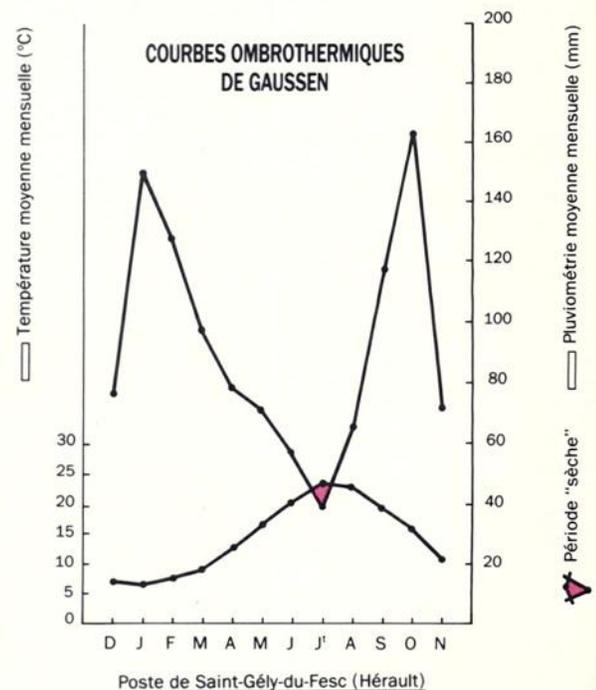
le forestier doit s'efforcer de tirer le meilleur parti des caractéristiques qui sont favorables et d'améliorer celles qui ne le sont pas.

**Mais prudence !** Les climats méditerranéens, plus éprouvants pour les végétaux, sanctionnent plus sévèrement les mauvais choix tant des essences que des techniques.

## LE CLIMAT MEDITERRANEEN

### Caractéristiques :

- Pluies :
  - très irrégulières
  - très violentes (génératrices d'érosion)
  - absentes de la saison chaude.
- Températures très irrégulières en hiver (redoux entre grands froids).



### Analyse des trois facteurs limitants :

#### Chaleur + sécheresse en été

La chaleur active les fonctions biologiques de la plante et notamment l'absorption des éléments minéraux contenus dans le sol ; si l'eau vient alors à manquer, l'organisme réagit d'abord en limitant l'activité (par fermeture des stomates régulant l'évapotranspiration du feuillage), ce qui entraîne un arrêt de la croissance ; chaleur et sécheresse accélèrent par ailleurs le processus de tarissement des ressources en eau du sol qui à la limite entraîne la mort du végétal.

#### Fortes précipitations en saison froide

Elles ne peuvent être exploitées :

- ni par les essences à feuilles caduques, puisque l'eau ne peut être pompée par les racines que s'il y a des feuilles pour l'évapotranspirer,
- ni par les essences à feuilles persistantes car le froid paralyse l'activité biologique.

#### Courts redoux hivernaux

Ils n'ont aucun effet sur la croissance des arbres à feuilles persistantes parce que le sol n'a pas le temps de se réchauffer suffisamment pour déclencher l'activité des racines. Si le redoux dure suffisamment longtemps, il peut déclencher par contre une activité biologique qui rendra l'arbre d'autant plus vulnérable à un retour du froid (mort des très jeunes plants, gélivure des sujets plus âgés).

## Variations locales :

- **L'altitude entraîne** : l'augmentation de la pluviométrie, la diminution de la température moyenne.
- **Les vents froids et desséchants** du Nord affectent moins la Côte d'Azur et la Corse que la basse vallée du Rhône (mistral) et le Languedoc-Roussillon (tramontane).
- **L'exposition** :
  - au Nord est plus froide donc plus humide,
  - au Sud est plus chaude donc plus sèche.

*N.-B. : si les données générales du climat peuvent être facilement appréhendées à partir des statistiques météorologiques, les microclimats eux ne peuvent être détectés que par une analyse attentive de la flore et c'est bien celle-ci qui renseignera directement le forestier sur les caractéristiques climatiques du site à reboiser (voir chapitre 2 : "Stations forestières").*

## LE SOL

Le sol assure à l'arbre :

- son alimentation en eau et en éléments minéraux,
- sa stabilité face au vent,
- la protection thermique de ses racines (beaucoup plus sensibles au froid que ses parties aériennes comme on a pu le constater dans les pépinières hors sol lors du gel de 1985).

Qualités recherchées	Effet obtenu	Effet évité
POROSITE	Forte réserve en eau	Stress et mort par sécheresse estivale
PROFONDEUR	Ancrage des racines	Déracinement sur sites ventés
COHESION	Résistance à l'érosion	Ravinement et déchaussement sur pentes fortes
ABSENCE DE CALCAIRE ACTIF	ph bas	Echec du pin maritime, du chêne-liège, du châtaignier
COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE BIEN STRUCTURE	Equilibre nutritionnel	Stagnation des sapins

*N.-B. : rares sont hors forêt les sols profonds à forte capacité de réserve en eau sauf s'ils ont bénéficié durant assez longtemps d'une protection (contre le soleil qui minéralise la litière avant son incorporation au sol et le ruissellement qui entraîne une érosion plus rapide que la pédogénèse),*

- soit d'une forêt détruite depuis peu,
- soit d'une surface rocheuse fissurée (dont les profondes enfractuosités dissimulent un sol suffisant pour nourrir une vigoureuse forêt).

## LA VEGETATION PREEXISTANTE

Elle influe sur le développement des jeunes plants

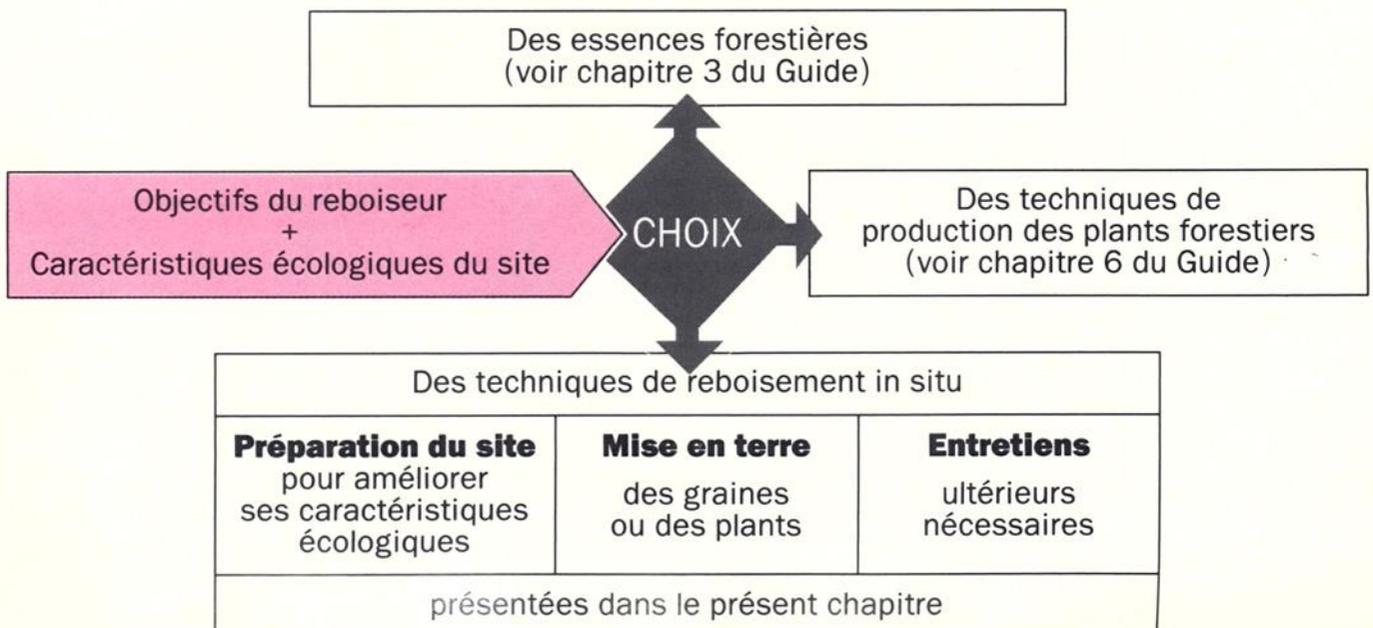
	Défavorablement	Favorablement
Dans tous les cas	Par une concurrence pour l'eau et les éléments minéraux au niveau des racines	
Si la formation est élevée	Par une réduction de l'éclairement (photosynthèse réduite → croissance réduite)	Par une protection contre le soleil qui dessèche et minéralise trop rapidement l'humus
Si le site est gélif	Par un freinage de la circulation de l'air ambiant (→ abaissement exagéré de la température)	
Si le site est très venté		Par une protection contre la dessiccation, la déformation ou l'arrachement par les vents violents

## L'IMPACT DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

**Piétinement** et **abrouissement** en sont les effets les plus négatifs durant les premières années. Il faut donc réduire sinon supprimer la fréquentation des promeneurs, des troupeaux, du gibier.

Néanmoins le pâturage contrôlé peut concourir au dégagement des reboisements si les plants sont suffisamment hauts ou protégés par des manchons.

## LES DIFFERENTES TECHNIQUES



# PREPARATION DU SITE A BOISER



**Ne pouvant agir sur le climat, il importe, en compensation, d'agir sur la végétation et le sol** pour que leurs caractéristiques deviennent plus favorables au développement de l'arbre introduit non seulement dans ses premiers mois, mais durant toute sa vie.

Dans la plupart des cas, on a affaire à une végétation préexistante plus ou moins développée qu'il faut réduire et à des sols plus ou moins ingrats qui nécessitent d'être améliorés différemment selon leur nature.

## QUELLES SONT LES TRANSFORMATIONS SOUHAITEES?

### 1. VIS-A-VIS DE LA VEGETATION PREEXISTANTE

Rappel des buts :

- diminuer la concurrence pour l'eau et la lumière ;
- préserver si nécessaire un abri contre le vent, l'érosion et une trop forte insolation du sol qui détruirait l'humus ;
- faciliter l'accès des hommes et des engins devant procéder à la préparation du sol, à la mise en terre et aux entretiens ultérieurs.

■ **Le plus fondamental de ces buts est la diminution de la concurrence pour l'eau :** maintenir une végétation préexistante à proximité immédiate de jeunes plants c'est provoquer sinon leur mort, du moins un ralentissement considérable de leur croissance.

**Le premier souci du forestier est donc d'envisager la suppression maximale de cette végétation, tout au moins de celle qui exerce la plus forte concurrence pour l'eau sans apporter d'effet bénéfique (graminées notamment).**

■ **Il est cependant des circonstances où la destruction totale est à éviter**, soit pour des raisons économiques, soit pour des motivations écologiques directes (au bénéfice des arbres introduits) ou indirectes (au bénéfice des autres utilisateurs de l'espace).

#### ● Raisons d'économie

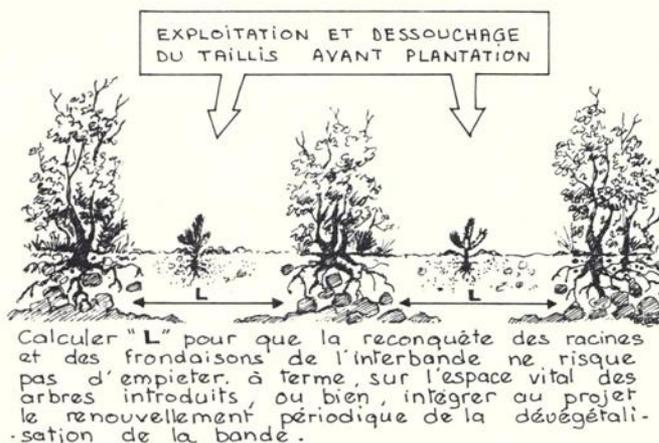
Le coût à l'hectare de la dévégétalisation est d'autant plus élevé que la végétation est ligneuse et



Photo: SRFB LR. / FOMEDI.

développée (exemple limite : celui d'un vieux taillis que l'on doit exploiter rez terre puis dessoucher avec enlèvement de produits non commercialisables).

Une solution de compromis : **extraire une partie seulement du peuplement sous forme de bandes.**



**La technique des bandes n'est économique que lorsque la végétation préexistante est peu développée et pas trop vigoureuse** (strate semi-ligneuse ou arbustive) et que la densité choisie pour la plantation est relativement faible (pas plus de 1.000 plants/ha).

Autre technique poursuivant le même but: **la coupe d'abri** dans un peuplement arboré dense préexistant.

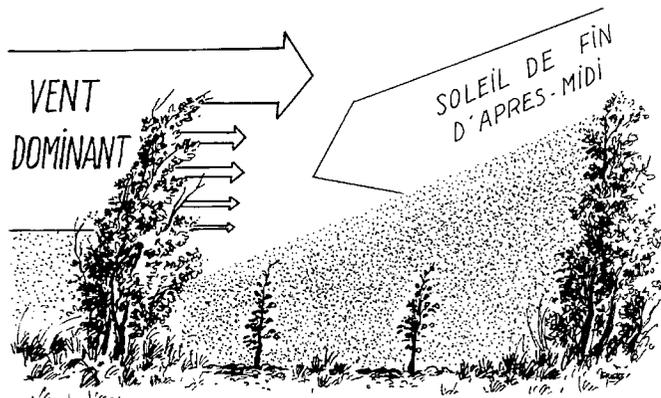


PEUPLEMENT RESIDUEL:

- suffisamment dense pour empêcher le rejet des souches,
- suffisamment clair pour donner de la lumière aux plants,
- à exploiter dans les dix à vingt ans.

une partie de l'enracinement de cette dernière, la totalité des parties aériennes étant par contre neutralisées par destruction physique et/ou dévitalisation chimique (létale ou nanifiante).

**Sites exposés à l'Ouest ou à des vents secs, froids, violents :**



- **Le soleil de fin d'après-midi** ou un **vent sec** font courir aux jeunes plants des risques de déshydratation ;
- **Un vent froid** ralentit la croissance ;
- **Un vent violent** déforme les tiges et les ramures ;
- Enfin une ambiance de léger couvert (bien que l'ombrage même faible ne soit pas directement profitable à un jeune plant normalement "durci" en pépinière) favorise la reprise de certaines essences, les sapins notamment ainsi que de nombreux feuillus (ce qui pourrait s'expliquer par une meilleure activité biologique de l'humus ainsi préservé du dessèchement et d'une trop rapide minéralisation par le soleil, et/ou par une moindre évapotranspiration des plants).

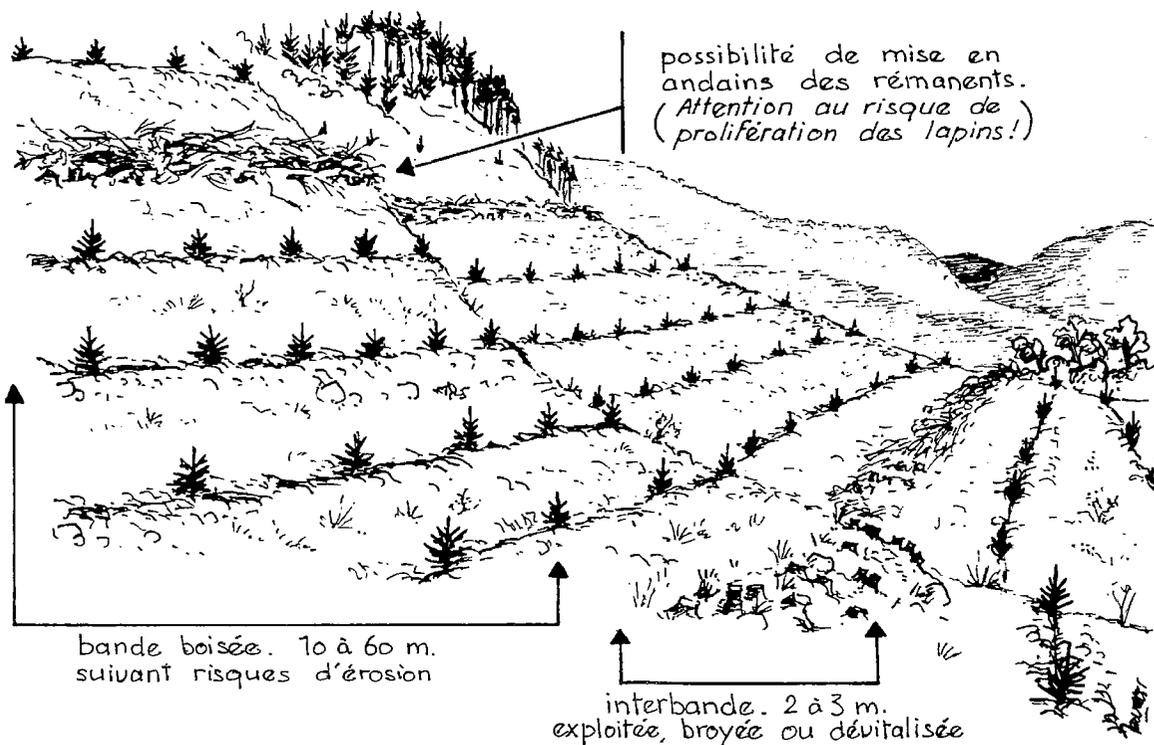
Dans ces circonstances, un **abri latéral** peut être souhaitable.

Solution très économique (surtout si la coupe est commercialisable) mais ne convient que pour introduire des essences se satisfaisant dans leur jeune âge d'un faible éclaircissement (exemple: le sapin pectiné) sur des sols profonds à forte réserve hydrique.

● **Motivations écologiques directes**

**Sites en pente forte sur un sol peu cohérent :**

la destruction totale de la végétation, et notamment de ses parties souterraines, va exposer ce sol à une **érosion** active: entraînement des couches superficielles les plus riches et les mieux structurées indispensables à un développement rapide des plants; dans les cas les plus graves, déchaussement ou enfouissement avant que les racines soient capables, au terme de plusieurs années, de relayer le rôle structurant de l'ancienne végétation. On peut dans ce cas laisser en place



Noter que la sensibilité aux divers effets du vent est différente selon les essences : le choix de celles-ci devra donc tenir compte des caractéristiques anémométriques du site.

L'espacement des rideaux brise-vent doit être proportionnel à leur hauteur (un brise-vent idéal, c'est-à-dire d'une perméabilité de 50 %, réduit la vitesse du vent jusqu'à une distance de 12 à 15 fois sa hauteur, avec un maximum d'efficacité dans la zone située de 0 à 4 fois sa hauteur).

Observation importante : si la hauteur de la végétation préexistante est faible (cas d'une lande à genêts par exemple), on devra multiplier les brise-vent à tel point que de nombreuses lignes de plants seront exposées à la concurrence de leur enracinement ; par ailleurs, leur protection sera de courte durée (quelques années) car elle ne jouera plus dès que les jeunes arbres dépasseront leur hauteur).

