



MÉMENTO PRATIQUE
D'UTILISATION DES I.T.T.S.

LE RENOUVELLEMENT DES PEUPELEMENTS
POUR UNE MEILLEURE ADAPTATION DES
FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
EN DT MIDI-MÉDITERRANÉE
VERSION A - 2025

Mémento PRATIQUE
d'utilisation des I.T.T.S.

LE RENOUVELLEMENT DES PEUPELEMENTS POUR UNE MEILLEURE ADAPTATION DES FORÊTS AU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN DT MIDI- MÉDITERRANÉE

VERSION A - 2025

Groupe de travail

Coordinateur : Thierry SARDIN

Groupe de travail : LAVANDIER Géraud ; GREULICH Alexis ; DEMIRDJIAN Sylvie ; DESBUQUOIS Baptiste ; PAULUS Jeremy ; GARET Elie ; MERCIER Olivier ; BURTIN Karine ; BROUSSARD Hugo ; ELVIRA Mickael ; BROUSSE Matthieu ; LÉBOUCHER Aurélien ; REYTER Gildas ; BARTHES Damien ; JOURDE Maxime ; FEUILLERAT Denis ; CHABAUD Ludovic ; DALL-ARMI Dominique ; DUGATS Christophe ; LADIER Jean ; DE-MARIN-DE-CARRANRAIS Jean ; QUESNEY Thierry ; GICQUEL Aymar ; PUCHEU Philippe ; RAFFAITIN Bertrand ; LADIER Jean ; FLEURY Bertrand ; GRATIA Bruno ; RICHL Annabel

*Guide validé par le Directeur Forêts et Risques Naturels
le 12 décembre 2024*

SOMMAIRE

| | | | |
|---|-----------|--|------------|
| AVANT PROPOS | 6 | 4 LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE D'UNE ESSENCE ADAPTÉE | 75 |
| 1 LES GRANDS ITINÉRAIRES | 9 | 4.1 Les densités de semis recherchées | 75 |
| 1.1 Des investissements liés à différents facteurs | 10 | 4.2 L'analyse du résultat du diagnostic de la régénération | 77 |
| 1.2 Clé de choix des itinéraires | 16 | 4.3 Les coupes de régénération naturelle | 79 |
| 1.3 Des itinéraires cohérents avec les règles d'aides en vigueur | 18 | 4.4 Les travaux d'aide à l'installation des semis | 83 |
| 1.4 Un axe fort pour réussir le renouvellement des peuplements | 20 | 4.5 Les cloisonnements sylvicoles | 94 |
| 1.5 Des recommandations transversales à intégrer dans nos pratiques | 21 | 4.6 Les compléments de régénération | 95 |
| 2 LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE | 25 | 4.7 Les dégagements (h < 3 m) | 97 |
| 2.1 Les consignes générales | 25 | 4.8 Les travaux d'amélioration (h > 3 m) | 102 |
| 2.2 Dans quels cas sème-t-on ? | 27 | 5 L'ACCOMPAGNEMENT DE LA DYNAMIQUE NATURELLE | 113 |
| 2.3 Les coupes précédant la plantation (ou le semis) | 27 | 5.1 Les principes généraux de l'itinéraire | 113 |
| 2.4 Le matériel forestier de reproduction | 37 | 5.2 Les densités de semis recherchées et leur nature | 114 |
| 2.5 Les densités de plantation (ou de semis) | 39 | 5.3 L'analyse du résultat du diagnostic de la régénération | 115 |
| 2.6 Les schémas théoriques de plantation (ou de semis) | 41 | 5.4 Les coupes de renouvellement | 115 |
| 2.7 Les schémas de plantation adaptés à la réalité du terrain | 49 | 5.5 Les travaux | 118 |
| 2.8 La plantation en plein | 51 | 6 PRÉCISIONS POUR LE CAS DE LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE | 121 |
| 2.9 La plantation en placeaux avec changement d'essence | 61 | 6.1 Les travaux de plantation avec changement d'essence principale | 121 |
| 2.10 Les travaux après plantation (h < 3 m) | 63 | 6.2 Les travaux de plantation sans changement d'essence principale | 123 |
| 2.11 Les nettoiemnts (h > 3 m) | 66 | 6.3 La régénération naturelle d'une essence adaptée | 124 |
| 3 LES TRAVAUX DE PLANTATION SANS CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE | 69 | 6.4 L'accompagnement de la dynamique naturelle | 124 |
| 3.1 Dans quel cas cet itinéraire est choisi ? | 69 | 5 ANNEXES | 127 |
| 3.2 Le matériel forestier de reproduction | 70 | ANNEXE 1 : Diagnostic de besoin en dégagement | 127 |
| 3.3 La densité de plantation | 70 | ANNEXE 2 : Type de mélange | 128 |
| 3.4 Les schémas de plantation | 70 | 6 GLOSSAIRE | 130 |

AVANT PROPOS

Les changements climatiques sont une réalité et, depuis près de 10 ans, ils impactent sévèrement les forêts françaises. Prenant la mesure de ce bouleversement, l'ONF fait de l'adaptation des forêts aux changements climatiques sa mission principale pour essayer de préserver les nombreuses aménités apportées par les forêts. Ce cap a été confirmé par les ministères de tutelle et « Communes forestières France » (Fédération nationale des communes forestières).

Depuis 2021, la direction territoriale Midi-Méditerranée est dotée d'une stratégie d'adaptation des forêts aux changements climatiques qui, à l'instar de la stratégie nationale, s'appuie notamment sur une action de diversification tout en s'inscrivant dans la dynamique naturelle et la protection des sols.

Il manquait un guide précisant l'action de façon opérationnelle. Ce manque est maintenant comblé. Dans les pages suivantes, le memento clarifie les actions de renouvellement à mener en fonction des contextes d'intervention et des stations. Il permet concrètement de combiner, lors du renouvellement, les effets positifs et complémentaires de la plantation et de la régénération naturelle d'essences adaptées face aux changements climatiques.

Dès maintenant, il est impératif que chacun, à son niveau, s'empare du sujet et qu'une dynamique pérenne se mette en place et monte en puissance, en ligne avec la commande que l'Etat va confirmer dans le prochain contrat d'objectif et de performance 2026-2030.

Le guide se nourrit de l'expérience acquise par un collectif de 30 collègues des régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte d'Azur représentant tous les métiers techniques concernés par le renouvellement forestier. Mes remerciements vont à tous ceux et celles d'entre vous dont la contribution a permis l'établissement de notre cadre d'intervention actualisé.

Hervé Houin

Directeur territorial ONF Midi-Méditerranée

| | | |
|-----|--|-------|
| 1.1 | DES INVESTISSEMENTS LIÉS À DIFFÉRENTS FACTEURS | p. 10 |
| 1.2 | CLÉ DE CHOIX DES ITINÉRAIRES | p. 16 |
| 1.3 | DES ITINÉRAIRES COHÉRENTS AVEC LES RÈGLES D'AIDES EN VIGUEUR | p. 18 |
| 1.4 | UN AXE FORT POUR RÉUSSIR LE RENOUVELLEMENT DES PEUPELEMENTS : LIMITER L'EXPOSITION AUX FORTES CHALEURS ESTIVALES SEMIS ET PLANTS | p. 20 |
| 1.5 | DES RECOMMANDATIONS TRANSVERSALES À INTÉGRER DANS NOS PRATIQUES | p. 21 |

La stratégie d'adaptation des forêts au changement climatique de la Direction Territoriale Midi Méditerranée a prévu cinq familles d'itinéraires, classées par niveau d'investissement consenti décroissant :

- Les plantations avec changement de l'essence objectif principale :
 - 1/ La plantation en plein ;
 - 2/ La plantation en placeaux, dans un bourrage ligneux ;
- Les plantations sans changement d'essence principale :
 - 3/ La plantation de bouquets ou de placeaux de dissémination (l'essence objectif principale en place est maintenue) ;
- Des itinéraires sans plantations :
 - 4/ La régénération naturelle d'une essence adaptée (avec travaux) ;
 - 5/ L'accompagnement de la dynamique naturelle (régénération naturelle sans travaux).

Cet ordre n'est en aucun cas un classement des priorités ni des surfaces potentiellement concernées, qui dépendent du plan d'action de la stratégie d'adaptation des forêts au changement climatique et ses déclinaisons aux différentes échelles (agence, unité territoriale, forêt). Le 3^e itinéraire, à but de dissémination, avec une proportion de la surface travaillée faible (≈10 %), a la particularité de pouvoir se combiner sur une même unité de gestion (UG) avec le 4^e et parfois le 5^e itinéraire.

Le choix parmi ces itinéraires se fait à l'aide d'une clé qui tient compte :

- de la fertilité de la station, des conditions d'exploitabilité (qui détermine le maintien ou pas d'un objectif de production, cf. § 1.1),
- de la présence ou non d'un renouvellement naturel et de son adaptation supposée au changement climatique,
- de la présence ou non d'un mélange d'essences
- d'une végétation accompagnatrice ligneuse (cf. clé § 1.2).

1.1 DES INVESTISSEMENTS LIÉS À DIFFÉRENTS FACTEURS

1.1.1 Le niveau de productivité (fertilité)

Les niveaux de fertilité qui autorisent pour chaque essence des investissements en plantation, c'est à dire ceux où l'on considère qu'un rôle de production de bois d'œuvre est possible, sont rappelés dans le tableau ci-dessous. À noter que ces seuils sont conformes aux directives des guides existants, et qu'aucune restriction supplémentaire n'a été pour l'instant décidée compte tenu des effets attendus du changement climatique (on pouvait imaginer réduire l'amplitude des fertilités où l'investissement en plantation serait recommandé), l'adaptation des peuplements se basant d'abord sur le choix d'essences plus résistantes au stress hydrique. L'idéal est de qualifier la fertilité de la station pour l'essence introduite, mais cela peut s'avérer complexe. Aussi le niveau de fertilité déterminé avec le couple hauteur-âge de l'essence en place peut aider. Il faut cependant l'appliquer avec prudence notamment avec le pin sylvestre dont le couple hauteur-âge reflète assez mal le niveau de fertilité, surtout lorsqu'il est issu d'accrus naturels sur sols à calcaire actif. Mais cela peut-être aussi le cas lorsque l'on estime qu'avec l'essence introduite il y aura un gain net en termes de productivité (par exemple plantation de pin maritime à la place de chêne sessile). Dans ces conditions, c'est le résultat d'une analyse stationnelle fine qui permet de déterminer la fertilité, avec notamment l'évaluation du réservoir utile (RU*).

Bien entendu les investissements restent réservés aux surfaces où un objectif de production de bois d'œuvre (donc de récolte en application d'une sylviculture appropriée) est envisagé : c'est-à-dire où l'exploitation est ou sera envisageable (compte tenu de la desserte, de la pente, du relief...). C'est ainsi que des surfaces issues d'anciennes plantations ne devraient pas être renouvelées avec les mêmes niveaux d'investissement. Cela concerne une partie des reboisements à but de Restauration des Terrains en Montagne, mais aussi des reboisements liés au FFN et qui n'ont jamais pu être éclaircis.

Si l'objectif principal du projet de plantation ne relève pas de la production de bois, le critère de niveau de productivité devient secondaire.

| Essence | Surface ^(a) (ha) | Seuil de Hdom à 100 ans | Critère de fertilité « bonne » |
|----------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Hêtre | 156 000 | 22.5 m (Alpes 20m) | F 1-2-3 (F 1) |
| Ch. sessile | 25 000 | 25 m | F 1-2 |
| Ch. pédonculé | 6 000 | 25 m | F 1-2-3 |
| Ch. pubescent | 85 000 | 16 m (à 50 ans) | F 1 |
| Chêne vert | 128 000 | - | - |
| Ch. liège | 13 000 | - | - |
| Cèdre | 6 000 | 22.5 m | F 1-2-3 |
| Douglas | 9 000 | 30 m | F 1-2-3 |
| Épicéa | 26 000 | 22.5 m | F 1-2-3 |
| Mélèze | 44 000 | 28 m (Alpes 21 m) | F 1-2-3 (F 1-2) |
| Pin laricio | 14 000 | 22.5 m | F 1-2-3 |
| Pin maritime | 19 000 | 22.5 m | F 1-2-3 |
| Pin noir | 61 000 | 19 m | F 1-2 |
| Pin à crochets | 34 000 | 18 m (Alpes 15 m) | F 1 (F 1) |
| Pin sylvestre | 101 000 | 22.5 m (Alpes 16 m) | F 1-2 (F 1) |
| Sapin pectiné | 77 000 | 27.5 m (Alpes 19 m) | F 1-2 (F 1-2) |
| Pin d'Alep | 60 000 | - | - |

(a) surfaces sur la Direction Territoriale Midi méditerranée, données IGN cinq dernières années (arrondies)

Tableau 1 : Seuil de critère de fertilité (en hauteur dominante à 100 ans) du peuplement en place au-delà duquel la plantation en plein et en placeaux est en général possible pour les principales essences (en deçà, elle n'est pas recommandée)

1.1.2 Les conditions d'exploitabilité (dont mécanisation des travaux)

La nature des investissements peut être conditionnée aussi à une possibilité d'intervention à un coût mesuré. Ainsi le travail à la pelle araignée est à réserver à certains contextes (cf. figure ci-après) et la lutte contre une végétation indésirable peut être abandonnée si son coût final est très élevé (notion de « cause perdue », on laisse faire).

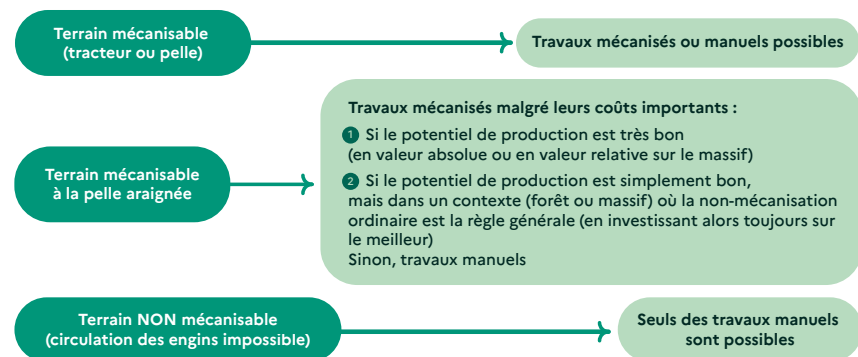


Figure 1 : critères autorisant l'emploi de la pelle araignée

1.1.3 La présence ou le potentiel d'un bourrage ligneux

Le niveau d'investissement dépend aussi de la présence (effective ou attendue avec certitude) d'un bourrage ligneux qui accompagnera les plants, ce bourrage pouvant être constitué de la régénération naturelle de l'essence principale en place. En effet, cette présence permet de viser un changement d'essence principale sans réaliser une plantation en plein mais via une plantation en placeaux. Cela peut conduire à attendre parfois l'installation de ce bourrage pour planter, à engager la régénération naturelle du peuplement en place même s'il est vulnérable (c'est cette régénération naturelle qui constituera le bourrage), notamment si la parcelle est particulièrement exposée aux forts ensoleillements. Cette attente ne doit cependant pas excéder cinq ans, voire on peut s'en exonérer, comme s'exonérer de devoir pré-régénérer naturellement le peuplement, lorsque :

- La connaissance du milieu permet de savoir que ce bourrage va s'installer rapidement ;
- La station est de bonne fertilité et la plantation en plein est un choix judicieux.

Enfin, même si la régénération naturelle est retenue pour une essence adaptée au changement climatique, il peut être recommandé d'investir en plantation pour introduire un minimum de mélange si la future génération s'avère trop pure.

1.1.4 Le degré d'adaptation au changement climatique de l'essence principale en place

L'adaptation d'une essence au changement climatique, en lien avec la station et notamment le réservoir utile, est toujours fait avec un certain niveau d'incertitude. Cependant, les couples essence/station sont classés en trois catégories, définies ci-dessous, qui orientent vers les itinéraires possibles.

| Catégorie | Niveau de risque (ref Zoom 50 V3) | Itinéraires possibles |
|---------------------------|--|---|
| Ess ADAPTÉE | 100 - compatible scénario pessimiste extrême (SSP5 8.5) en 2100 (+5.5°C Monde ; + 6.5°C France) | TOUS |
| | 75 - compatible scénario intermédiaire tendanciel (SSP3 70) en 2100 (+3.8°C Monde ; +4.8°C France) | |
| Ess ADAPTATION INCERTAINE | 50 - compatible scénario optimiste (TRACC) en 2100 (+3.0°C Monde ; + 4.0°C France) | Les plantations avec changement de l'essence objectif principal (plein ou placeaux) La plantation de bouquets ou de placeaux de dissémination La régénération naturelle (avec travaux) L'accompagnement de la dynamique naturelle (régénération naturelle sans travaux) |
| Ess INADAPTÉE | 25 - incompatible tous les scénarios futurs en 2100 | Les plantations avec changement de l'essence objectif principale (plein ou par placeaux) L'accompagnement de la dynamique naturelle (régénération naturelle sans travaux, si ce n'est la possibilité de planter des bouquets ou des placeaux de dissémination en cas de peuplement très pur) |
| | 0 - incompatible y compris présent | |

Tableau 2 : critères de classement des essences selon leur degré d'adaptation au changement climatique, et itinéraires possibles pour les peuplements de cette essence.

Le classement des essences en catégories adaptée, d'adaptation incertaine, inadaptée est ici basé sur les niveaux de risques définis dans Zomm 50 v3. Les scénarios d'émission de gaz à effet de serre sur lesquels on s'appuie évoluant avec nos connaissances et les mises à jour de nos outils de détermination de la comptabilité climatique à l'horizon 2100 (tel que ClimEssences, Zoom 50, OSCAR 3.2...), il est nécessaire de se référer à la stratégie territoriale d'adaptation au changement climatique et surtout à son plan d'actions et aux productions d'outils qui en émergent pour faire évoluer si besoin ce classement.

1.1.5 La décision en amont de renouveler au moins en partie le peuplement

L'ensemble de ces itinéraires s'entendent dans un contexte où le renouvellement du peuplement a été décidé en amont (classement de l'unité de gestion en régénération de futaie régulière, en parquet ou en irrégulier). Il existe cependant des contextes où l'on souhaite faire des plantations dans des unités de gestion d'un groupe d'amélioration :

- Introduction d'une essence en sous étage pour diversifier un peuplement trop pur :

- o Si l'essence principale de l'étage supérieur est prévue d'être récoltée dans les 20 ans, l'essence introduite remplacera l'essence en place comme essence principale. Elle doit alors être particulièrement adaptée à un maintien sous couvert longtemps, ce qui limite fortement le choix ;

- o Si l'essence principale de l'étage supérieur est prévue d'être récoltée au-delà les 20 ans, l'essence introduite sera le plus souvent une essence d'accompagnement destiné à créer un sous étage : il faut alors se poser la question si une conduite du peuplement en place avec un capital raisonnable ne permettra pas d'obtenir naturellement, donc gratuitement, ce sous étage ;

- Introduction d'une essence dans des trouées pour diversifier l'essence objectif d'un peuplement trop pur (l'essence introduite a vocation à produire du BO*) :

- o si les trouées sont naturelles (aléas biotique ou abiotique), cela ne doit s'envisager qu'avec l'itinéraire de dissémination (plantations de 10 % de la surface) ;

- o la création volontaire de trouées qui, dans un peuplement en amélioration, génère un sacrifice d'exploitabilité*, est à réserver au contexte où l'essence plantée pourra participer au renouvellement du peuplement par dissémination de ses graines (le peuplement actuel est assez éloigné de son terme d'exploitabilité) ;

- o les préconisations en termes de surface plantée selon la taille des trouées sont celles du §2.3.4 (pour le cas des dépérissements par plages) ;

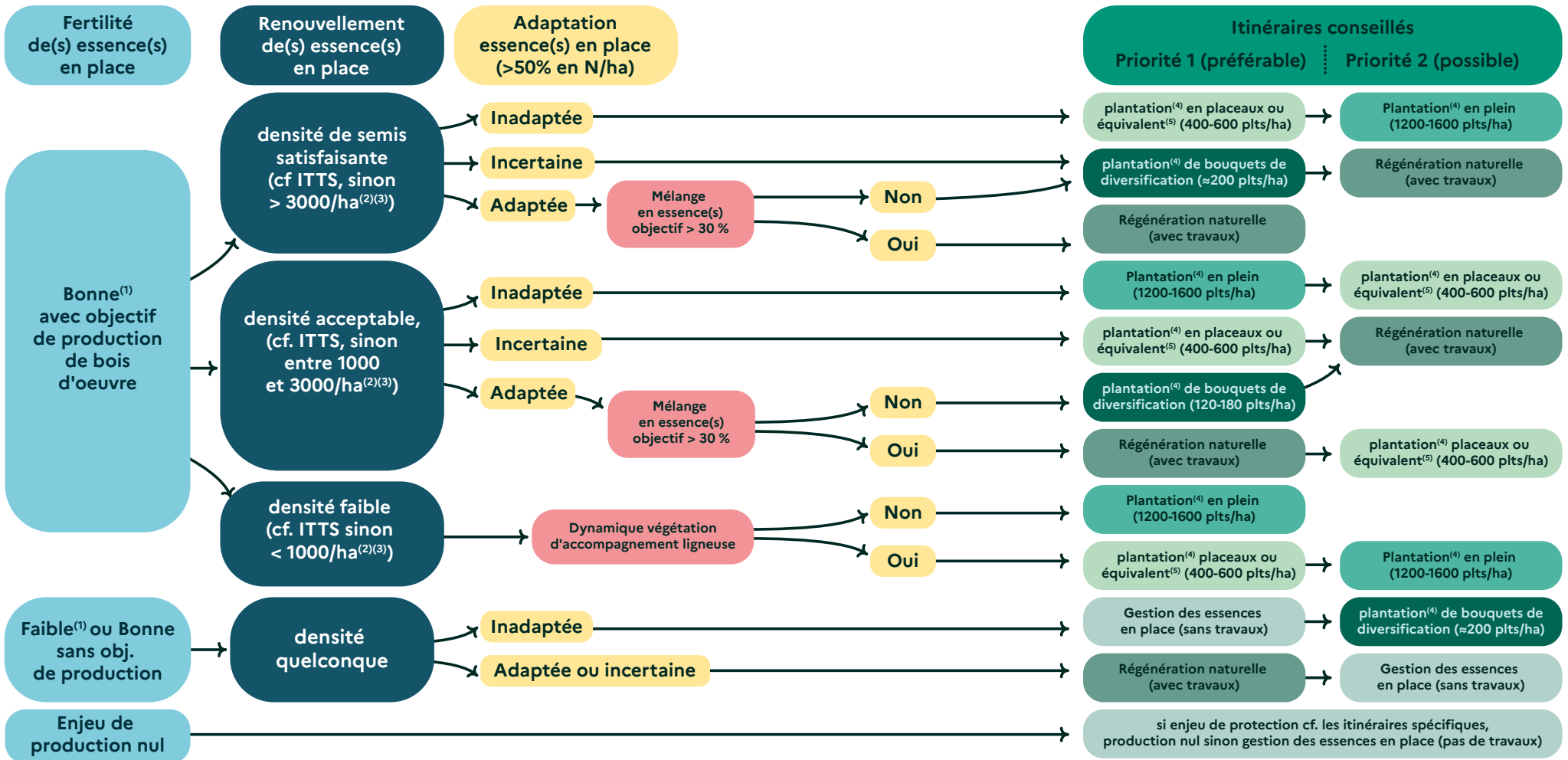
- L'introduction d'une essence à vocation simplement de diversité (essence d'accompagnement), cela ne doit être envisagé que dans des trouées naturelles (aléas biotique ou abiotique) ; il faut toutefois se poser la question si une conduite du peuplement en place avec un capital raisonnable ne permet pas déjà d'obtenir naturellement, donc gratuitement, cette diversité.

1.2 CLÉ DE CHOIX DES ITINÉRAIRES — (UN ITINÉRAIRE S'APPLIQUE SUR UN MINIMUM DE 1-2 ha (2 ha POUR PLANTATION cf. § 2.1)⁽⁶⁾

(1) cf. tableau § 1.1 ; (2) pour une hauteur MOYENNE des semis entre 30 et 80 cm, les semis comptent à partir de 10 cm (20 cm pour les chênes) ; densité sur 20 % de l'ensemble de la forêt en FIRR, densité sur les UG en régénération en FR ; (3) si les semis sont abroustés en cime à + de 25 %, ne pas s'engager sur un itinéraire sans régler le problème (plan de chasse ou protection) ; (4) les plantations en plein ou par placeaux sont réservés aux terrains où les travaux sont mécanisables autrement qu'à la pelle araignée, sauf enjeu local élevé ; (5) équivalent = opportuniste dans les vides (cf. § 2,7) ; (6) en futaie irrégulière ce seuil est porté à 50 ares

Remarques

Si le principe général est de planter dans du bourrage, obtenu éventuellement via l'engagement de la régénération du peuplement précédent, il ne faut pas exclure la possibilité de planter sans présence de bourrage (1) lorsque ce bourrage s'installera rapidement (2) sur bonne fertilité sans risque élevé de fort ensoleillement en optant pour la plantation en plein



1.3 DES ITINÉRAIRES COHÉRENTS AVEC LES RÈGLES D'AIDES EN VIGUEUR

Si les règles d'aides publiques évoluent régulièrement, il reste important de faire le lien entre elles et les itinéraires techniques. En effet, les financeurs utilisent des termes techniques avec parfois un autre sens que ce que l'on retient en sylviculture.