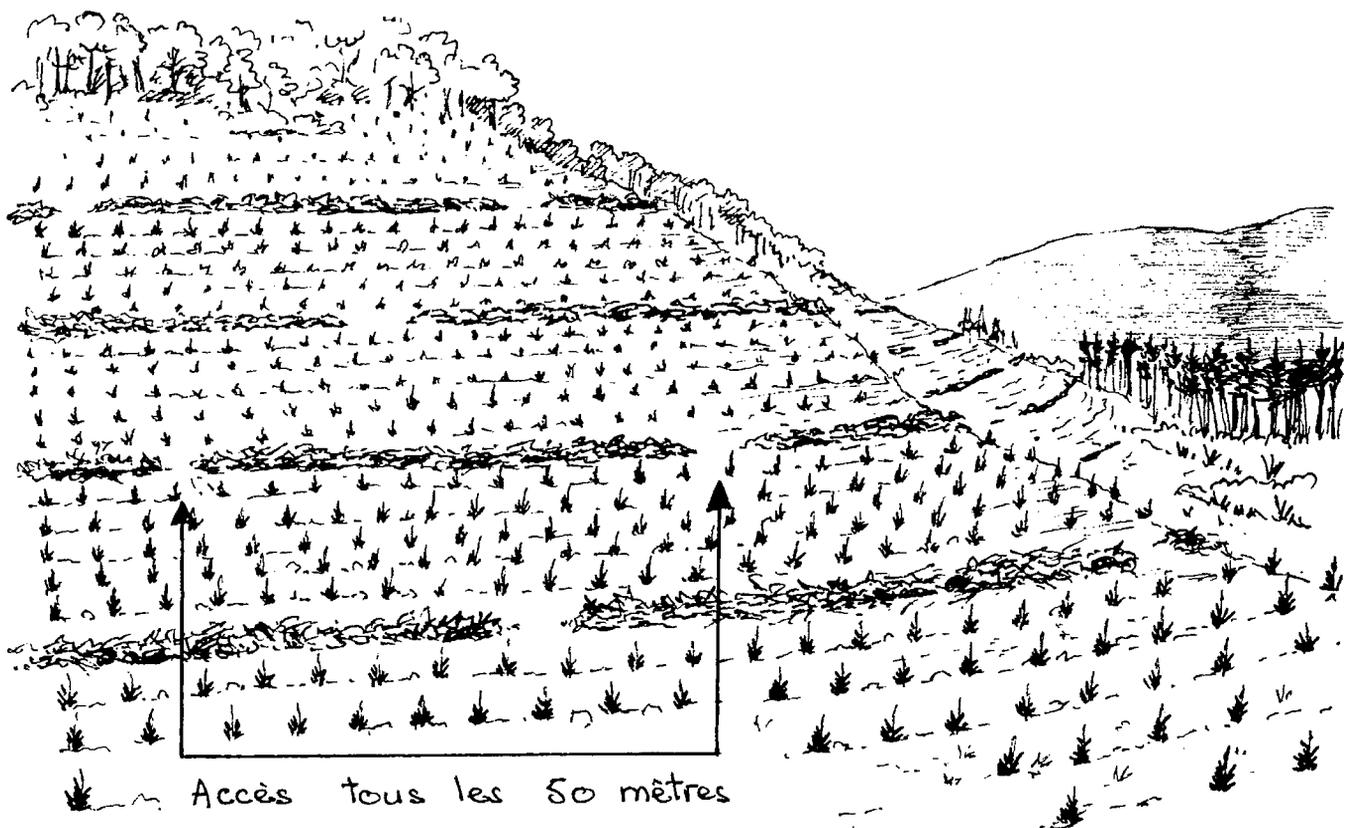
Enfin, si le site est gélif, la multiplication des brise-vent aggravera ce caractère en empêchant le brassage naturel des couches d'air.

En conclusion, il est conseillé de ne recourir à cette technique que lorsque le vent sera reconnu comme un facteur très limitant du reboisement.

### ● Motivations écologiques indirectes

Elles peuvent être nombreuses et très variées ; citons les considérations d'ordre **esthétique** (l'aspect dénudé d'un jeune reboisement "agresse" le paysage), celles d'ordre **faunistique ou cynégétique** (un chantier totalement dévégétalisé est provisoirement déserté par la plupart des animaux). Même lorsque ces motivations ne sont pas propres au maître de l'ouvrage, elles peuvent faire l'objet de pressions considérables de la part de son entourage (ses voisins, les associations de promeneurs, les associations de chasse, voire certaines administrations comme les Parcs Nationaux). C'est le devoir du forestier de bien attirer l'attention des intervenants sur les effets limitants que représenterait pour le reboisement le maintien d'une partie de la végétation préexistante et de négocier au plus juste les compromis.

■ **Enfin la commodité d'accès** du chantier puis du boisement constitué doit également guider le choix des techniques de préparation de la végétation. C'est ainsi que si la technique des bandes permet une circulation aisée le long des lignes de plants, elle ne favorise pas, en revanche, la circulation perpendiculaire surtout si les produits extraits sont entreposés sur l'interbande :



## 2. VIS-A-VIS DU SOL

Rappel des buts :

- augmenter la capacité de rétention hydrique ;
- améliorer la perméabilité à l'air ;
- assurer un ancrage profond des racines ;
- améliorer la résistance à l'érosion ;
- améliorer la composition chimique.

Bien entendu, rares sont les sols méditerranéens justiciables à la fois de ces cinq axes d'amélioration ; fréquents par contre, ceux qui relèvent des quatre premiers dans des ordres de priorité variables.

### ● Pour augmenter la capacité de rétention hydrique

Les arbres adultes comme les jeunes plants doivent, pour surmonter sans dommage les sécheresses estivales exceptionnelles, disposer de réserves en eau suffisantes.

Les jeunes ont certes moins de besoins que les vieux puisque la consommation est sensiblement proportionnelle à la biomasse, mais leur approvisionnement doit être situé plus près de la surface.

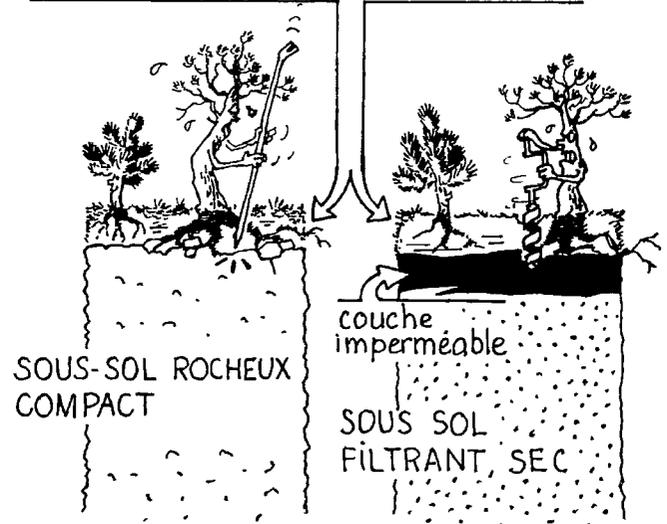
Le reboiseur doit donc apprécier si la réserve en eau d'un site est suffisante d'une part pour une jeune plantation, d'autre part pour un peuplement adulte.

- Attention : le sous-solage n'est pas toujours utile :

### EXEMPLE 1

### EXEMPLE 2

Sol peu profond à réserve d'eau limitée.



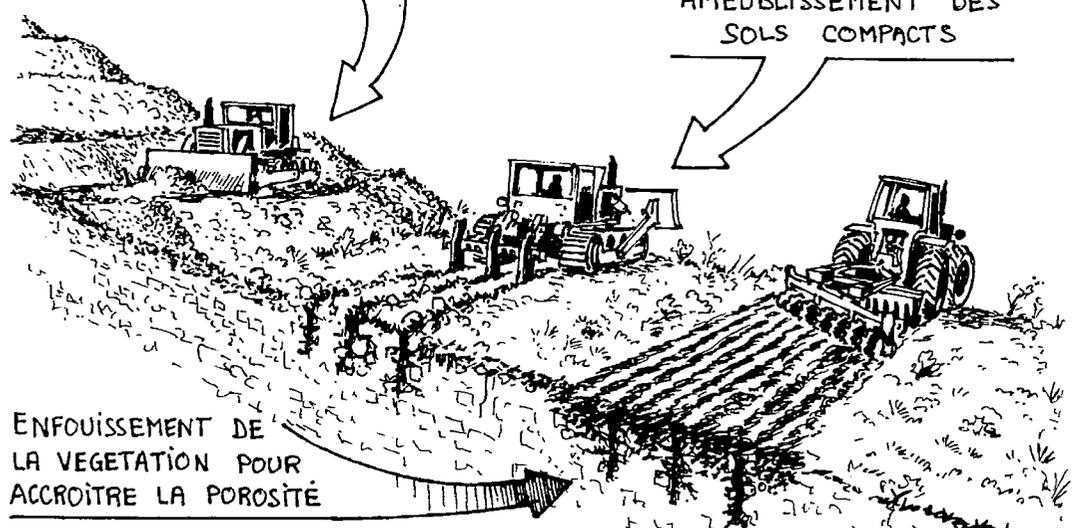
De ces deux exemples, le forestier n'est capable d'apporter une solution qu'au premier par un sous-solage profond ou (si le sous-sol est trop résistant) par un dynamitage ; pour l'autre cas, mieux vaudra renoncer à reboiser sauf à se satisfaire de piètres résultats.

Pour apprécier la réserve en eau d'un sol, on observera tout d'abord la végétation arborée s'il en existe : sa vigueur constituera à elle seule une assurance. Si elle fait défaut, les autres végétaux donneront des indications utiles, mais il sera plus sûr de pratiquer quelques sondages pédologiques d'au moins deux mètres de profondeur. On se référera utilement pour ce genre de diagnostic au chapitre 2 du Guide (« Stations forestières »).

REMODELAGE DES PENTES POUR AUGMENTER L'INFILTRATION DE LA PLUIE

AMEUBLISSEMENT DES SOLS COMPACTS

La réserve en eau utilisable d'un sol peut être augmentée de trois manières :



ENFOUISSEMENT DE LA VEGETATION POUR ACCROITRE LA POROSITÉ

(Attention à broyer finement la matière ligneuse pour éviter les poches d'air et le développement de champignons parasites.)

# PREPARATION DU SITE A BOISER

(SUITE)

## ● Pour améliorer la perméabilité à l'air

L'oxygène est un élément indispensable au développement des racines et il faut donc que celui de l'atmosphère puisse pénétrer aisément dans les premiers décimètres du sol. Peuvent s'y opposer la **compacité** des premiers horizons et leur **hydro-morphie**. En ce qui concerne la compacité, elle sera diminuée par les mêmes techniques que celles visant l'augmentation de la capacité de rétention hydrique (voir ci-dessus). Par contre, les sols hydro-morphes, c'est-à-dire ceux qui peuvent être gorgés d'eau pendant plusieurs semaines consécutives, doivent faire l'objet de travaux de drainage.

## ● Pour assurer un ancrage profond des racines

Sur les sites exposés à des vents violents, la profondeur du sol accessible aux racines est une garantie contre les dangers de chablis car les racines superficielles ne constituent pas un arrimage suffisant des grands arbres ; il leur faut, pour résister au renversement, des racines ancrées d'autant plus profondément que le sol est peu cohérent et que le peuplement est plus haut et plus disséminé. Cet objectif est généralement atteint du moment que le sont les deux précédents (capacité de rétention hydrique et porosité) ; on se méfiera cependant du **cas des sols hydromorphes** où la stabilité des arbres peut nécessiter d'assainir une épaisseur beaucoup plus importante que ce qui serait nécessaire pour assurer seulement une alimentation en eau et en air convenable.



## ● Pour contrôler le ruissellement et l'érosion

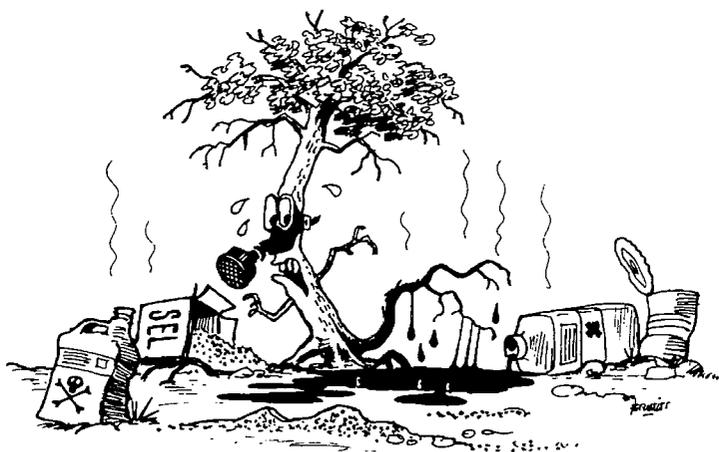
La violence des précipitations méditerranéennes expose tous les sols dénudés à une érosion d'autant plus agressive que la pente est forte et la structure peu cohérente. Or la nécessité de détruire au moins partiellement la végétation préexistante pour assurer la réussite d'un reboisement est génératrice d'érosion. La préparation du sol peut contrecarrer cette érosion, en diminuant la part ruisselée des précipitations par augmentation de la part infiltrée : comme on l'a déjà vu pour l'augmentation de la capacité de rétention hydrique, cela est possible par le remodelage de la surface en terrasses, banquettes ou gradineaux, l'ameublissement des horizons compacts, l'enfouissement avec brassage de tout ou partie de la végétation préexistante broyée.

Toutefois certains sols sont si peu cohérents que sur pente forte le travail du sol est susceptible de générer plus d'érosion qu'il n'en peut éviter ; il faudra dans ces cas-là limiter cette préparation au voisinage immédiat des plants introduits soit en lignes de niveau, soit en potets individuels.

## ● Pour améliorer la composition chimique

Certains sols sont nettement **toxiques** : c'est le cas, pour la plupart des arbres, des sols salés qui bordent le rivage de la Méditerranée et, pour les seules essences très calcifuges comme le Châtaignier, le Chêne-liège ou le Pin maritime, des sols à calcaire actif. Si l'on est pratiquement incapable d'améliorer les seconds (les amendements acidifiants n'ont d'effet que sur les couches superficielles du sol et cet effet est limité dans le temps, ce qui est rédhibitoire pour des boisements), on peut envisager par contre de dessaler un site par des techniques combinées d'irrigation et de drainage associées à un remodelage du terrain en buttes ou billons ; encore faut-il disposer d'une ressource abondante en eau douce qui soit garantie pour toute la vie du peuplement car l'arrêt de l'irrigation entraîne généralement la remontée de la nappe salée qui subsistait en profondeur.

Signalons également le cas d'anciens vignobles où se sont accumulés pendant des décennies des produits désherbants et cuivrés, et des anciennes décharges d'ordures ménagères ou industrielles.



En dehors de ces cas extrêmes, le forestier peut rencontrer des sols dont la composition chimique est simplement **déficitaire en certains éléments directement assimilables**: éléments minéraux tels que le calcium et le phosphore sur la plupart des sols siliceux, éléments organiques tels qu'acides humiques sur sols squelettiques. Ces carences ne menacent pas la vie des plants mais peuvent limiter la vitesse de croissance, voire affecter le port des arbres.

Une préparation mécanique du sol incorporant les horizons humiques de surface ainsi que la litière et une partie de la végétation aérienne préexistante a généralement un effet positif en favorisant la minéralisation de la matière organique brute; cet enrichissement du sol sera de courte durée (quelques années) mais suffisant pour assurer un bon démarrage du boisement.

L'apport d'amendements chimiques est toujours possible mais son rapport coût/avantage est très controversé et doit être réservé aux cas vraiment critiques. Dans la plupart des cas, on se contentera de choisir les essences de reboisement parmi les moins sensibles aux carences détectées.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Note de synthèse sur les aspects techniques à prendre en compte pour l'établissement des projets de reboisement entrant dans le cadre des P.I.M. (CEMAGREF - Mars 1986).
- Techniques de reboisement (CEMAGREF - 4<sup>e</sup> trimestre 1982).

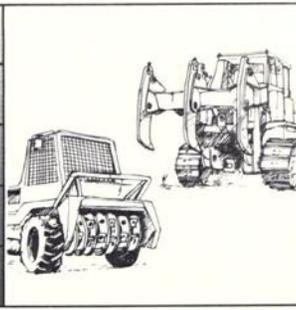


Illustrations: Jean-Pierre DERUELLES

4a

# PREPARATION DU SITE A BOISER

## LES TECHNIQUES ELEMENTAIRES

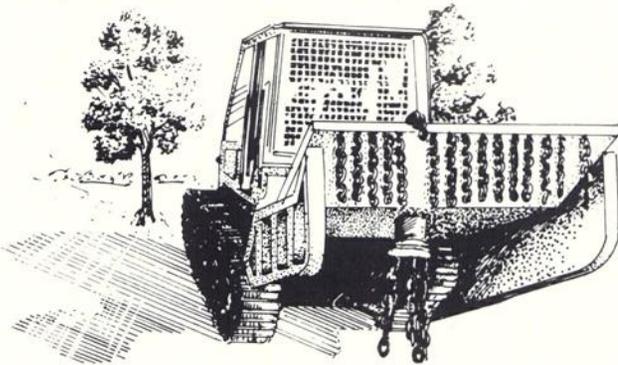


Les techniques utilisées en reboisement peuvent être recensées sous forme d'un certain nombre de techniques élémentaires qui sont rarement spécifiques de la foresterie méditerranéenne mais qu'il est indispensable de rappeler pour signaler au passage leurs avantages et inconvénients respectifs ainsi que les précautions qui doivent guider leur mise en œuvre.

### TECHNIQUES N'AGISSANT QUE SUR LA VEGETATION PREEXISTANTE

Ce sont :

- **le broyage mécanique** des parties aériennes à l'aide d'engins plus ou moins puissants (les gyrobroyeurs portés à axe vertical suffisent pour des formations herbacées ou ligneuses de diamètre inférieur à 8 centimètres ; les broyeurs portés à axe horizontal permettent de détruire toute végétation jusqu'à un diamètre de 15 centimètres) ; ces engins ne peuvent évoluer que sur des pentes inférieures à 30 % ;



- **le tronçonnage** à la scie à chaîne, nécessaire dès qu'il faut éliminer des arbres de plus de 15 centimètres de diamètre ; recommandé en préalable au broyage mécanique pour les brins de plus de 10 centimètres ;

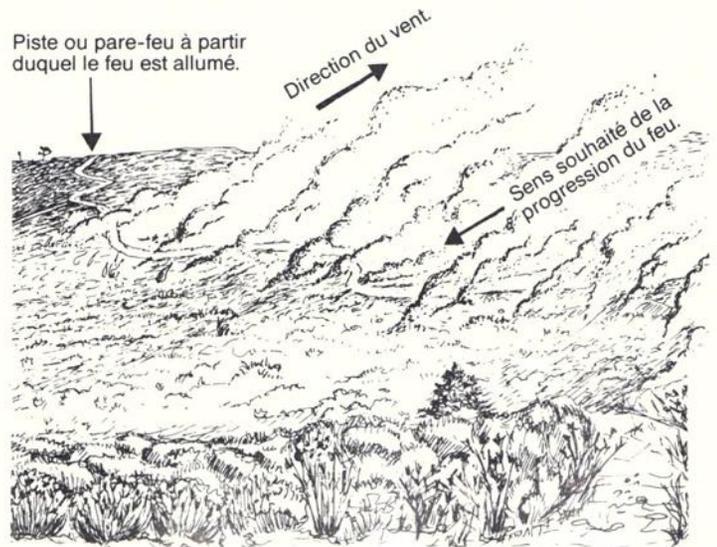


Photo : C. RIFERT / FOMEDIA

- **le débroussaillage à la lame rotative portée à dos d'homme** lorsque la pente ou les rochers interdisent l'accès des engins ; cf. texte entretien débroussailliers ;

- **le débroussaillage manuel au croissant** lorsqu'une pente supérieure à 60 % rend dangereux et malaisé des débroussaillères portatives à moteur.

- **le brûlage dirigé** qui, comme les défanants, ne détruit que les parties aériennes en présentant sur eux l'avantage d'être moins coûteux et l'inconvénient de stimuler le rejet de certaines espèces ligneuses et la germination de nombreuses adventices herbacées ou semi-ligneuses ;





- **la dévitalisation chimique** à l'aide de phytocides agissant par contact ou systémiques (action après transport dans la plante) ; les périodes de l'année les plus favorables sont liées au choix des produits et aux espèces à contrôler (voir : Phytocides en Sylviculture - CEMAGREF - INRA n° 53 - Décembre 1987).

Pour plus de renseignements sur les matériels existants, on consultera avec profit le numéro hors-série 1986-3 du BTMEA du CEMAGREF intitulé : "Mécanisation du débroussaillage" de A. MAILLET.