Dans le tableau suivant, les contextes éligibles aux aides du Fonds Pérenne (= France Nation Verte) présentés en colonne sont croisés avec les types d'intervention finançables. A l'intersection sont indiqués les itinéraires (ITTS) concernés de ce présent guide. Ce tableau se veut illustratif et donne l'exemple pour la forêt domaniale pour comprendre les liens entre les ITTS et le Fonds Pérenne à un instant t (début 2025) ; pour les années à venir et dès aujourd'hui pour les autres forêts publiques, il convient de vérifier la concordance entre les ITTS et les aides car les modalités de ces dernières sont susceptibles d'évolution rapide.

Ces financements publics restent assortis d'engagements environnementaux importants. Ainsi des obligations de diversification sont imposées, obligations bien intégrées dans les préconisations du présent guide. Mais la convention cadre passée entre l'ONF et le Ministère rappelle aussi l'importance de la protection des sols et la nécessité de respecter les prescriptions des CNPTSF* et CNPEF*, comme celles des réglementations relatives aux matériels forestiers de reproduction.

La convention précise également que sa mise en œuvre se fait avec des pratiques sylvicoles qui favorisent l'atteinte équilibrée des objectifs suivants :

- Favoriser l'adaptation des essences locales... ;
- Introduire des essences bien adaptées aux conséquences du changement climatique ;
- Diversifier les choix d'essences objectif et d'itinéraires de renouvellement... ;
- ... Améliorer les connaissances sur le comportement forestier d'essences ou de provenances encore peu répandues sur le territoire hexagonal ou en dehors de leur contexte biogéographie habituel ;
- Garantir une bonne capacité à fournir le bois d'œuvre nécessaire à la décarbonation de la société.

| | Cas 1 | Cas 2 | Cas 3 | Cas 4 |
|---|---|---|---|--|
| Type intervention (terminologie Fonds Pérenne) | Cas 1 Intervention curative sur peuplement sinistré (pathogène, grands ongulés), sécheresse, incendie, grêle, tempête...) | Cas 2 Anticipation sur peuplements vulnérables avec premiers signes de dépérissement (Note DPERIS) D.E.F. > 20% D.E.F. > 5% | Cas 3 Enrichissement ou régénération naturelle maîtrisée sur peuplement vulnérable non dépérissant | Cas 4 Intervention en trouées de moins de 5 000 m ² en montagne |
| Précisions | 4-10ha 2 ess. dont l'essence maj < 80% ; >10 ha 3 ess. dont l'essence maj < 70% ; recru naturel compte jusqu'à 20% ; des semis naturels peuvent être comptés à la place de plants morts | ITTS plantation en plein | | |
| Plantation en plein | ITTS plantation possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS plantation possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS plantation possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS plantation en plein appliqué aux trouées |
| Plantation d'enrichissement | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage |
| Travaux sylvicoles | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage |
| Régénération naturelle | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage |
| Semis direct | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage | ITTS possible à 450 avec pins, sinon entre 500 et 710 plants/ha pour les autres essences, toujours si présence d'un bourrage |

Tableau 3 : Cas finançables sur Fonds Pérenne (vérifier les dernières conditions, notamment avec France Nation Verte) et types d'intervention ; lien avec les ITTS

1.4 UN AXE FORT POUR RÉUSSIR LE RENOUELEMENT DES PEUPEMENTS : LIMITER L'EXPOSITION AUX FORTES CHALEURS ESTIVALES SEMIS ET PLANTS

Avec le changement climatique, les épisodes de sécheresses estivales accompagnées de fortes températures deviennent de plus en plus fréquents. Même pour une essence jugée adaptée au futur climat, les premières années d'installation pour des semis ou des plants sont une période à risque vis-à-vis de ces aléas.

Les feuilles (ou aiguilles) d'un plant directement exposé au soleil peut voir sa température atteindre les 50 °C : même stomates fermés, il perd de l'eau à travers sa cuticule. En cas de vent une végétation l'entourant diminuera sa dessiccation. Cette même végétation peut aussi le protéger du gel l'hiver, elle limite aussi l'évaporation de l'eau du sol.

C'est pourquoi les préconisations techniques de tous les itinéraires décrits dans cet ouvrage sont orientées pour assurer une protection vis-à-vis de l'ensoleillement incident.

Cette protection peut être assurée schématiquement par trois strates de végétation, l'une n'étant pas exclusive de l'autre dans nos recommandations :

- la strate du peuplement adulte : elle protège les régénérations naturelles conduites par coupes progressives, cette protection doit être étendue au cas des plantations, à privilégier dorénavant sous abri ;
- le sous-étage : lors des mises en régénération jusqu'ici en vigueur, il faisait l'objet d'un relevé de couvert soit total soit partiel ; dorénavant le relevé de couvert partiel est à privilégier, et non plus seulement dans le cas de risque de blocage par de la végétation concurrente ;
- la strate arbustive basse, la « souille » : elle protège moins du soleil direct les plants (notamment en milieu de journée) mais maintient un environnement plus confiné autour des semis et plants, limitant leur transpiration et l'évaporation de l'eau du sol ; le maintien de cette végétation comme bourrage est préconisé depuis les années 80 en Haute-Saône (méthode dite de Gray), remise au goût du jour en Bretagne ces dernières années pour les plantations ; cette recommandation est donc encore plus d'actualité avec le changement climatique, en ne se contentant pas seulement de maintenir

le bourrage existant, mais en attendant éventuellement son installation avant de planter si celui-ci n'existe pas.

Cette installation du bourrage peut éventuellement être volontaire en engageant la régénération naturelle du peuplement précédent que l'on souhaite transformer (cf. § 2.3.1).

Le maintien du bourrage, notamment par des entretiens localisés et non plus en plein, le maintien d'une partie du sous-étage en régénération naturelle et la plantation sous abri, sont des évolutions dans nos pratiques qui peuvent inquiéter. Des recommandations concrètes sur ces nouvelles pratiques sont précisées plus loin dans ce guide pour qu'elles soient mises en œuvre correctement.

1.5 DES RECOMMANDATIONS TRANSVERSALES À INTÉGRER DANS NOS PRATIQUES

La mise en œuvre des itinéraires proposés dans ce guide, destinée à réussir le renouvellement des peuplements dans un contexte de changement climatique, c'est-à-dire en visant l'installation de nouveaux peuplements mieux adaptés et plus résilients, ne doit pas faire oublier les règles transversales en faveur de la biodiversité et du paysage. Celles-ci sont traitées dans différents documents de cadrage qu'il n'est pas prévu de reprendre ici pour éviter les doublons :

- l'instruction INS 18-T-97 sur la conservation de la biodiversité dans la gestion courante ;
- le guide des traitements des paysages (9200-95-GUI-EAM-004, fiches diffusées par la NDS 95-T-118)
- les fiches du manuel d'aménagement « La carte des sensibilités paysagères » (9200-21-GUI-EAM-078), « Actions 'Paysage & accueil du public en forêt' » (9200-21-GUI-EAM-079) et « Vocabulaire 'Paysage & accueil du public en forêt' » (9200-21-GUI-EAM-080) ;
- le cahier national des prescriptions d'exploitation (CNPEF, 9200-19-DCC-BOI-010 VB) ;
- le cahier national des prescriptions des travaux et services forestiers (CNPTSF, 9200-19-DCC-SAM-002 VB) ;

- le guide Vieux bois et bois mort (9200-17-GUI-SAM-063_vB) ;
- le guide PRATIC'SOLS, guide sur la praticabilité des parcelles forestières (9200-17-GUI-BOI-012_vA) ;
- les référentiels nationaux des exigences et prescriptions environnementales (9200-10-GUI-SAM-051 et 9200-10-GUI-SAM-052).

La stratégie de gestion adaptative, si elle concerne les peuplements, doit aussi prendre en compte la composante sol qui est essentielle. Le sol est la « réserve alimentaire » (eau et éléments minéraux) de l'arbre et assure à ce titre la santé et la productivité primaire de l'écosystème ; il contribue en outre à plus de 50 % au puits de carbone forestier ; il est enfin le siège de 60 % de la biodiversité forestière. Les menaces principales pour les sols forestiers sont liées au tassement et à l'appauvrissement chimique par exports excessifs de menus bois riches en éléments minéraux (on pourrait rajouter pour mémoire la pollution par des intrants, mais l'ONF a, depuis plusieurs années, décidé d'une politique « zéro phyto »).

Pour ce qui concerne les travaux forestiers préconisés dans le présent guide, on peut simplement rappeler que les travaux mécanisés doivent autant que faire se peut être réalisés depuis les cloisonnements d'exploitation, et que si les engins doivent pénétrer entre ceux-ci, cela doit se faire sur sol sec. C'est le cas pour l'ouverture et l'entretien des cloisonnements sylvicoles, mais aussi parfois pour la réalisation des potets mécaniques au centre des bandes.

Les préconisations en matière de coupes de régénération ne doivent pas faire oublier les règles de maintien d'arbres « bio », de création d'îlots de sénescence... décrites précisément dans les documents ad hoc.

La consigne favorable à la biodiversité et aux paysages qui est d'aller vers plus de peuplements mélangés aux différentes échelles (arbre, peuplement, parcelle et forêt) est largement rappelée tout au long de ce guide :

- via la recherche permanente de mélanges d'essences, qu'elles soient des essences objectif* ou des essences d'accompagnement* ;
- via des travaux d'entretien réduits au minimum,
- via le respect de toute régénération naturelle d'avenir installée, etc.

Il est important également de moduler les interventions sur toutes les zones au potentiel de diversité élevé :

- le long des routes forestières :
 - o favoriser les essences pionnières ou à fleurs.
- le long des lisières avec des milieux ouverts, s'il n'y a pas de risque de conflit avec les usages riverains (prairies, cultures...) :
 - o créer une lisière ondulée (échancrée) et étagée ;
 - o favoriser les essences pionnières ou à fleurs (héliophiles donc bien adaptées aux lisières) qui s'installent seules ;
- les ripisylves et abords des mares :
 - o favoriser les essences adaptées à ces milieux (éventuellement mentionnées dans l'aménagement) ;
 - o créer des alternances de zones d'ombre et de lumière (apporter de la lumière sur les zones en pente douce des mares) ;
 - o exclure la plantation en plein des zones à enjeux fort en tétraonidés.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE (PLANTATION EN PLEIN OU EN PLACEAUX)

| | | |
|------|---|-------|
| 2.1 | LES CONSIGNES GÉNÉRALES | p. 25 |
| 2.2 | DANS QUELS CAS SÈME-T-ON ? | p. 27 |
| 2.3 | LES COUPES PRÉCÉDANT LA PLANTATION (OU LE SEMIS) | p. 27 |
| 2.4 | LE MATÉRIEL FORESTIER DE REPRODUCTION | p. 37 |
| 2.5 | LES DENSITÉS DE PLANTATION (OU DE SEMIS) | p. 39 |
| 2.6 | LES SCHÉMAS THÉORIQUES DE PLANTATION (OU DE SEMIS) | p. 41 |
| 2.7 | LES SCHÉMAS DE PLANTATION ADAPTÉS À LA RÉALITÉ DU TERRAIN | p. 49 |
| 2.8 | LA PLANTATION EN PLEIN (CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE) | p. 51 |
| 2.9 | LA PLANTATION EN PLACEAUX AVEC CHANGEMENT D'ESSENCE | p. 61 |
| 2.10 | LES TRAVAUX APRÈS PLANTATION (H < 3 M) | p. 63 |
| 2.11 | NETTOIEMENTS AU-DELÀ 3 M DE HAUTEUR | p. 66 |

2.1 LES CONSIGNES GÉNÉRALES

Classiquement le recours à la plantation intervient en forêt publique dans les cas suivants :

- échec de la régénération naturelle (cf.§ 1, 4.2 et 4.6) ;
- reconstitution après incendie ou chablis ou dépérissement ;
- transformation prévue dans l'Aménagement (par exemple après une 1ère génération d'arbres à la suite de l'acquisition par l'État de grands domaines abandonnés par l'agriculture dans les années 1930).

Avec les effets du changement climatique, le recours à la plantation va être plus fréquent pour changer l'essence principale du peuplement ou pour pallier des régénérations naturelles plus aléatoires. Compte tenu de l'investissement lourd que représente ce passage à la plantation, la décision d'y recourir devra être bien pesée en fonction des objectifs assignés au peuplement. Ainsi, seuls les terrains en bonne classe de fertilité avec une pente inférieure à 60 %, sur lesquels il peut être envisagé à terme de la récolte de bois (éviter de reproduire un scénario vu avec des plantations FFN* dans des endroits difficiles d'accès où toute éclaircie était impossible) peuvent être concernés, sauf cas particuliers.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Les cas particuliers où, malgré les conditions stationnelles ou d'exploitabilité difficiles, il pourra être fait appel à des plantations sont :

- conditions stationnelles médiocres mais similaires sur de larges surfaces contiguës, dans une même forêt ou plusieurs forêts adjacentes d'un même massif : les plantations sont envisageables sur le moins médiocre ;
- situation en forte pente, mais avec un potentiel de production de bois d'œuvre élevé, en valeur absolue ou en valeur relative par rapport au contexte du massif : les plantations sont envisageables sur les secteurs accessibles à l'exploitation future ;
- conditions stationnelles médiocres ou contexte non exploitable, avec un peuplement pur d'une essence non adaptée (dans ce cas, seule la plantation de bouquet de dissémination est pertinente).

Dans ces conditions les préconisations d'intervention pourront être adaptées pour optimiser économiquement ces plantations.

Exemples

Cas de la FD de Mende, en grande majorité en forte pente avec des potentialités moyennes à faibles, sur un grand massif continu : le recours à la plantation se justifie, en priorisant toutefois les meilleures stations où la probabilité de réussite des plantations sur le long terme sera la plus élevée (en évitant les versants secs sur sol superficiel) ;

Cas de sapinières de l'arrière-pays niçois, sur très forte pente mais avec des sols profonds.

Dans ces deux exemples l'optimisation économique passera par la création de potets manuels soignés, les potets mécaniques devant faire appel à la pelle arignée et étant alors d'un coût extrêmement élevé.

Pour réaliser des économies d'échelle, il faut éviter de prévoir des chantiers de moins de 2 ha (sauf en petite forêt de collectivités), en sachant qu'un même chantier peut concerner deux tenements distincts, à condition qu'ils soient proches.

Il faut aussi systématiquement se poser la question de la diversification des essences et de favoriser les mélanges, surtout s'ils s'installent naturellement.

2.2 DANS QUELS CAS SÈME-T-ON ?

Plusieurs tests de semis réalisés en Direction Territoriale Midi Méditerranée montrent que cette technique peut présenter une alternative intéressante à la plantation. Ils montrent aussi que ce n'est pas une technique qui garantit toujours un résultat supérieur à celui de la plantation, et ils confirment que cette technique nécessite également de suivre un itinéraire rigoureux.

Ces tests se sont montrés les plus concluants avec le cèdre ; pour les autres essences (sapins, douglas, pin laricio, mélèze, pin d'Alep...), la réussite est plus aléatoire et mérite encore de faire l'objet d'investigations.

Pour le semis de cèdre, les tests ont confirmé ce qui est déjà dans la littérature : une meilleure réussite après un travail du sol. Aussi, le semis doit être précédé des mêmes préparatifs que pour la plantation, avec pour corollaire un semis par poquet (et pas à la volée, sauf dans le cas particulier de placeaux décapés pour éliminer une couverture dense de graminées).

Les tests offrant le plus de recul ont été réalisés dans des conditions méditerranéennes, avec une végétation accompagnatrice peu dynamique, souvent constituée de graminées. En présence de graminées le travail du sol s'accompagne d'un décapage sur 1 m², les semis ont le temps de s'installer avant le retour de celles-ci.

Dans les contextes plus riches, avec une concurrence forte en dicotylédones, en semi ligneux ou ligneux (ronce, fougère, bouleau...), la technique du semis n'est pas appropriée : les premières années les dégagements de plantules de quelques cm de haut sont difficilement envisageables, ou alors à un coût prohibitif.

Dans tous les cas, le semis consommant beaucoup plus de graines que la plantation pour un résultat similaire, il doit être réservé aux essences et aux années où les graines sont en quantité suffisante.

2.3 LES COUPES PRÉCÉDANT LA PLANTATION (OU LE SEMIS)

Dans le cas général, lorsque l'idée est de transformer un peuplement avec changement d'essence principale, on réalise une coupe définitive du peuplement précédent voire une coupe rase. Dans le cas d'un dépérissement, cela peut être une coupe rase sanitaire.

Mais il peut être intéressant de moduler cela, afin de conserver « une ambiance forestière », notamment selon que l'on vise une plantation en plein ou en placeaux. Et de considérer le cas de plantation partielle dans un peuplement ouvert par des coupes sanitaires, si le dépérissement est stabilisé.

Dans tous les cas il est impératif de s'assurer de la présence de cloisonnements d'exploitation (dès lors que le relief le permet) à un espacement de 18 m idéalement, en se basant avant tout sur ce qui existe (cloisonnements et traînes), en les complétant si besoin. Mais il peut arriver que l'on soit amené à planter sur des parcelles cloisonnées avec des entraxes autres. Dans ce cas, sachant que les sols ont été tassés lors des exploitations précédentes, on conserve les cloisonnements, **sous réserve que leur écartement reste dans une fourchette de 16 m minimum et 24 m maximum**. Avec un écartement plus étroit ou plus large il faut installer un nouveau réseau.

2.3.1 Les coupes visant à favoriser l'installation d'un bourrage.

Si dans le cas d'un dépérissement rapide il n'est souvent pas possible d'étaler autant que l'on souhaiterait les coupes (cf. § 2.3.4), la récolte d'un peuplement préalablement à sa transformation mérite d'être étalée pour faciliter l'installation d'un bourrage. Plutôt que de procéder par une coupe rase unique, il est conseillé d'engager des coupes selon une succession proche de ce que l'on préconise en régénération naturelle pour l'essence en place. A minima, on prévoit une coupe d'ensemencement et une coupe définitive, et si le peuplement en place présente un capital sur pied supérieur à 300 m³/ha on ajoute une coupe secondaire. La différence avec les préconisations des coupes de régénération naturelle de l'essence en place, est que la coupe d'ensemencement peut être plus forte pour décapitaliser le peuplement, ensuite les coupes peuvent être à rotation réduite car on est peu exigeant sur la densité de semis, toute végétation ligneuse qui s'installe (essence d'accompagnement, ligneux bas...) jouera le rôle de gainage.

L'idée est que la mise en lumière progressive du sol entraîne l'installation d'un bourrage, en partie composé de la régénération du peuplement en place. Et que ce bourrage ne soit pas détruit lors de l'exploitation de la coupe définitive, ce qui impose que celle-ci se fasse avec un volume sur pied de 100 m³/ha maximum (pouvant être porté à 150 m³/ha si le peuplement est composé essentiellement de très gros bois).

Ce principe général d'attendre ou de favoriser l'installation d'un bourrage ne doit pas pour autant être compris comme une règle impérative. S'il est important lorsque la parcelle est particulièrement exposée aux forts ensoleillements, cette attente ne doit cependant pas excéder cinq ans. Il est même possible de s'exonérer de cette attente comme de devoir pré-régénérer naturellement le peuplement, lorsque :

- La connaissance du milieu permet de savoir que ce bourrage va s'installer rapidement ;
- La station est de bonne fertilité et la plantation en plein est un choix judicieux ;
- la plantation fait suite à un dépérissement rapide d'un peuplement pur (souvent essence introduite par plantation), contexte où l'installation d'un bourrage est trop lente (exemple caractéristique après dépérissement d'épicéa).

Cet itinéraire doit intégrer aussi le fait qu'il est préférable de généraliser autant que faire se peut la plantation sous abri (cf. § 2.3.2).

Si le peuplement ne présente pas de sous-étage, la coupe d'ensemencement, et l'éventuelle coupe secondaire, préserve des tiges pour constituer le futur abri, ceci dans le but de les maintenir après plantation (cf. 2.3.2).

2.3.2 Les coupes visant le maintien d'un abri avant plantation en plein

Avant une plantation en plein, il peut être intéressant, si cela est possible, de conserver un abri léger et provisoire (la durée de conservation de l'abri dépendant de l'essence introduite), pour limiter les risques de stress aux futurs plants durant les premières saisons de végétation après leur plantation :

- léger pour ne pas avoir un ombrage important qui serait néfaste à la reprise des plants et pour ne pas risquer de produire des dégâts lors de son exploitation ;
- provisoire pour, une fois la phase de risque élevée de crise de transplantation, donner plus de lumière aux plants pour leur permettre de croître.

Dans ce cas, le schéma de plantation doit intégrer, dès sa mise en place, les cloisonnements d'exploitation qui permettront de procéder à la coupe de l'abri (idéalement 4 m tous les 18 m d'entraxe).

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Pour limiter les dégâts liés à l'exploitation de cet abri, il est souhaitable aussi de choisir des tiges plutôt de petits diamètres, parmi les moins bien élaguées (les branches créent une ombre d'autant plus forte qu'elles sont basses, en évitant toutefois les tiges au rapport H/D élevé qui risqueraient de se plier après coupe. En présence d'un sous-étage non concurrentiel, il est utilisé comme abri en le conservant à la coupe d'ensemencement, comme cela est conseillé pour le relevé de couvert en régénération naturelle (cf. § 4.3.1).

La conservation d'un abri à la plantation est, ou a été, pratiquée avec les essences dites d'ombre, essentiellement le sapin et le hêtre. L'adaptation de nos itinéraires au changement climatique serait donc de l'étendre à toutes les autres essences. Des exemples très ponctuels (non évalués scientifiquement) montrent que cela peut avoir un intérêt même sur le chêne sessile, sous réserve d'un enlèvement très rapide de l'abri dans ce cas, au maximum après 2 saisons de végétation.

L'abri ayant un rôle d'ombrage partiel pour les plants (on ne peut pas parler d'ambiance forestière, terme réservé pour les peuplements présentant un couvert continu), il ne présente pas d'intérêt sur les situations peu exposées au soleil direct, notamment en versant ord-ouest à est. **La conservation d'un abri est donc à réserver aux terrains plats et aux terrains pentus exposés du sud-est à l'ouest.**

Les caractéristiques des abris qu'il conviendrait de conserver sont résumées dans le tableau suivant, en visant un abri entre 6 et 10 m²/ha. La surface terrière conseillée augmente avec le diamètre moyen jusqu'au diamètre 30 cm (pour tenir compte du fait que les petits arbres ont un coefficient de couvert supérieur aux plus gros), puis diminue pour limiter le volume restant sur pied et éviter les dégâts d'exploitation lors de son enlèvement. Les pins ayant un couvert plus léger, leurs densités peuvent être plus élevées.

| Dg | nombre de tiges/ha nécessaire pour... | | | | | écartement moyen | | | | |
|-------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | 6 m ² | 7 m ² | 8 m ² | 9 m ² | 10 m ² | 6 m ² | 7 m ² | 8 m ² | 9 m ² | 10 m ² |
| 20 cm | 191 t/ha | 223 t/ha | 255 t/ha | 286 t/ha | 318 t/ha | 8 m | 7 m | 7 m | | |
| 25 cm | 122 t/ha | 143 t/ha | 163 t/ha | 183 t/ha | 204 t/ha | 10 m | 9 m | 8 m | 8 m | |
| 30 cm | 85 t/ha | 99 t/ha | 113 t/ha | 127 t/ha | 141 t/ha | 12 m | 11 m | 10 m | 10 m | 9 m |
| 35 cm | 62 t/ha | 73 t/ha | 83 t/ha | 94 t/ha | | 14 m | 13 m | 12 m | 11 m | |
| 40 cm | 48 t/ha | 56 t/ha | 64 t/ha | 72 t/ha | | 16 m | 14 m | 13 m | 13 m | |

tableau 4 : nombre de tiges à conserver en abri diffus avant plantation selon le diamètre moyen (Dg) des tiges conservées (en **bleu** nombre à privilégier quelle que soit l'essence de l'abri, en **rouge** possible s'il s'agit de pins), écartement moyen correspondant

Cet abri devra être enlevé d'autant plus rapidement que la ou les essences introduites sont de lumière. Ainsi, avec les chênes, les pins, le mélèze... l'abri devra rester deux saisons de végétation maximum au-dessus les plants introduits (après un an, le système racinaire d'un plant en godet qui s'installe correctement, d'autant plus s'il a été planté à l'automne, occupe **un volume 18 fois plus grand** que le godet avec l'hypothèse d'une ½ sphère de 15 cm de rayon). Avec les autres essences, on pourra attendre trois à cinq ans pour le retirer, voire le conserver définitivement dans des cas particuliers (cf. ci-dessous). L'exploitation de cet abri peut faire craindre des dégâts sur les plants. Ces dégâts devraient être toutefois maîtrisés si l'abri respecte bien les conseils en matière de nombre de tiges conservées donnés ci-avant. Mais on peut aussi les limiter en jouant sur les modalités d'enlèvement, sachant que la sortie des bois cause plus de dégâts que l'abattage :

- l'abri est abattu et façonné dans les cloisonnements (où sont laissés les rémanents) ;
- l'abri est abattu et laissé sur place (coupe en travaux) ; cet abattage s'accompagne toutefois d'un minimum de démontage des houppiers qui auraient plié des plants ;
- l'abri est éliminé par annélation des tiges : sa disparition est progressive, cependant l'opération est beaucoup plus coûteuse qu'un abattage avec abandon des bois ; il n'est pas exclu que les tiges mortes fassent des dégâts sur quelques plants en tombant ;

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

- l'abri est conservé en l'état : ce cas est vraiment à limiter aux abris qui seraient légers (bas de la fourchette donnée au tableau ci-dessus) **et** aux essences plantées supportant le plus l'ombrage, tel le hêtre ou les sapins.

| Comportement de l'essence introduite | Essence dite « d'ombre » | Essence dite « de lumière » |
|---|--|-------------------------------------|
| | sapins, châtaignier, hêtre, tilleul | Toutes les autres |
| Capital sur pied maximal avant plantation | 10 m ² /ha (15 m ² /ha si abri en pin ou en une essence dépérissante au feuillage clair) | |
| Nombre de saisons de végétation avant suppression de l'abri | 5 ans max | 2-3 ans |
| Abri maximal éventuellement conservé in fine | 5-6 m ² /ha (8-10 m ² si en pin) | 2 m ² /ha ^(a) |

(a) au titre des sur-réserves, de l'ordre de 8-12 tiges maximum/ha pour des arbres destinés à être conservés jusqu'au diamètre de 45-50 cm de diam., 4-6 tiges maximum/ha pour des arbres destinés à être conservés jusqu'au diamètre de 60-65 cm (cf. § 4.3.3)

Tableau 5 : capital sur pied maximal sous lequel une plantation peut être entreprise, selon le caractère des essences, et durée maximale du maintien de cet abri

L'abri latéral (par bandes) peut aussi s'envisager, sous réserve que cela ne pose pas de problème d'acceptation sociale d'un point de vue paysager (à exclure en zone pentue avec point de vue). Dans ce cas on recommande de **conserver des bandes de peuplement d'une largeur équivalente à la hauteur totale de celui-ci**. L'enlèvement ne pose dans ce cas pas de difficulté.

2.3.3 Les coupes précédant la plantation en placeaux.

La plantation par placeaux consiste à installer selon une maille systématique des placeaux de 12 à 25 plants (les placeaux de 9 plants sont à éviter, un seul plant n'étant pas de bordure) pour un total de plants à l'hectare cadastral de l'ordre de 500 plants (cf. 2.6.2). Entre les placeaux, donc sur une part significative de la surface, aucune intervention n'est prévue et la végétation naturelle s'installe et se développe. Ce type de plantation est à réserver aux situations où la végétation qui se développe entre les placeaux constitue un bourrage ligneux qui gagnera les plants de bordure. Il faut effectivement éviter de prévoir un tel schéma de plantation dans un contexte de végétation uniquement de graminée ou herbacées, de laquelle émergerait des groupes d'arbres serrés avec un développement des branches latérales important et inapproprié à la production de bois de qualité.

Ce gainage latéral des plants constitue déjà un abri bénéfique aux plants, abri partiel vis-à-vis du soleil, abri efficace contre le vent et le risque de dessèchement ou de gel (cf. § 1.1.3 et 1.4). Aussi, les préconisations pour les coupes de renouvellement visent à favoriser l'implantation de ce bourrage, notamment constitué de la régénération du peuplement adulte en place (même si l'essence est considérée comme inadaptée au climat futur puisque qu'on souhaite la changer). Pour autant, on n'investit pas dans des travaux pour favoriser l'installation de cette essence jugée non adaptée, au-delà leur coût, ces travaux pourraient impacter le développement des autres ligneux qui sont aussi utiles pour constituer le bourrage recherché que les semis de l'essence principale.

Dans la mesure du possible (donc hors contexte de dépérissement important, traité au § 2.3.4), il convient d'engager des coupes comme si l'on recherchait un renouvellement naturel de l'essence en place. La différence est que l'on évitera de prévoir une coupe secondaire pour récolter l'intégralité du peuplement en deux coupes, donc avec une coupe d'ensemencement plus forte. La densité de semis recherchée pour constituer un bourrage est bien entendu inférieure à la densité de semis pour une conduite de régénération naturelle classique : on considère qu'une densité de 1500-2500 semis/ha (toutes essences arborées confondues, essences objectif ou d'accompagnement) suffit pour constituer le bourrage escompté. La coupe définitive intervient sur un bourrage de hauteur moyenne 20-30 cm.

Dans le cas où ce bourrage serait jugé trop lent à s'installer, la solution peut être aussi de planter sous abri du peuplement précédent (sur terrain plat ou versant chaud), conformément aux préconisations du § 3.3.2.

2.3.4 Les coupes sanitaires suivies de plantations

Avec les effets du changement climatique, des plantations visant à reconstituer, enrichir, engager progressivement la transformation (changement d'essence) de peuplements dépérissants vont devenir de plus en plus fréquentes.

On peut considérer trois cas de figure :

- Dépérissement rapide et intense : c'est le cas des pessières, parfois des sapinières, où, même si on cherche à retenir la récolte des arbres, cela finit souvent par une coupe rase sanitaire ;
- Dépérissement lent et progressif, régulièrement réparti sur l'UG ;
- Dépérissement par plages.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Sauf exception, ce dépérissement est le signe que l'essence en place est inadaptée au changement climatique, les plantations visent donc à changer l'essence principale par une ou plusieurs autres essences (recherche du mélange, en tenant compte de la dynamique naturelle).

L'urgence des coupes ne doit pas faire oublier les mesures à prendre pour protéger le sol. C'est à ce stade des coupes sanitaires que les cloisonnements d'exploitation définitifs doivent être pérennisés, à un espacement idéalement de 18 m, en se basant avant tout sur les existants, en les complétant si besoin. Si l'espacement est idéalement de 18 m il peut arriver qu'un réseau avec un écartement différent ait pu être installé, notamment pour les peuplements de résineux lors de leur première éclaircie. Dans ce cas, compte tenu que les sols ont été tassés lors des exploitations précédentes, on conserve les cloisonnements, **sous réserve que leur écartement reste dans une fourchette de 16 m minimum et 24 m maximum**. Avec un écartement plus étroit ou plus large il faut envisager d'installer un nouveau réseau. Le cas de cloisonnements à 12 m d'entraxe ouverts pour la première éclaircie est fréquemment rencontré dans les peuplements issus de plantations de sapin ou épicéa. Cet entraxe condamne 33 % de la surface de production, ce qu'on ne peut pas pérenniser. Dans ce cas, il faut envisager de reprendre un nouveau réseau à 18 m **dès l'exploitation des arbres dépérissants** (et non attendre l'installation des plants avec les schémas préconisés).

Dépérissement rapide et intense : la plantation est engagée après la coupe rase sanitaire (en respectant les conditions de fertilité et d'exploitabilité, cf. § 2.1), éventuellement en attendant quelques années pour que s'installe un bourrage favorable à l'installation des plants et de respecter le délai visant à limiter le risque d'hylobe le cas échéant. La plantation est en général en plein, elle peut être en placeaux si un bourrage ligneux contenant des espèces arborées s'installe.

Dans les peuplements dépérissants d'épicéa, parfois de douglas, des tiges d'essences secondaires peuvent être présentes, ce sont en général des feuillus : celles-ci ne sont pas récoltées et sont conservées pour limiter le caractère de coupe rase et leur permettre de se régénérer. On peut schématiquement considérer deux situations :

- Les feuillus sont disséminés, ou en petits groupes : il est recommandé de laisser quelques épicéas (ou résineux en général) autour de chacun d'eux, épicéas choisis parmi les moins affectés et de moindre valeur (on ne reviendra probablement pas rechercher ces petits diamètres). Ces résineux conservés ont deux rôles :

- o protéger les feuillus des dégâts d'exploitation ;

- o soutenir les tiges feuillues des risques de courbures post-coupe ;

- les feuillus sont en bandes : ils sont conservés pour qu'ils puissent coloniser les anciennes bandes résineuses (où quelques épicéas de moindre valeur peuvent être conservés), avec deux objectifs possibles :

- o pour installer un nouveau peuplement, si ces feuillus sont adaptés au changement climatique ;

- o pour installer un bourrage dans lequel on pourra planter en placeaux une nouvelle essence mieux adaptée, qui profitera également de l'abri latéral des feuillus maintenus.

Dépérissement par plages : ce type de dépérissement conduit à des « trouées » plus ou moins marquées (il peut rester quelques arbres survivants çà et là au sein des ouvertures créées, la surface terrière n'y est pas strictement égale à 0 m², d'où les « » au terme trouée) ; Il est possible d'engager des travaux de plantation dans les ouvertures créées par le dépérissement, sous réserve de plusieurs critères :

- Le dépérissement est stabilisé, pas d'aggravation constatée depuis deux saisons de végétation (sinon on revient aux cas traités précédemment) ;

- La délimitation des ouvertures peut inclure des arbres isolés (capital restant entre 0 et 3-4 m²/ha) ;

- Les ouvertures ont une taille minimale qui dépend de l'essence introduite et de la hauteur du peuplement ;

- Les zones plantées sont à une distance de l'aplomb des arbres de bordure qui dépend de la hauteur totale du peuplement et diffère selon les côtés :

- o Peuplement de hauteur totale ≤ 22,5 m : 7,5 m côté sud, 5 m sur les autres côtés ;

- o Peuplement de hauteur totale > 22,5 m : 10 m côté sud, 7,5 m côtés Est et Ouest, 5 m côté Nord.

C'est la bordure Sud de la trouée, la plus ombragée, qui est la plus impactée par la hauteur des arbres, la bordure Nord n'est pas impactée (cf. schéma illustrant la plantation en trouée au § 3.4, valable pour différents contextes).

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

| Hdom peuplement voisin <= 22.5 m | | | Hdom peuplement voisin > 22.5 m | | |
|--|----------------|------------------------------|---|----------------|------------------------------|
| Plantation à 7,5 m ^(a) côté sud, 5 m sur les autres cotés | | | Plantation à 10 m côté sud, 7,5 m sur les côtés est et ouest, 5 m côté nord | | |
| surface plantée | surface trouée | soleil direct ^(b) | surface plantée | surface trouée | soleil direct ^(b) |
| 100 | 450 | 50-60 % 2-4 h/j | 100 | 625 | 60-70 % 2-4 h/j |
| 200 | 650 | 15 % 4-6 h/j | 200 | 875 | |
| 400 | 975 | 75-80 % 4-6 h/j | 400 | 1225 | 65-75 % 4-6 h/j |
| 600 | 1275 | | 600 | 1575 | |
| 900 | 1700 | 40 % 4-6 h/j 40 % +6 h/j | 900 | 2025 | 75-80 % 4-6 h/j |
| 1200 | 2100 | | 1200 | 2475 | |
| 1600 | 2625 | 60-65 % +6 h/j | 1600 | 3025 | 30 % 4-6 h/j 55 % +6 h/j |
| 2000 | 3125 | | 2000 | 3575 | |
| 2500 | 3750 | 75 % +6 h/j | 2500 | 4225 | 65 % +6 h/j |

(a) aplomb des houppiers ; (b) proportion de la surface de la trouée avec un ensoleillement direct en juin, fourchette d'heures par jour, calculs tirés de LUMIFOR

Tableau 6 : surface des trouées (en m²) selon la surface plantée (en m²), largeurs de bordure selon la hauteur des peuplements latéraux, indication de l'ensoleillement en juin au sein de la trouée

Outre le capital sous couvert duquel on peut planter et le capital restant éventuellement à la fin, le fait de planter une essence intolérante à l'ombre (chênes, pins, érables...) incite à retenir une taille de trouée minimale de 1000 ou 2000 m² (selon la hauteur du peuplement alentour, fond orange du tableau), afin de garantir en juin un ensoleillement minimal de 4 heures sur plus de 75 % de la surface.

Dans ce contexte de couvert hétérogène, la plantation dans les ouvertures est réalisée « en plein ». Si, dans l'ouverture il reste un abri diffus il est à retirer dans les 2 à 5 ans selon le comportement de l'essence introduite (cf. tableau 5) : à cette occasion, si le peuplement en bordure sud-est à sud-ouest est dense et peu perméable à la lumière, il est éclairci pour apporter de la lumière diffuse.

Dépérissement lent et progressif, uniformément réparti : ce cas de figure devrait rester rare, relativement aux deux autres, les dépérissements étant rarement aussi bien uniformément répartis que des coupes de régénération voulues par le forestier. Les deux grands principes retenus dans ce mémento, favoriser l'installation d'un bourrage et planter sous abri, sont ici forcément mis en œuvre du fait du contexte. L'introduction d'une nouvelle essence par plantation (voire par semis) ne doit s'envisager que lorsque le capital sur pied restant est en deçà du seuil permettant une arrivée suffisante de lumière au sol pour permettre la reprise des plants, conformément aux préconisations des coupes d'abri donnés au § 2.3.2. L'enlèvement de l'abri suit également les recommandations de ce même paragraphe.

Il est important de rappeler la nécessité d'implanter, dès ce stade des coupes sanitaires, un réseau de cloisonnements d'exploitation.

2.4 LE MATÉRIEL FORESTIER DE REPRODUCTION

2.4.1 L'origine du matériel

Le matériel forestier de reproduction doit respecter les arrêtés MFR en vigueur (cf. <https://agriculture.gouv.fr/materiels-forestiers-de-reproduction-arretes-regionaux-relatifs-aux-aides-de-letat-linvestissement>). Ceux-ci donnent déjà une certaine latitude de choix pour chaque station (les arrêtés MFR donnant des préconisations au plus précis à l'échelle de la sylvoécocorégion, SER*, parfois seulement à celle de la Grande Région Écologique GRECO*), latitude précisée dans les tableaux stations/essences élaborés par la Direction Territoriale et mis à jour régulièrement (lien sous Intraforêt, Mise à jour complémentaire des tableaux DRA-SRA essences objectifs, documents dans la Boîte à Outils AFCC de la DT). Cette latitude déroge parfois aux tableaux des DRA-SRA, dérogation légale sous réserve d'explicitier le choix retenu, et de l'accompagner de la directive diffusant ces tableaux. La démarche d'élaboration de ces listes a consisté à faire migrer les essences sur des stations avec un gradient hydrique ou altitudinal un peu plus favorable aujourd'hui par rapport aux préconisations des DRA-SRA. Cette migration a pu se traduire par une remontée en altitude/latitude et/ou vers des stations à la réserve utile plus importante. Cette démarche s'est appuyée sur l'outil CLIMESSENCES à l'horizon 2100. Elle s'est aussi accompagnée d'un élargissement de la palette d'essences possibles pour tenir compte des nombreuses incertitudes.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

La plantation doit être l'occasion de créer du mélange **si celui-ci ne peut pas s'obtenir naturellement**. On peut considérer qu'en plantation en placeaux, même en introduisant une seule essence, le mélange est tout de suite acquis grâce au développement de la végétation interstitielle (la plantation en placeaux est recommandée en présence d'un bourrage ligneux, cf. § 1). Les recommandations pour la création du mélange en plantation en plein sont détaillées au § 2.8.3.

Si plusieurs provenances d'une même essence adaptées au contexte de la plantation existent, une même plantation (ou différentes plantation dans un même massif) peut utiliser plusieurs provenances pour introduire une plus grande variabilité génétique.

Dans le cas de semis, il existe la possibilité de récolter des graines sur un peuplement de la forêt où doit être fait le semis, hors peuplement classé, sans demander d'autorisation administrative. En revanche, si la récolte est prévue sur un peuplement classé, il convient de faire une demande de récolte et d'obtenir un Certificat Maître auprès de la DRAAF.

La plantation est aussi une opportunité pour tester des essences non autorisées par les arrêtés MFR, dès lors qu'ils sont déclarés comme des dispositifs de tests en gestion et qu'ils respectent les modes opératoires des deux tests autorisés : les Dispositifs Expérimentaux de Diversification en Gestion (DEDG) et les îlots d'avenir (ILA). Une instruction technique de la Direction Midi-Méditerranée détaille les possibilités de mettre en œuvre ces dispositifs.

2.4.2 La qualité des plants

Les plants à racines nues pourraient convenir dans la plupart des cas (hormis pour le cèdre qui est systématiquement produit en godet), mais pour les stations difficiles les plants en godets sont préférés, ce qui est souvent le cas pour le mélèze. La disponibilité des plants à racines nues étant cependant rare pour certaines essences (cas du pin noir...), cela oblige de prévoir des contrats de culture ; or cela ne peut s'envisager que pour de gros chantiers. Pour les petits chantiers, on aura recours aux plants en godet (plus chers mais d'utilisation plus simple). Pour les caractéristiques des plants à retenir, se référer aux arrêtés MFR en vigueur.

Les plants à racines nues sont achetés « planche entière » pour éviter une perte de diversité génétique

La qualité des plants doit être contrôlée lors de la réception. La procédure à appliquer est décrite dans le guide technique « Réussir la plantation forestière » édité par le MASA.

2.4.3 La qualité des graines pour le semis

La réussite du semis dépend de la fraîcheur et de la qualité des graines. Face à la forte demande actuelle de plants, notamment de cèdre, se procurer des graines pour faire un semis peut s'avérer difficile.

Les graines peuvent être achetées directement auprès de la sécherie ONF de La Joux, en leur demandant de préciser l'année de récolte des semences et leur taux de germination mesuré par leur service.

2.5 LES DENSITÉS DE PLANTATION (OU DE SEMIS)

Pour les plantations en plein de mélèze et de pins (hors pin sylvestre), la densité de plantation préconisée est de 1 200 plants par hectare cadastral (la densité pourrait être de 1 100 /ha, mais la densité de 1 200 est retenue pour respecter les conditions d'accès aux aides publiques à l'heure de l'élaboration de ce guide), pour celles des autres résineux et des feuillus sociaux elle est préconisée à 1 600 plants/ha. Les densités locales, dans les bandes plantées donc en excluant les cloisonnements d'exploitation, sont supérieures et de l'ordre respectivement de 1 300 et 2 000 plants/ha.

Pour les pins autres que le sylvestre et les chênes, comme pour toutes les essences qui s'élaguent naturellement bien, la densité peut être réduite à 800 plants/ha en présence d'un bourrage d'espèces arborescentes (à retenir sous réserve des critères de densité nécessaire à l'obtention d'aide publique).

Remarque 1

Cette plantation en plein à faible densité devrait être éligible au Fonds Pérenne dans le cadre du type d'intervention « Plantation d'enrichissement »

Remarque 2

Par rapport aux préconisations antérieures, seule la densité du cèdre a été revue à la hausse, celui-ci s'élaguant naturellement avec difficulté il a été décidé de l'augmenter à la même hauteur que celle du sapin, du douglas...

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Pour les plantations en placeaux, la densité intra placeaux est équivalente à la densité des plantations en plein pour l'essence considérée :

- 3 m x 2,5 m pour les pins (hors pin sylvestre) et le mélèze (soit une densité locale de 1 333) ;
- 2,5 m x 2 m pour les autres essences (soit une densité locale de 2000).

Ces densités ont été optimisées pour un rapport croissance en diamètre / élagage naturel jusqu'au stade de la première éclaircie pour les plantations en plein, rien n'indiquerait de ne pas les retenir pour les placeaux.

De manière générale les placeaux sont constitués de 16 à 25 plants. Si descendre à 9 plants peut s'envisager, il faut avoir conscience que dans cette configuration 89 % des plants auront un port d'arbres de bordure, c'est-à-dire avec une branchaison asymétrique, sauf si le bourrage fournit un gainage équivalent à l'essence elle-même (c'est-à-dire avec un ombrage équivalent ET une vitesse de croissance en hauteur égale, conditions difficiles à appréhender).

La densité de plantation à l'intérieur des placeaux étant fixe, lorsque l'on augmente le nombre de plants dans les placeaux, on augmente simultanément la taille des placeaux et l'espacement entre les placeaux pour une même densité à l'hectare cadastrale.

Pour le renouvellement par semis, la technique à privilégier est celle du semis de quelques graines par poquet*, 5 à 10 selon le taux de germination du lot utilisé (le semis à la volée est trop consommateur de graines et à la réussite plus aléatoire). Les densités de poquets sont donc les mêmes que les densités de plants en plantation.

2.6 LES SCHÉMAS THÉORIQUES DE PLANTATION (OU DE SEMIS)

Les schémas de plantation ci-après sont donnés à titre d'exemple pour illustrer les grands principes retenus, selon la configuration du terrain et le matériel utilisé ils peuvent différer dans les détails.

2.6.1 Les schémas de plantation en plein

Ci-dessous, possibilité pour les essences plantées à 1 200 plants/ha cadastral (minimum).

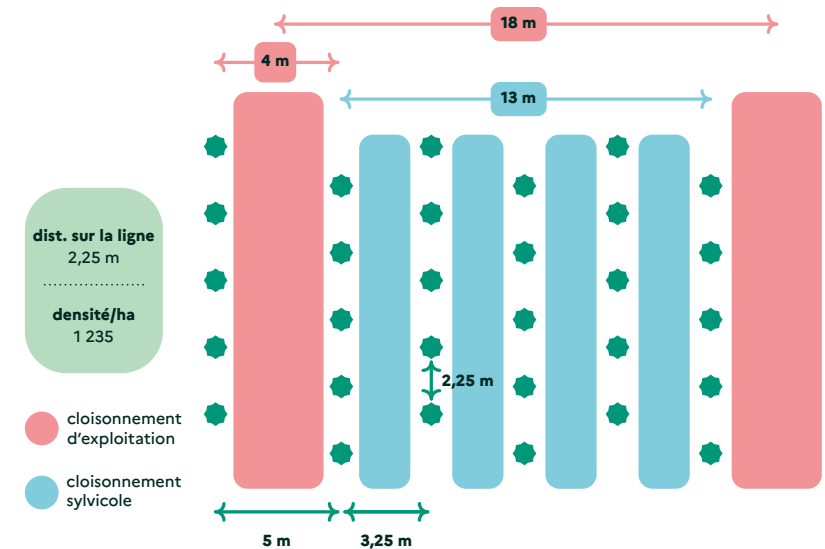


Figure 1 : dispositif à 1 200 plants/ha, possibilité 1, le futur cloisonnement d'exploitation (en rose) n'est pas planté, les lignes sont espacées de 3,25 m ce qui permet d'avoir des cloisonnements sylvicoles (représentés en bleu) ; Les plants plantés à 2,25 m sur la ligne donnent une densité cadastrale de 1 235 plants/ha

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

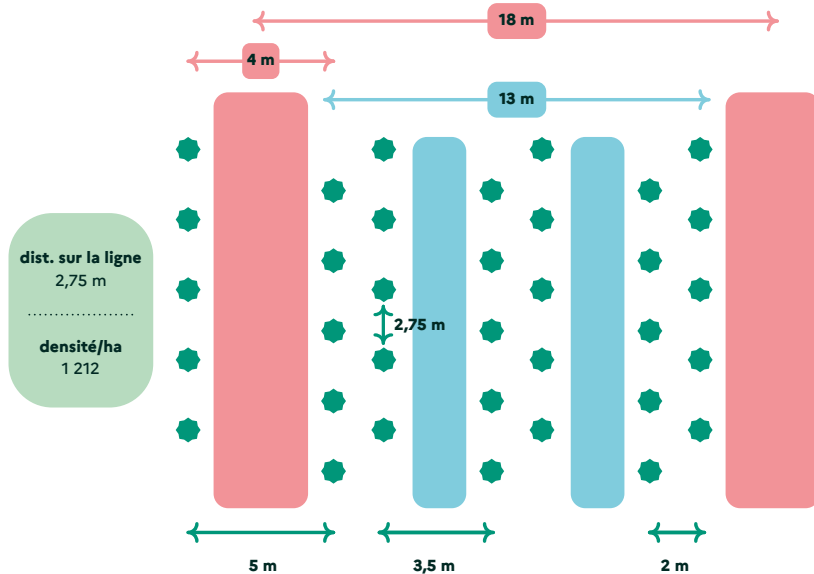


Figure 2 : dispositif à 1200 plants/ha, possibilité 2, le futur cloisonnement d'exploitation (en rose) n'est pas planté, les lignes sont espacées alternativement de 2 m ou de 3,5 m pour installer des cloisonnements sylvicoles ; Les plants plantés à 2,75 m sur la ligne donnent une densité cadastrale de 1212 plants/ha

Remarque

le calcul de la densité cadastrale se fait avec la formule suivante :

Densité = $100 \times 100 \times \text{nbr_ligne_du_motif} / \text{largeur_du_motif} \times \text{écartement sur la ligne}$

(le motif est le schéma minimal qui se reproduit, il fait 18 m dans tous les exemples donnés)

Il peut être aussi envisagé de planter à plus faible densité (de l'ordre de 800 plants/ha), schéma à ne retenir que pour les essences qui s'élaguent naturellement facilement et dans des situations où le bourrage ligneux est bien présent et va croître avec les plants pour jouer son rôle sur la durée.