## TECHNIQUES AGISSANT A LA FOIS SUR LE SOL ET LA VEGETATION

Essentiellement destinées à modifier le sol, elles ont un impact inévitable sur la végétation qui le recouvre, c'est pourquoi certaines sont utilisées pour conditionner simultanément l'un et l'autre de ces facteurs du milieu.

### TECHNIQUE DE REMODELAGE DU TERRAIN

On peut distinguer successivement celles qui visent essentiellement à combattre l'hydromorphie et celles qui tendent surtout à diminuer l'érosion et augmenter l'infiltration.

#### ● Pour combattre l'hydromorphie

On fait appel aux mêmes techniques de drainage que celles adoptées en agriculture :



- **creusement de fossés** régulièrement espacés débouchant dans des exutoires ; leur profondeur et leur espacement (qui ne doit pas être inférieur à 40 mètres pour ne pas apporter trop de gêne à la réalisation puis à l'entretien et à l'exploitation du boisement) doivent être calculés scientifiquement en fonction de la pente et de la nature du sol ; on utilise pour l'exécution des pelles mécaniques à godet en V ;

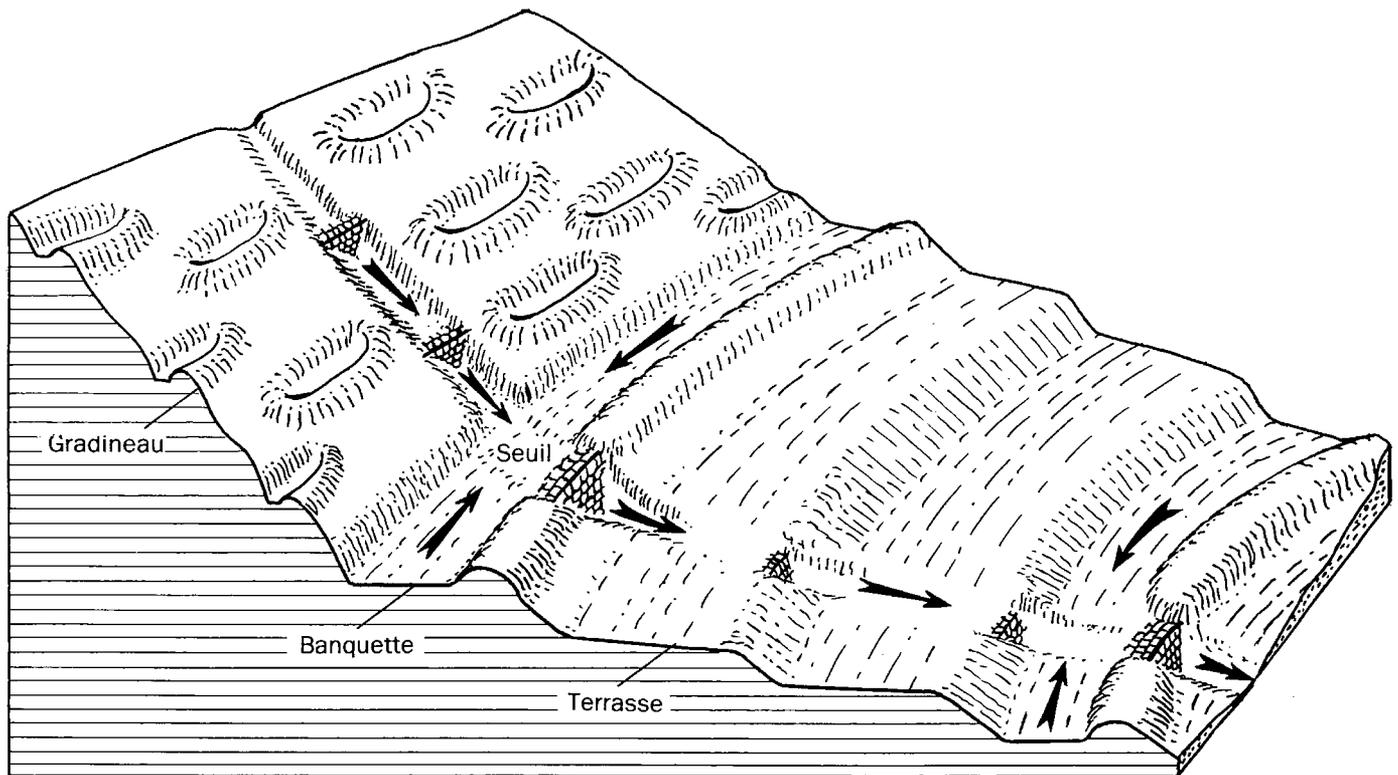


- **billonnage en plein** du terrain à l'aide soit de billonneuses spéciales, soit de charrues à soc ou à disques qui, en alternant le sens de versement, parviennent à créer des dénivelées de plus de 40 à 50 centimètres au-dessus de sillons espacés au minimum de 2 mètres (quand cet espacement dépasse 3 mètres, les billons s'appellent planches ou ados). Cette deuxième technique, nettement plus économique du fait qu'elle inclue l'intégralité de la préparation du sol, doit être préférée chaque fois que possible, c'est-à-dire lorsque le terrain n'est ni ensouché ni rocheux (ce qui empêcherait un travail régulier de la charrue) ni trop bosselé (ce qui provoquerait des contrepentes dans le fond des sillons). Bien entendu, les sillons seront orientés selon la ligne de plus grande pente.

#### ● Pour diminuer l'érosion et augmenter l'infiltration

Ces techniques consistent à aménager en travers de la pente des ouvrages terrassés parmi lesquels on distingue d'une part les banquettes qui, grâce à leur bourrelet, jouent le rôle de fossés canalisant le surplus des eaux non infiltrées vers des exutoires naturels, d'autre part les terrasses, gradins ou gradineaux qui ne détournent pas le ruissellement de son cours normal (le sens de la plus grande pente), se contentant de lui opposer une zone de moindre pente et de sol ameubli où l'infiltration est maximisée.

L'exécution des **banquettes** exige un tracé très précis n'admettant pas la moindre contrepente ; la pente longitudinale doit ne jamais être nulle et doit être comprise entre 2 et 3 pour mille ; la hauteur du bourrelet ne doit jamais être inférieure à celle calculée pour contenir le débit maximum dû à une précipitation de 3 millimètres/minute ; enfin les seuils par lesquels les banquettes se déversent dans les exutoires doivent être constitués de murettes ou gabions très résistants et non contournables pour éviter l'érosion régressive.



Parce qu'ils concentrent des débits importants hors des cheminements naturels, les réseaux de banquettes nécessitent une surveillance et des entretiens permanents ; c'est pourquoi l'on ne doit recourir à cette technique que dans des situations tout à fait exceptionnelles qui ressortissent généralement à d'autres objectifs que celui de la réussite du boisement.

L'exécution des terrasses, gradins et gradineaux est par contre très simple à mettre en œuvre et ne présente pas le risque de concentrer les eaux de ruissellement.

**Terrasses et gradins** sont réalisés en continu et en courbes de niveau ; ils se distinguent par leur largeur et leur mode d'exécution : les terrasses ont de 3 à 5 mètres de large et sont réalisées mécaniquement à l'aide d'angledozer (en plus de leur rôle hydrologique, elles permettent également de sous-soler en courbes de niveau des pentes qui sans cela seraient inaccessibles aux engins), alors que les gradins sont plus étroits et terrassés à la pioche ou à la pelle araignée sur les pentes inaccessibles aux engins à roues ou à chenilles. Leur semelle est sous-solée ou à défaut piochée pour favoriser l'infiltration. La pente en travers doit

toujours verser vers l'aval et excéder 10 % afin de ne jamais risquer de concentrer un écoulement longitudinal ; pour la même raison, terrasses et gradins ne doivent pas comporter de bourrelet.

Les **gradineaux** sont des tronçons de gradins de un à cinq mètres de long seulement qui peuvent eux présenter un bourrelet ou un dévers amont car il n'y a pas de risque de ruissellement longitudinal ; ils peuvent de ce fait emmagasiner davantage d'eau de pluie en étalant son infiltration dans le temps. A l'exception des gradineaux de petite taille, tous ces ouvrages présentent cependant **de sérieux inconvénients lorsque le peuplement doit être exploité** : même si leur relief s'atténue progressivement par tassement et érosion, ils constituent sinon lors de la coupe définitive en tout cas lors des premières éclaircies un obstacle au traînage des grumes qui déprécie très sensiblement la valeur sur pied de la coupe. C'est pourquoi ces techniques devront être réservées aux sites particulièrement sensibles à l'érosion et l'inconvénient précité pris en compte dans l'évaluation du projet. En ce qui concerne les terrasses, on réduira considérablement l'inconvénient précité en leur donnant un fort dévers aval : juste ce qu'il faut pour permettre l'évolution des rippers en courbes de niveau, c'est-à-dire 20 à 25 % de pente en travers.



## 4b PRÉPARATION DU SITE A BOISER LES TECHNIQUES ELEMENTAIRES

(SUITE)



### TECHNIQUES DE TRAVAIL PROFOND

Bien que nécessitant des matériels plus puissants et progressant moins vite, les techniques de travail profond sont indispensables pour améliorer la plupart des sols méditerranéens.

Si cette amélioration ne vise qu'à augmenter la réserve en eau ou favoriser l'ancrage du peuplement futur, on recourra au **sous-solage** (à 1, 2 ou 3 dents à la fois selon la résistance du sol) grâce à un roter tracté ou un ripper porté pouvant pénétrer jusqu'à 80 centimètres. Pour que les dents de ces engins, généralement espacées de 1,20 mètre, ne découpent pas le sous-sol en tranches compactes, **il est nécessaire d'effectuer ce travail en saison sèche et à vitesse relativement élevée** (4 à 5 km à l'heure, ce qui implique des engins très puissants de plus de 180 cv) afin d'obtenir un véritable éclatement du terrain multipliant et agrandissant les fissures. L'effet du sous-solage est d'autant plus grand que le sous-sol est rocheux, chaque bloc percuté par une dent élargissant l'impact de celle-ci ; il est par contre inutile dans un sous-sol sableux, et même négatif dans un sous-sol argileux détrempé.

Si l'on désire en outre remonter les horizons profonds du sol en raison de leur plus grande fertilité que ceux de surface, on préférera le **labour profond** réalisé avec de grosses charrues à socs ou à disques du type "défonceuses", tractées par des engins de 180 cv minimum et d'un poids minimum de 4 tonnes, mais ce cas se présente si rarement dans nos régions méditerranéennes qu'il n'est évoqué que pour mémoire.

Sous-solage et labour profond ne doivent être exécutés que sur un terrain portant peu de végétation aérienne afin d'une part de ne pas entraver la progression des engins, d'autre part de ne pas risquer d'enfouir de trop gros volumes de branchages ou broussailles (pour les raisons évoquées au cours de la fiche 3). Les terrains embroussaillés ou boisés doivent donc être préalablement traités selon l'une des techniques décrites à la page 1. Enfin, il est à noter que ces techniques de travail profond ont pour effet secondaire de ramener à la surface une grande partie des racines de la végétation ligneuse préexistante ainsi que les plus gros blocs rocheux

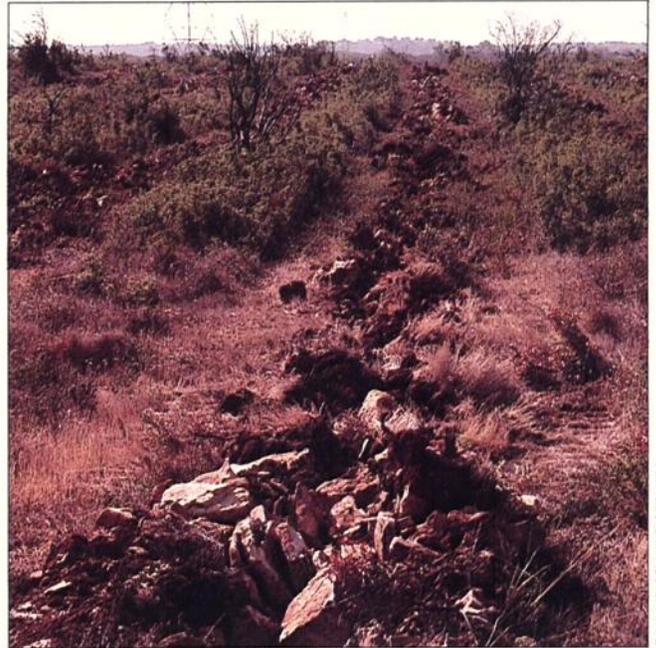
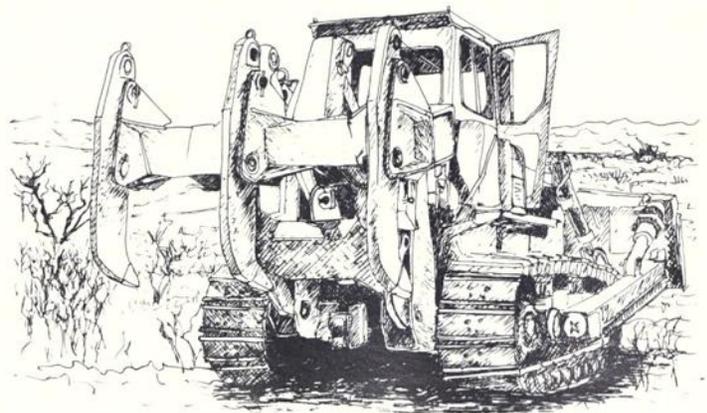


Photo: R. SCHIANO / FOMEDI

rencontrés. Si ces déchets sont trop importants, il faudra ensuite les évacuer ou les andainer à la lame râteau (dans les reboisements destinés à l'accueil du public ou des troupeaux, on pourra consentir le surcoût d'un broyage de ces cailloux à l'aide d'un broyeur porté qui homogénéise le sol sur 20 centimètres de profondeur, rendant plus facile les entretiens mécaniques ultérieurs); dans le cas contraire, il sera généralement possible de planter sans autre préparation, surtout si le sous-solage a été doublé en sens inverse et décalé (un trait de sous-solage tous les 50 centimètres) ou croisé. Mais attention à ne pas procéder à la plantation avant que les vides souterrains ménagés par ce travail aient été suffisamment réduits par les pluies.

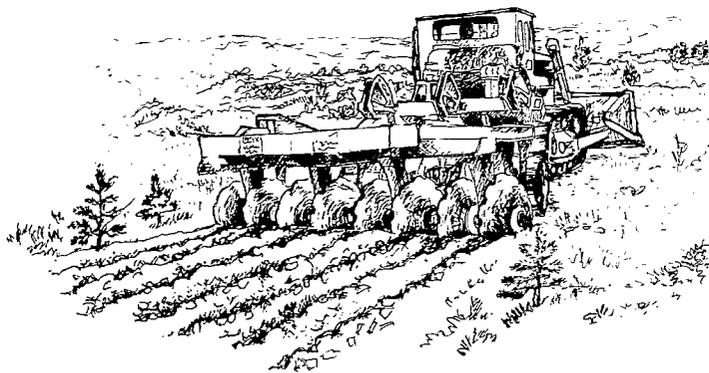


## TECHNIQUES DE TRAVAIL A MOYENNE PROFONDEUR

Ces techniques viennent généralement compléter le travail profond et ont pour but à la fois d'ameublir les couches qui seront explorées par les racines du jeune boisement (plus d'air, plus de rétention d'eau) et d'enfouir ce qui reste de la végétation préexistante après une réduction préalable si nécessaire. On peut distinguer le labour, le fraissage, le rasetage, l'utilisation du rouleau landais, des appareils à disques, des appareils à dents.

### ● Le labour

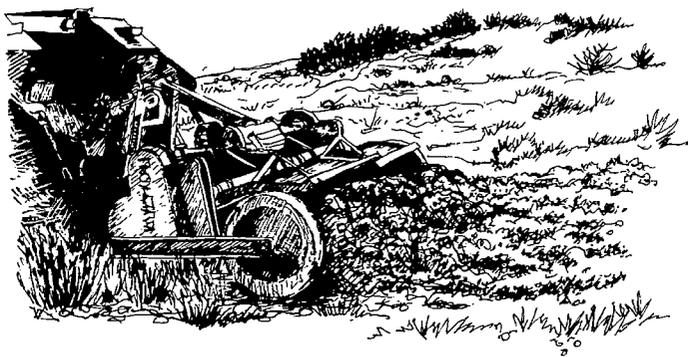
Il peut être effectué par des charrues à socs ou à disques dont la spécificité réside dans le **retournement du sol** en même temps que son ameublissement. Les charrues utilisées par les forestiers doivent être capables de descendre jusqu'à 40 ou 45 centimètres de profondeur : les charrues à socs ne peuvent être utilisées que si le terrain est exempt de souches ou de blocs rocheux dans lesquels elles risqueraient de se coincer ; sinon l'on préférera les charrues à disques indépendants où chaque disque est monté sur un bras articulé qui lui permet de se relever seul au passage d'un obstacle sans soulever les autres disques. Mais si la densité de ces obstacles est trop grande, le labour perd beaucoup de son efficacité et l'on doit lui préférer une autre technique.



A noter qu'un labour croisé peut enfouir en même temps que l'horizon superficiel du sol une strate végétale non ligneuse jusqu'à 50 centimètres de hauteur (lande à semi-ligneux préalablement réduite ou pelouse).

### ● Le fraissage

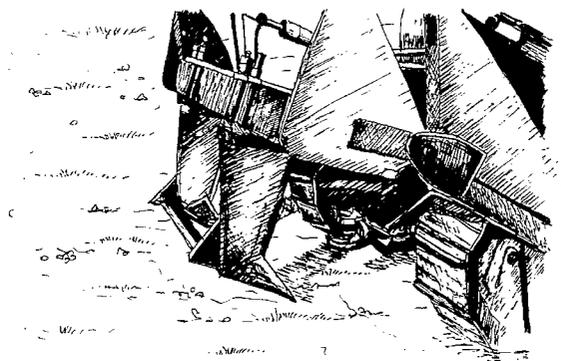
Il utilise des engins portés ou tractés à couteaux montés sur axe horizontal type rotavator qui brisent et malaxent les horizons supérieurs jusqu'à 20 centimètres de profondeur avec le reliquat éventuel d'une végétation herbacée ou semi-ligneuse préalablement réduite (par brûlage, défanage, gyrobroyage ou passage de lame râteau) afin qu'elle ne souffle pas le sol travaillé.



Ces engins ne peuvent travailler que dans des sols peu argileux exempts de racines ligneuses (qui ont tendance à s'enrouler autour de l'axe) et de pierres de calibre supérieur à 5 centimètres qui endommageraient les couteaux, sauf à utiliser de gros engins de travaux publics.

### ● Le rasetage

Il consiste à trancher le sol horizontalement entre 10 et 30 centimètres de profondeur à l'aide d'une lame d'acier fixée entre deux dents de ripper ou de rooter. Il a pour effet d'une part de sectionner toutes les racines sous le collet, ce qui les empêche de rejeter surtout si l'opération a lieu en été, d'autre part (mais seulement en terrain caillouteux) de disloquer et brasser les horizons superficiels du sol grâce à la mise en mouvement des blocs de pierre qu'il contient, ce qui entraîne du même coup une bonne destruction de la végétation herbacée et semi-ligneuse.



On l'utilise avec profit à la place d'un deuxième sous-solage car il aboutit au même résultat en consommant moins de puissance. Malheureusement, on ne trouve pas beaucoup de ces engins dans le parc des entreprises car ils n'ont pas d'autre utilisation (leur acquisition est donc peu rentable en France où la plupart des entreprises font une grosse part de leur chiffre d'affaires dans les travaux publics).