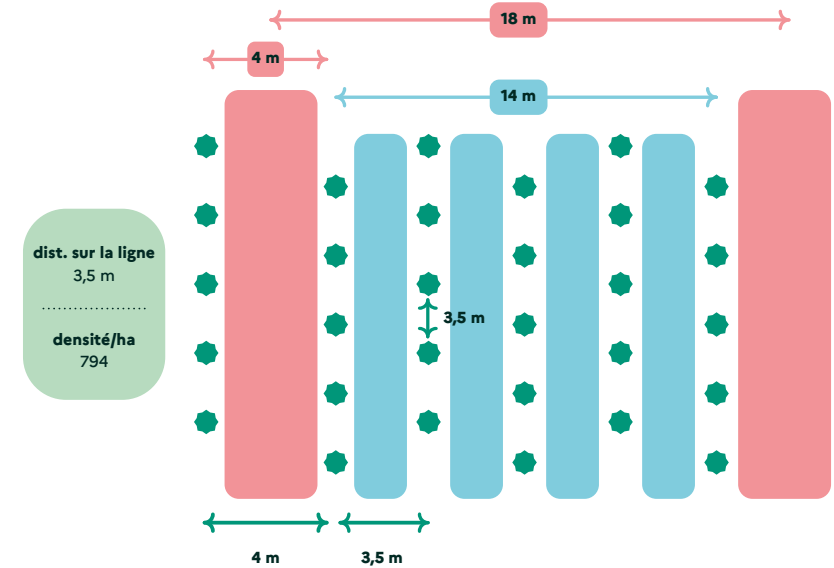


Figure 3 : dispositif à 800 plants/ha, le futur cloisonnement d'exploitation (en rose) n'est pas planté, les lignes sont espacées alternativement de 3,5 m, ce qui autorise l'installation des cloisonnements sylvicoles ; Les plants plantés à 3,5 m sur la ligne donnent une densité cadastrale de 794 plants/ha

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Ci-dessous, possibilité pour les essences plantées à environ 1 600 plants/ha cadastral.

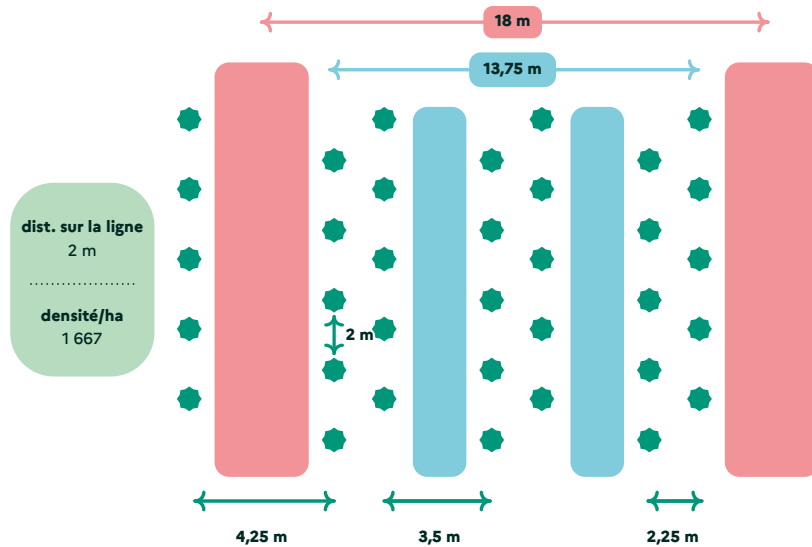


Figure 4 : dispositif à 1600 plants/ha, possibilité 1, le futur cloisonnement d'exploitation (en rose) n'est pas planté, les lignes sont espacées d'alternativement de 2,5 m et de 3,5 m ; les plants sont plantés à 2 m sur la ligne, ce qui donne une densité cadastrale de 1 667 plants/ha.

Remarque

Dans tous ces schémas, il est retenu de disposer un cloisonnement sylvicole à minima une ligne sur deux, avec une interligne de 3 m à 3,5 m. Dans certains cas il pourra être choisi d'élargir ce cloisonnement sylvicole à 4 m, mais **cette solution fait prendre des risques tant qu'à la future qualité des bois** compte tenu que l'élagage naturel sera moins efficient. Ce risque est d'autant plus élevé que l'essence plantée est tolérante à l'ombre (tels les sapins, le cèdre, le douglas...). A l'inverse, il ne faut pas hésiter à réduire l'interligne du cloisonnement sylvicole si le contexte stationnel augure d'une absence de besoin d'entretien mécanique (faible concurrence, concurrence uniquement de graminées ou dicotylédones...) ou leur largeur si les engins disponibles le permettent.

Dans ce cas de plantations d'essences qui s'élaguent naturellement plus difficilement (pour lesquelles on choisit la densité de 1 600 plants/ha), il peut être intéressant de planter les cloisonnements d'exploitation. Cela présente l'avantage de :

- faciliter la commercialisation de la première éclaircie non déficitaire ;
- permettre d'éviter un effet de bordure généré par l'écartement entre les deux lignes de plants de part et d'autre du cloisonnement ;
- permettre d'introduire une essence différente qui pérennisera la position du cloisonnement

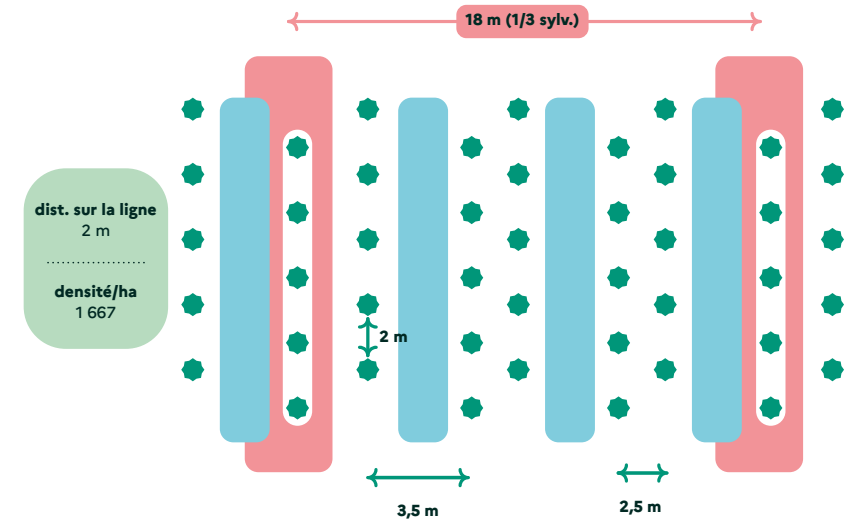


Figure 5 : dispositif à 1 600 plants/ha, possibilité 2, les futurs cloisonnements d'exploitation (en rose) sont plantés (de préférence en une essence différente), les lignes sont espacées de alternativement 2,5 m et 3,5 ; à la première éclaircie 1 ligne sur 6 est prélevée pour donner des cloisonnements d'exploitation (au centre de deux lignes espacées de 6 m) d'entraxe 18 m ; Les plants plantés à 2 m sur la ligne donnent une densité cadastrale de 1 667 plants/ha.

2.6.2 Les schémas de plantation en placeaux

Ci-dessous, le schéma pour les essences plantées à faible densité (équivalent à une densité de 1200 /ha en plein (1330 en densité locale).

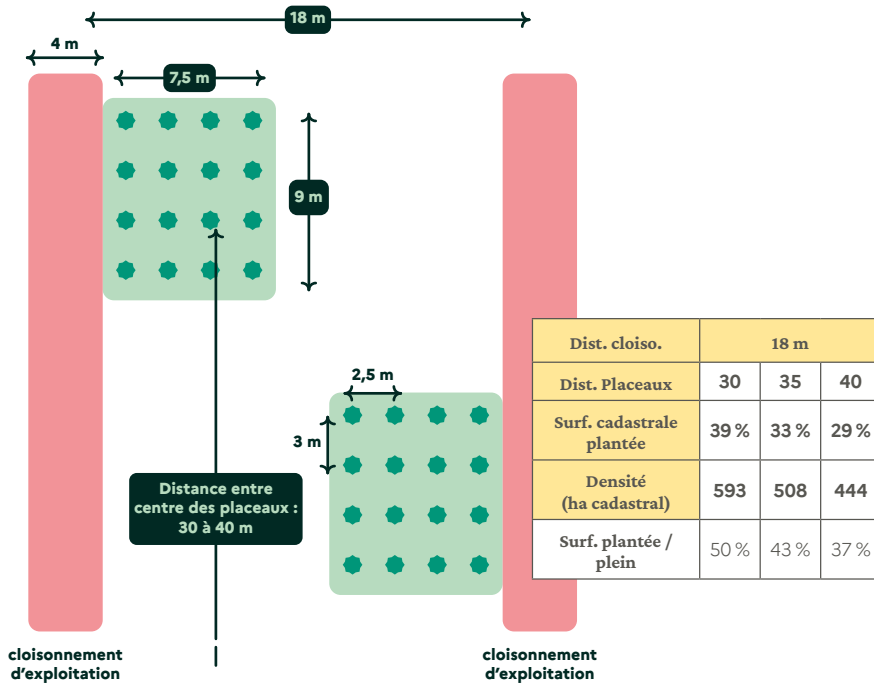


Figure 6 : dispositif de plantation en placeaux « à faible densité locale », à 2,5 x 3 m ; densité cadastrale des plants selon l'espacement entre placeaux

Si les cloisonnements d'exploitation sont idéalement écartés de 18 m (à tenir compte lors de l'exploitation précédant la plantation !), il peut arriver que l'on soit amené à planter sur des parcelles avec des écartements différents. Dans ce cas, compte tenu que les sols ont été tassés lors des exploitations précédentes, on conserve les cloisonnements, sous réserve que leur écartement reste dans une fourchette de 16 m minimum et 24 m maximum.

Le tableau ci-dessous précise alors les distances à retenir entre placeaux pour viser des densités cadastrales de 500 à 600 plants/ha ; avec pour l'écartement le plus large, 24 m, une densité maximale de 533 plants/ha (si on rapproche les placeaux, ils se chevauchent entre deux ½ bandes).

| Entraxe cloiso. | 16 m | | 20 m | | 22 m | | 24 m | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Dist. Placeaux | 35 | 40 | 25 | 30 | 35 | 25 | 30 | 25 | 30 |
| Surf. cadastrale plantée | 37 % | 33 % | 42 % | 35 % | 30 % | 38 % | 32 % | 35 % | 29 % |
| Densité (ha cadastral) | 571 | 500 | 640 | 533 | 457 | 582 | 485 | 533 | 444 |
| Surf. plantée / plein | 50 % | 44 % | 52 % | 44 % | 37 % | 46 % | 39 % | 42 % | 35 % |

Tableau 7 : distance entre placeaux (de centre à centre) pour atteindre les densités



LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Ci-dessous, le schéma pour les essences plantées à un équivalent 1 600 /ha en plein (2 000 en densité locale).

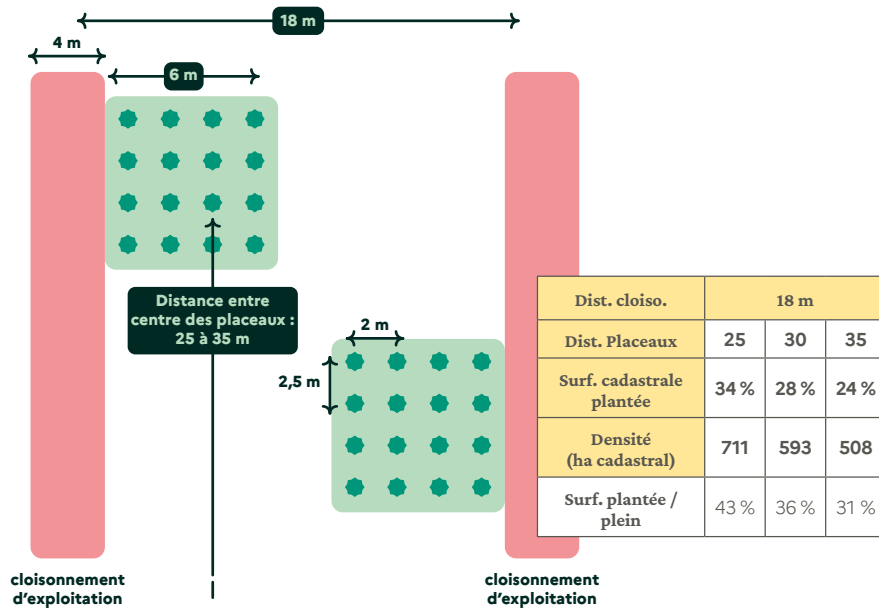


Figure 7 : dispositif de plantation en placeaux « à forte densité locale », à 2 x 2,5 m ; densité cadastrale des plants selon l'espacement entre placeaux

Si les cloisonnements d'exploitation sont idéalement écartés de 18 m (à tenir compte lors de l'exploitation précédant la plantation !), il peut arriver que l'on soit amené à planter sur des parcelles avec des écartements différents. Dans ce cas, compte tenu que les sols ont été tassés lors des exploitations précédentes, on conserve les cloisonnements, sous réserve que leur écartement reste dans une fourchette de 16 m minimum et 24 m maximum.

Le tableau ci-dessous précise alors les distances à retenir entre placeaux pour viser des densités cadastrales de 500 à 700 plants/ha ; avec pour l'écartement le plus étroit, 16 m, une densité qui peut aller à 800 plants/ha.

| Entraxe cloiso. | 16 m | | | 20 m | | | 22 m | | | 24 m | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Dist. Placeaux | 25 | 30 | 35 | 22 | 27 | 32 | 20 | 25 | 30 | 20 | 25 |
| Surf. cadastrale plantée | 40 % | 33 % | 29 % | 36 % | 30 % | 25 % | 36 % | 29 % | 24 % | 33 % | 27 % |
| Densité (ha cadastral) | 800 | 667 | 571 | 727 | 593 | 500 | 727 | 582 | 485 | 667 | 533 |
| Surf. plantée / plein | 53 % | 44 % | 38 % | 45 % | 37 % | 31 % | 44 % | 36 % | 30 % | 40 % | 32 % |

Tableau 8 : distance entre placeaux (de centre à centre) pour atteindre les densités

Tous ces schémas sont théoriques et s'appliquent bien aux parcelles au relief peu tourmenté et dont la pente permet la mécanisation au moins de l'exploitation (les cloisonnements d'exploitation sont ainsi prévus). Si ce cas de figure existe bien en Direction territoriale Midi Méditerranée, beaucoup de surfaces ne permettent pas cette répartition régulière des plants sur une parcelle entière. S'il est prévu de faire de la plantation par placeaux sous abri (cf. § 2.3.3), il est primordial de ne pas laisser d'arbre sur pied à l'emplacement des placeaux (engendre des difficultés pour le travail préparatoire du sol, difficile de faire les potets à la pelle depuis le cloisonnement s'il y a un ou des arbres au milieu).

2.7 LES SCHÉMAS DE PLANTATION ADAPTÉS À LA RÉALITÉ DU TERRAIN

Pour une large part des peuplements de la Direction Territoriale Midi Méditerranée, il est rare de pouvoir installer des plantations strictement selon les schémas présentés au paragraphe précédent. Tout d'abord, le relief impose la répartition des cloisonnements d'exploitation, qui sont rarement parallèles, voire interdit leur implantation. La très grande variabilité stationnelle à l'échelle des UG fait également que des zones ingrates, de mauvaise station, voire d'affleurements rocheux, ne sont pas plantées et conduisent à une plantation « en peau de léopard ». La présence aussi de renouvellement naturel que l'on souhaite préserver conduit également à investir par plages aux contours complexes.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Les schémas de plantation doivent ainsi s'adapter à ces situations, l'important est de respecter les grands principes sur lesquels ils sont construits :

- respecter la densité locale en fonction de l'essence : les essences nécessitant une forte densité garante d'une production de bois d'œuvre de qualité sont plantées entre 2 x 2 m et 2 x 2,5 m (visant une densité de 1600 plants cloisonnements compris), les autres entre 2,5 x 3 m et 3 x 3 m (visant une densité de 1200 plants cloisonnements compris) ;
- prévoir l'implantation des cloisonnements d'exploitation environ tous les 18-20 m, des cloisonnements sylvicoles intermédiaires lorsque des entretiens sont pressentis ;
- les cloisonnements d'exploitation peuvent être plantés dans certains cas, notamment lorsque l'essence est susceptible de produire de grosses branches basses qui nuiront à la qualité des bois et, accessoirement, rendront la mécanisation de la première éclaircie complexe (branches gênant le travail de l'abatteuse) ; cette solution permet simultanément de faciliter la commercialisation de la première éclaircie, mais cet argument économique de court terme ne peut à lui seul justifier la plantation des cloisonnements ;
- la plantation en plein conduit à installer des plants partout où les conditions le méritent (station, absence de renouvellement en place), la plantation en placeaux conduit à s'efforcer de répartir sur ces mêmes zones les placeaux selon des écartements conformes aux schémas théoriques.

D'un point de vue pratique, lorsque les conditions sur une UG font que le renouvellement du peuplement par plantation n'est possible que sur 60 % de la surface ou moins (le reste est inaccessible, déjà avec de la régénération par plages, avec un sol sans intérêt, comprend les cloisonnements d'exploitation...) **alors la plantation par placeaux n'a pas trop de sens et la plantation en plein opportuniste sur les zones intéressantes** est préférable (pour mémoire, un réseau de cloisonnements d'exploitation de 4 m de large tous les 18 m couvre 22 % de la surface cadastrale). C'est le cas des plantations engagées dans un peuplement dépérissant par plages dans lequel on souhaite amorcer la transformation. A noter que dans le vocabulaire lié aux financements des travaux, ces plantations opportunistes sont dénommées « enrichissement ».

2.8 LA PLANTATION EN PLEIN (CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE)

2.8.1 Les travaux préparatoires à la plantation dans le cas général

Les travaux préparatoires doivent veiller à ne pas créer des dégâts sur le sol dont les effets induits négatifs (notamment le lissage) sur la croissance des futurs arbres seraient supérieurs aux effets positifs attendus (décompactage).

Ainsi, le dessouchage n'est pas recommandé, comme le broyage en plein des rémanents.

Le traitement des rémanents : lors de l'exploitation précédant la plantation, il est demandé de privilégier la mise des rémanents sur les cloisonnements d'exploitation, sinon de les maintenir dispersés. Dès que les contraintes d'exploitation et commerciales le permettent, viser un diamètre de découpe 7 cm pour limiter un trop fort volume de rémanents. Cependant, si les volumes en jeu sont importants, ils peuvent être une gêne aux travaux préparatoires du sol, voire à la plantation elle-même (circulation des planteurs difficile voire dangereuse), dans ce cas, la mise en andains sur les cloisonnements d'exploitation s'impose.

Le traitement de la végétation en place ne doit pas se faire en considérant celle-ci comme une concurrence, mais comme un bourrage pouvant constituer un abri latéral utile aux futurs plants. Aussi, il peut être parfois utile d'attendre 1-3 ans après l'exploitation du peuplement précédent pour engager la plantation dans un bourrage constitué ou en cours de constitution. Cela présente aussi l'avantage non négligeable de passer la période la plus risquée vis-à-vis de l'hylobe après un peuplement résineux.

Dans le cas où il existe une végétation ligneuse et semi ligneuse déjà installée et dynamique, il convient de la maîtriser par un broyage à minima sur les futures lignes de plantation, broyage à hauteur pour conserver un peu de bourrage (avec une végétation ligneuse plus basse, elle peut être maîtrisée via la réalisation des potets mécaniques, par exemple avec la Dent Becker). Ce broyage ne doit pour autant pas être systématique sur l'intégralité de la zone à planter :

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

- Les tiges réservées lors du relevé de couvert sont bien entendu conservées ;
- Si le relevé de couvert partiel n'a pas permis de conserver un abri diffus suffisant (conformément aux préconisations du §3.2.1), des brins parmi les plus gros (Ø 5-10 cm) peuvent être épargnés ci et là pour constituer un abri latéral (tous les 8-10 m) ;
- Les zones avec des semis ou des gaules d'au moins 3 ares sont épargnées.

L'intérêt d'ameublir le sol pour permettre aux plants de développer leurs racines le plus rapidement possible la première année a été maintes fois démontré. Pour cela, plusieurs techniques ou outils peuvent être utilisés, en ayant conscience des potentiels effets négatifs, qui sont à limiter absolument :

- Le potet manuel : il consiste à travailler le sol sur un volume minimum de 30 cm de côté

- o Ses inconvénients sont le coût (élevé) et la pénibilité dès lors que la charge en cailloux ou la compacité du sol sont importantes (avec parfois comme conséquence indirecte qu'il ne soit pas parfaitement réalisé) ET qu'un travail mécanique du sol préalable n'a pas été réalisé ;

- o Ses avantages sont qu'il peut être théoriquement pratiqué dans toutes les conditions, qu'il est sans impact négatif sur le sol ; il peut être la seule solution pour les plantations dans un périmètre de captage si l'arrêté interdit tout travail mécanique. Il est également incontournable pour les terrains non mécanisables y compris à la pelle araignée, et sera retenu aussi pour les petits chantiers pour lesquels le déplacement d'un engin ne serait pas économiquement viable.

- Le sous solage : il consiste à ameublir le sol en ligne sur les lignes de plantation avec une dent de ripper équipée d'ailettes latérales pour éviter autant que faire se peut le lissage des parois. Le sous-solage n'élimine pas la végétation concurrente, il n'est donc envisageable qu'en l'absence d'une strate herbacée compétitrice pour l'eau ou la lumière ;

- o Ses inconvénients sont les risques d'effets négatifs sur le sol, le tassement et le lissage des parois : il est donc à éviter sur les sols argileux ou limoneux, il est à réaliser toujours sur sol sec, plusieurs mois avant la plantation ; en cas de pente légère, le sous-solage est réalisé perpendiculairement au sens de la pente pour éviter les risques d'érosion (si la pente est trop forte, une autre technique est choisie) ; si la présence de nombreuses

souches ou des rémanents sont un obstacle, le dessouchage et le broyage des rémanents n'étant pas recommandés, une autre technique est choisie ;

- o Ses avantages sont le rapport coût / efficacité très bon ;

- Le potet mécanique (cube de 50 cm minimum d'arête)

- o Avec quel outils ? selon les caractéristiques du site :

- Le sous-soleur multifonction ou le Modul'D (peigne plus polyvalent) : outils spécifiques à cette tâche ;

- Le scarificateur réversible : outil spécifique bien adapté à l'arrachage de ligneux-bas et semis-ligneux simultanément (rhizome de fougère...), mais pas des graminées ;

- Le scarificateur de montagne : permet d'arracher les graminées simultanément au travail du sol ;

- o Ses inconvénients sont le coût (élevé) et le risque de tassement du sol par l'engin (avec risque de lissage des parois si le travail est fait au godet classique) ; ses inconvénients sont limités en travaillant sur sol sec plusieurs mois avant la plantation et en gardant l'engin le plus possible sur les cloisonnements d'exploitation (idéalement 6 mois avant, au minimum 3 mois) ;

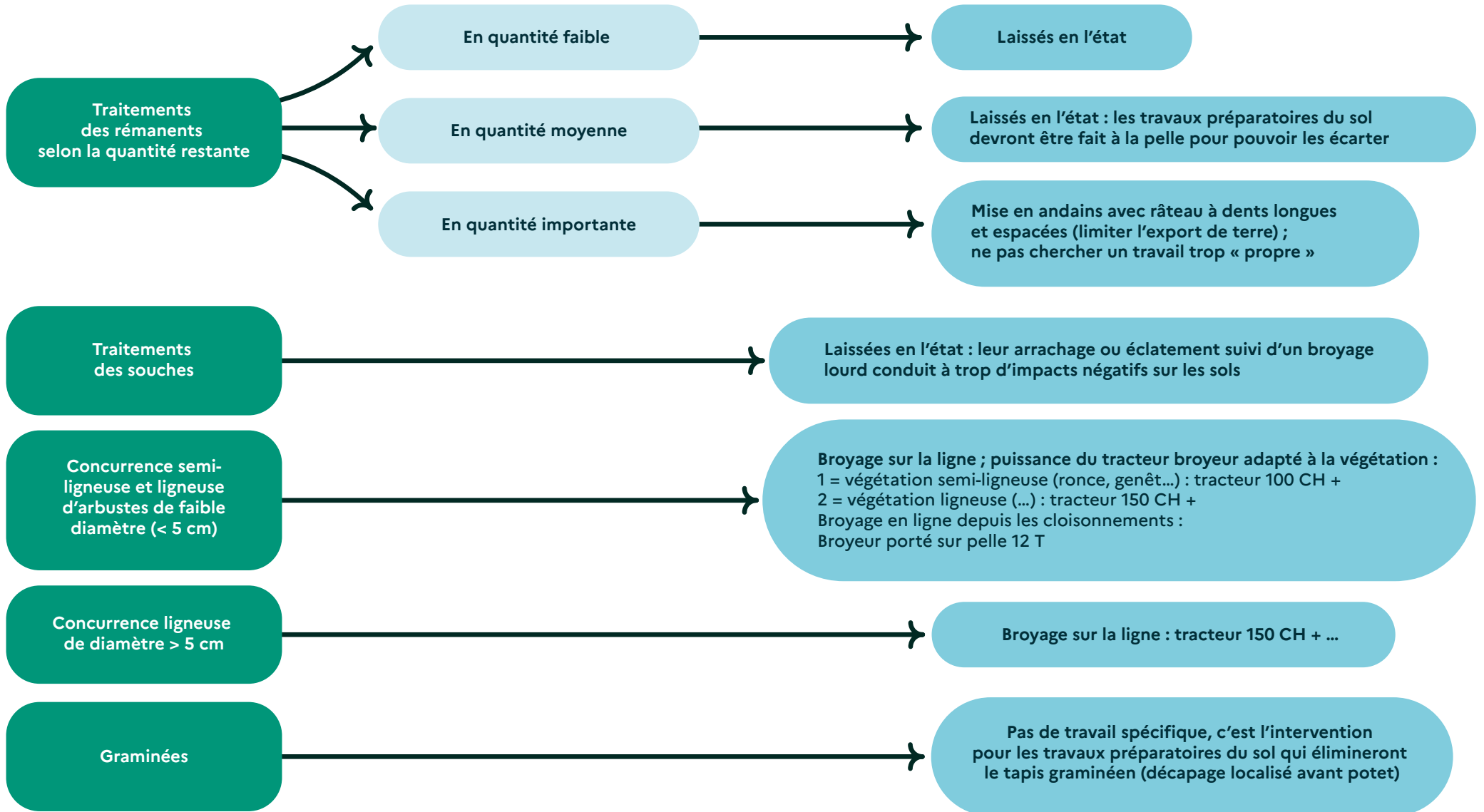
- o Ses avantages sont le volume travaillé important à disposition du futur plant et l'élimination simultanée de la végétation sur 1 m² (éventuellement 1,5 x 1,5 m si végétation dynamique) faisant économiser au moins un dégagement ; ceci sans impact important à l'échelle de la parcelle (1200-1 600 m²/ha travaillés) ; il permet le travail mécanique du sol y compris en présence de végétation assez importante et de beaucoup de rémanents car ceux-ci peuvent être écartés ;

- La tarière mécanique

- o Ses inconvénients sont les risques d'effets négatifs sur le sol, le tassement et le lissage des parois : il est donc à éviter sur les sols argileux, il est impérativement à réaliser sur sol sec, plusieurs mois avant la plantation ; il est inadapté aux sols caillouteux ;

- o Ses avantages sont le rapport coût / efficacité (si réalisé dans de bonnes conditions !) avec un volume de sol travaillé important.

Clé de choix des interventions de travaux préparatoires sur la végétation
(hors utilisation de la pelle araignée)



2.8.2 Les travaux préparatoires à la plantation sur pente non mécanisable

La première question à se poser est de savoir si la station mérite un investissement en plantation, c'est-à-dire avec une pente inférieure à 60 % et une station de bonne fertilité (cf. critère § 1.).

La forte pente limite les possibilités de travail mécanique à l'usage seulement d'une pelle araignée, donc à des coûts élevés. Cette possibilité est réservée aux stations à :

- potentiel de production de bois d'œuvre élevé, en valeur absolue ou en valeur relative par rapport au massif ;
- potentiel de production de bois d'œuvre moyen, mais avec des conditions stationnelles homogènes sur de larges surfaces contiguës dans une même forêt ou plusieurs forêts adjacentes d'un même massif ; dans ce cas on s'efforce de rechercher le meilleur pour planter.

Si l'usage d'une pelle araignée est retenu, selon les besoins, les outils suivants sont mis en œuvre :

- sous-soleur multifonction : pour arracher et dégager de petits rémanents sur 1 m² et faire un potet, avec une finition en mini-banquette ;
- si rémanents abondants, mise en andains des éléments les plus grossiers (ne pas chercher à ranger tous les rémanents en risquant d'exporter de la terre) ; ce travail peut être suivi de la réalisation d'un potet mécanique ou manuel ;
- si végétation ligneuse gênante, soit broyage avec broyeur porté, soit arrachage au scarificateur, sur 1 x 1 m à 1,5 x 1,5 m.

En l'absence de travail préparatoire mécanique, la confection d'un potet manuel soigné est retenue, avec confection d'une mini banquette pour faciliter l'infiltration de l'eau. Cela se conçoit dans le cas où il n'y a pas d'autres travaux préparatoires rendus nécessaires pour écarter des rémanents, ou supprimer une végétation conséquente autre que des graminées (qui de fait seront supprimées avec la confection du potet). Sinon, il est préférable de renoncer à l'investissement. Ce qui implique que, dans ces situations, cette contrainte forte soit anticipée et que le peuplement précédent ne soit pas récolté (on s'oriente alors vers l'itinéraire d'accompagnement de la dynamique naturelle traité § 5).

2.8.3 La constitution de peuplements mélangés

Comme beaucoup de forestiers le préconisent et comme la stratégie territoriale d'adaptation des forêts au changement climatique le stipule, il faut rechercher plus de mélange, éviter les peuplements monospécifiques sur de larges surfaces, et pour cela s'appuyer autant que faire se peut sur les dynamiques naturelles.

La recherche du mélange s'appuie d'abord sur l'existant et sur le potentiel d'installation naturel :

- Les plages régénérées sont préservées (le Fonds Pérenne prévoit explicitement qu'en plantation en plein 20 % de la régénération soit composé de recru naturel) ;
- les lisières, le long des routes forestières et des cours d'eau, le long des thalwegs, où s'installent naturellement des essences de lumière ne sont pas plantées (idem) ;
- les travaux préparatoires épargnent autant que faire se peut les semis diffus.

Ces recommandations visent à favoriser un mélange en structure horizontale.

En présence d'un bourrage ligneux constitué d'essences d'accompagnement, celui-ci sert de matrice pour faciliter la reprise des plants : cet accompagnement a vocation à être conservé pour constituer à terme une strate basse (sous-étage, mélange par strates) qui participera au mélange.

Néanmoins, on peut être amené à planter plusieurs essences pour créer un mélange, parce que la dynamique naturelle ne suffit pas ou que les aides publiques l'imposent. Ce mélange peut se faire selon différents patterns, par parquets, par bandes (attention au paysage !), par placeaux plus ou moins grands, avec des bouquets de dissémination. Plusieurs exemples de schéma sont donnés en annexe 2.

On peut distinguer deux catégories de mélange :

- le mélange d'essences objectif dites structurantes*, parfois nommées sociales* ;
- le mélange d'essences objectif associées*.

Pour la deuxième catégorie, s'agissant d'essences avec une présence naturellement diffuse (feuillus précieux, fruitiers...), on vise une introduction d'un maximum de 5 % des plants du projet (en s'assurant que ces essences ne

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

s'installent déjà pas naturellement !). Ces plants sont installés en petits placeaux (12-16 plants) ou grands placeaux (25 plants ou plus) avec une densité locale en général de 2,5 m x 2,75 m.

Pour le mélange « intime » d'essences objectif structurantes* (donc autre que le mélange par juxtaposition de parquets, qui présente de nombreux avantages pour tous les aspects de la multifonctionnalité, mais qui ne doit pas être la solution unique), il est suggéré de toujours privilégier une essence prépondérante à laquelle on associe une seconde essence à hauteur de 20 ou 33 %. Si, pour la station considérée, aucune des deux essences n'apparaît à privilégier, il est alors possible de créer deux patterns de mélange ou l'une ou l'autre des deux essences est successivement l'essence principale (plantée à 80 ou 66 %).

Le mélange est alors créé par l'introduction de placeaux de la seconde essence dans une matrice composée de l'essence principale de manière identique à ce qu'il est pratiqué pour les plantations en placeaux décrits au § 3.6.3. Mais on a toutefois intérêt à privilégier des placeaux plus grands, plus facile à installer et à suivre, de forme carrée et d'une largeur égale à l'entraxe des cloisonnements d'exploitation (soit 18 m x 18 m dans le cas idéal).

2.8.4 La mise en place des plants

De manière générale, les plants sont toujours mis en terre avec réalisation d'un potet travaillé manuellement, c'est -à-dire avec un ameublissement de la terre et la sortie des plus gros cailloux sur un volume de 30 x 30 x 30 cm :

- s'il n'y a pas eu une préparation mécanique préalable du sol, ce travail nécessite du soin et du temps ;
- après travail du sol mécanique, la tâche est beaucoup plus aisée et rapide, elle reste nécessaire.

En cas de plantation après sous-solage, il faudra veiller à ne pas installer les plants directement dans la ligne de fissure du sol laissée par l'outil, au risque d'exposer les racines à des poches d'air et d'augmenter significativement la mortalité des plants, mais de les décaler de 20 cm de côté.

Dans le cas où le terrain est en pente, la surface du sol travaillé en potet est façonnée en une mini banquette pour faciliter l'infiltration de l'eau.

Pour les plants en racines nues, il peut être nécessaire d'habiller et praliner les plants avant leur mise en terre, L'habillage consiste à couper entre 20 à 30 % des extrémités du chevelus racinaires (cf. le Guide Technique réussir la plantation forestière – Contrôle et réception des travaux de reboisement, 3^e édition décembre 2014, MASA).

2.8.5 La protection contre le gibier, le bétail

Si les risques de dégâts de gibier sont importants, les cervidés éprouvant plus d'appétence pour les plants que pour les semis, la protection physique des plants doit être mise en œuvre. Mais cette protection doit être considérée comme une mesure transitoire avant un retour à l'équilibre sylvo-cynégétique compte tenu de son coût très élevé (cas de situation critique avec la possibilité de financer les protections avec les aides publiques ou privées). Il en est de même pour l'utilisation éventuelle de répulsifs homologués (cas actuellement du TRICO) qui doit être réservée aux essences à croissance juvénile relativement dynamique (mélèze, cèdre...) et mise en œuvre par des équipes habilitées. **L'application de répulsif est à éviter sur les essences à croissance juvénile lente (sapin...) pour éviter un trop grand nombre de passages (souvent 2/an). Il est inefficace contre le lièvre, et peu efficace contre les cerfs d'autant plus si ces derniers sont en forte densité.**

Si les conditions de terrain le permettent, c'est la protection globale par engrillagement qui est souvent la solution la moins onéreuse pour des chantiers d'une surface minimale de l'ordre d'un hectare d'un seul tenant. Le coût de la clôture pouvant toutefois varier fortement selon les conditions de terrains, il est préférable de faire un devis comparatif des deux solutions pour choisir. Dans la décision, il convient aussi de tenir compte du fait que s'il y a plusieurs plantations proches, cela génère de nombreuses clôtures, peu appréciées du public.

La protection individuelle est à retenir sur des plantations de moins d'un hectare d'un seul tenant (cf. recommandation alinéa précédent de faire deux devis). Outre les protections classiques en plastique, des tests avec du grillage galvanisé à maille 10 sur 10 cm ont donné des résultats satisfaisants. Compte tenu de leur rigidité, un seul piquet enfilé simplement dans les mailles suffit. Il convient simplement de s'assurer que les lièvres ou lapins ne fassent pas des dégâts à travers les mailles, sinon de retenir un grillage avec un maillage plus petit en partie basse. Afin d'éviter la récupération des protections, il faut à l'avenir utiliser du grillage non galvanisé (ce qui est alors un avantage de plus par rapport aux protections plastiques de toutes sortes).

L'inconvénient de ces protections est le risque d'accident lors des dégagements qui seraient réalisés à la débroussailleuse. Il peut être contourné en obligeant, pour le dégagement de proximité avec les plants, l'usage du croissant.

Les dégâts dus au bétail doivent être maîtrisés avec l'aide des éleveurs, ils ne font pas l'objet d'un chiffrage dans les ITTS.

2.8.6 Les regarnis

Des regarnis sont à prévoir si l'on observe des échecs localisés dans des zones d'au moins 50 ares, ou si le taux de reprise moyen d'un ensemble homogène est inférieur à 60 % (ou < 80 % en cas de projet aidé, parfois cela peut être une densité minimale de plants survivants qui importe).

Cette opération peut être une seconde chance pour diversifier les essences objectif lorsque la mortalité s'observe par trouées (en s'assurant de l'adaptation de l'essence retenue à la station et de son adéquation avec l'essence en mélange).

Compléments par plantation ou semis ?

Les compléments sont la plupart du temps fait par plantation. Cependant des essais de compléments par semis de cèdre ont donné de bons taux de reprise dans certains contextes :

- en station favorable à cette espèce ;
- préparation du semis soit par potet manuel (en terrain mécanisable, le travail préparatoire de la plantation initiale est encore efficace) ;
- semis en ligne (après sous-solage) ou par lot de 5 graines/potet, graines recouvertes sommairement avec le pied.

Cette technique mérite d'être testée en vraie grandeur sur des chantiers, en entreprise interne ou externe, pour en évaluer le coût.

2.9 LA PLANTATION EN PLACEAUX AVEC CHANGEMENT D'ESSENCE

2.9.1 Les travaux préparatoires à la plantation dans le cas général

Le potet mécanique est le travail préparatoire à la plantation en placeaux le plus souvent retenu. Il permet simultanément d'éliminer la végétation concurrente à proximité du futur plant (travail sur 1 x 1 m à 1,5 x 1,5 m) et de décompacter le sol en profondeur. L'engin circule le plus possible sur les cloisonnements d'exploitation, il intervient sur sol sec et plusieurs mois avant plantation.

Dans les conditions particulièrement favorables, peu de végétation gênante, sol profond et meuble, il n'est pas exclu de ne faire aucun travail préparatoire si ce n'est la réalisation d'un potet manuel soigné.

2.9.2 Les travaux préparatoires sur pente non mécanisable

La première question à se poser est de savoir si la station mérite un investissement en plantation, c'est à dire avec une pente inférieure à 60 % et une station de bonne fertilité (cf. critère § 1.).

La forte pente limite les possibilités de travail mécanique à l'usage seulement d'une pelle araignée, donc à des coûts élevés. Cette possibilité est réservée aux stations à :

- potentiel de production de bois d'œuvre élevé, en valeur absolue ou en valeur relative par rapport au massif ;
- potentiel de production de bois d'œuvre moyen, mais avec des conditions stationnelles homogènes sur de larges surfaces contiguës dans une même forêt ou plusieurs forêts adjacentes d'un même massif ; dans ce cas on s'efforce de rechercher le meilleur pour planter.

Si l'usage d'une pelle araignée est retenu, selon les besoins, les outils suivants sont mis en œuvre :

- sous-soleur multifonction : pour arracher et dégager de petits rémanents sur 1 m² et faire un potet, avec une finition en mini-banquette ;

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

- si rémanents abondants, mise en andains des éléments les plus grossiers (ne pas chercher à ranger tous les rémanents en risquant d'exporter de la terre); ce travail peut être suivi de la réalisation d'un potet mécanique ou manuel;
- si végétation ligneuse gênante, soit broyage avec broyeur porté, soit arrachage au scarificateur, sur 1 x 1 m à 1,5 x 1,5 m.

En l'absence de travail préparatoire mécanique, la confection d'un potet manuel soigné est retenue, avec confection d'une mini banquette pour faciliter l'infiltration de l'eau. Cela se conçoit dans le cas où il n'y a pas d'autres travaux préparatoires rendus nécessaires pour écarter des rémanents, ou supprimer une végétation conséquente autre que des graminées (qui de fait seront supprimées avec la confection du potet). Sinon, il est préférable de renoncer à l'investissement. Ce qui implique que, dans ces situations, cette contrainte forte soit anticipée et que le peuplement précédent ne soit pas récolté (on s'oriente alors vers l'itinéraire d'accompagnement de la dynamique naturelle traité § 5).

2.9.3 La mise en place des plants

De manière générale les plants sont mis en terre avec réalisation d'un potet travaillé manuellement, c'est-à-dire avec un ameublissement de la terre et la sortie des plus gros cailloux sur un volume de 30 x 30 x 30 cm :

- s'il n'y a pas eu une préparation mécanique préalable du sol, ce travail nécessite du soin et du temps ;
- après travail du sol mécanique, la tâche est beaucoup plus aisée et rapide.

Dans le cas où le terrain est en pente, le potet constitue une mini banquette pour faciliter l'infiltration de l'eau.

2.9.4 La protection contre le gibier, le bétail

Si les risques de dégâts de gibier sont importants, les cervidés éprouvant plus d'appétence pour les plants que pour les semis, la protection physique des plants doit être mise en œuvre. Mais cette protection doit être considérée comme une mesure transitoire avant un retour à l'équilibre sylvo-cynégétique compte tenu de son coût très élevé (cas de situation critique, avec la possibilité de financer les protections avec les aides publiques ou privées). Il en est de même pour l'utilisation éventuelle de répulsifs homologués (cas

actuellement du TRICO) qui doit être réservée aux essences à croissance juvénile relativement dynamique (mélèze, cèdre...) et mise en œuvre par des équipes habilitées. L'application de répulsif est à éviter sur les essences à croissance juvénile lente (sapin...) pour éviter un trop grand nombre de passages (souvent 2/an). Il est inefficace contre le lièvre, et peu efficace contre les cerfs d'autant plus si ces derniers sont en forte densité.

Dans le cas général, la plantation en placeaux se faisant avec une densité de l'ordre de 500 plants/ha, ce sont les protections individuelles qui s'avèrent les moins onéreuses, sauf vis-à-vis du cerf qui exige une clôture périmétrale. Outre les protections classiques en plastique, des tests avec du grillage galvanisé à maille 10 sur 10 cm ont donné des résultats satisfaisants. Compte tenu de leur rigidité, un seul piquet enfilé simplement dans les mailles suffit. Il convient simplement de s'assurer que les lièvres ou lapins ne fassent pas des dégâts à travers les mailles, sinon de retenir un grillage avec un maillage plus petit en partie basse. Afin d'éviter la récupération des protections, il faut à l'avenir utiliser du grillage non galvanisé (ce qui est alors un avantage de plus par rapport aux protections plastiques de toutes sortes). L'inconvénient de ces protections est le risque d'accident lors des dégagements qui seraient réalisés à la débroussailleuse. Il peut être contourné en obligeant, pour le dégagement de proximité avec les plants, l'usage du croissant.

Les dégâts dus au bétail doivent être maîtrisés avec l'aide des éleveurs, ils ne font pas l'objet d'un chiffrage dans les ITTS*.

2.9.5 Les regarnis

Des regarnis sont à prévoir si l'on observe des échecs localisés dans des zones d'au moins 50 ares, ou si le taux de reprise moyen d'un ensemble homogène est inférieur à 60 % (ou < 80 % en cas de projet aidé, parfois cela peut être une densité minimale de plants survivants qui importe).

2.10 LES TRAVAUX APRÈS PLANTATION (H < 3 M)

Les travaux jusqu'à 3 m de hauteur consistent en des dégagements, ils ont pour objectif de diminuer la concurrence pour la lumière, et pour l'alimentation minérale et hydrique.

LES PLANTATIONS AVEC CHANGEMENT DE L'ESSENCE OBJECTIF PRINCIPALE

Ils interviennent après entretien des cloisonnements sylvicoles dans les zones mécanisées. On se contente de dégager la tête des plants. Néanmoins, lorsque leur hauteur est inférieure à 75 cm, cela revient à un dégagement quasiment rez-terre (le rez-terre a proprement parlé n'est pas recommandé car il est dommageable aux outils dès lors qu'il y a des pierres, voire dangereux pour l'opérateur).

Le recru de l'interligne sera maintenu, sans qu'il devienne envahissant, afin de constituer un abri latéral.

L'adaptation des dégagements au changement climatique consiste principalement à préserver ou favoriser le mélange d'essences objectif et, à préserver les essences d'accompagnement dès lors qu'elles ne menacent pas plus de 20 % des plants introduits.

Cette gestion adaptative au changement climatique consiste aussi à éviter d'intervenir en dégagement juste avant la période estivale (éviter juin, juillet, août), durant laquelle les risques de canicule augmentent. En effet l'exposition brutale aux rayons du soleil des feuilles ou aiguilles à l'ombre de la végétation environnante depuis le printemps peut être délétère pour les plants.

2.10.1 La nature des dégagements

Lors des dégagements, veiller à préserver la diversité peut se faire en étant moins interventionniste : on n'agit pas POUR la diversité, mais on aide MOINS l'essence principale. Il ne faut pas bien entendu que cela soit au détriment des plants introduits ni au bénéfice d'une essence dynamique potentiellement moins bien adaptée au changement climatique que l'essence plantée ni au bénéfice d'une essence sans intérêt pour l'objectif recherché (par exemple en cas de dynamique forte du tremble sur un secteur avec un enjeu de production de bois d'œuvre de bois).

Si la consigne de préserver ce mélange naturel n'est pas nouvelle, il est devenu indispensable qu'elle puisse maintenant s'appliquer sans modération ni retenue. Pour cela il ne faut pas exclure de la traduire en consignes simples mais strictes dans les dégagements des plantations :

- Les travaux d'entretien ne portent que sur la végétation herbacée ainsi que sur les végétaux semi- ligneux et ligneux qui ne constituent pas à terme un arbre (qui pourra être d'une essence objectif* ou d'une essence d'accompagnement*);

- La seule exception d'une intervention sur une essence arborée présente naturellement est lorsque celle-ci menace plus de 20 % des plants ;
- L'intervention ne porte alors que sur la végétation qui menace directement ou à très court terme des plants.

Ces consignes peuvent être facilitées en demandant explicitement une intervention sur un nombre limité d'espèces sur un chantier donné, voire une seule, pour les/la maîtriser. Ainsi, on s'assure que toute autre végétation sera préservée. Cela pourra conduire à la perte de quelques plants liée à une espèce concurrente autre, mais le maintien d'un maximum de mélange sera facilité. Ces interventions « mono-tâche » sont plus simples à mettre en œuvre, plus simples à contrôler. Cela n'empêche nullement de prévoir deux interventions mono-tâches sur une UG si deux zones bien distinctes, c'est-à-dire cartographiables et repérables sur le terrain, le méritent.

Lors des travaux de dégagement, l'intervention doit être d'autant plus forte que les essences arborées à maîtriser sont abondantes et très concurrentielles (qui exercent leur pression non seulement sur l'essence principale mais aussi sur le potentiel de diversité). Ce principe se traduit en consignes de la façon suivante :

- Avec les espèces à croissance très forte (noisetier, cytise, tremble...), une coupe rez-terre⁽¹⁾ est utile jusqu'à ce que les plants fassent 1,5 m de haut ; au-delà, un dégagement du tiers supérieur des plants est suffisant (maintien des espèces en sous-étage, sans interdire d'en laisser « filer » dans la strate dominante de temps en temps, notamment en laissant un tire-sève par souche) ;
- les autres espèces sont maîtrisées en dégageant seulement le tiers supérieur des plants (ou selon la consigne du cône inversé) ;
- avec la ronce, couper les tiges rentrant dans le cône de lumière ou étouffant les plants, tout en la conservant en partie basse ; pour les brins de ronce à fort potentiel de croissance (ronce haute, longues, de fort diamètre), ils sont coupés suffisamment loin des plants pour qu'une repousse de l'année ne vienne les gêner ; en cas de gros ronciers sans plants visibles, les laisser en l'état (des plants enfouis dessous n'ont pas de chance de s'en sortir, on parle de cause perdue).