### ● Le rouleau landais

Cet engin est tracté ; comme ceux du type rotavator, il hache la végétation aérienne et les racines superficielles en les brassant avec les horizons supérieurs du sol ; si le travail est plus grossier (la végétation n'est pas finement broyée et risque donc de souffler davantage le sol), il est cependant exécutable sur des sols plus argileux

et plus pierreux. Sa vitesse d'avancement est supérieure à celle des rotavators, ce qui en fait une technique considérablement plus économique.

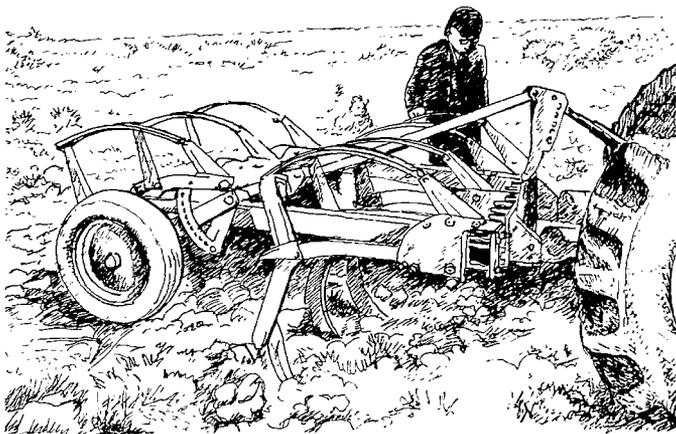
### ● Les appareils à disques

Du type "cover crop" ou "pulvériser" ou "sylviculteur", ce ne sont pas des charrues car leurs disques sont plus petits et ne ramènent pas en surface les horizons profonds : ils ne pénètrent que jusqu'à 25 ou 30 cm de profondeur. Utilisables sur tous types de sols même pierreux (blocs inférieurs à 20 centimètres de diamètre), ils peuvent détruire une végétation aérienne herbacée ou semi-ligneuse préalablement réduite à 20 centimètres de hauteur. Certains de ces engins ont des disques à axe horizontal indépendant, ce qui leur permet de réaliser un travail continu même en terrain ensouché.



### ● Les appareils à dents

Du type "chisel" ou "cultivateurs" ou "scarificateurs", on les utilise lorsqu'on veut éviter de retourner le sol, par exemple lorsque celui-ci est très peu cohérent donc très sensible à l'érosion, et que l'on veut ne pas détruire l'horizon humifère protecteur.



## TECHNIQUES DE TRAVAIL SUPERFICIEL

**Ne pénétrant pas à plus de 10 centimètres de profondeur, ces techniques sont utilisées :**  
**soit sur des terrains dont le feutrage superficiel des racines de la végétation préexistante nécessite d'être extrait préalablement à une préparation du sol,**  
**soit en complément de préparations profondes qui n'ont pas laissé la surface dans un état satisfaisant.**

### ● Pour éliminer le feutrage superficiel des racines

Lorsque ce feutrage n'est pas trop dense, il est généralement détruit par la plupart des préparations du sol à moyenne ou grande profondeur. Lorsqu'il est particulièrement dru et risque de ce fait, n'étant pas suffisamment émietté par une autre technique, de soulever exagérément le sol, il faut le déplacer hors de l'emprise des lignes de plantations.

C'est le cas notamment de **certaines pelouses à Molinie ou landes à Calune** que l'on va décaper à l'aide d'une **rasette à versoir** sur environ 40 centimètres de large de part et d'autre de l'axe de chaque ligne de plantation prévue ; les mottes ainsi tranchées sont renversées sur la pelouse ou lande voisine, ce qui double ainsi la largeur de végétation neutralisée. Si le sol nécessite un sous-solage, il sera commode de passer ensuite une dent de ripper dans l'axe de chaque bande décapée.

Certains entrepreneurs ont même monté sur leur ripper une rasette à versoir articulée, de telle manière qu'elle respecte un enfoncement de 10 centimètres quelle que soit la profondeur de travail de la dent ; ainsi décapage et sous-solage peuvent-ils être effectués en un seul passage.

On notera toutefois que sur terrain plat et peu filtrant, ces bandes décapées sont facilement ennoyées par les pluies, ce qui doit dissuader d'employer alors cette technique.

Un autre cas est celui de **certaines garrigues à Chêne Kermès** où l'on recourt volontiers à la **lame râteau** pour détruire le feutrage racinaire et l'andainier avant travail profond du sol. Cette technique permet d'ailleurs d'extraire en même temps toute la végétation aérienne si elle n'est pas trop développée.



On ne saurait trop mettre en garde **contre le décapage à la lame pleine** qui enlève complètement la couche humifère bien structurée extrêmement utile au développement des jeunes plants ; cette technique est à proscrire malgré son apparente efficacité.

### ● En complément de préparations profondes

Il est rare que pour une plantation l'on ait besoin de peaufiner la surface du sol après une préparation par l'une des techniques préalablement évoquées.

Ce sera cependant nécessaire si le travail profond a soulevé force blocs rocheux ou souches qu'il faudra soit évacuer, soit andainer à l'aide d'une lame de bull (pleine ou râteau), soit encore broyer sur place. Si cet encombrement n'est pas excessif, on pourra niveler grossièrement le sol bouleversé par le simple passage en marche arrière d'une lame de bull.

Autre cas particulier : la préparation d'un lit de semence. Si l'on a décidé en effet de créer le boisement à partir de semis directs, on sera obligé, sauf en sol très sableux, d'émietter les mottes résultant du travail à moyenne ou grande profondeur. On peut utiliser pour ce faire divers engins de type agricole tels que herses, pulvérisateurs, cultivateurs ou rotavateurs.

## **PRECAUTIONS COMMUNES A TOUTES LES TECHNIQUES DE PREPARATION EN CONTINU**

**La violence des orages méditerranéens fait courir des risques d'érosion à la plupart des sols qui sont travaillés en continu, risques d'autant plus graves que la pente est forte et que le sol est peu cohérent (les sols argilo-calcaires très pierreux étant les moins fragiles, les sols sableux acides les plus fragiles).**

Le risque dépend également de la technique utilisée selon qu'elle favorise ou non la concentration du ruissellement :

- le **fraisage** et le **rasetage** par exemple, du fait qu'ils laissent en surface un sol homogène sur

toute la largeur travaillée, n'induisent pas de concentration ; il en est tout autrement pour le labour et le sous-solage :

- le **labour** profond alterne des crêtes et des sillons assez espacés : chaque sillon concentre ainsi l'eau tombée sur environ 50 centimètres de large. Si le labour est effectué en bandes, la dérayure concentre tout le ruissellement issu de l'interbande.

- le **sous-solage** concentre dans chaque raie l'eau tombée sur plus d'un mètre de large. Si le sol est schisteux, les plaquettes remplissant la raie sont orientées par le sous-solage selon son axe et n'opposent donc aucune résistance au ruissellement. Si le sol est dépourvu de cailloux, c'est bien pire.

Il est donc recommandé de réaliser le labour, le sous-solage et les autres façons générant des sillons strictement en courbes de niveau toutes les fois que la pente le permet. Lorsque celle-ci est trop forte, on peut l'atténuer préalablement par la technique des terrasses (encore que celles-ci risquent de compromettre une exploitation économique des coupes futures), sinon l'on recourra à des techniques non continues (dites localisées) mais forcément plus coûteuses telles que présentées ci-après.

Signalons toutefois que sur les sols les plus cohérents on pourra pratiquer sans trop de risques le sous-solage selon la ligne de plus grande pente à condition de ne pas le réaliser en continu (relever la ou les dent(s) tous les 20 mètres) et de le faire suivre par un rasetage qui réhomogénéisera la largeur travaillée.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Bulletin technique du machinisme de l'équipement agricole (CEMAGREF - 3<sup>e</sup> trimestre 1986).
- Bulletin de Vulgarisation Forestière n° 64 (I.D.F. Décembre 1989), sur la préparation des sols.
- Phytocides en sylviculture (CEMAGREF - INRA n° 53 - Décembre 1987).

4C

# PREPARATION DU SITE A BOISER LES TECHNIQUES ELEMENTAIRES

(SUITE)

## TECHNIQUES LOCALISEES

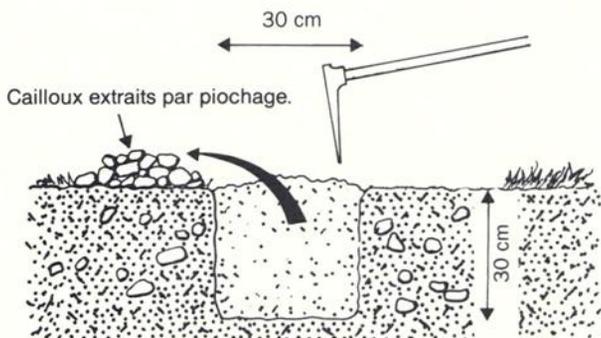
Contrairement aux précédentes, elles ne traitent pas le sol en plein ou en bande à l'aide d'engins se déplaçant en continu, mais travaillent le sol à l'emplacement futur de chaque arbre sous forme d'un potet de plus ou moins grande dimension.

La technique la plus ancienne est l'ouverture de potets à la pioche. On peut également en ouvrir mécaniquement à l'aide de pelles hydrauliques ou de tarières.

On peut enfin forer des puits de mine pour conditionner le sol à l'explosif.

### ● Potets manuels

Si le sol a déjà fait l'objet d'un travail mécanique profond, on se contente habituellement de réaliser un **potet simplement pioché** en remuant à la pioche un volume d'environ 30 centimètres de profondeur et 30 centimètres de diamètre dont on extrait les pierres de plus de 7 centimètres de diamètre et les racines de plus de 1 centimètre de diamètre ; ceci pour que l'environnement immédiat des racines du jeune arbre ne présente aucun risque de soufflage (présence de poches d'air) ou de meurtrissure lors du tassement qui accompagne la mise en terre. On doit également décapier la végétation sur un mètre de diamètre.

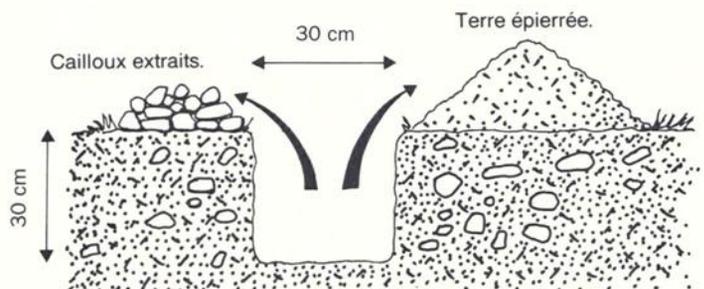


Si le sol n'a pas été travaillé au préalable, c'est soit que le sol était naturellement meuble (le potet sera alors pioché comme ci-dessus), soit que la pente du terrain ou son enrochement ou son ensouchement interdisait toute préparation mécanique : on utilise alors la technique du **potet ouvert** qui consiste, après avoir décapé la végétation sur



1 mètre de diamètre, à creuser un cube de 30 centimètres d'arête en extrayant complètement son contenu stocké sur le bord du trou, après élimination des pierres de plus de 7 centimètres et des racines de plus de 1 centimètre de diamètre. Ce travail, effectué autant que possible plusieurs semaines avant la plantation ou le semis, permet :

- de s'assurer que la profondeur travaillée est bien atteinte (autrement qu'en surveillant les ouvriers pas à pas),
- de stocker un maximum des eaux de pluie intermédiaires,
- d'aérer le sol.

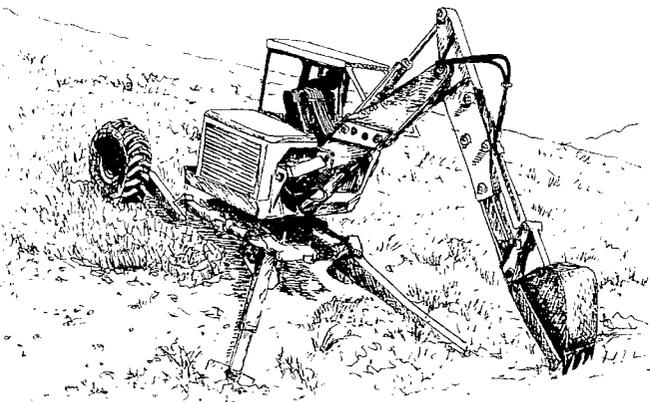


Lorsqu'une dimension supérieure à 30 x 30 x 30 s'avérera préférable, notamment dans les sols compacts, il sera plus économique de recourir alors à l'une des techniques d'ouverture suivantes.

## ● Potets mécaniques

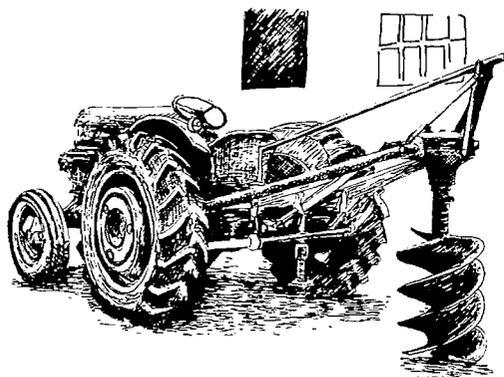
**a) A la pelle hydraulique :** Equipée d'un godet de 50 litres environ, la pelle hydraulique peut creuser d'un seul coup un potet de 40 x 40 x 40 (davantage même si le sol n'est pas trop résistant).

En terrain peu pentu (moins de 25 %), on utilise une pelle classique montée sur roues ou sur chenilles ; sur pentes plus fortes (jusqu'à 60 %), on utilise la **pelle-araignée**.



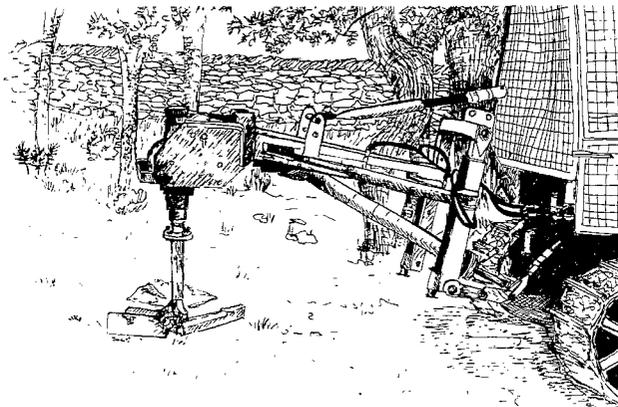
Nouveau venu sur le marché, cet engin est de plus en plus utilisé lorsque la pente interdit l'accès des autres engins ou lorsque le sol est trop fragile pour supporter sans risque d'érosion une préparation en continu. Son intérêt réside dans le fait qu'il peut à lui seul effectuer l'élimination d'une végétation basse (les dents du godet fonctionnent comme une lame râteau), le travail du sol à moyenne profondeur (jusqu'à 40, voire 50 centimètres) et l'ouverture d'un potet de plantation. Il peut également andainer les remanents de l'exploitation préalable de la strate ligneuse. Enfin il viole moins le paysage que les engins travaillant en continu.

**b) A la tarière :** Les tarières montées sur simple tracteur agricole suffisent à creuser des potets cylindriques jusqu'à 1 mètre de profondeur sur 30 à 40 centimètres de diamètre à condition que le sol ne soit pas rocheux.



En terrain argileux, l'outil classique "lisse" les parois du trou qui deviennent ainsi moins perméables aux futures racines et piègent l'eau. Il est recommandé dans ce type de terrain de les travailler en saison sèche et d'utiliser une

tarière dont l'hélice aura été hérissée de dents horizontales émettant les parois du potet ; mais avec l'usure ces dents perdent vite leur efficacité et l'on doit veiller à les reconstituer assez souvent. Si le terrain argileux est en pente, on alignera les potets sur des raies de sous-solage préalablement



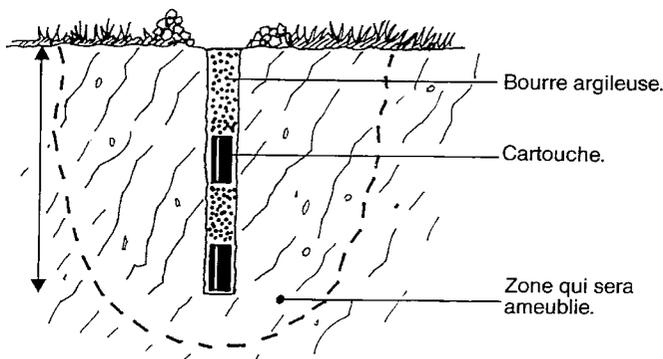
effectuées selon la ligne de plus grande pente afin de faciliter leur drainage.

En terrain rocheux préalablement sous-solé, on peut également utiliser une tarière mécanique, dérivée de celle employée pour planter la vigne mais alourdie, composée d'un axe portant deux pales opposées : elle permet de réaliser un potet de 40 cm de large sur 40 cm de profondeur en remontant les blocs de pierre, ce qui évite les poches d'air et le lissage des parois.

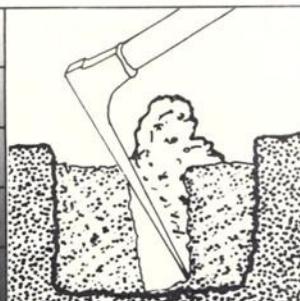
Les potets à la tarière conviennent tout spécialement pour la plantation de Peupliers, Saules ou autres essences du même type qui reprennent facilement en plançons (collet profondément enterré).

## ● Potets à l'explosif

En raison de son coût élevé et de l'impossibilité de disposer en France d'explosif brisant, cette technique n'est valable qu'en terrain rocheux mais facilement accessible où toute autre préparation du sol s'avérerait techniquement impossible. Le trou de mine est foré à la perforatrice pneumatique jusqu'à 50 centimètres environ, garni d'une cartouche d'explosif agricole au fond et d'une autre à mi-hauteur, le bourrage étant effectué avec de la terre argileuse humide.



# LA MISE EN PLACE DES ESSENCES CHOISIES



## LA PLANTATION

### CHOIX DU TYPE DE PLANTS

Les plants qui après élevage en pépinière vont être mis en terre sur leur site définitif peuvent être utilisés soit **en mottes (avec ou sans conteneur)** soit à **racines nues**.

La plantation à racines nues, bien qu'à première vue plus économique, présente en région méditerranéenne de très sérieux inconvénients qui la font le plus souvent écarter :

- le traumatisme provoqué par l'arrachage en pépinière (crise de transplantation) ne peut être aisément surmonté pour la plupart des essences que si le nouvel environnement est très favorable : sol et atmosphère humides notamment. Or c'est rarement le cas sous climat méditerranéen où une période de plantation pluvieuse peut être brutalement interrompue par une longue séquence de mistral desséchant sur un sol disposant d'une faible capacité de rétention hydrique. A noter que pour certaines essences comme le Pin maritime et le Cèdre la transplantation à racines nues est quasiment impossible sous quelque climat que ce soit ;

- les risques de dessiccation ou d'échauffement des plants durant le transport et le stockage sur chantier sont beaucoup plus grands sous climat méditerranéen ;

- les périodes favorables à la plantation des racines nues sont beaucoup plus courtes et imprévisibles en régions méditerranéennes ; la plantation en mottes permet d'étaler davantage la durée des chantiers, donc d'obtenir de meilleures offres financières des entreprises.

En définitive, sous climat méditerranéen, c'est-à-dire dans les stations relevant des étages du Chêne vert (mésoméditerranéen) et du Chêne pubescent (supraméditerranéen), on aura tout avantage pour des raisons de sécurité à préférer l'usage des plants en conteneurs, la technique à racines nues restant néanmoins souhaitable pour les plantations de feuillus en sols particulièrement profonds et frais, et aux essences résineuses autres que le Cèdre, le Pin d'Alep, le Pin pignon et le Cyprès dans les stations les mieux arrosés de l'étage supra-méditerranéen.