(1) : principe du rez-terre appliqué avec intelligence, c'est-à-dire sans « taper » dans le sol, les cailloux et les rémanents, pour des raisons de sécurité et d'usure prématurée du matériel.

2.10.2 L'intensité surfacique des dégagements

Les dégagements des plantations sont toujours conduits en plein, au profit des plants, et jamais par points d'impact. C'est la technique classique qui conduit l'opérateur à parcourir l'intégralité de la surface de l'UG (hors cloisonnements). Il faut toutefois bien veiller à ce que, si le niveau de concurrence n'est pas homogène sur la totalité de la surface, l'intervention soit uniquement réservée aux plages avec présence simultanée de semis et de concurrence forte. Ce qui devrait conduire le plus souvent à des Interventions partielles dont le coefficient est fixé à la commande (cf. encadré § 4.4.1).

2.11 LES NETTOIEMENTS (H > 3 M)

Les travaux au-delà de 3 m de hauteur consistent en des nettoiemnts, Ils ont pour objectif de diminuer la concurrence vis-à-vis des plants. Il est important de limiter la réalisation des nettoiemnts au strict nécessaire, c'est-à-dire lorsqu'au moins 20 % du nombre des plants initiaux sont menacés. Cette consigne n'est pas nouvelle, mais face à la menace du changement climatique et à la nécessité de maintenir du mélange naturel, il est devenu indispensable qu'elle puisse maintenant s'appliquer sans modération ni retenue, y compris avec des essences d'accompagnement. Les arrêtés préfectoraux relatifs aux Mesures Compensatoires Défrichement (MCD) de nombreux départements permettent de faire financer ce type d'opération sylvicole.

Ainsi, l'intensité des nettoiemnts, une fois qu'ils sont décidés, doit aussi être dosée pour que les espèces dites d'accompagnement soit bien maintenues dans le peuplement, qui ne doit pas être constitué de seulement des essences objectif plantés. Pour cela on peut s'appuyer sur des consignes simples de mise en œuvre déjà présentées pour les dégagements :

- Les travaux d'entretien ne portent que sur les végétaux semi-ligneux et arbustes ligneux qui ne constituent pas à terme un arbre utile (essence objectif ou d'accompagnement) ;
- La seule exception d'une intervention sur une essence arborée est lorsque celle-ci est en densité nettement supérieure en nombre à celle des plants et qu'elle menace ces derniers à cause d'une croissance juvénile supérieure ;
- L'intervention ne porte alors que sur la végétation qui menace directement ou à très court terme des plants.

Ces consignes peuvent être facilitées en demandant explicitement une intervention sur un nombre limité d'espèces pour un chantier donné, voire une seule, pour les/la maîtriser. Ainsi on s'assure que toute autre végétation sera préservée. Cela pourra conduire à la perte de quelques plants liée à une espèce concurrente autre, mais le maintien d'un maximum de mélange sera facilité. Ces interventions « mono-tâche » sont plus simples à mettre en œuvre, plus simples à contrôler. Cela n'empêche nullement de prévoir deux interventions mono-tâches sur une UG si deux zones bien distinctes, c'est-à-dire cartographiables et repérables sur le terrain, le méritent.

Ces préconisations s'entendent en travaillant au profit des plants ou de semis naturels d'une essence objectif qui se seraient installées : en l'absence des uns et des autres par plages, l'espèce concurrente est laissée en l'état.



LES TRAVAUX DE PLANTATION SANS CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE (BOUQUETS OU PLACEAUX DE DISSÉMINATION)

- 3.1 DANS QUEL CAS CET
ITINÉRAIRE EST CHOISI ? p. 69
- 3.2 LE MATÉRIEL FORESTIER
DE REPRODUCTION p. 70
- 3.3 LA DENSITÉ DE PLANTATION p. 70
- 3.4 LES SCHÉMAS
DE PLANTATION p. 70

3.1 DANS QUEL CAS CET ITINÉRAIRE EST CHOISI ?

Le recours à la plantation de dissémination vise à introduire du mélange dans des régénérations naturelles jugées acceptables ou satisfaisantes en densité (cf. §4.1). Cet itinéraire concerne les régénérations naturelles avec une essence bien adaptée ou une essence d'adaptation incertaine au changement climatique mais considérées comme trop pures (cf. clé §1.2).

Ce recours à la plantation de dissémination peut éventuellement s'envisager dans des peuplements jeunes, éloignés de leur diamètre d'exploitabilité, jugé trop purs et/ou avec une essence principale inadaptée ou d'adaptation incertaine à long terme (cf. § 1.1.4).

Les préconisations pour les travaux préparatoires, la mise en place des plants, la protection des plants contre le gibier, les regarnis et les entretiens sont identiques à ceux pour les plantations en placeaux (cf. § 2.9 et 2.10). La plantation de dissémination peut se faire sous forme de grands placeaux (2-3 ares), mais la mise en œuvre et le suivi sera plus facile sous forme de bouquets (10-12 ares), les risques de perte des investissements seront moindres.

Sapin de Nordmann
Abies nordmanniana
Ambrolauri
2+1 22.73

3.2 LE MATÉRIEL FORESTIER DE REPRODUCTION

Ce sont les mêmes préconisations que celles des plantations avec changement d'essence principales (cf. les § 2.4.1 et 2.4.2).

La plantation de bouquets ou placeaux de diversification constitue en elle-même la création d'un mélange avec une ou des essences présentes spontanément. Aussi il n'est pas nécessaire d'introduire plusieurs essences, sauf pour s'adapter aux stations dans le cas d'un chantier important. Il n'est pas retenu de pouvoir introduire du mélange au sein d'un placeau ou d'un bouquet, le but étant que l'essence introduite diffuse dans le peuplement alentour lorsqu'elle produira des graines.

3.3 LA DENSITÉ DE PLANTATION

La densité au sein des placeaux ou bouquets de diversification devrait être équivalente à celle préconisée pour l'essence considérée en plantation en plein. Au regard des conditions d'aides en vigueur au moment de la rédaction de ce guide (minimum de 200 plants/ha traité), la densité locale retenue est de 1 600 plants/ha localement au sein des bouquets et placeaux.

Dans le cas où l'on vise une diversification dans cet esprit et que le propriétaire n'est pas contraint par l'obtention obligatoire d'une aide de l'état (cela peut être en forêt domaniale sur fonds propre), la plantation d'un bouquet de 10 ares par hectare à 1000 plants/ha, soit 100 plants/ha, suffira à atteindre cet objectif de diversification.

3.4 LES SCHÉMAS DE PLANTATION

Les schémas de plantation donnés dans ce paragraphe le sont à titre d'exemple pour illustrer les grands principes retenus, selon la configuration du terrain et le matériel utilisé. Ils peuvent différer dans les détails.

Un schéma est proposé pour l'installation de grands placeaux (de 3,6 ares, cf. figure 9) et un schéma pour la plantation de bouquets (13 ares, cf. figure 8) avec objectif de dissémination à long terme, dans des parcelles en renouvellement.

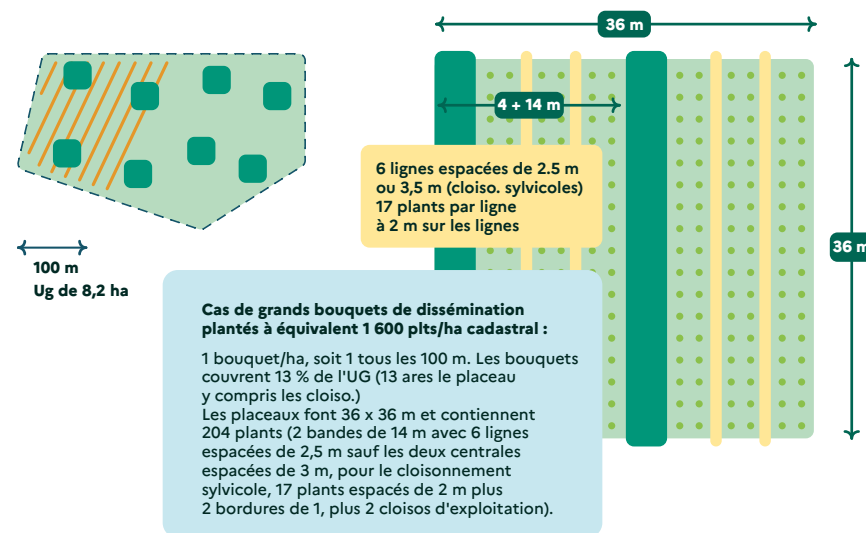


Figure 8 : schéma d'implantation de bouquets de dissémination de 13 ares

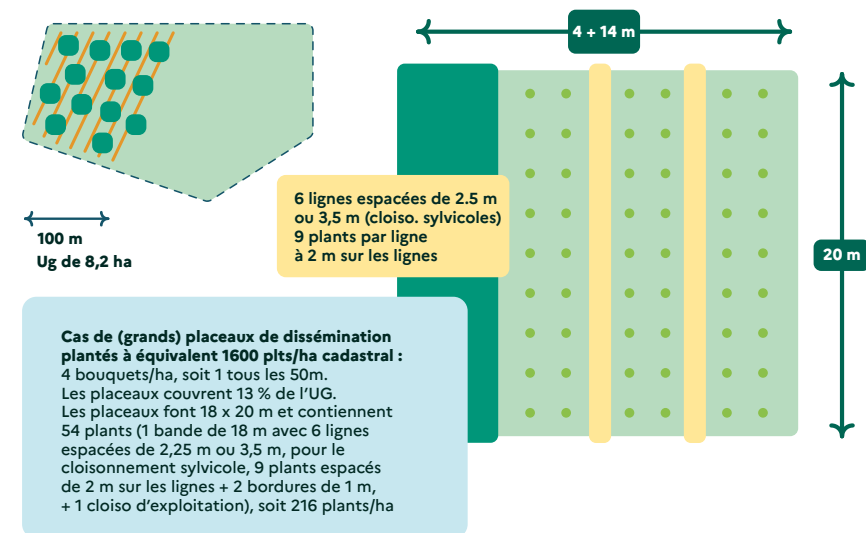


Figure 9 : schéma d'implantation de grands placeaux de dissémination de 3,6 ares

LES TRAVAUX DE PLANTATION SANS CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE

Pour ce qui concerne le cas particulier des enrichissements diffus de peuplements purs et éloignés de leur diamètre d'exploitabilité, le principe d'enrichir sur une surface de l'ordre de 10 % reste d'actualité, mais comme il est prévu de conserver le peuplement adulte environnant, l'enrichissement est à raisonner comme celui des peuplements mités par le dépérissement (cf. 2.3.4), avec des plantations qui respectent une zone de bordure.

Si on reprend les critères de bordure donnés au § 2.3.4, c'est-à-dire que les zones plantées sont à une distance de l'aplomb des arbres de bordure qui dépend de la hauteur totale du peuplement et diffère selon les côtés avec une trouée de 36 x 36 m (à cheval sur deux cloisonnements d'exploitation), les zones plantées couvrent une zone de 18,5 m x 16 m avec un peuplement de hauteur dominante inférieure à 22,5 m, et seulement 13,5 m x 16 m avec un peuplement de hauteur dominante supérieure à 22,5 m. Ce principe est illustré dans la figure 10 page suivante

| trouées ouvertes sur 36 x 36 m (13 ares) | Lignes sud- nord | | Lignes est ouest | |
|--|------------------|---------------|------------------|---------------|
| | Hdom < 22,5m | Hdom > 22,5 m | Hdom < 22,5m | Hdom > 22,5 m |
| Nombre de lignes dans le bouquet | 8 | 6 | 7 | 6 |
| Longueur des lignes | 23,5 m | 21 m | 26 m | 21 m |
| Nbre de plants/ligne | 12 | 10 | 13 | 10 |
| Nbre de plants par bouquet | 96 | 60 | 91 | 60 |

Tableau 9 : Dimension des bouquets plantés selon la hauteur du peuplement (Hdom) environnant et l'orientation des lignes

L'objectif d'introduire 200 plants par ha, pour viser l'obtention des aides du moment, conduirait à 2,2 à 3,3 trouées par hectare de 13 ares, soit entre 2 860 et 4 330 m²/ha qu'il faudrait ouvrir en cas de création volontaire, soit entre un tiers et presque la moitié de la surface, ce qui montre qu'il est alors difficile de considérer rester en amélioration. Si cet objectif de diversité au sein d'un peuplement en amélioration est considéré comme essentiel, il est conseillé de réaliser une seule trouée (contenant alors entre 60 et 91 plants), ce qui suffit à atteindre l'objectif recherché, mais qui ne permettra pas d'obtenir un financement dans le contexte de 2025.

Le schéma de plantation peut ainsi être celui-ci :

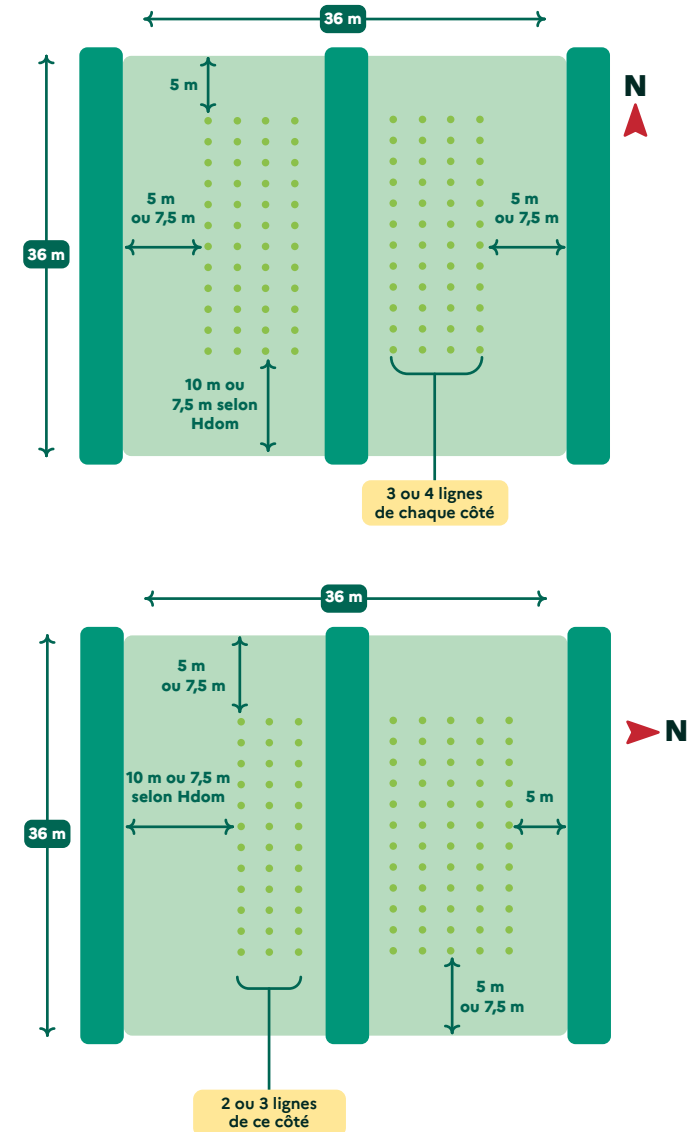


Figure 10 : schémas de grands placeaux plantés au sein d'une trouée de 13 ares, selon deux orientations des lignes par rapport au nord

LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE D'UNE ESSENCE ADAPTÉE (AVEC TRAVAUX)

| | |
|--|--------|
| 4.1 LES DENSITÉS DE SEMIS RECHERCHÉES | p. 75 |
| 4.2 L'ANALYSE DU RÉSULTAT DU DIAGNOSTIC DE LA RÉGÉNÉRATION | p. 77 |
| 4.3 LES COUPES DE RÉGÉNÉRATION NATURELLE | p. 79 |
| 4.4 LES TRAVAUX D'AIDE À L'INSTALLATION DES SEMIS | p. 83 |
| 4.5 LES CLOISONNEMENTS SYLVICOLES | p. 94 |
| 4.6 LES COMPLÉMENTS DE RÉGÉNÉRATION | p. 95 |
| 4.7 LES DÉGAGEMENTS (H < 3 M) | p. 97 |
| 4.8 LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION (H > 3 M) | p. 102 |

La régénération naturelle est l'itinéraire sylvicole de renouvellement très majoritaire dans les forêts publiques. Si l'adaptation des forêts au changement climatique va conduire à augmenter significativement le recours à la plantation, **cet itinéraire devrait continuer à contribuer pour une part significative au renouvellement des peuplements** car nous n'aurons pas les moyens de transformer, y compris en partie, tous les peuplements un tant soit peu pressentis comme partiellement inadaptés au climat futur. L'itinéraire de régénération naturelle est sans ambiguïté à retenir pour les contextes essence-station dont on pense que l'essence restera adaptée au moins sur les cinquante prochaines années. **Mais il a vocation à pouvoir être aussi mis en œuvre dans les contextes où l'essence est simplement d'adaptation incertaine, afin de diversifier les itinéraires et ne pas transformer de manière uniforme l'ensemble des peuplements de cette catégorie.**

Les recommandations qui suivent reprennent largement celles qui existent dans les guides de sylvicultures en vigueur, en les adaptant toutefois au nouveau contexte climatique et à ses menaces.

4.1. LES DENSITÉS DE SEMIS RECHERCHÉES

Les semis recherchés dans une régénération naturelle sont de la catégorie des essences objectif, c'est-à-dire de celles qui contribuent directement à l'atteinte des objectifs assignés au peuplement et qui sont favorisées tout au long du cycle sylvicole. Parmi ces essences on distingue deux groupes :

- les essences objectif principales : ce sont des essences sociales, qui tolèrent une concurrence intraspécifique et qui peuvent constituer naturellement des peuplements purs ; ce sont ces essences qui déterminent les grandes caractéristiques de la sylviculture à appliquer ;

• les essences objectif associées : ce sont des essences naturellement disséminées ou en petits groupes, parfois sociales mais alors rares dans le contexte considéré, essences ayant un rôle significatif pour l'atteinte de l'objectif mais n'ayant pas vocation à être essence principale (fruitiers, chêne sessile disséminé dans du hêtre...).

Les densités de semis recherchées incluent donc toutes les essences objectif choisies au regard des conditions stationnelles. Une régénération naturelle de hauteur comprise entre 30 cm et 3 m est considérée comme satisfaisante lorsque les semis de(s) l'essence(s) objectif sont régulièrement répartis à une densité comprise entre 3 000 et 5 000 semis/ha (entre 5 000 et 10 000 pour le hêtre). Idéalement, il convient d'observer que moins de 15 % des semis accessibles au gibier soient aboutis en cime.

À l'opposé, on considère qu'une régénération est en échec équivalent à celui d'une absence totale de semis (notion de « vide anormal » du protocole **Régénat**) lorsque la densité des semis est inférieure à 800 semis/ha (ce qui représente 4 semis ou moins sur 60 m², surface de la placette de contrôle des vides du protocole **Régénat**) lorsqu'un objectif de production de bois d'œuvre est moyen ou fort. En faible fertilité (cf. § 1.1) ou lorsque l'objectif de production de bois d'œuvre est secondaire, ce seuil d'échec est ramené à 500 semis/ha (ce qui représente 3 semis ou moins sur 60 m²).

Les régénérations dont la densité est comprise entre le seuil de « vide anormal » et la densité satisfaisante sont considérées être à une **densité acceptable** : ce n'est pas satisfaisant pour viser un peuplement de qualité, mais on s'en contente.

Au stade 3 m de hauteur (passage de la classe 2 à la classe 3 de la base de données du suivi surfacique de la régénération), on considère que le peuplement a une densité satisfaisante s'il est composé de 2 000 à 2 500 tiges/ha (3 000 à 3 500 tiges/ha pour le hêtre), densité excluant les semis qui ont une hauteur deux fois moindre que leurs voisins immédiats et qui n'ont pas accès à la lumière directe (on considère que leur retard de croissance fait qu'ils ne monteront en général pas dans l'étage principal). À ce stade de hauteur, les seuils de densité pour déclarer la régénération en échec restent les mêmes.

| Hauteur des semis | Classe FOREGE | Densité insuffisante (seuil de vide anormal) | | Régénération acceptable | Régénération satisfaisante(a) | |
|-------------------|---------------|--|-----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | Bonnes fertilités ^(b) | Faibles fertilités ^(c) | | Autres essences | hêtre |
| 0,3 à 3 m | 2 | < 800 /ha | < 500/ha | Densités intermédiaires | 3 000-5 000 /ha | 5 000-10 000 /ha |
| > 3 m | 3 | < 800 /ha | < 500/ha | | 2 000-2 500/ha | 3 000-3 500 /ha |

(a) bien répartie ; (b) ET objectif de production de bois d'œuvre, cf. tableau 1 ; (c) OU objectif de production de bois d'œuvre 2aire, cf. tableau 1

Tableau 10 : Densités de semis utiles au diagnostic des régénérations naturelles à deux stades de hauteur

Dans les parcelles où la densité de semis est difficile à qualifier (de satisfaisante ou en échec) sans risque de se tromper, il est nécessaire de réaliser un diagnostic avec le protocole REGENAT (à noter que les semis comptent à partir d'une hauteur minimale de 10 cm).

4.2. L'ANALYSE DU RÉSULTAT DU DIAGNOSTIC DE LA RÉGÉNÉRATION

Le diagnostic s'analyse ensuite selon la densité moyenne observée sur l'unité de régénération et selon l'importance et la répartition des « vides anormaux », en référence aux définitions du tableau 2. Cela conduit aux trois grands types de situation suivants :

A- la densité moyenne des semis est à la densité satisfaisante ou plus (> 3 000 /ha, > 5 000 /ha pour le hêtre) : dans ce cas, la régénération naturelle est a priori considérée comme bien engagée, et la récolte du peuplement adulte doit se poursuivre ; il faut malgré tout vérifier l'absence de vides afin d'engager éventuellement des compléments (sous réserve du respect des critères donnés au § 4.6 ainsi que les options des ITTS).

B- la densité moyenne des semis est intermédiaire entre la densité satisfaisante et la densité seuil de « vide anormal » ($500 < N < 3000$ /ha ou 5000 /ha pour le hêtre), elle est considérée comme acceptable ; on s'appuie alors sur la régénération existante, que l'on peut conforter de plusieurs façons, la première n'étant pas exclusive des suivantes :

- sauver un maximum de semis par un dégagement approprié ;
- engager des travaux préparatoires pour faciliter l'installation de nouveaux semis sur des plages qui en sont dépourvues pour lever un éventuel blocage ;
- réaliser un complément éventuel par plantation de vides, quand les conditions justifient l'investissement (cf. § 4.6).

C- la densité moyenne des semis est insuffisante (inférieure à la limite de densité considérée comme « vide anormal », $N < 500$ ou 800 /ha) ; on peut remédier à cette situation de différentes manières :

- le constat est fait alors que la durée maximale qu'on peut se donner pour obtenir la régénération naturelle n'est pas encore écoulée (cf. tableau 5 § 4.3.2) :

o en présence d'un blocage lié à de la végétation, engager des travaux préparatoires sur des plages sans semis ;

o en présence d'un blocage lié au gibier (identifié via les outils en vigueur) ou au bétail, y remédier via les chasseurs ou les éleveurs, éventuellement clôturer (cf. § 4.4.2) ;

o en absence de blocage identifié attendre (en vérifiant que le peuplement adulte est conforme aux préconisations du guide et que son ombrage n'est pas trop important) ;

- le constat est fait alors que le temps qu'on s'est fixé pour obtenir la régénération naturelle est écoulé, on considère que la régénération naturelle a échoué : il faut reprendre l'ensemble de l'unité diagnostiquée et planter tous les vides quand les conditions justifient l'investissement (cf. § 2).

Dans les cas B et C, il faut en outre s'interroger sur les causes de la non-réussite de la régénération, partielle ou complète, pour éviter de la reproduire sur d'autres parcelles.

4.3. LES COUPES DE RÉGÉNÉRATION NATURELLE

Les coupes de conduite de la régénération naturelle ne relèvent pas directement de ce Mémento pratique qui traite principalement des travaux. Cependant, l'adaptation du renouvellement au changement climatique peut conduire à modifier les caractéristiques et surtout le rythme des coupes. Aussi, en attendant que les guides de sylvicultures - partie coupes - puissent être mis à jour, nous donnons ici quelques grandes recommandations.