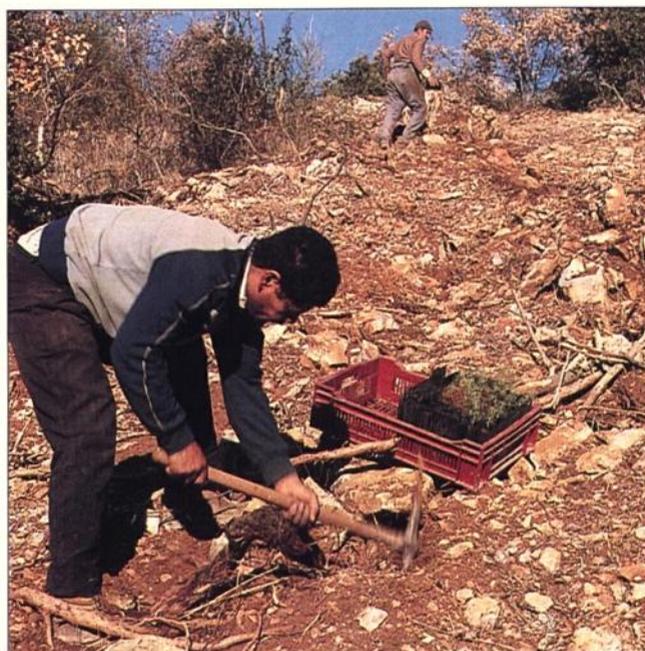


Photo : J.-L. DDAF-13 / FOMEDI

On se reportera aux fiches du chapitre 6 (« Production de plants forestiers ») pour ce qui est :

- des types de conteneurs souhaitables, sachant que le choix du type n'est pas dépendant de la station à boiser ;
- de l'âge et des dimensions devant être exigés ;
- des conditions de transport et de stockage depuis la pépinière jusqu'au site d'implantation.

### EPOQUE DE PLANTATION

En zone méditerranéenne stricte l'objectif est que les plants mis en terre aient pu développer un maximum de racines profondes avant le début de la saison sèche laquelle peut survenir dès le mois d'avril ou mai.

Comme l'hiver présente souvent des périodes de redoux favorables à la reprise d'activité des végétaux, on aura intérêt à terminer les plantations dès janvier, donc à planter en automne. On attendra néanmoins que se déclenchent les premières grosses pluies afin de ne pas risquer un dessèchement à partir d'un sol trop sec.

Pour les feuillus à racines nues et à feuilles caduques on attendra bien évidemment la chute du feuillage. Pour certaines essences particulièrement gélives utilisées habituellement en zone

supra méditerranéenne on reportera les plantations au printemps (exemple le Douglas).

Pendant toute la saison favorable on s'abstiendra de planter les essences à feuilles persistantes durant les périodes de vent desséchant (Mistral, Tramontane) et par températures inférieures à zéro. A noter que certaines petites régions du pourtour méditerranéen français comme le Roussillon bénéficient de printemps pluvieux qui permettent sans trop de risques de planter en fin d'hiver, début de printemps.

Enfin on évitera de planter trop tôt après la préparation du sol lorsque cette préparation ménage des poches d'air dans le sol (sous-solage notamment ainsi que toutes façons qui enfouissent une végétation non finement broyée); on attendra que le sol se soit "rassi" après une période de pluies abondantes.

## REPARTITION SPATIALE

Il s'agit de décider combien l'on plantera de sujets à l'hectare et comment ils seront disposés les uns par rapport aux autres.

### ● La densité à l'hectare

dépend à la fois de la station, de l'essence et des objectifs du maître d'ouvrage.

**a) De la station :** les sites particulièrement ventés nécessitent des densités fortes afin de cantonner l'effet déformant et limitant aux lisières exposées au vent dominant. Les sols disposant de très faibles capacités de rétention hydrique même après travail approprié ne pourront assurer le développement normal d'un peuplement trop dense.

**b) De l'essence :** certaines essences peu frugales ne se satisfont pas d'une forte densité surtout si le terrain n'est pas très riche ni très bien alimenté en eau ; c'est le cas des feuillus précieux tels que les Merisiers, Noyers, etc. Par ailleurs, les essences dites de lumière même frugales telles que le Pin d'Alep, le Pin pignon, etc. s'étioleront au bout de quelques années, si elles sont plantées trop serrées.

**c) Des objectifs du maître d'ouvrage :** on adoptera des densités fortes si l'objectif est de protéger de l'érosion un sol fragile et de limiter la prolifération d'un sous-bois combustible. A l'inverse, s'il s'agit de créer un pâturage boisé sans interruption du parcours, on espacera largement les sujets.

En considérant seulement un objectif de production, on notera que si le volume total de bois produit à l'hectare est théoriquement indépendant de la densité, sa qualité sera dépréciée si :

- en cas de densité initiale forte, des éclaircies ne sont pas pratiquées par la suite (bois de trop petit diamètre) ;

- en cas de densité initiale faible, des élagages ne sont pas exécutés à temps (présence de nœuds et forte conicité du tronc).

En moyenne, les densités adoptées oscillent entre 1.000 et 1.500 plants/ha pour les résineux, 200 à 400 pour les feuillus précieux. Mais l'on peut aller jusqu'à 3.000 plants/ha pour la fixation anti-érosive et descendre jusqu'à 100 plants/ha pour les pâturages boisés.

### ● La répartition des plants sur le site

On recherchera en principe une répartition aussi homogène que possible pour assurer à chaque arbre le maximum d'espace vital.

QUANTITE DE PLANTS A L'HECTARE SUIVANT L'ESPACEMENT

mètres	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,50	2,75	3,00	7,00	8,00	9,00	10,00
1,50	4444	4166	3921	3703	3508	3333	2666	2424	2222	955	835	740	666
1,60	4166	3906	3676	3472	3290	3125	2500	2272	2083	895	780	694	625
1,70	3921	3676	3460	3265	3096	2941	2352	2138	1960	840	735	653	588
1,80	3703	3472	3268	3086	2924	2777	2222	2020	1852	795	695	617	565
1,90	3508	3290	3096	2924	2770	2631	2105	1913	1754	750	660	584	526
2,00	3333	3125	2941	2777	2631	2500	2000	1818	1666	715	625	565	500
2,50	2666	2500	2352	2222	2105	2000	1600	1454	1333	570	500	444	400
2,75	2424	2272	2138	2020	1913	1818	1454	1322	1212	520	455	404	363
3,00	2222	2083	1960	1852	1754	1666	1333	1212	1111	475	415	370	333
3,50	1904	1785	1680	1587	1503	1428	1142	1038	952	410	360	317	285
4,00	1666	1562	1470	1388	1315	1250	1000	909	833	260	315	277	250
7,00	955	895	840	795	750	715	570	520	475	205	180	158	142
8,00	835	780	735	695	660	625	500	455	415	180	155	138	125
9,00	740	694	653	617	584	555	444	404	370	158	138	123	111
10,00	666	625	588	555	526	500	400	363	333	142	125	111	100

**Si le travail du sol a été exécuté en plein**, les plants seront soigneusement alignés (de manière rectiligne et perpendiculairement au vent dominant s'il n'y a pas de risques d'érosion, en courbes de niveau dans le cas contraire). En effet, l'alignement est très commode pour mieux surveiller les plants et faciliter les entretiens et exploitations futures ; par contre, il peut être contraire à une préoccupation d'esthétique dans le cas d'un reboisement paysager.

Si le terrain se prête à la mécanisation des entretiens, les plantations à forte densité (plus de 1.000 plants/ha), ne seront pas faites au carré mais, pour faciliter l'accès des engins, en serrant les plants sur chaque ligne de manière à ménager 3 mètres entre lignes (soit 1,33 mètre entre plants pour 2.500 plants/ha, cette distance devant être quelque peu raccourcie localement pour compenser les emplacements occupés par des souches ou des rochers).

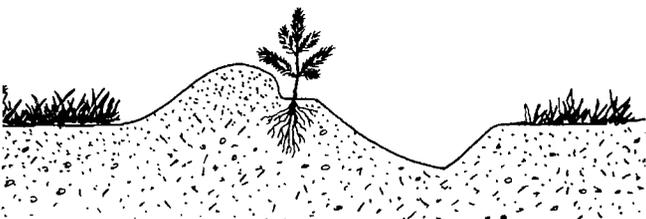
**Si le travail du sol a été exécuté en bandes**, les plants seront alignés le long des bandes à raison d'une ou plusieurs rangées par bande. Il convient de rappeler ici que pour éviter toute concurrence de la végétation des interbandes, les plants ne doivent pas être placés trop près de celle-ci (de 50 centimètres à 2 mètres selon la vigueur de cette végétation même préalablement traitée).

Comme il sera de ce fait rarement possible sur une même bande de ménager un écartement entre lignes d'au moins 3 mètres (sauf si la densité moyenne à l'hectare doit être inférieure à 1.000 plants/ha) on se contentera de respecter ce minimum toutes les deux lignes.

De toute façon, il est recommandé de s'arranger pour que l'espace vital de chaque plant ne soit jamais inférieur aux deux tiers de l'espace vital moyen résultant de la densité à l'hectare choisie (soit par exemple 2,7 m<sup>2</sup> pour 2.500 plants/ha ou 5,6 m<sup>2</sup> pour 1.200 plants/ha).

Ceci signifie que les techniques de préparation du sol et de la végétation en bandes peuvent être parfois incompatibles avec le choix d'une forte densité à l'hectare cadastral.

Les ouvrages de remodelage du sol tels que banquettes, gradins, billons étant destinés à être temporairement ennoyés, les plants ne seront jamais placés au fond de ces ouvrages mais sur leur crête (cas de billons de drainage) ou sur leur flanc (lorsque les conditions climatiques font craindre un trop fort dessèchement de la crête en été).



## MISE EN PLACE DES PLANTS

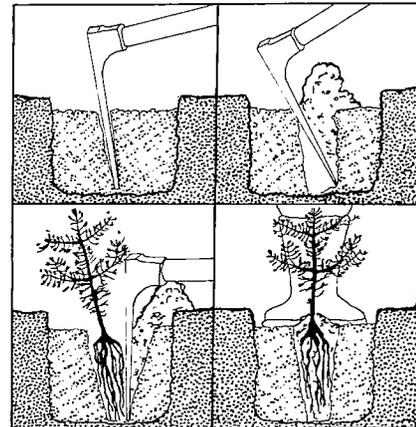
### 1 - PLANTS A RACINES NUES

L'art du planteur tient au respect de deux grands principes :

- ne pas déformer l'orientation naturelle du système racinaire ;
- assurer un contact étroit entre le sol et toutes les racines.

Il est certain qu'en région méditerranéenne l'accent doit être mis sur le second car les poches d'air aggravent les risques de dessiccation en saison chaude ou ventée, mais le premier garde toute son importance si l'on désire garantir un développement optimal de l'arbre tout au long de sa vie.

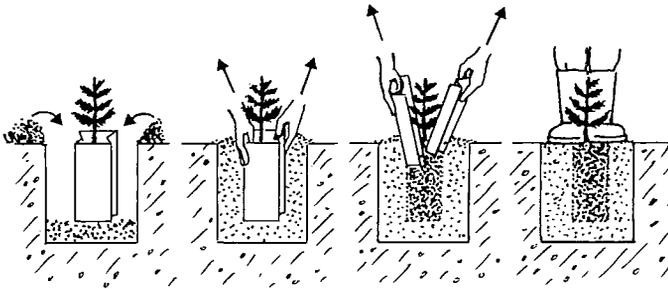
Une plantation correcte d'un plant à racines nues nécessite l'ouverture préalable d'un potet dont la profondeur doit excéder au moins de 5 centimètres la longueur des racines. Si celles-ci sont anormalement longues (plus de 25 centimètres), on les raccourcira au sécateur ou au greffoir pour éviter de les replier au fond du trou.



La plantation au coup de pioche ou en potet pioché est déconseillée car elle déforme sensiblement le système racinaire ; on pourra l'utiliser cependant pour des reboisements de fixation à l'aide d'essences très rustiques dont on n'attendra pas des peuplements de valeur. Pour la même raison, l'usage des planteuses mécaniques n'est pas conseillé pour les plantations à racines nues. On peut s'étonner de cette défiance envers des techniques couramment pratiquées dans les régions à climat plus tempéré : cela est dû à ce que sous ces climats l'on utilise sans problème des plants à chevelu racinaire plus court qui donc sont moins sujets à déformation lors de la plantation ; or en région méditerranéenne les risques de dessiccation superficielle du sol incitent à utiliser des plants à racines plus longues (une vingtaine de centimètres) qui sont donc plus exposés aux risques de déformation.

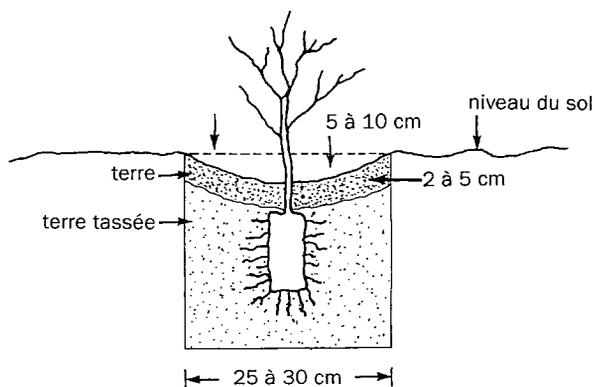
## 2 - PLANTS EN MOTTES OU EN CONTENEURS

L'avantage de ce type de plant est qu'il respecte ipso facto les deux principes majeurs énoncés ci-dessus : l'architecture racinaire n'est pas déformée et la cohésion du sol autour de la motte est facile à assurer. Un gros avantage réside aussi dans la possibilité de planter en potet pioché ou à la planteuse mécanique à condition que le sol soit suffisamment meuble (avec ou sans préparation) ; on n'utilisera donc la technique du potet ouvert que dans des sols non mécanisables ou particulièrement hydromorphes (cf. fiche 4c).



A noter toutefois que la plantation mécanique n'est possible avec des plants dont le conteneur doit être préalablement ôté que si la motte possède suffisamment de cohésion (cf. chapitre 6 "Production de plants forestiers").

**Une précaution spécifique à respecter pour les plants en mottes ou en conteneurs est de bien recouvrir le dessus de la motte avec 2 à 3 centimètres de terre franche** pour éviter la dessiccation par effet de mèche liée à la composition habituelle des substrats de culture.

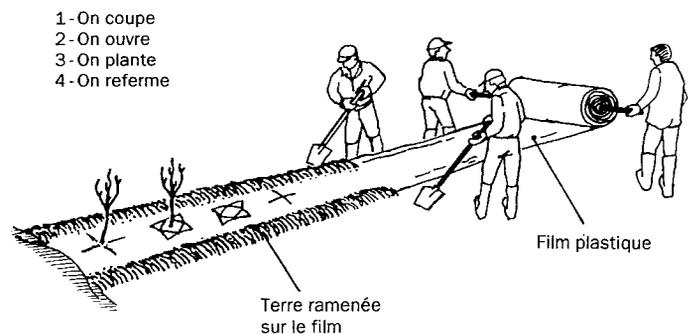


## 3 - PRECAUTIONS COMMUNES A TOUS LES TYPES DE PLANTS

**a) Niveau du collet :** Le collet du plant ne doit risquer ni d'être enterré ni d'être déchaussé de plus de 2 ou 3 centimètres. Aussi lorsque le terrain naturel a été remodelé (billons, gradins, terrasses, banquettes, etc.) il faut déterminer le niveau

d'installation du plant en anticipant les effets d'une certaine érosion locale. Par ailleurs, si le sol est très mouilleux, il sera légèrement butté afin que le collet soit surélevé d'une dizaine de centimètres par rapport au niveau général ; à l'inverse, si le sol est très séchant en été, on aménagera le potet en cuvette de 10 à 20 centimètres de profondeur afin que les racines soient plus près des horizons humides profonds. Dans tous ces cas, il sera prudent d'attendre qu'après la préparation du sol des pluies importantes aient sévi pour repérer les emplacements sûrs.

**b) Paillage plastique :** La protection des jeunes plants contre les risques de dessiccation superficielle du sol peut être assurée par la disposition en surface d'un film de polyéthylène noir de 60 à 100 microns d'épaisseur et de 80 à 100 centimètres de large, enterré sur les bords pour résister à l'arrachement par le vent. Lorsque les plants sont peu espacés sur les lignes, ce film peut être placé en continu par une pailleuse agricole classique ; encore faut-il que la surface du sol travaillé ne soit pas trop accidentée (absence de cailloux saillants notamment).



Ce procédé est cependant moins commode pour les plantations à racines nues car il exige une brèche très importante dans le film qu'il est difficile de refermer durablement, ni bien sûr pour les plantations mécaniques avec planteuses à étrave. Le coût de la fourniture du film et de sa mise en place, qui est loin d'être négligeable, fait que cette technique n'est pas conseillée pour les grands reboisements et doit être réservée aux plantations d'alignement ou en sols particulièrement séchants pour les essences dont les plants ont un prix d'acquisition relativement élevé.

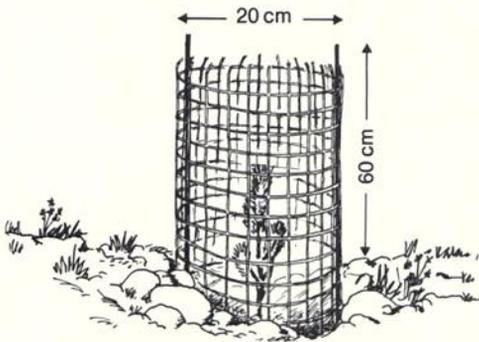
**c) Tassement :** Après mise en terre, le sol tout autour du plant sur 40 centimètres de diamètre doit être soigneusement tassé aux pieds ou à l'aide des roues tasseuses des planteuses mécaniques afin de supprimer au maximum les poches d'air et faciliter ainsi la remontée capillaire de l'humidité profonde.

# LA MISE EN PLACE DES ESSENCES CHOISIES

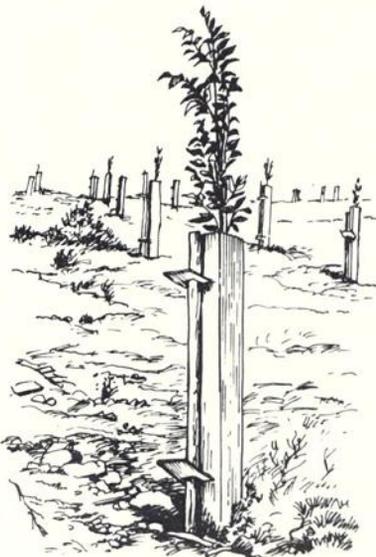
(SUITE)



**d) Protection contre les prédateurs :** On n'évoquera ici que le cas le plus courant des dégâts qui guettent les jeunes plants de la part des lapins ou du gros gibier. Lorsque l'étude préalable de la station a mis en évidence une fréquentation élevée du **lapin**, il est nécessaire de protéger les essences les plus appétentes (notamment Cèdre et Cyprès) par des manchons individuels en grillage métallique ou plastique d'une vingtaine de centimètres de diamètre et de 60 de hauteur, solidement arrimés à l'aide de deux piquets diamétralement opposés. Les répulsifs actuellement disponibles dans le commerce ne sont pas suffisamment efficaces.