4.3.1. Le relevé de couvert

Dans un certain nombre de cas (principalement dans les peuplements feuillus), les guides de sylvicultures prévoient un relevé de couvert*. Ce relevé de couvert*, qui consiste à récolter le sous étage pour apporter de la lumière au sol, ne doit plus être aussi systématique. Chaque fois que les conditions stationnelles ne sont plus optimales pour l'essence objectif ou qu'il y a un risque de blocage par de la végétation concurrente (graminées, ronce...), **le relevé de couvert doit être partiel.**

Les caractéristiques des abris qu'il conviendrait de conserver sont résumées dans le tableau suivant, en visant un abri entre 3 et 5 m²/ha, une surface terrière d'autant plus élevée que le diamètre moyen est grand.

| Dg | nombre de tiges | | écartement moyen | |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 3.0 m ² | 4.0 m ² | 3.0 m ² | 4.0 m ² |
| 10 cm | 382 tiges/ha | 509 tiges/ha | 5.5 m | 4.8 m |
| 15 cm | 170 tiges/ha | 226 tiges/ha | 8.2 m | 7.1 m |
| 20 cm | 95 tiges/ha | 127 tiges/ha | 11.0 m | 9.5 m |

Tableau 11 : nombre de tiges à conserver lors du relevé de couvert selon le diamètre moyen des tiges conservées (en vert nombre à privilégier), écartement moyen correspondant.

Cet abri peut être composé de toutes les espèces arborées disponibles, et ne pas se limiter aux essences forestières (un tire sève de noisetier par cépée peut jouer ce rôle). Lorsque l'on a le choix, il est préférable de réserver les brins les plus petits.

4.3.2. Les coupes d'ensemencement et secondaire

L'adaptation du renouvellement au changement climatique ne conduit pas a priori à modifier les préconisations en matière de coupe actuellement dans les guides de sylvicultures, dès lors que les critères liés à la présence et au développement des semis sont bien pris en compte.

Cependant, l'engagement du renouvellement via une coupe d'ensemencement, souvent considérée comme devant être « forte » pour créer un flash de lumière (et accessoirement occasionner un crochetage des horizons superficiels du sol) ne doit plus être systématique et doit faire l'objet d'un diagnostic : il faut vérifier si le capital autorise la réalisation d'une coupe en visant que le capital après coupe soit conforme aux préconisations des guides. En effet, il peut arriver que le peuplement avant régénération ait son capital plus faible que ce que prévoit le référentiel, parce qu'il y a eu du dépérissement, parce que les dernières améliorations ont été trop fortes... Si tel est le cas, l'engagement du renouvellement peut se réduire à la réalisation des travaux nécessaires à la bonne installation des semis, et la coupe intervient selon les critères des coupes secondaires, c'est-à-dire lorsque les semis sont installés en quantité suffisante.

On considère qu'une régénération peut bénéficier d'une coupe secondaire lorsque sa hauteur moyenne est celle donnée au tableau 12.

| essence | H moyenne | essence | H moyenne |
|---------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Hêtre | 15 cm | Cèdre | 10 cm |
| Ch. sessile | 30 cm | Douglas | 20 cm |
| Ch. pédonculé | 30 cm | Épicéa | 15 cm |
| Pin laricio | 15 cm | Mélèze | 10 cm |
| Pin maritime | 15 cm | Sapin | 15 cm |
| Pin d'Alep | 15 cm | Pins noirs et Salzman | 15 cm |

Tableau 12 : hauteur moyenne de la régénération autorisant la réalisation d'une coupe secondaire

Si le climat conduit à des difficultés d'installation et de développement des semis, ce sont les rotations qui seront impactées. Ainsi, nous allons être amenés à attendre plus de temps qu'on ne le faisait auparavant pour juger une régénération en bonne voie et donc nécessitant une coupe secondaire.

Le tableau ci-dessous donne quelques indications sur ces durées maximales de rotations. Elles sont à considérer dans un contexte d'équilibre forêt-gibier. En cas de déséquilibre, il faut tout faire pour le rétablir, en doublant voire triplant les plans de chasse. Si le retour à l'équilibre devait conduire à dépasser ces rotations maximales, il convient de protéger la parcelle et de la planter (après avoir réalisé les coupes nécessaires).

| Essence | Niveau de fertilité | Rotations standards | Rotation maximale |
|---------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| Hêtre | bon | 5-6 ans | 10 ans |
| | médiocre | 6-8 ans | 15 ans |
| Ch. sessile | bon | 4-5 ans | 5-6 ans |
| | médiocre | 4-5 ans | 7-8 ans |
| Ch. pédonculé | bon | 2-3 ans | 4-5 ans |
| | médiocre | 2-3 ans | 5-6 ans |
| Pin laricio | bon | 3-4 ans | 8 ans |
| | médiocre | 5 ans | 10 ans |
| Pin maritime | bon | 3-4 ans | 8 ans |
| | médiocre | 5 ans | 10 ans |
| Pin noir | bon | 6-10 ans | 12-15 ans |
| | médiocre | 6-10 ans | 20 ans |
| Pin sylvestre | bon | 10 ans | 15 ans |
| | médiocre | 10 ans | 20 ans |
| Cèdre | bon | 5-6 ans | 10 ans |
| | médiocre | 6-8 ans | 15 ans |
| Douglas | bon | 3-4 ans | 6 ans |
| | médiocre | 5-6 ans | 10 ans |
| Épicéa | bon | 3-4 ans | 6 ans |
| | médiocre | 5-6 ans | 10 ans |
| Mélèze | (par trouées le plus souvent) | | |
| Sapin | bon | 5-6 ans | 10 ans |
| | médiocre | 6-8 ans | 15 ans |
| Pin d'Alep | bon | 10 ans | 15 ans |
| | médiocre | 15 ans | 20 ans |

Tableau 13 : Durées standard et maximale de temps entre l'engagement du renouvellement, via une coupe d'ensemencement dans le cas général, via des travaux dans certains cas, et la coupe suivante (coupe secondaire, voire coupe définitive pour les essences où les coupes secondaires sont rarement pratiquées, tel le pin d'Alep)

Cette durée maximale est le délai qu'on se donne pour décider de passer en coupe malgré le fait que la régénération ne soit pas satisfaisante afin d'engager des travaux de compléments, de régénération par plantation, conformément au § 4.6 et 2.1. Ceci sous réserve que la coupe d'ensemencement ait été réalisée conformément aux préconisations (si son intensité a été trop faible, une secondaire est marquée sans tarder).

4.3.3 La coupe définitive

L'adaptation du renouvellement au changement climatique ne conduit pas à modifier les préconisations en matière de coupe présentes actuellement dans les guides de sylvicultures, dès lors que les critères liés à la présence et au développement des semis sont bien pris en compte. Lorsqu'au moins une coupe secondaire s'est avérée nécessaire et qu'elle a bien respecté les critères de présence de semis installés, la rotation avec la coupe définitive est généralement la rotation standard (cf. tableau 13).

Si aucune coupe de régénération secondaire n'est à prévoir, la rotation maximale avec la coupe d'ensemencement et la coupe définitive est celle donnée au tableau 5 par essence et groupe de fertilité.

On considère qu'une régénération peut bénéficier d'une coupe définitive lorsque sa hauteur moyenne est celle donnée au tableau 14.

| essence | H moyenne | essence | H moyenne |
|---------------|-----------|------------------------|-----------|
| Hêtre | 50 cm | Cèdre | 30 cm |
| Ch. sessile | 80 cm | Douglas | 80 cm |
| Ch. pédonculé | 80 cm | Épicéa | 50 cm |
| Pin laricio | 30 cm | Mélèze | 20 cm |
| Pin maritime | 50 cm | Sapin | 50 cm |
| Pin d'Alep | 30 cm | Pins noirs et Salzmann | 30 cm |

Tableau 14 : hauteur moyenne de la régénération autorisant la réalisation d'une coupe définitive

La coupe définitive ne comprend pas les arbres laissés au titre des arbres « bios », conformément aux objectifs fixés par ailleurs.

Il est parfois intéressant de laisser aussi sur pied quelques tiges que l'on désigne comme des sur-réserves*. Ces tiges sont laissées en quantité relativement réduite, en général jusqu'à la première éclaircie de la génération suivante, pour leur permettre de continuer à prendre du diamètre. Compte tenu de la difficulté de gestion et de récolte qui en résulte, il est important de bien les choisir :

- préférentiellement à proximité des traînes, chemins et cloisonnement d'exploitation ;
- de qualité élevée, au moins relativement au contexte, en bon état sanitaire avec un houppier qui leur donne un bon potentiel de croissance ;
- d'un diamètre inférieur d'au moins une ou deux classes à celui du diamètre d'exploitabilité du contexte.

Compte tenu de ces exigences, leur densité est forcément réduite, on évite qu'elle soit supérieure à 5-7 tiges/ha maximum si leur diamètre d'exploitabilité est de l'ordre de 60-65 cm, 10-15 tiges/ha maximum si leur diamètre d'exploitabilité est de l'ordre de 45-50 cm). Bien qu'il ne s'agisse pas de l'argument premier pour les mettre en place, ils assurent également un couvert partiel sur les semis pour les protéger de l'ensoleillement incident.

4.4 LES TRAVAUX D'AIDE À L'INSTALLATION DES SEMIS

Les travaux préparatoires à l'ensemencement consistent principalement en un contrôle de la végétation.

Le moment opportun pour réaliser des travaux préparatoires à l'ensemencement sur la végétation est après réalisation de la coupe d'ensemencement (attendre 1-2 ans si la perturbation de l'exploitation peut faciliter l'installation de semis). Dans certains cas, ces travaux peuvent intervenir avant la coupe d'ensemencement (cf. § 4.3.2).

4.4.1. Le contrôle de la végétation

La végétation que l'on peut être amené à contrôler est de quatre catégories, fonction des moyens à utiliser pour la contrôler :

- les ligneux à forte dynamique de croissance comme le tremble, le noisetier, le cytise, le frêne, le châtaignier... ou à dynamique de croissance modérée comme le buis ou le houx, mais pouvant être gênants car potentiellement denses (avec les attaques de la pyrale, la fréquence de blocage lié au buis tend à diminuer) ;
- les graminées : en cas de tapis dense, elles doivent être contrôlées car ce sont des concurrentes très actives pour l'alimentation en eau des semis, elles sont alors également un obstacle physique à la germination des graines ;
- la ronce, qui peut être source de blocage sur les terrains riches et bien arrosés ;
- la fougère aigle, lorsqu'elle est dynamique et recouvrante.

Dans tous les cas, l'intervention ne doit jamais conduire à un travail effectif sur l'intégralité de la surface de l'UG, travail trop luxueux et ayant **l'inconvénient d'éliminer tout le bourrage** qui, lorsqu'il est clairsemé et bien réparti, **constitue un abri latéral favorable à l'installation et au développement des semis**. Le maintien de ce bourrage ligneux pour l'ombre et l'humidité qu'il procure aux semis est d'autant plus important avec le changement climatique qui va conduire à l'augmentation de la fréquence des canicules. Ce maintien d'une partie de la végétation naturelle se raisonne à deux échelles :

- sur l'UG on n'intervient que là où elle est vraiment dense (on « n'en profite pas » pour nettoyer partout !), et seulement si elle occupe une proportion suffisante de la surface : la proportion de la surface « bloquée » est estimée par ¼, soit 25 %, 50 %, 75 % ou 100 % ;
- là où elle est dense, elle n'est pas pour autant totalement éliminée : le travail est réalisé de manière diffuse (notamment si réalisé par un broyeur sur tracteur), par placeau (intervention ponctuelle selon un maillage systématique), ou par plages à l'aplomb des semenciers.

Ce principe reprend celui déjà mis en œuvre dans plusieurs régions françaises pour les plantations (on maintient le recru ligneux pour planter), mais, pour le cas de la régénération naturelle, la zone préparée est plus large que celle d'un simple potet afin d'accueillir les semis. La coupe définitive ne peut pas être réalisée tant qu'un renouvellement satisfaisant ne s'est pas installé.

Cas des ligneux et semi-ligneux : dans la plupart des cas le broyage ou le recépage (en fonction de la possibilité de mécaniser ou non) apporte une solution satisfaisante :

L'intervention sur les ligneux doit se limiter à des cas où ils recouvrent suffisamment le sol pour empêcher les semis de s'installer, en s'assurant également qu'il n'y a pas de risque d'inversion de flore avec envahissement par des graminées (le risque est plus élevé dans les peuplements de première génération sur d'anciennes terres agricoles lorsque les ligneux sont broyés).

L'intervention est mise en œuvre lorsque la végétation à éliminer est estimée couvrir au moins 50 % de la surface (ce taux de recouvrement est évalué à l'échelle de l'UG ou sur une partie localisable sans ambiguïté sur le terrain qui puisse constituer ou participer à la constitution d'un chantier minimal de 2 ha, éventuellement sur plusieurs parcelles proches).

Quelle que soit la nature de l'intervention, elle est réalisée après la coupe d'ensemencement, sous réserve que celle-ci s'avère nécessaire (si le peuplement est déjà clair, l'engagement du renouvellement se fait via les travaux avant toute coupe, cf. § 4.3.2).

Sur les zones qui méritent d'être travaillées, la végétation n'est pas totalement éliminée :

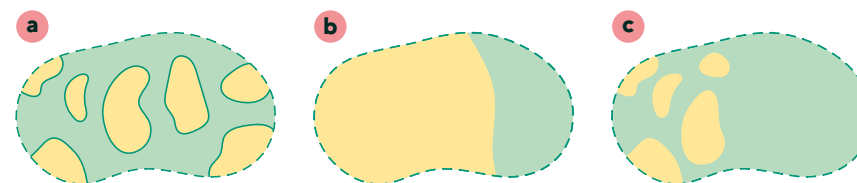
- si l'intervention est mécanisée avec un broyeur tracté, le broyage est réalisé en conservant de la végétation ligneuse comme bourrage sur 25 % de la surface du chantier répartis de manière diffuse ;
- si l'intervention est mécanisée avec un broyeur sur bras articulé, le broyage est réalisé en placeaux de 4-5 m de côtés, séparés par des espaces de taille équivalente (travail en damier) ; il en résulte un travail sur 25 à 33 % de la surface des bandes entre cloisonnement d'exploitation (cf. schéma ci-dessous) ;
- si l'intervention est manuelle, le recépage est réalisé en placeaux de 4-5 m de côtés répartis de manière systématique, ou bien sur des placeaux de 100 m² à l'aplomb des semenciers. On cherche à travailler 25 à 33 % de la surface du chantier.

La notion d'intervention partielle (IP) : une réalité technique, une nécessité économique

• Pour plusieurs travaux préparatoires à la régénération (racines PRVG et PRSO, respectivement travaux préparatoires sur la végétation et travaux préparatoires du sol), mais aussi pour les travaux de dégagement, nettoyage, dépressage..., les besoins d'interventions ne sont pas homogènes sur l'ensemble de l'unité devant être parcourue. Le niveau de concurrence (la densité de semis en cas de dépressage) n'est pas régulier : si l'opérateur parcourt l'ensemble de l'unité, l'intervention est nécessaire seulement par endroits, elle est diffuse. Dans ce cas il est souvent difficile pour le prescripteur de déterminer précisément la proportion de la surface où intervenir, même sur la base d'un critère d'intervention mesuré (ex : recéper le buis seulement si celui-ci à un recouvrement d'au moins 80 %, à l'échelle de l'are). Mais son expérience lui permet d'en avoir une idée. Dans ces ITTS nous avons retenu 3 niveaux d'intervention partielle (IP) : 75 %, 50 % ou 25 % (soit 3/4, 1/2 ou 1/4). La mise en œuvre d'une consigne assortie d'un niveau d'IP est tout aussi délicate que sa prescription. Cela nécessite de cadrer le ou les critères d'intervention locale, avec comme garde-fou d'intervenir sur la proportion de la surface commandée en se concentrant sur les zones où la concurrence est la plus importante.

• Même lorsque le besoin d'intervention apparaît généralisé et d'intensité égale sur l'ensemble de la parcelle, particulièrement pour les travaux préparatoires à la régénération, il est sylvicolement inutile d'intervenir sur l'intégralité de la surface : un travail partiel « casse » de manière diffuse l'obstacle à l'installation de la régénération. Une fois que celle-ci s'installe sur ces zones, elle s'étend progressivement par tâches si l'on prend le temps d'attendre. Dans ce cas la consigne peut être uniquement axée sur la proportion de surface à travailler, jusqu'à aller à une intervention partielle systématique en cas de travail mécanisé : l'arrachage du buis au râteau andaineur avec un IP 50 % peut consister à travailler des bandes de 4-5 m avec un entraxe de 9 m.

Quelques exemples de situations sont illustrés ici :



- a) Le chantier porte sur l'intégralité de l'UG** (les zones avec concurrence ne sont pas localisables sans ambiguïté sur un plan, elles sont estimées à 50 % de la surface), avec une Intervention Partielle sur la moitié de la végétation concurrente donne donc un niveau d'IP de 25 % sur l'ensemble de l'UG.
- b) Le chantier porte sur 66 % de la surface de l'UG**, la zone traitée est ainsi clairement repérable sur le terrain : la végétation est éliminée à 75 % sur cette zone, donc avec Intervention Partielle de 75 %.
- c) Le chantier porte sur 45 % de la surface de l'UG** (partie gauche), la zone traitée est ainsi clairement repérable sur le terrain ; sur la zone traitée, la végétation concurrente n'est pas localisable sans ambiguïté, elle est estimée occuper 50 % de la surface, elle est éliminée pour moitié, l'intervention est donc réalisée avec un niveau d'IP de 25 % sur 45 % de la surface de l'UG.

Figure 11 : illustration du critère d'intervention partielle avec 3 exemples

| Proportion de la surface de l'UG avec végétation | Nature de l'intervention | |
|--|---|---|
| | Travail en plein | Travail localisé (placeaux, aplomb des houppiers) |
| 25 % | Aucune intervention utile | Aucune intervention utile |
| 50 % | La 1/2 de la végétation est éliminée : • Intervention partielle (IP) de 25 % ; • Reste 25 % de la surf. avec végétation ; | Entre 1/3 et 1/2 de la végétation est éliminée : • Intervention partielle (IP) de 25 % ; • Reste 25 % de la surf. avec végétation ; |
| 75 % | Les 2/3 de la végétation sont éliminés : • Intervention partielle (IP) de 50 % ; • Reste 25 % de la surf. avec végétation ; | Entre 1/3 et 1/2 de la végétation est éliminée : • Intervention partielle (IP) de 50 % ; • Reste 25 % de la surf. avec végétation ; |
| 100 % | Les 3/4 de la végétation sont éliminés : • Intervention partielle (IP) de 75 % ; • Reste 25 % de la surf. avec végétation ; | Entre 1/3 et 1/2 de la végétation est éliminée : • Intervention partielle (IP) de 50 % ; • Reste 50 % de la surf. avec végétation ; |

Tableau 15 : Calcul de l'IP : proportion de présence de la végétation sur le chantier x taux d'intervention sur cette végétation

Cas particulier avec buis vigoureux et dense : il peut être soit recépé soit arraché.

Remarque 1 : le buis est actuellement attaqué par la Pyrale sur de nombreux secteurs. Si la présence du pathogène est avérée sur ou à proximité immédiate de l'UG concernée, attendre que le buis dépérisse.

Remarque 2 : si le buis peut être très dense et relativement haut sous une futaie dense, sa croissance est fortement ralentie sous un couvert clair, d'autant plus si l'on est en exposition chaude. Aussi il n'est pas à craindre que l'ouverture du peuplement liée à la coupe d'ensemencement dynamise sa croissance, au contraire. **Son élimination n'est donc utile que s'il couvre à l'issue de la coupe d'ensemencement une forte proportion du sol.**

Les préconisations sont les mêmes que pour la végétation ligneuse en général (cf. avant). Toutefois il a été montré que son arrachage, en créant un travail du sol, favorisait largement l'installation des semis, cela peut-être une alternative au broyage grâce au râteau andaineur.

Cas particulier de ligneux vigoureux et denses avec une forte capacité de rejeter (cytise, frêne, châtaignier...)

Les préconisations sont les mêmes que pour la végétation ligneuse en général (cf. avant). Toutefois l'arrachage peut être bénéfique en limitant fortement le phénomène de rejet :

- L'intervention consiste à arracher la végétation sur des placeaux de 4-5 m de côtés, séparés par des espaces de taille équivalente (cf. schéma de droite ci-après).
 - o La surface traitée est ainsi comprise entre la 1/3 et 1/2 des surfaces bloquées ;
 - o L'arrachage présente l'avantage de pratiquer du même coup un travail superficiel du sol favorable à l'installation des semis.
- L'outil est le râteau scarificateur (classique ou de montagne avec la pelle araignée) ;

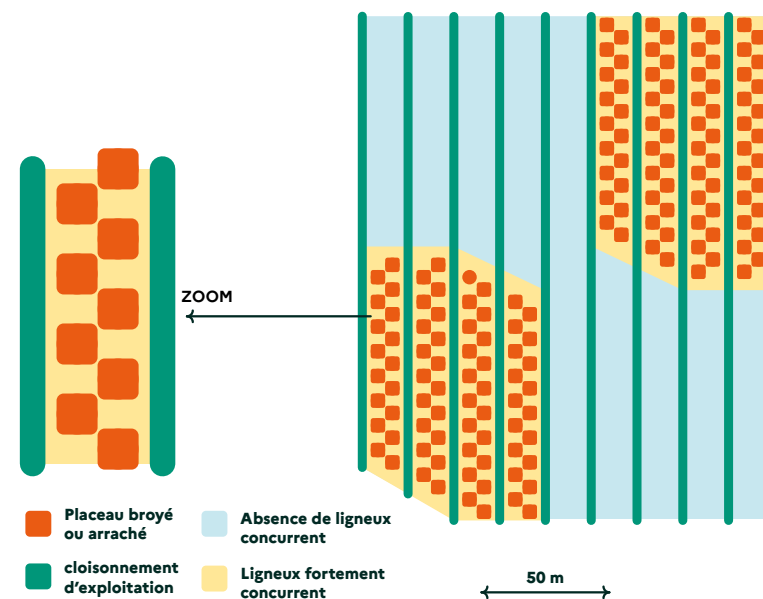


Figure 12 : Schéma d'interventions partielles sur une UG avec broyage de placeaux de 4 x 4 m sur deux alignements entre cloisonnements d'exploitations : la proportion de la surface des bandes qui est travaillée est entre 25 et 33 %

Cas des graminées : c'est pour le mélèze qu'une intervention contre les graminées est très souvent indispensable, mais elle peut l'être pour les pins, parfois pour d'autres essences.