Lorsque ce sont de grands animaux qui sont repérés, on devra protéger les hautes tiges à l'aide de manchons de grillage ou de plastique translucide jusqu'à 1,20 mètre environ pour le chevreuil,



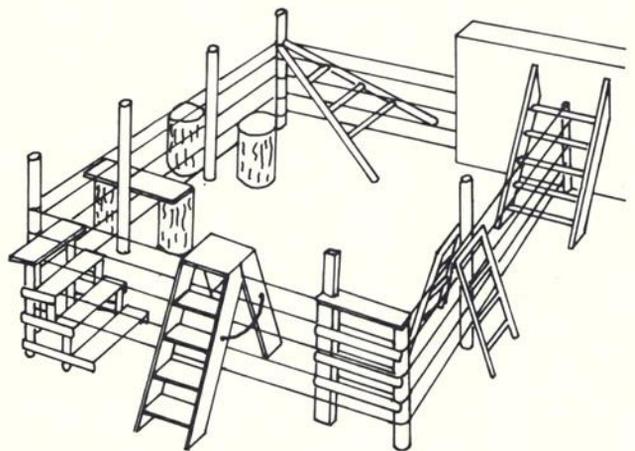
2,50 mètres pour le cerf ; ces protecteurs sont également utilisables pour protéger les arbres d'un pâturage boisé.

Ceux en matière plastique translucide du type TUBEX ou AKIPLANT ont d'ailleurs des effets complémentaires positifs sur la rapidité de croissance des feuillus comme l'ont récemment montré les expériences de DUPRAZ (LECSA-INRA Montpellier).

Contre les **sangliers**, par contre, toute protection individuelle est exclue : il faut, si le risque est grand enclore le boisement à l'aide d'un fil électrifié. Il est conseillé de consulter à ce sujet le Bulletin de la Vulgarisation Forestière n° 55 de l'I.D.F. intitulé "Protections contre le gibier".

La clôture est également indispensable pour protéger un reboisement dense de la dent des troupeaux pacageant à proximité ; type URSUS pour les caprins, triple rangée de fils de fer pour les ovins, simple fil à 1 mètre du sol (de préférence électrifié) pour les bovins et équins.

Dans tous les cas de clôtures continues, prévoir à intervalle régulier des passages piétons pour ne pas risquer des dégradations volontaires.



Enfin, il est nécessaire de prévenir les attaques de l'hylobe chaque fois que le terrain à planter porte des rémanents ou des souches en grand nombre en effectuant soit un trempage des plants dans la Deltaméthrine, soit un apport de granulés systémiques dans le trou de plantation.

## LE SEMIS

Sans conteste la plus ancienne des techniques de boisement, en ce sens qu'elle imite de très près la nature en déposant sur un sol plus ou moins travaillé des graines préalablement récoltées, **le semis direct n'est presque plus utilisé de nos jours pour les raisons économiques suivantes :**

- il nécessite plus de semences à l'hectare que la plantation car le taux de mortalité des plantules est très supérieur sur le terrain à celui qui peut être obtenu en pépinière et les destructions par les rongeurs sont particulièrement à redouter en région méditerranéenne ; or, pour la plupart des essences utilisables, les semences provenant de peuplements classés seuls susceptibles de garantir les meilleurs résultats ne sont disponibles actuellement sur le marché qu'en quantités limitées et ne permettent donc pas d'envisager une généralisation des reboisements par semis directs ;

- il implique pour beaucoup d'essences un ombrage durant les premières semaines, ce qui oblige à extraire la végétation en deux temps ;

- il implique une préparation du sol plus soignée donc plus coûteuse, dans le but de supprimer les mottes de surface ;

- il risque d'être anéanti par les attaques des rongeurs et celles des champignons (fonte) ;

- il nécessite, contrairement à la plantation et surtout en région méditerranéenne, des entretiens dès la première année pour lutter contre la concurrence des adventices herbacées, voire des arrosages par sécheresse exceptionnelle ;

- il aboutit inévitablement à un surnombre de tiges à l'hectare qu'il faut alors dépresser en deux ou trois passages.

On continue en France non méditerranéenne à pratiquer le semis pour quelques essences qui supportent très mal la plantation à racines nues en raison du développement très rapide de leur pivot ; c'est le cas du Pin maritime et des Chênes par exemple. Mais en région méditerranéenne, la plantation à racines nues étant de plus en plus remplacée par la plantation en mottes, le semis direct ne présente aucun avantage sur cette dernière technique et n'est donc pas pratiqué sauf dans deux cas particuliers :

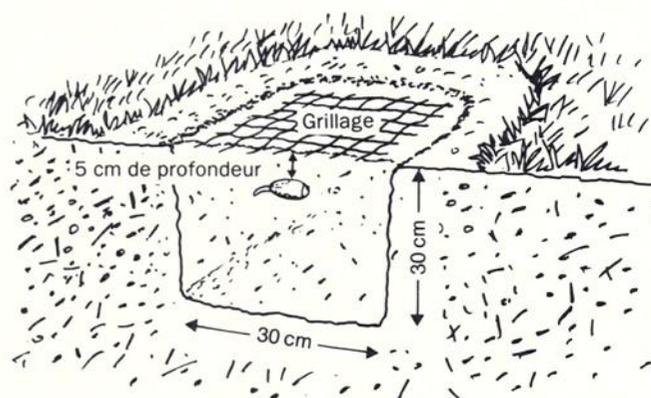
**a) La réhabilitation des talus de carrières et la fixation des grandes griffes d'érosion** où la pente excessive interdit toute préparation du sol, même manuelle.

A condition que le sol soit dépourvu de calcaire actif, le pin maritime s'installe remarquablement

par simple semis à la volée du haut des escarpements (à raison d'un kilo de graines à l'hectare environ) car, naturellement adaptés à une régénération après incendie, ses plantules ne nécessitent aucun abri ni contre le soleil ni contre le vent et s'accommodent d'un sol stérile et sans humus.

**b) - Le reboisement en Chêne-liège** car cette essence développe si rapidement un pivot particulièrement fragile que même en conteneur la reprise et surtout le développement ultérieur se trouvent compromis.

Pour réussir un semis de Chêne-liège, on commencera par prétraiter les glands à l'aide d'un fongicide destiné à empêcher la pourriture durant la période qui s'écoulera entre la mise en terre et la germination. Le gland, prégermé, est enterré à 5 centimètres de profondeur dans un potet de 30 x 30 x 30 cm sous un grillage de fer à mailles soudées de 2 centimètres de large et à fil mince non galvanisé découpé en carré de 30 centimètres de côté et lui-même enterré de quelques centimètres ; cette protection évite la destruction de la semence par les rongeurs ; la rouille détruira cette protection avant qu'elle puisse gêner le développement de l'arbre.



Le semis sera pratiqué à l'automne pour que le développement de la jeune plantule soit maximum avant le début de la saison sèche.

La même technique est conseillée pour les autres Chênes.

## BIBLIOGRAPHIE

- Réussir la forêt (Ministère de l'Agriculture - ONF - 1986).
- Boiser et après (Ministère de l'Agriculture - 1989).
- Bulletin de la Vulgarisation Forestière n° 55 (I.D.F. - Octobre 1988) sur les protections contre le gibier.
- Clôtures fixes (PATRE n° 334 - Mai 1986).



*On rassemble sous ce vocable toutes les interventions qui peuvent s'avérer nécessaires sur les jeunes plants ou sur leur environnement durant les cinq à dix années suivant leur mise en place. Au-delà, il s'agit d'actions relevant de la sylviculture.*

## LES OBJECTIFS

Après mise en place, le développement des jeunes arbres est soumis à divers facteurs de risque dont les plus dangereux sont d'une part la **concurrence pour l'eau et l'éclairement** de la végétation environnante jusqu'à ce que les plants soient suffisamment développés pour exercer à leur tour une concurrence victorieuse (ce qui peut demander de 5 à 10 ans, voire plus), d'autre part la **sensibilité à la propagation du feu** de cette même végétation qui met la plantation à la merci du premier feu courant.

L'objectif principal des entretiens sera donc de limiter le développement de la végétation adventice durant ces quelques années.

Dans certains cas, les entretiens comprennent également des interventions directes sur les arbres plantés conditionnant la réussite du boisement comme par exemple des tailles de formation ou des traitements phytosanitaires.

## LES TECHNIQUES EN FONCTION DES OBJECTIFS

### ● Limitation de la concurrence de la végétation environnante

Même si la préparation du site avant reboisement a comporté une destruction totale de la végétation préexistante, les graines amenées par le vent et le stock contenu dans le sol réensemencent inévitablement toute la superficie travaillée d'une foule **d'espèces herbacées, surtout des graminées**, dont la vitesse de développement racinaire est considérablement plus rapide que celle de l'essence introduite, et cet envahissement est d'autant plus vigoureux que le sol de surface a été finement émietté. On peut également voir ressurgir la Fougère ou les Ronces, surtout si l'on n'a pas



Photo: G. FALCONNET / FOMEDIA

eu la sagesse d'effectuer un traitement chimique préalable à la plantation.

Par contre, la végétation ligneuse et semi-ligneuse préexistante que l'on a pu laisser en interbande n'exerce pas de concurrence la première année si l'on a pris la précaution de ne pas semer ou planter trop près de cette interbande et d'avoir préalablement réduit sa vigueur par broyage et/ou application de phytocide.

C'est pourquoi les dégagements s'articulent normalement en deux phases successives :

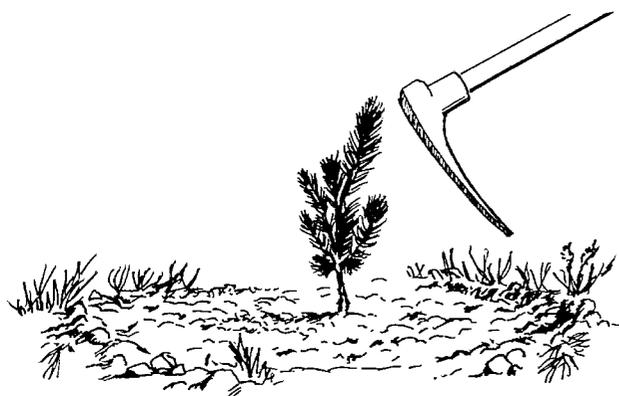
- les deux premières années, destruction des herbacées à proximité immédiate des plants ;
- les années suivantes, réduction des repousses de la végétation ligneuse et semi-ligneuse.

### ■ Destruction des herbacées

Sachant qu'une forte levée de graminées est susceptible d'entraîner la mort des plants en quelques semaines de sécheresse, il est essentiel que toutes dispositions soient prises à l'avance pour pouvoir intervenir à temps. Or ce n'est qu'en avril que l'on peut juger de l'importance de la levée des graines adventices, et avril en région méditerranéenne ce peut être déjà le début de la sécheresse.

**a) Techniques élémentaires :** on a le choix entre le binage et le traitement phytocide.

**Le binage** consiste à arracher l'herbe par un travail superficiel du sol à l'aide d'outils manuels ou portés par des tracteurs agricoles. Ces derniers toutefois ne sont pas très performants pour biner à proximité immédiate des plants, surtout si le terrain est encombré de grosses pierres et bien entendu sur pentes fortes. Sur terrains favorables on pourra recourir au binage mécanique par un travail en continu du tracteur entre les lignes de plants en parachevant à la binette sur la ligne entre les plants.



L'époque d'intervention idéale est le début de la saison sèche : avant, l'effet de décroûtage serait annihilé par les pluies suivantes ; après, on risquerait d'être gagné de vitesse par le dessèchement du sol. Une seule intervention de ce type est normalement suffisante pour toute une année. Il est fréquent que l'on puisse s'en dispenser la première année qui suit la plantation.

**Le traitement phytocide** consiste à épandre sur la surface à traiter une préparation contenant un certain pourcentage de produit actif. Ce produit, obligatoirement sélectif pour ne pas léser les essences introduites, différera selon celles-ci (plus ou moins sensibles à telle ou telle spécialité) et selon le stade de développement des adventices, c'est-à-dire selon que l'on traitera avant ou après leur germination.



Pour le choix du produit, son dosage, les quantités de liquide ou de granulés à épandre à l'hectare, la date optimale du traitement, l'adaptation aux essences à protéger et aux espèces à détruire, les matériels à utiliser, les précautions nécessaires avant, pendant et après l'épandage, on se référera à la note technique CEMAGREF- INRA n° 53 de décembre 1987 ainsi qu'à la fiche n° 7 ci-après.

**b) Comparaison et combinaison des deux techniques :** La technique chimique présente sur la mécanique l'avantage de pouvoir être échelonnée dans le temps : on peut en effet traiter préventivement à la fin de l'hiver et au début du printemps et continuer après germination jusqu'en juin. Sur le plan économique, elle est également préférable car le prix relativement élevé des produits est largement compensé par l'économie de main-d'œuvre.

En revanche le traitement chimique, outre qu'il est psychologiquement redouté par différents utilisateurs de l'espace (chasseurs notamment), présente le sérieux inconvénient de ne pas limiter l'évaporation de l'eau du sol par effet de remontée capillaire, contrairement au binage mécanique. Or sous climat méditerranéen, ces pertes hydriques sont considérables en raison de l'ardeur du soleil et de la fréquence des vents secs. C'est pourquoi l'on utilisera le plus souvent les phytocides en complément du binage et non en ses lieu et place, en procédant par exemple à un traitement préventif en fin de la première saison sèche suivi d'un binage en début de la seconde saison sèche et d'un deuxième traitement antigerminatif en fin de cette seconde saison sèche.

### ■ Réduction des repousses ligneuses et semi-ligneuses

Cela concerne essentiellement les interbandes où la végétation préexistante aura été laissée en vie moyennant un certain affaiblissement par broyage et/ou traitement chimique : néanmoins, il arrive que ressurgissent sur les bandes travaillées des repousses non négligeables de racines ou souches mal extraites (Chêne vert, Chêne kermès, Filarias, Bruyère, etc.).

On s'efforcera de détruire cette deuxième catégorie de repousses ; par contre, celles des interbandes sont par définition à contenir mais pas à détruire. Les techniques seront donc différentes.

**a) Techniques élémentaires :** Comme pour la végétation herbacée, on distingue entre les traitements chimiques et les interventions mécaniques.

L'emploi de phytocides se justifie aussi bien pour la destruction des repousses après préparation du sol que pour l'affaiblissement du recrû des bandes de protection ; on se référera nécessairement à la note technique CEMAGREF - INRA n° 53 de décembre 1987 pour le choix des produits, les modalités et les précautions de mise en œuvre en fonction de la végétation à traiter et des essences plantées.

Les techniques mécaniques consistent à sectionner les repousses à l'aide d'outils manuels (serpes, croissants) ou à moteur (débroussailleuses portatives et, sur les chantiers accessibles aux engins, broyeurs portés à axe horizontal ou vertical, notamment les épareuses).



**b) Comparaison et combinaison des techniques :** Les techniques mécaniques ne peuvent être utilisées pour détruire les repousses à proximité des plants, car pour être efficaces elles devraient intervenir sous le collet, c'est-à-dire souterrainement, ce qui risquerait de traumatiser gravement les racines des essences introduites. On est donc limité dans ce cas à l'utilisation des phytocides avec tout ce que cela comporte de prudence surtout si ces essences sont peu tolérantes.

Pour traiter les interbandes, par contre, on peut associer les deux techniques : les parties empiétant sur l'interbande seront supprimées par sectionnement ou broyage puis les parties restantes seront pulvérisées ou badigeonnées du produit adéquat à des doses non létales mais calculées pour ralentir la croissance au maximum.

L'époque la plus favorable dans l'année dépendra du produit utilisé (voir notice CEMAGREF - INRA n° 53) ; il est en tout cas recommandé d'effectuer le traitement chimique tout de suite après l'intervention

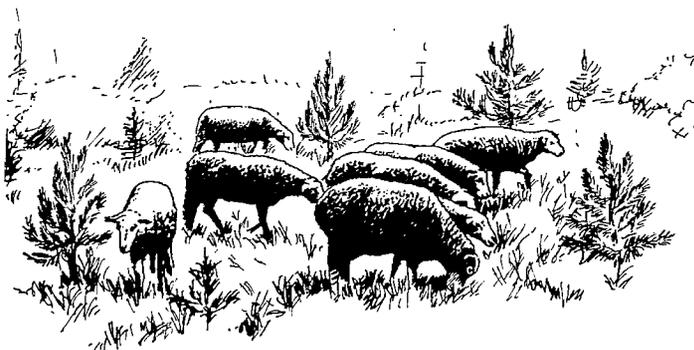
physique afin de favoriser la pénétration par les plaies avant tout début de cicatrisation.

Pour des raisons économiques évidentes, on doit faire en sorte que ces interventions de dégagement n'aient pas à être renouvelées chaque année : l'intensité de chaque intervention tant mécanique que chimique doit donc être calculée en fonction de la vigueur de la végétation à combattre afin de frapper suffisamment fort pour ne pas être obligé de recommencer souvent, mais pas trop pour ne pas compromettre l'effet de protection (protection qui de toute façon devient de moins en moins nécessaire au fur et à mesure de la croissance de la plantation).

### ■ Pâturage contrôlé

Lorsque les plantations sont bien implantées, au bout de 3 à 5 ans pour les résineux, ou bien lorsque les plants ont dépassé 1,20 m de hauteur pour les feuillus, il devient possible d'y introduire précocement des moutons (pas de chèvres !) pour diminuer la concurrence d'une strate herbacée envahissante.

À la condition expresse d'obtenir une forte charge instantanée (beaucoup d'animaux pendant un laps de temps court, concentrés sur une faible superficie), soit par des clôtures, soit par un gardiennage efficace ; cette technique permet de "nettoyer" à moindres frais sans occasionner de dégâts significatifs aux jeunes arbres.



En conclusion, deux principes fondamentaux doivent être soulignés :

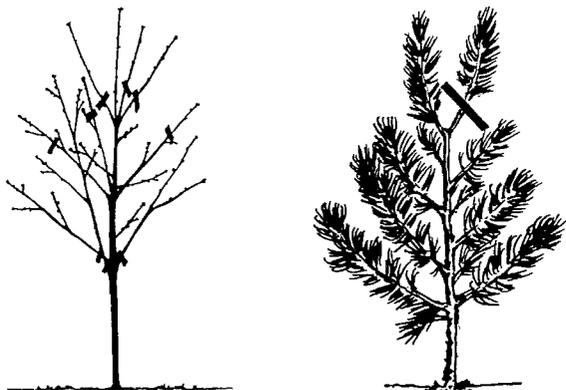
- de la vigueur des binages et dégagements et de leur précocité dépend la vitesse de croissance du peuplement et donc le raccourcissement de la période durant laquelle ils sont nécessaires ;
- de la qualité de la préparation (du sol et de la végétation) préalable à la plantation dépend le coût des entretiens.

### ● Interventions d'entretien sur les arbres plantés

#### ■ Tailles de formation

Théoriquement, un plant forestier ne nécessite aucune taille de formation. Toutefois, il n'est pas très rare d'observer la fourchaison de certains sujets à la

suite d'une destruction du bourgeon terminal par le gel, la dent d'un animal ou l'attaque d'un insecte : on évitera d'intervenir aussitôt car souvent l'un des deux brins de la fourche prend le dessus sur l'autre et la fourchaison disparaît en 2 ou 3 ans ; si elle persiste, on aura intérêt à la supprimer avant que le diamètre dépasse 2 ou 3 centimètres.



Certaines essences feuillues telles que le Noyer sont naturellement peu fléchées et, pour obtenir des billes de pied de valeur, on doit veiller à supprimer toute ramification importante à moins de 2 mètres du sol avant que son diamètre atteigne trois centimètres. Des substances anti-septiques seront obligatoirement pulvérisées sur les plaies de taille pour éviter toute infection cryptogamique.

Il est conseillé de consulter l'ouvrage de Michel HUBERT et René COURRAUD intitulé "Elagage et taille de formation" édité par l'I.D.F.

### ■ Traitements phytosanitaires

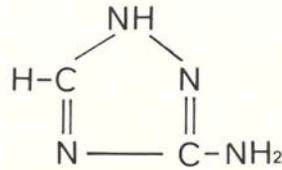
Ce sont essentiellement les attaques d'insectes qui peuvent menacer les jeunes plantations (si l'essence choisie est adaptée à la station, les attaques cryptogamiques ne sont pas à craindre). En région méditerranéenne, c'est surtout la chenille processionnaire du Pin qui occasionne des dégâts, spectaculaires sinon par la mortalité (qui est relativement faible) tout au moins par le ralentissement considérable de la croissance, mais d'autres espèces peuvent sévir, qu'il convient de savoir identifier pour déterminer si l'attaque est dangereuse et dans l'affirmative décider du traitement approprié.

On se référera pour cela aux fiches du chapitre 5 de ce Guide : "Protection phytosanitaire".

## **BIBLIOGRAPHIE**

- Bulletin technique du machinisme et de l'équipement agricole (CEMAGREF - 3<sup>e</sup> trimestre 1986).
- Boiser et après (Ministère de l'Agriculture - 1989).
- Elagage et taille de formation (Institut pour le Développement Forestier - Mars 1987).
- Phytocides en sylviculture (CEMAGREF - INRA - n° 53 - Décembre 1987).

# L'EMPLOI DES PHYTOCIDES



## LA PREPARATION DES TERRAINS ET LE DEGAGEMENT DES PLANTATIONS ET SEMIS D'ESSENCES FORESTIERES

### ● Objectif

Dans les phases de régénération des peuplements forestiers et de reboisements d'espaces à vocation forestière, les interventions du sylviculteur ont pour but d'assurer le plus rapidement possible la dominance des essences forestières sur les végétations qui occupent le terrain ou qui se préparent à l'envahir.

Il s'agit donc de favoriser une accélération des croissances initiales et juvéniles par l'élimination des espèces adventives — au moins dans les rhizosphères des jeunes plants et de la portion aérienne nécessaire au développement de leurs feuillages —, de limiter temporairement le développement des espèces devant ultérieurement former le sous-étage et le sous-bois, et de conserver un temps suffisant les espèces constituant des abris contre le vent et le soleil principalement.

A ces stades de l'installation des semis et des plants, les interventions sylvicoles doivent diminuer les compétitions pour l'eau, la lumière, l'air et les éléments fertilisants. Dans la nature, la concurrence entre les espèces végétales a aussi recours à des excréments et à des lessivats spécifiques de substances nocives. Des exemples en sont chaque jour fournis qui justifient la synthèse de substances chimiques reproduisant un peu plus brutalement que la nature des effets antagonistes, surtout du fait de la dose mise en œuvre.

En outre, l'accélération des stades successifs naturels des formations végétales réduit les périodes de forte sensibilité à l'incendie des massifs forestiers : ce seul aspect justifie les interventions.

### ● Les moyens chimiques

Regroupées dans un but de simplification sous le mot de **phytoctides**, ces molécules chimiques présentent des actions herbicides, arboricides, débroussaillantes et inhibitrices de croissance fréquemment qualifiées de nanifiantes.

Elles agissent plus ou moins sélectivement sur des



A. GAMA / FOMEDI

composantes des végétaux : noyaux et organites cellulaires, tissus spécialisés, réactions physiologiques... Elles sont présentées dans des spécialités sous des états chimiques dérivés de la matière active de base ; des adjuvants assurent leur stabilité avant l'emploi et leur pénétration dans le végétal à la mise en œuvre.

Après translocation lors de leur migration vers les centres sensibles du végétal, elles disparaissent une fois les effets phytotoxiques induits.

A l'extérieur, les facteurs de dégradation du milieu sont nombreux, efficaces ; ils agissent rapidement.

### ● Stratégie de mise en œuvre

Les traitements sont appliqués sur la totalité du terrain ; ils sont **généralisés** et **en plein** lorsque leur innocuité pour les plants forestiers est reconnue, **généralisés** et **dirigés** dès que des portions des essences forestières sont sensibles au produit : feuillages, collets, tiges non aoûtées ou à écorce mince, racines.

Certaines stratégies prévoient la conservation d'un abri naturel végétal : les traitements sont alors **localisés** aux zones plantées ou semées soit suivant des bandes, soit autour de chaque plant. Dans les autres cas et selon la sélectivité du produit sur les plants, ils peuvent être appliqués **en plein** ou **dirigés**.

Le sylviculteur prévoit de préparer le terrain à recevoir les semences ou les plants précieux en le débarrassant des espèces indésirables à cette régénération : les phytocides, seuls ou en complément d'autres moyens, conduisent à des solutions aussi diversifiées qu'il y a de matières actives. Le cas échéant, la présence d'arbres-semenciers suppose une bonne sélectivité : il s'agira le plus souvent d'actions par le sol. Dans d'autres cas, c'est la persistance du produit dans le sol qui peut retarder l'installation de la régénération ou l'éclaircir exagérément.

Le sylviculteur attend de ces traitements de préparation du terrain une efficacité pratique la plus longue possible sur la flore indésirable, de deux saisons de végétation ou plus.

Ultérieurement, les traitements d'entretien ne doivent occasionner aucun dégât aux plants forestiers, ni perte d'accroissement sensible. Ils doivent présenter le maximum d'agressivité sur les espèces indésirables, annihilant promptement leur compétitivité. Ces sélectivités spécifiques sont malheureusement réduites à des stades phénologiques précis ; on peut s'en affranchir cependant par des applications dirigées.

Tout l'intérêt des phytocides réside dans ces possibilités d'éliminer les espèces nocives en respectant la flore d'accompagnement bénéfique. On peut supprimer sélectivement et plus ou moins progressivement ces compétitions indésirables sans perturber le milieu car les vides créés risquent de provoquer l'installation spontanée d'autres espèces. On peut également laisser temporairement les squelettes des plantes tuées ou nanifiées qui assurent des protections mécaniques "brise-vent" ou "armature" des sols, mais également des éléments secs s'ajoutant à la litière (ce dernier mulch, bénéfique, est alors à évaluer en risque temporaire d'incendie).

### ● Précautions d'emploi

De grandes précautions sont à prendre lors des traitements :

- **pour la sécurité de l'applicateur et des terrains avoisinants**, en évitant principalement les contacts avec les produits lors des manipulations et les dérives de pulvérisation lors de l'application ;

- **pour une efficacité maximale** en respectant les recommandations d'emploi : périodes d'application, doses par hectare et aussi concentrations des bouillies en matières actives et adjuvants...

- **pour éviter des effets nocifs secondaires** selon les voies choisies pour la pénétration du produit dans le plant :

- par voie foliaire, la végétation traitée couvrant en général le sol : la destruction de cette végéta-

tion peut augmenter provisoirement la sensibilité du milieu au feu lorsque la phytomasse dépasse quelques tonnes/hectare ; par contre, cette végétation constitue un écran et le sol n'est guère concerné car il n'est pas atteint.

- par "injection" ou dépôt localisé dans le végétal : c'est la dévitalisation de végétaux ligneux ; les risques d'exsudats racinaires restent exceptionnels.

- par voie racinaire : les phytocides homologués sont peu solubles, mais leur absorption suppose des colloïdes argileux en quantité suffisante. Les terrains squelettiques ne peuvent retenir les bouillies ni les granulés le temps suffisant à leur absorption par les végétaux. Des précautions sont à prendre dans les terrains érosifs car les colluvionnements en aval qui suivent les orages contiennent une partie des sols traités.

### ● Tactiques d'intervention

On peut les regrouper en deux ensembles :

- la préparation des terrains à régénérer ou à planter : l'intervention doit se situer très peu de temps avant ces opérations ;

- le dégagement ou l'entretien ultérieur des jeunes boisements : pour des raisons économiques, les interventions doivent être calculées pour se renouveler le moins possible.

La mise en œuvre des seuls phytocides est parfois envisageable, mais plus fréquemment, et surtout en région méditerranéenne où l'installation très rapide du système racinaire est une garantie de reprise, les traitements phytocides doivent être associés à des interventions mécaniques et manuelles (cf. fiche 4).

### ■ Préparation des terrains

Deux approches :

#### Application de phytocides avant ou sans travail du sol :

Une végétation abondante constitue un obstacle à un travail précis du sol.

Les traitements ci-dessous, 2 à 4 mois auparavant, permettent de la réduire suffisamment et d'éliminer les risques de réinfestation pendant la phase d'installation des plants :

Graminées	- Dalapon (5 à 10 kg/ha) - Glyphosate (1 à 4 kg/ha) + surfactant
Callune	- 2,4 D (5 kg/ha)
Fougère Aigle	- Asulame (4 kg/ha)
Genêt, Bruyère et divers rejets ligneux	- Glyphosate (1 à 4 kg/ha) + surfactant - Triclopyr (1 à 4 kg/ha) + huile minérale - 2,4 D + dichlorprop (5 à 10 kg/ha) + huile minérale - Sulfamate d'ammonium (100 à 200 kg/ha)

Des produits persistants à action racinaire sont parfois à proscrire lorsque des essences forestières sensibles à ces matières actives doivent être plantées dans les mois qui suivent : le travail du sol enfouit ces phytocides prévus pour rester en surface du sol et l'ensemble des systèmes racinaires se trouve en leur contact. Il en est ainsi de l'hexazinone avant plantation de Cyprès ou Cèdre, malgré le large spectre d'efficacité sur graminées, joncs, ronces, genêts et ajoncs jeunes, par contre, sa sélectivité vis-à-vis de Pins, Epicéas, Douglas, sapins est intéressante sur les sols non travaillés par la suite.

**Application de phytocides après travail du sol :** Le travail du sol stimule certaines réinfestations ; il entraîne la levée d'espèces "latentes" ou colonisatrices voisines. Les interventions phytocides postérieures sont particulièrement intéressantes car :

- les adventices jeunes sont généralement très sensibles ;
- les germinations provoquées par le travail du sol et les rejets ont entamé le stock de graines ou épuisé les rhizomes ou souches... ;
- les phytocides à action racinaire vont rester en place et assurer le maximum de protection contre une nouvelle infestation par des adventices.

Aux substances précédemment évoquées, il faut ajouter le fosamine ammonium aux effets à la fois débroussaillants et nanifiants (4 à 7.000 g/ha avec addition d'huile minérale) et l'association oxyfluorfen + propyzamide contre les espèces herbacées.

### ■ Dégagement et entretien des régénérations

L'innocuité vis-à-vis des plants forestiers est alors impérative et il est souvent possible de l'obtenir par le choix d'une technique d'application. Cependant, les forestiers préfèrent les traitements en plein, donc une sélectivité réelle qui évite des précautions excessives donc onéreuses.

Par exemple :

-l'hexazinone assure de bons dégagements sur Pins, Epicéas, Douglas, Sapins envahis par des herbacées et des semi-ligneux jeunes. Cette substance est à employer à demi-dose sur les semis de l'année du Pin maritime établi en sol sableux pauvre ;

-les associations classiques à base de 2,4-D + déchlorprop dont relèvent les dicotylédones herba-

cées, les semi-ligneux et la Callune, respectent les Sapins, Epicéas, Pins noir et sylvestre, les Douglas parfaitement aoûtés si les doses ne dépassent pas 1.500 g/ha ;

— le glyphosate est plutôt conseillé en application dirigée malgré sa sélectivité sur Epicéas ;

-le fosamine ammonium agresse Douglas, Pin maritime et Cèdre dès 2.800 g/ha, les Sapins, Epicéas et autres Pins dès 4.800 g/ha ;

-le triclopyr est déconseillé dès que la température de l'air atteint 20° ;

-les formulations granulées sont peu intéressantes car, souvent volatiles, elles n'agissent que sur sols humides et végétation sèche (une végétation humide les empêchant d'atteindre le sol).

## CONCLUSION

Les conditions de milieu ne sont pas indifférentes : elles peuvent renforcer ou réduire et les sélectivités vis-à-vis des essences forestières et l'efficacité sur des adventices aussi différentes que celles qui occupent les terrains calcaires ou les terrains cristallins.

Il est donc conseillé de toujours rechercher des références locales ou de faire des expériences avant de se lancer dans un grand programme de traitement.

D'ailleurs d'autres matières actives sont à l'étude : les homologations en retiendront les plus performantes.

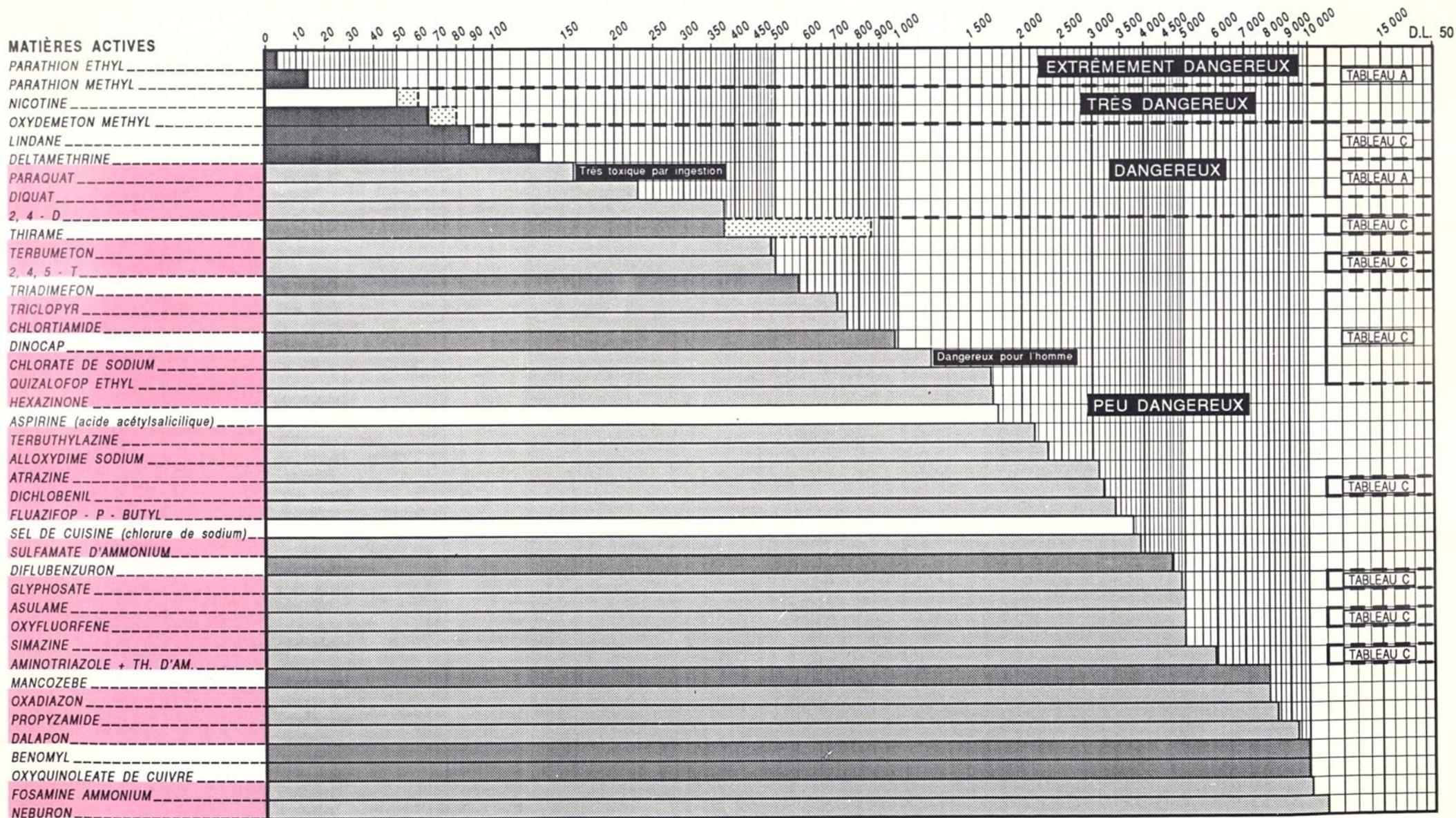
Dans les techniques de préparation des stations où le brûlage dirigé est une opération localement intéressante, son association aux phytocides permet des solutions économiques originales.

Les phytocides homologués pour des utilisations forestières sont inoffensifs pour le gibier et les animaux domestiques mais, parce qu'ils modifient les milieux, comme les autres techniques d'ailleurs, il arrive que des décantonements du gibier ou l'insuffisance des ressources fourragères résultent d'interventions inconsidérées du fait de surfaces concernées trop importantes.

Dans tous les cas il est expressément conseillé de n'utiliser les phytocides qu'après avoir consulté attentivement la note technique CEMAGREF-INRA n°53 de décembre 1987 et ses mises à jour ultérieures.

# COMPARAISON DES DOSES LÉTALES 50 DE MATIÈRES ACTIVES UTILISÉES PAR LES FORESTIERS

RAPPEL : PLUS LA D.L. 50 EST ÉLEVÉE MOINS LE PRODUIT EST TOXIQUE



INSECTICIDES



FONGICIDES



PHYTOCIDES



PRODUITS CITÉS EN RÉFÉRENCE

D.L. 50 :  
quantité (en mg) de substance,  
par kg de poids vif, nécessaire  
pour tuer 50 % d'une population  
animale (en l'occurrence des rats)

**TRAVAUX FORESTIERS DE BOISEMENT  
BORDEREAU DE PRIX TYPE  
EXERCICE 1991**

ART	NATURE ET DEFINITION SOMMAIRE DES TRAVAUX	UNITE	PRIX HORS TAXES		
			BAS	FORT	MOYEN
<b>I - TRAVAUX PREPARATOIRES MECANQUES</b>					
<b>a) Landes et friches</b>					
101	Débroussaillage en plein de landes, friches et rejets par broyage, sans obstacles et sans travail du sol (gïrobroyeur) .....	ha	2200	4000	2800
102	Débroussaillage en plein de landes, friches et rejets avec travail superficiel du sol et broyage de la végétation, sans obstacles (type rouleau débroussaillieur) .....	ha	2400	3800	3200
103	Labour en plein de landes, friches et rejets avec travail superficiel du sol et broyage de la végétation, sans obstacles (type cover crop lourd, 4 t. minimum) (*) .....	ha	3200	4000	3600
104	Idem 101 mais en bandes C'est la surface réellement déboisée qui sera prise en	ha	2800	4400	3600
105	Idem 102 mais en bandes compte	ha	2800	4200	3500
106	Idem 103 mais en bandes (*)	ha	3600	4400	4000
107	Mise en andains (minimum tous les 50 m) avec extraction de l'ensouchement (*) .....	ha	2400	4000	3200
<b>b) Taillis mal-venants et maquis hauts</b>					
108	Déboisement mécanique avec mise en andains (minimum tous les 50 m) d'un taillis à faible densité 10 à 40% de couvert. Matériel utilisé : tracteur de 150 cv, lame de bull .....	ha	3200	4400	4000
109	Idem 108 mais densité de couvert du taillis entre 40 et 70% .....	ha	4000	4800	4400
110	Idem 108 mais densité de couvert du taillis supérieure à 70% .....	ha	4800	5600	5200
111	Broyage de taillis de plus de 2 m de haut. Matériel d'une puissance de 150 cv environ .....	ha	4800	6000	5600
112	Défrichage comprenant, extraction totale de l'ensouchement, mise en andains (minimum tous les 50 m) avec jalonnement de l'emprise des andains (largeur maximum 7 m) et nivellement du terrain (lame de bull). 112.0 Taillis de faible densité 10 à 40% de couvert .....	ha	3200	4400	4000
	112.1 Taillis de densité moyenne 40 à 70% de couvert .....	ha	4000	4800	4400
	112.2 Taillis denses plus de 70% de couvert .....	ha	4800	5600	5200
113	Incinération partielle des andains avec secouage et remise en forme .....	ha	700	2000	900
114	Incinération totale des andains et nivellement des cendres .....	ha	1500	3500	2000
115	Dessouchage 115.0 Extraction à la lame de bulldozer .....	u	70	90	80
	115.1 Extraction à la pelle hydraulique .....	u	70	90	80
	115.2 Réduction à l'état de copeaux ou de sciure .....	u	70	90	80
<b>c) Travail du sol</b>					
116	Sous-solage 116.0 Rooters .....	km	1300	1600	1450
	116.1 Rippers .....	km	1200	1600	1400
117	Eperrage au fléco sur la ligne de plantation .....	km	1200	1600	1400
118	Décapage en bandes étroites (50 cm environ) .....	km	730	960	840
119	Travail du sol 119.0 Avec cover-crop lourd (4 t minimum) (*) .....	ha	2400	3200	2800
	119.1 Avec charrue à disques (*) .....	ha	1600	2400	2200
120	Passage de la razette .....	km	730	960	840
121	Labour en ados (*) .....	km	730	960	840
122	Création de motte continue en terrain humide, p: 0,40 m, l: 0,50 m .....	km	600	1400	1000
123	Fraisage du sol sans obstacles (*) .....	ha	700	900	800
124	Pulvérisage des labours (*) .....	ha	600	800	650
125	Préparation du lit de semence (pin maritime) .....	ha	500	800	650
126	Roulage .....	ha	600	800	650
127	Ouverture des trous de plantation 127.0 A la pelle hydraulique .....	cent	1200	1400	1300
	127.1 A la tarière branchée sur tracteur .....	cent	800	1000	900
	127.2 A la tarière autonome .....	cent	800	1000	900
	127.3 A l'explosif .....	cent	5200	7200	6800
	127.4 A la pelle araignée avec débroussaillage .....	cent	500	2000	1450
128	Confection de terrasses, largeur indicative minimum 3 m .....	km	2800	3600	3200
129	Confection de banquettes, type D.R.S. .....	km	6400	13000	9000
130	Plus-value de 15% pour pente supérieure à 20% aux articles 101 à 120				

ART	NATURE ET DEFINITION SOMMAIRE DES TRAVAUX	UNITE	PRIX HORS TAXES		
			BAS	FORT	MOYEN
<b>II - TRAVAUX PREPARATOIRES MANUELS</b>					
<b>a) Landes et friches</b>					
201	Débroussaillage avec rangement des produits sur pente > 30 %				
	201.0 Sans utilisation d'engins mécaniques .....	ha	4800	6400	6000
	201.1 Avec utilisation d'engins mécaniques .....	ha	4000	5600	5200
202	Brûlage des branches (estimation du nombre de jours de travail) .....	j/ha	1	6	2
203	Ouverture de layons de 1 m de large .....	km	1600	2000	1850
<b>b) Tailils mal-venants et maquis hauts</b>					
204	Coupe rase sur pente > 30 % (*)				
	204.0 Densité de couvert entre 10 et 40 % .....	ha	8000	16000	12000
	204.1 Densité de couvert entre 40 et 70 % .....	ha	12000	18400	14400
	204.2 Densité de couvert supérieure à 70 % .....	ha	12800	20800	16800
205	Coupe d'abri réservant 600 à 1000 tiges/ha bien réparties (*) .....	ha	12000	19200	16000
206	Dévitisation chimique d'arbres sur pieds par traitement des fûts .....	cent	250	350	300
207	Dévitisation chimique des peuplements par traitement foliaire .....	ha	1200	2800	2300
208	Annélation par 2 traits de scie .....	cent	330	660	440
209	Badigeonnage de souches .....	cent	150	300	180
210	Pulvérisation de souches .....	ha	1500	3000	1800
211	Dessouchage par destruction à l'explosif .....	u	90	150	120
<b>c) Travail du sol</b>					
212	Travail de potets 30 x 30 x 30 avec décapage et piochage du sol 40 cm x 40 cm .....	mille	4800	5600	5200
213	Création de motte continue pour plantation en zone humide .....	km	730	960	850
214	Ouverture de trous de plantation à l'explosif (voir 127.3) .....	cent	5200	7200	6800
215	Plus-value de 50 % pour pente supérieure à 40 % aux articles 206, 207 et 212				
<b>III - EQUIPEMENTS ET PROTECTION</b>					
301	Ouverture de piste au bulldozer avec rampe maximum de 8 %, largeur 4,50 m, déclivité latérale de 2 % sur terrain avec pente en travers inférieure à 30 % .....	km	30000	82000	50000
302	Idem 301 mais pente en travers supérieure à 30 % .....	km	50 kf	150 kf	80 kf
303	Nivellement de piste .....	km	6400	8000	7200
304	Compactage .....	km	1600	4800	3200
305	Talutage .....	km	5600	7200	6400
306	Terrassements pour travaux spéciaux en déblais-remblais y compris points d'eau				
	306.0 Terre .....	100 m <sup>3</sup>	800	4000	1600
	306.1 Rochers traités à l'explosif .....	100 m <sup>3</sup>	4800	8000	5600
	306.2 Rochers traités au brise-roche hydraulique .....	100 m <sup>3</sup>	3200	5500	4000
307	Ouverture de fossés trapézoïdaux à la pelle mécanique, l: 1 m, 0,4 m, p: 0,5 m .....	100 ml	1400	2800	2000
308	Construction de passages busés comprenant: fournitures, fouilles, lit de sable, pose, recouvrement, compactage de la terre				
	308.0 Buses de d = 300 mm .....	ml	400	480	440
	308.1 Buses de d = 400 mm .....	ml	480	560	520
	308.2 Buses de d = 500 mm .....	ml	600	680	640
	308.3 Buses de d = 600 mm .....	ml	720	960	800
	308.4 Buses de d = 800 mm .....	ml	1200	2000	1440
	308.5 Buses de d = 1000 mm .....	ml	1680	2640	2080
309	Confection sur place de tête d'aqueduc selon prescription technique du projet - Béton armé	m <sup>3</sup>	1000	1650	1200
310	Fourniture et pose de tête d'aqueduc préfabriqué				
	310.0 Pour buses de d = 300 à 500 mm .....	u	1200	1600	1440
	310.1 Pour buses de d = 600 à 800 mm .....	u	2080	2640	2400
311	Pose de clôture de type standard contre le petit gibier. Grillage de 1,20 m enterré de 0,20 m sur fil support. Piquets de bois tous les 3 m et piquets d'angle (fournitures comprises) .....	100 ml	2880	6400	4800
312	Pose de clôture de type standard contre le grand gibier. Grillage de 2 m sur fil support, surmonté de 2 fils. Piquets de bois tous les 3 m et piquets d'angle (fournitures comprises) .....	100 ml	8000	12000	10400
313	Pose de clôture contre le bétail, 1,20 m de hauteur. Piquets de bois tous les 3 m et piquets d'angle (fournitures comprises)				
	313.0 Trois fils barbelés .....	100 ml	2400	3200	2800
	313.1 Grillage à moutons (mailles carrées) .....	100 ml	2800	6400	4000
	313.2 Type haute tension à 5 fils .....	100 ml	2560	6400	3600
314	Pose de manchons en grillage plastique ou métallique pour la protection des plants contre le lapin. Confection et fourniture comprises, H.: 60 cm, D.: 30 cm .....	cent	450	600	500
315	Pose d'abris-serres (fourniture comprise) .....	cent	2000	3200	2240

ART	NATURE ET DEFINITION SOMMAIRE DES TRAVAUX	UNITE	PRIX HORS TAXES		
			BAS	FORT	MOYEN
316	Traitement des plants au répulsif (non compris) pour le gibier				
	316.0 Badigeonnage .....	mille	1000	1500	1200
	316.1 Pulvérisation .....	mille	1000	1500	1200
317	Traitement raticide par grains empoisonnés .....	ha	500	650	560
318	Fourniture, pose de panneaux "Feux interdits - Pacage interdit" .....	u	700	1100	800
319	Ouverture au bulldozer de pare-feu. Plue-value de 15% pour pente supérieure à 20%	ha	3200	5200	4000
320	Aménagement de point d'eau type retenue collinaire selon prescription technique du projet .....	m <sup>3</sup> stocké	350	690	460
321	Construction de citernes béton .....	m <sup>3</sup>	1440	2000	1600
322	Réservoir plastique ou métallique de 30 m <sup>3</sup> (fourniture et pose) .....	u	32000	45000	40000
<b>IV - PLANTATIONS, SEMIS, FERTILISATION</b>					
401	Fourniture de plants (selon tarif bons subventions du F.F.N. minoré de 20%)				
402	Plantation mécanique en terrain préparé				
	402.0 Plants racines nues .....	mille	500	1300	900
	402.1 Plans en mottes .....	mille	900	1550	1200
403	Plantation manuelle en terrain sous-solé, labouré				
	403.0 Plants racines nues .....	mille	2000	2400	2250
	403.1 Plants en mottes .....	mille	2000	2400	2250
	403.2 Plants en conteneurs rigides ou semi-rigides à enlever .....	mille	3040	3600	3360
404	Plantation manuelle en terrain sous-solé				
	404.0 Plants racines nues .....	mille	2400	2800	2640
	404.1 Plants en mottes .....	mille	2400	2800	2640
	404.2 Plants en conteneurs rigides ou semi-rigides à enlever .....	mille	3440	4000	3760
405	Plantation dans un potet préalablement ameubli				
	405.0 Plants racines nues .....	mille	2000	2400	2250
	405.1 Plants en mottes .....	mille	2000	2400	2250
	405.2 Plants en conteneurs rigides ou semi-rigides à enlever .....	mille	3040	3600	3360
406	Plantation sur motte continue en terrain humide				
	406.0 Plants racines nues .....	mille	2000	2400	2250
	406.1 Plants en mottes .....	mille	2000	2400	2250
	406.2 Plants en conteneurs rigides ou semi-rigides à enlever .....	mille	3040	3600	3360
407	Plantation en terrain non préparé				
	407.0 Plants racines nues .....	mille	5600	7200	6240
	407.1 Plants en mottes .....	mille	5600	7200	6240
	407.2 Plants en conteneurs rigides ou semi-rigides à enlever .....	mille	6400	8000	7200
408	Mise en place de hautes tiges dans des trous déjà préparés				
	408.0 En racines .....	cent	2400	2800	2640
	408.1 En plançons .....	cent	2000	2800	2400
409	Alignement et piquetage pour plantations à grands espacements .....	cent	770	1200	960
410	Semis en plein ou en bandes au semoir ou à la main y compris la couverture .....	ha	400	600	480
411	Semis en lignes au semoir ou à la main y compris la couverture .....	km	200	300	250
412	Trempage des plants .....	mille	200	550	300
413	Apport d'engrais				
	413.0 Epandu en plein .....	t	200	400	300
	413.1 Au trou de plantation .....	mille	500	650	560
<b>V - ENTRETIEN DE PLANTATIONS ET SEMIS ARTIFICIELS</b>					
501	Fourniture de produits divers (traitement, engrais...) .....	kg			
502	Dégagement mécanique par passage d'engins dans les interlignes				
	502.0 Dans une végétation ligneuse du type rejets de feuillus, genêts, grandes bruyères	ha	2400	4000	3840
	502.1 Dans une végétation herbacée du type graminées, fougères épilobes .....	ha	2000	4000	3200
503	Dégagement manuel en plein ou en bandes ne nécessitant pas d'outils mécaniques (tronçonneuses, ...)				
	503.0 Dans une végétation ligneuse du type rejets de feuillus, genêts, grandes bruyères	ha	3200	6400	4800
	503.1 Dans une végétation herbacée du type graminées, fougères épilobes .....	ha	2000	4000	3500
504	Abattage mécanique avec emploi de la tronçonneuse pour dégagement de plantations (*)	ha	3200	6400	4800
505	Dégagement chimique ou traitement sanitaire				
	505.0 Par voie aérienne .....	ha	600	1000	800
	505.1 Par voie terrestre, matériel porté sur tracteur .....	ha	600	1000	800
	505.2 Par voie terrestre matériel porté sur le dos .....	ha	1050	1650	1350
506	Dégagement manuel sans outils mécaniques, en layons (l = 1m) ou sur les lignes après passage mécanique dans les interlignes				
	506.0 Dans une végétation ligneuse du type rejets de feuillus, genêts, grandes bruyères	km	720	960	800
	506.1 Dans une végétation herbacée du type graminées, fougères épilobes .....	km	680	800	720

ART	NATURE ET DEFINITION SOMMAIRE DES TRAVAUX	UNITE	PRIX HORS TAXES		
			BAS	FORT	MOYEN
507	Dégagement manuel en layons (l = 1 m) avec utilisation d'outils mécaniques . . . . .	km	720	960	800
508	Dégagement manuel en recherche autour des plants				
	508.0 Sans utilisation d'outil mécanique . . . . .	mille	2400	3600	3200
	508.1 Avec utilisation d'outil mécanique (tronçonneuse) . . . . .	mille	2640	3840	3440
509	Binage des jeunes plants sur un diamètre de 0,50 m				
	509.0 Sans apport d'engrais . . . . .	mille	2000	3200	2800
	509.1 Avec apport d'engrais sous forme de cartouches . . . . .	mille	2200	3400	3700
510	Labour des interlignes (charrue à disques) (*) . . . . .	ha	2160	2720	2400
511	Apport d'engrais autour des jeunes plants sans incorporation au sol				
	511.0 Dose inférieure à 100 g par plant . . . . .	mille	450	600	530
	511.1 Dose comprise entre 100 g et 500 g par plant . . . . .	mille	500	650	560
	511.2 Dose supérieure à 500 g par plant . . . . .	mille	550	660	600
	511.3 Sous forme de cartouches . . . . .	mille	400	550	500
512	Dépressage des semis . . . . .	ha	4000	6000	4400
513	Elagage sur peupliers				
	513.0 De 0 à 3 m . . . . .	cent	700	1000	800
	513.1 De 3 m à 8 m . . . . .	cent	1100	1400	1200
	513.2 De 0 à 8 m . . . . .	cent	1500	2400	2000
514	Elagage sur résineux. Arbres de place seulement				
	514.0 De 0 à 3 m . . . . .	cent	1000	1400	1200
	514.1 De 3 m à 6 m . . . . .	cent	1100	1500	1300
	514.2 De 0 à 6 m . . . . .	cent	1300	2500	1800
515	Désignation et marquage des arbres à élaguer (résineux) . . . . .	ha	900	1500	1200
516	Traitement contre la saperde par injection d'insecticide dans les trous . . . . .	cent	1100	1600	1250
517	Débroussaillage des pistes et bas-côtés ; minimum 1 m de chaque côté				
	517.0 Mécanique avec engin type épareuse . . . . .	km	1200	1600	1440
	517.1 Chimique avec pulvérisateur porté sur tracteur . . . . .	km	600	1000	800
	517.2 Chimique avec pulvérisateur porté sur le dos . . . . .	km	1000	1500	1250
	517.3 Manuel . . . . .	km	4800	5600	5200
518	Débroussaillage de pare-feu				
	518.0 Mécanique . . . . .	ha	1600	2400	2000
	518.1 Chimique avec pulvérisateur porté sur tracteur . . . . .	ha	600	1000	800
	518.2 Chimique avec pulvérisateur porté sur le dos . . . . .	ha	1050	1650	1350
	518.3 Manuel . . . . .	ha	3200	4800	4000
519	Travaux de regarnis : se reporter aux articles 403 à 407 pour les différents types, en appliquant une plus-value de 10 % . . . . .	mille			
520	Reprofilage de pistes et chemins par simple passage d'une lame de bulldozer, notamment à la suite de gros orages . . . . .	km	6400	8000	7200
521	Curage de fossés				
	521.0 A la pelle mécanique . . . . .	100 ml	800	1200	1000
	521.1 Manuel . . . . .	100 ml	1600	2800	2400
522	Plus-value de 15 % pour pente supérieure à 20 % aux articles 502, 505.1, 510, 518.0 et 518.1				
523	Plus-value de 50 % pour pente supérieure à 40 % aux articles 503, 505.2, 506 à 509, 511, 512, 514, 518.2 et 518.3				
<b>VI - SYLVICULTURE</b>					
601	Coupe de balivage intensif dans les taillis (*) . . . . .	ha	4800	12000	7200
602	Coupe de balivage au stade bas perchis (*) . . . . .	ha	4800	12000	7200
603	Marquage des arbres en vue de la 1 <sup>re</sup> éclaircie sélective dans une plantation . . . . .	ha	900	1500	1200
604	Désignation et marquage des arbres au stade haut perchis ou jeune futaie . . . . .	ha	800	1200	1000
605	Coupe pour cloisonnement d'un peuplement en vue des travaux préparatoires d'éclaircie et pour faciliter la vidange des bois (*) . . . . .	km	1700	3000	2500
606	Ebranchage de pénétration à 2 m en vue des travaux préparatoires d'éclaircie sélective . . . . .	ha	2000	4500	2900
607	Coupe d'éclaircie sélective avec rangement des produits non commercialisables (*) . . . . .	ha	2800	4800	3500
608	Coupe d'éclaircie sélective avec vidange et rangement des produits commercialisables en bord de piste (*) . . . . .	ha	3500	5000	4500
609	Coupe d'éclaircie systématique avec rangement des produits non commercialisables (*) . . . . .	km	2000	3500	2900
610	Coupe d'éclaircie systématique avec vidange et rangement des produits commercialisables en bord de piste (*) . . . . .	km	3000	5000	3700

N.-B. : les articles suivis d'un astérisque ont leur taux de T.V.A. à 5,5 %.

# Trois ouvrages sur la forêt

## La forêt et ses ennemis

J.F. Abgrall et A. Soutrenon

Regroupe 88 fiches décrivant les principaux insectes ravageurs, champignons et maladies des forêts.

Chaque fiche, présente de façon concise et simple les éléments indispensables à la reconnaissance des dégâts et les connaissances actuelles sur la biologie et l'écologie des principaux ennemis de nos forêts. Ces données sont complétées par des conseils sur les méthodes de contrôle préventif et les moyens de lutte pouvant être mis en œuvre. Cet ouvrage s'articule autour de trois chapitres qui traitent des maladies et insectes ravageurs communs à plusieurs essences forestières, puis spécifiques des essences résineuses et des essences feuillues.

Il intéressera les gestionnaires de la forêt, les enseignants mais aussi tous ceux qui se passionnent pour la forêt et la protection de la nature.

Ouvrage édité par le CEMAGREF, 1991, 3e édition, ISBN 285-362 196 -0, 21x29,7 relié, 400 pages, 485 photos. **Prix : 340 F. TTC Franco**



## Phytocides en sylviculture Application des traitements par produits chimiques

Cet ouvrage, co-édité avec l'INRA, comprend :

une brochure qui présente les données essentielles en matière d'utilisation des phytocides en sylviculture (**objectifs sylvicoles, actions des phytocides, caractéristiques des spécialités commerciales, techniques et outils de mise en œuvre, clé pour le choix des matières actives de traitement, stratégies d'emploi**)

un ensemble de **fiches** par matière active à consulter après avoir arrêté le choix de la technique à l'aide des travaux du chapitre 5. Pour les techniques d'applications, se reporter au chapitre 4.

1988, 21x29,7, 120 pages, 60 illustrations noir et blanc.

**Prix : 175 F. TTC Franco**

## Elagage artificiel et risques phytosanitaires chez les feuillus

A. Soutrenon

Quels sont les principaux risques phytosanitaires liés à l'élagage artificiel des essences forestières feuillues ? Comment les minimiser ?

Cette étude, illustrée de dessins et de photos en couleur, répond à l'ensemble des questions que chacun peut se poser.

Ce guide pratique intéressera les gestionnaires de la forêt à la recherche de la production d'un bois de grande qualité mais aussi tous ceux qui se passionnent pour les arbres et la protection de la nature.

1991, 17 x 24, 104 pages,

22 photos couleur

**Prix : 120 F TTC Franco**

## Elagage artificiel et risques phytosanitaires

CHEZ LES FEUILLUS



Alain SOUTRENON

CEMAGREF  
Grenoble