- Pour les autres essences que le mélèze, le contrôle des graminées se fait d'abord par une bonne gestion des coupes... et de l'équilibre sylvo-cynégétique : le développement hégémonique des graminées après la coupe d'ensemencement est favorisé lorsque les ligneux bas d'accompagnement sont consommés par le gibier (ou le bétail). Avant d'engager des travaux de décapage, il faut bien diagnostiquer si l'absence des semis ne serait pas due à un déséquilibre sylvo-cynégétique.
- On intervient sur les graminées si, avant ensemencement, plus de la 1/2 de la surface de l'UG est couverte d'un tapis dense et fermé (ou sur une partie bien identifiée mais qui puisse constituer ou participer à la constitution d'un chantier minimal de 2 ha), et si la topographie le permet ; le contrôle des graminées consiste en un décapage superficiel du sol (à la pelle ou à

la lame ou peigne ados sur sous-soleur multifonction de type Becker) ; Le décapage est une opération délicate car il doit être à la fois suffisamment superficiel pour ne pas décaisser le sol (risque d'export de l'horizon souvent le plus fertile), et suffisamment profond pour éliminer le plateau de tallage des graminées ;

- Pour un bon rapport efficacité / prix de cette intervention, il suffit de travailler entre 1/4 et 1/3 de la surface du sol, de préférence avant une grainée annoncée (pour le mélèze il faut, autant que possible, faire coïncider la mise en œuvre de décapages avec les années de **faible infestation de mouche des cônes** qui succèdent à deux hivers froids ou avec gelées tardives consécutifs) ;
- Le décapage est fait par placeaux de 2 x 2 m espacés de 2 m en quinconce à la pelle (25 % de la surface sont ainsi décapés) ; en mégaphorbiaie ou tout autre station riche avec un développement important de graminées hautes, les placeaux sont plus grands, 3 x 3 m, espacés de 2 m (36 % de la surface sont ainsi décapés) ; cette intervention doit être envisagée avec un scarificateur ;
- S'il y a besoin de diversifier, faire un semis sur placeaux (voir la diversification des autres itinéraires)

- Sur forte pente (non mécanisable hors pelle araignée), c'est l'allongement de la durée de régénération qui devrait permettre d'assurer un bon niveau de renouvellement. Si cela ne suffit pas, un décapage en placeaux à la pelle araignée équipée d'un scarificateur de montagne est réalisé. Ce travail, coûteux, est réservé aux contextes suivants :
 - o potentiel de production de bois d'œuvre élevé, en valeur absolue ou en valeur relative par rapport au massif ;
 - o potentiel de production de bois d'œuvre moyen, mais avec des conditions stationnelles homogènes sur de larges surfaces contiguës dans une même forêt ou plusieurs forêts adjacentes d'un même massif ;

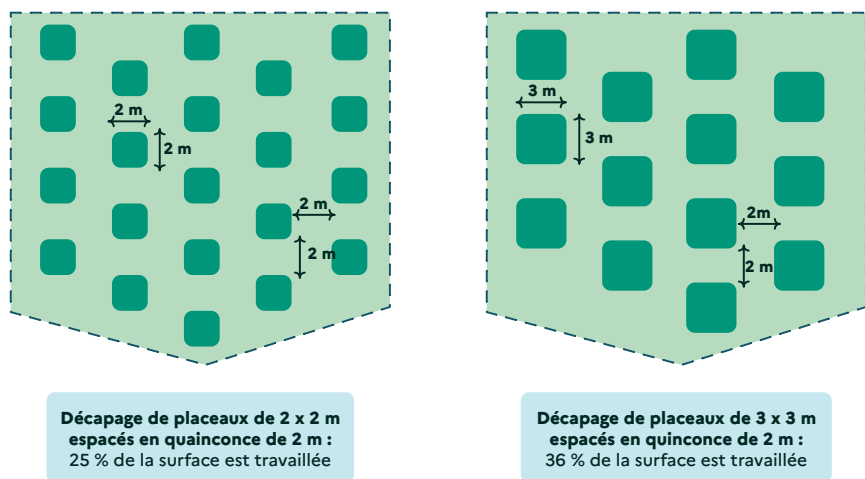
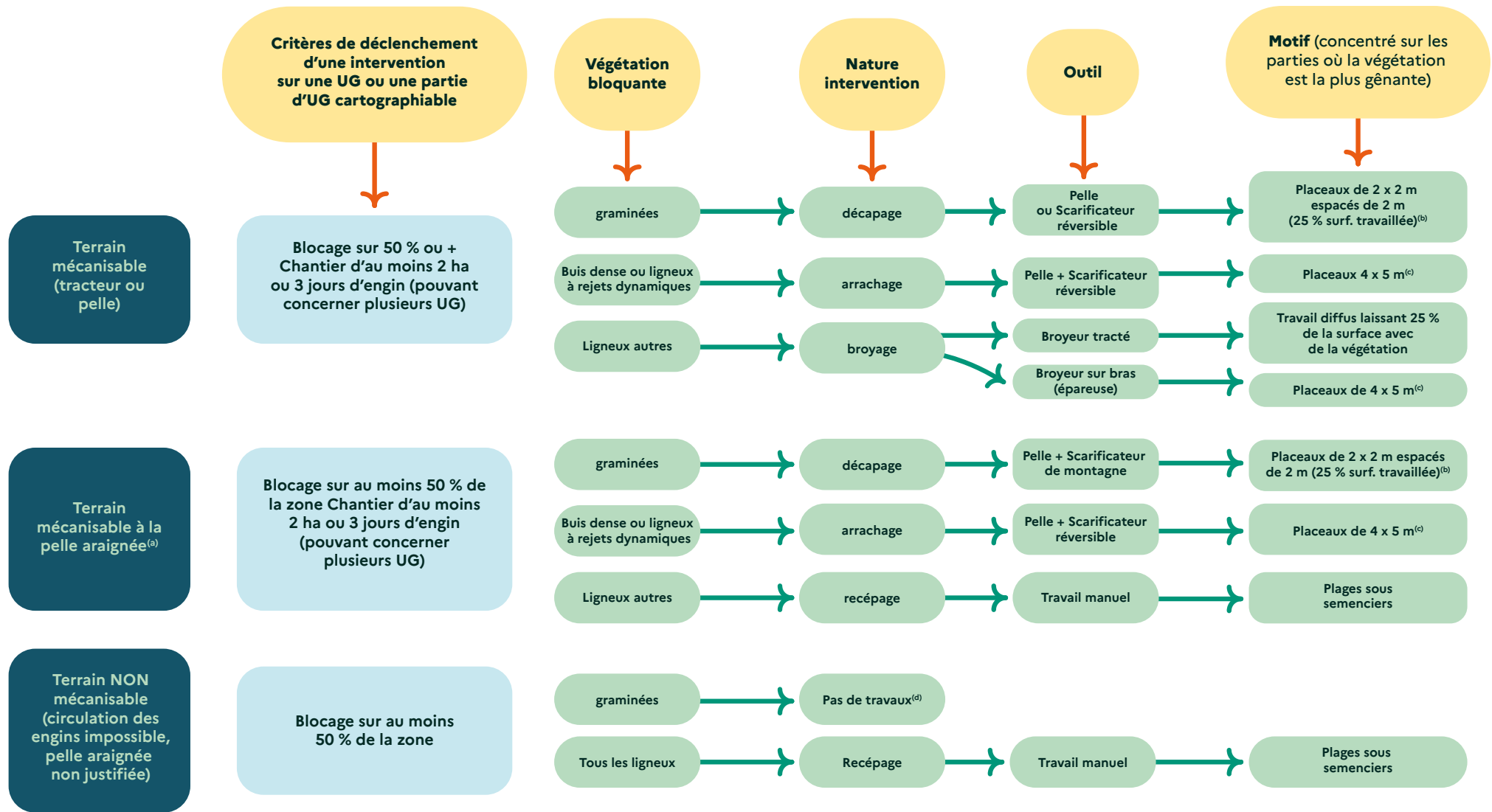


Figure 13 : Schéma de placeaux de décapage de 2 ou 3 m de côté





(a) l'intervention d'une pelle araignée est envisageable malgré son coût important dans 2 contextes : 1-si le potentiel de production de bois d'oeuvre est très bon (en valeur absolue ou en valeur relative sur le massif) ; 2- si le potentiel de production de bois d'oeuvre est simplement bon, mais dans un contexte (forêt ou massif) où la non-mécanisation ordinaire est la règle générale

(b) en cas de dicotylédones particulièrement hautes (type mégaphorbiaie) faire des placeaux de 3 x 3 m toujours espacés en quinconce de 2 m, pour 36 % de surface travaillée

(c) la taille des placeaux peut être modulée selon la hauteur de la végétation : leurs côtés et l'espacement entre eux est équivalente à cette hauteur

4.4.2 Protection contre le gibier, le bétail

L'équilibre gibier-forêt doit être tel que les régénérations naturelles s'installent et se développent sans retard significatif, sans qu'il soit nécessaire de les protéger. Dans le cas inverse, il faut améliorer cet équilibre via des plans de chasse adaptés, des expériences de plans de chasse multipliés par 2 ou 3 très rapidement ont montré leurs efficacités. L'installation de protections, individuelle ou par clôture, ne doit pas être envisagée en régénération naturelle compte tenu de leurs coûts élevés relativement à ceux des travaux de régénération. Les dégâts dus au bétail doivent être maîtrisés avec l'aide des éleveurs et ne font pas l'objet d'un chiffrage dans les ITTS.

4.5. LES CLOISONNEMENTS SYLVICOLES

4.5.1 En zone non mécanisable

L'ouverture manuelle de filets* sylvicoles ne peut être rentabilisée par des économies sur les travaux ultérieurs (dans ces conditions non cloisonnables, s'il existe une nécessité de dépresser, cela doit se faire sous forme d'un dépressage localisé tardif (cf. § 4.8). Aussi, elle n'est pas prévue dans ces ITTS.

4.5.2 En zone mécanisable

Les cloisonnements sylvicoles facilitent la circulation dans la parcelle et donc le diagnostic des interventions à prévoir. Ils permettent également de réduire le coût des dégagements et des dépressages si ceux-ci sont préconisés (surface travaillée moindre et gain de productivité). Ils doivent être réalisés sur sol sec pour préserver les sols.

L'adaptation de nos itinéraires au changement climatique ne change pas nos préconisations en matière de cloisonnement sylvicole.

Dans les zones où la topographie le permet, **un cloisonnement sylvicole est systématiquement mis en place mécaniquement dès que le besoin de dégagement ou d'un dépressage ultérieur est pressenti, il est mis en place au plus tard lorsque les semis ont une hauteur moyenne de 1,5-2,0 m**, généralement après l'exploitation de la coupe définitive.

La largeur du cloisonnement dépend en fait de la largeur de l'engin utilisé. Aucune repasse ne doit être envisagée (le cloisonnement n'a pas lieu d'être

totalemment exempt de végétation, il suffit qu'il puisse être parcouru à pied sans difficulté (en pratique il fait donc entre 2 et 2,5 m de large). Il faut privilégier les engins les plus légers possible vis-à-vis des sols, et les plus étroits possible.

L'entraxe des cloisonnements sylvicole est d'une largeur adaptée à l'homogénéité de la répartition des semis et à leur densité :

- Dans les régénérations homogènes, où la densité minimale de 5 000 semis/ha (soit avec un écartement moyen inférieur à 1,5 m) est présente sur plus des 2/3 de la surface, l'entraxe est de 6 m (à moduler selon l'entraxe des cloisonnements d'exploitation, viser 1/3 de celui-ci) ;
- Dans les régénérations avec une répartition plus hétérogènes des semis, donc en densité souvent moindre, l'entraxe est de 9 m (pour correspondre à la moitié de celui des cloisonnements d'exploitation), sauf dans le cas de ronce très dynamique (5-6 m dans ce cas) ;
- Dans les régénérations claires, les cloisonnements d'exploitation (tous les 18 m) suffisent pour parcourir la parcelle afin de contrôler l'évolution de la régénération ; si des travaux sont nécessaires, ils seront ciblés vers les taches de semis ;

Remarque :

Dans tous les cas l'entraxe des cloisonnements sylvicoles s'adapte à celui des cloisonnements d'exploitation si ceux-ci sont déjà présents. A terme on vise des cloisonnements d'exploitation tous les 18-20 m d'entraxe avec 1 ou 2 cloisonnement(s) sylvicole(s) intermédiaire(s) selon l'essence et la densité des semis.

4.6 LES COMPLÉMENTS DE RÉGÉNÉRATION

L'évaluation des besoins en compléments dans les UG en régénération naturelle s'effectue soit au terme d'une durée suffisante depuis la mise en régénération (cf. tableau § 4.1) soit environ 2 à 3 ans après l'exploitation de la coupe définitive. S'il existe un doute sur le besoin en complément, un diagnostic est réalisé sur la parcelle afin d'éviter tout investissement inutile (selon le protocole lié au logiciel ONF Régénat, en évaluant le taux de « vide

anormal » sur des placettes de 60 m². Toutes les essences objectif, principales et associées, sont prises en compte avec le seuil donné au § 1.1.2 selon le niveau d'enjeu local).

Lorsque, à l'échelle de l'UG le renouvellement est jugé seulement **acceptable**, selon les critères donnés au § 4.1 et l'analyse explicitée au § 4.2, voire satisfaisante, des compléments de régénération peuvent être nécessaires : leur quantification doit être raisonnée selon les critères donnés à l'alinéa suivant. À noter que lorsque l'UG se trouve avec une **densité insuffisante** et donc qu'il faut envisager de la reprendre en quasi-totalité, on ne parlera pas de compléments mais d'une reprise par plantation de la régénération naturelle en échec (traitée au § 2).

Le complément des vides (par plantation, parfois par semis artificiel) ne doit pas être systématique ; l'investissement ne se justifie qu'après un diagnostic Régénat et lorsque les critères suivants sont simultanément respectés :

- pente \leq 60 % et fertilité bonne (cf. tout début § 1) ;
- vides de surface supérieure à 0,5 ha ou surface cumulée des vides d'au moins 3 ares représentant plus de 20 % de la surface en sylviculture de l'unité de gestion (pouvant être estimés dans un premier temps grâce à Régénat, cf. § 4.2) ;
- compléments s'intégrant dans un chantier de taille suffisante pour être d'un coût raisonnable, chantier d'au moins 1 ha, voire 2 ha en forêt domaniale (le chantier peut concerner plusieurs parcelles proches).

Dans la plupart des autres cas de figure (pente > 60 % ou peuplement en classe de fertilité médiocre, vides < 0,5 ha et < 20 % de la surface), il faudra se contenter de la régénération existante, avec un dégagement des semis si nécessaire.

Le complément se fait par plantation selon les techniques préconisées au § 3. Il peut être exceptionnellement réalisé par semis artificiel (cf. § 2.2).

Remarque :

Le cas des peuplements jouant un rôle de protection contre les risques naturels est traité dans le guide des Sylvicultures de Montagnes des Alpes du sud françaises-9200-12-GUI-TEC-007 et le guide de gestion Forêts Pyrénéennes à rôle de protection – 9200-16-GUI-SAM-058

Cependant, avant de planter, il faut s'interroger sur la cause de l'absence de semis et s'abstenir de tout complément si des vides anormaux sont dus à des conditions écologiques singulières inappropriées au développement de l'essence objectif (dont le déséquilibre forêt gibier, cf. § 4.2.2, ou une très forte pression pastorale qui doit être réglée avec l'éleveur).

4.7 LES DÉGAGEMENTS (H < 3 M)

L'adaptation des dégagements au changement climatique consiste principalement à préserver ou favoriser le mélange d'essences objectif et à préserver les essences d'accompagnement dès lors qu'elles ne menacent pas les essences objectif sur plus de 20 % de la surface.

Cette gestion adaptative au changement climatique consiste aussi à éviter d'intervenir en dégagement juste avant ou juste après la période estivale, durant laquelle les risques de canicule augmentent (éviter juin/juillet/Août). En effet, l'exposition brutale aux rayons du soleil des feuilles ou aiguilles à l'ombre de la végétation environnante depuis le printemps peut être délétère pour les semis.

4.7.1. La nature des dégagements

Lors des dégagements, veiller à préserver la diversité peut se faire en étant moins interventionniste : on n'agit pas POUR la diversité, mais on aide MOINS l'essence principale.

Remarque :

Lorsqu'une essence objectif adaptée au changement climatique est menacée par une ou plusieurs autres essences considérées comme moins bien adaptées, il est important d'intervenir avec des dégagements pour maîtriser le développement des espèces concurrentes (cas du hêtre en chênaie, de l'épicéa ou du sapin en mélèze sur versant sud) sans pour autant les éliminer. Cela concerne aussi les essences sans intérêt pour l'objectif recherché (dynamique forte du tremble sur un secteur avec un enjeu de production de bois d'œuvre en hêtre ou chêne).

L'intervention doit être suffisamment forte pour garantir la prédominance de l'essence objectif mais sans chercher à éliminer les essences concurrentes moins adaptées.

Ce type de travaux est inscrit dans les dispositifs de financement (type France Nation Verte) et offre la possibilité d'agir sur le dosage de la régénération naturelle, comme alternative à l'enrichissement lorsqu'une essence adaptée au changement climatique est déjà présente au sein de la régénération naturelle. Se référer au cahier des charges cadrant l'obtention des aides en vigueur.

Si la consigne de préserver ce mélange naturel n'est pas nouvelle, il est devenu indispensable qu'elle puisse maintenant s'appliquer sans modération ni retenue. Pour cela il ne faut pas exclure de la traduire en consignes simples mais strictes dans les dégagements des régénérations naturelles :

- Les travaux d'entretien ne portent que sur la végétation herbacée ainsi que sur les végétaux semi-ligneux et ligneux qui ne constituent pas à terme un arbre (qui pourra être d'une essence objectif* ou d'une essence d'accompagnement*);
- La seule exception d'une intervention sur une essence arborée présente naturellement est lorsque celle-ci est en densité nettement supérieure en nombre à celle de(s) l'essence(s) objectif et qu'elle menace cette(s) dernière(s) à cause d'une croissance juvénile supérieure (par exemple avec le charme, le bouleau, le châtaignier, le tremble...); dans ce cas, il ne faut cependant pas chercher à l'éliminer ;
- L'intervention ne porte alors que sur la végétation qui menace directement ou à très court terme des semis.

Ces consignes peuvent être facilitées en demandant explicitement une intervention sur un nombre limité d'espèces sur un chantier donné, voire une seule, pour les/la maîtriser. Ainsi, on s'assure que toute autre végétation sera préservée. Cela pourra conduire à la perte de quelques semis liée à une espèce concurrente autre, mais le maintien d'un maximum de mélange sera facilité. Ces interventions « mono-tâche » sont plus simples à mettre en œuvre, plus simples à contrôler. Cela n'empêche nullement de prévoir deux interventions mono-tâches sur une UG si deux zones bien distinctes, c'est-à-dire cartographiables et repérables sur le terrain, le méritent.

Lors des travaux de dégagement, l'intervention doit être d'autant plus forte que les essences arborées à maîtriser sont abondantes et concurrentielles

(1) : principe du rez-terre appliqué avec intelligence, c'est-à-dire sans « taper » dans le sol, les cailloux et les rémanents, pour des raisons de sécurité et d'usure prématurée du matériel.

(qui exercent leur pression non seulement sur l'essence principale mais aussi sur le potentiel de diversité). Ce principe se traduit en consignes de la façon suivante :

- Avec les espèces à croissance très forte (noisetier, cytise, tremble...), une coupe rez-terre⁽¹⁾ est utile jusqu'à ce que les semis recherchés fassent 1,5 m de haut ; au-delà, un dégagement du tiers supérieur des semis est suffisant (maintien des espèces en sous-étage, sans interdire d'en laisser « filer » dans la strate dominante de temps en temps, notamment en laissant un tire-sève par souche) ;
- les autres espèces sont maîtrisées en dégageant seulement le tiers supérieur des semis (ou selon la consigne du cône inversé) ;
- avec la ronce, couper les tiges rentrant dans le cône de lumière ou étouffant les semis, tout en la conservant en partie basse ; pour les brins de ronce à fort potentiel de croissance (ronce haute, longues, de fort diamètre), ils sont coupés suffisamment loin des semis pour qu'une repousse de l'année ne vienne les gêner ; en cas de gros roncier sans semis visibles, les laisser en l'état des semis enfouis dessous n'ont pas de chance de s'en sortir, on parle de cause perdue).

Ces préconisations s'entendent en travaillant au profit de l'essence principale choisie : si par plage seule l'espèce concurrente est présente, elle est laissée en l'état.

Ces consignes dans les jeunes stades permettent de maintenir un haut niveau de diversité sans qu'il soit nécessaire de la favoriser, grâce au climat très lumineux des peuplements en régénération qui profite à de nombreuses essences comme à l'essence principale.

4.7.2 L'intensité surfacique des dégagements

Les dégagements peuvent être conduits en plein ou par points d'impact

L'intervention en plein

C'est la technique classique qui conduit l'opérateur à parcourir l'intégralité de la surface de l'UG (hors cloisonnements). Il faut toutefois bien veiller à ce que, si le niveau de concurrence n'est pas homogène sur la totalité de la surface, l'intervention soit uniquement réservée aux plages avec présence simultanée de semis et de concurrence forte. Ce qui devrait conduire le plus souvent à des interventions partielles dont le coefficient est fixé à la commande (cf. encadré § 4.4.1).

L'intervention par « points d'impact »

Une intervention par points d'impact consiste à limiter l'intervention **sur des points répartis selon une maille systématique** définie à l'avance (en général calée sur les cloisonnements sylvicoles). Le maillage précise le nombre de points d'impact à l'hectare, leur forme (cercle ou tronçon de bande entre cloisonnements) et leur taille. Ce mode d'intervention est illustré par la figure ci-dessous

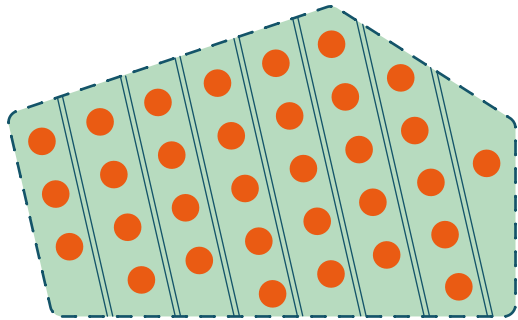


Figure 14 : illustration de l'intervention par points d'impact sur une UG, chaque cercle orange indique un point d'impact, ceux-ci sont répartis régulièrement entre les cloisonnements sylvicoles (double trait noir)

Cette technique est bien adaptée aux contextes où la végétation concurrente ligneuse ou semi-ligneuse est faible ou modérée (semis peu menacés et en densité satisfaisante). Elle est également d'autant plus adaptée que la régénération est plus haute, donc relativement moins vulnérable. Elle permet de s'assurer qu'un minimum de semis sortent de la concurrence, avec l'idée qu'entre les points d'impact des semis s'en sortiront seuls. Cependant, même face à une concurrence modérée, si celle-ci est concentrée par plages non cartographiables sur moins des 2/3 de la surface, le dégagement en plein en intervention partielle (IP de 50 % ou 25 %) est préférable.

Cette technique est a contrario fortement déconseillée (l'intervention en plein, hors cloisonnements, est à privilégier) dans les contextes stationnels fortement concurrentiels en ligneux ou semi-ligneux, sauf pour les essences objectif à pouvoir ombrageant élevé qui sont tolérantes à la concurrence (par exemple, le hêtre, le sapin..) : il convient d'être prudent pour les régénérations de hauteur inférieure à 1,5 m, plus sensibles à la concurrence à ce stade, et privilégier l'intervention en plein dans ce cas.

Dans le cas d'un dégagement, la densité recommandée des points d'impact est de 500/ha. Sur un point défini (un impact), l'ouvrier sylviculteur n'intervient réellement en dégagement que s'il existe au moins un semis d'essence objectif et si aucun n'est naturellement hors de concurrence. Dans ce cas, l'intervention porte sur un cercle centré sur un semis de qualité (souvent plusieurs semis proches en profitent). Les tiges des essences concurrentes (ou de l'essence concurrente ciblée par une consigne mono-tâche, cf. § 4.7.1) qui entrent en concurrence dans la partie sommitale du semis aidé sont rabattues au 1/3 sortant de sa hauteur. Dans le cas contraire, l'ouvrier passe au point d'impact suivant.

Le résultat de ces dégagements localisés n'est pas la « sortie », à 3 m de hauteur, du nombre exact de semis dégagés (500/ha) et ce pour deux raisons essentielles :

- lors d'un dégagement, la maîtrise de la végétation concurrente sur un point d'impact profite souvent à deux voire quatre semis (le dégagement sur 500 points aide donc plutôt 1 000 à 2 000 t/ha) ;
- si plusieurs dégagements sont nécessaires, il est peu probable que les semis dégagés soient les mêmes, les points d'impact ne pouvant pas être fixes.

La technique des points d'impacts est largement facilitée par la présence de cloisonnements sylvicoles.

| Densité visée pour un dégagement | Aides | Entraxe des cloisonnements | | | |
|----------------------------------|---------|----------------------------|-------|-----|-------|
| | | 5 m | 6 m | 7 m | 9 m |
| 500/ha | N/ 20 m | 5 | 6 | 7 | 9 |
| | d | 4 m | 3,3 m | 3 m | 2,2 m |

Tableau 16 : Consigne d'intervention de la distance mesurée sur le cloisonnement entre deux points d'impact (d) en fonction de l'entraxe des cloisonnements pour en obtenir 500/ha ; Nombre de points d'impact sur 20 m de longueur de bande (N/ 20 m), pour le contrôle.

4.8. LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION (H > 3 M)

L'adaptation des forêts au changement climatique au moment du renouvellement porte principalement sur trois thèmes :

- changer éventuellement d'essence via la migration assistée ;
- faciliter l'installation des semis ou plants en climat plus chaud et plus sec ;
- rechercher des peuplements plus mélangés.

Les travaux d'amélioration (entre 3 m et la première éclaircie) ne peuvent que jouer sur le troisième, et ceci de manière seulement partielle : on ne peut pas créer du mélange à ce stade, mais on peut faire en sorte de maintenir un mélange existant, voire l'améliorer en modifiant les proportions de chacune des essences.

Il reste toutefois une autre piste d'adaptation, celle qui favoriserait la sélection des individus les plus résistants aux nouvelles conditions climatiques. La première à laquelle on peut penser, est de laisser faire la sélection naturelle entre les tiges des essences objectif en ne faisant plus de dépressage. Mais celle-ci va à l'encontre d'un autre principe d'adaptation, clairement identifié par les chercheurs au stade adulte, mais pas au stade juvénile, celui de limiter le capital sur pied pour limiter l'évapotranspiration. La recherche est actuellement très active sur ce thème du croisement adaptation génétique et sylviculture, mais aucune préconisation pratique n'est aujourd'hui connue. **Aussi, pour ce qui est des dépressages, il est conseillé de suivre les préconisations actuelles des ITTS existants**, c'est-à-dire des dépressages raisonnés en fonction de la densité initiale (on ne dépresse que si la densité est plus du double de la densité cible après dépressage, et si les diamètres sont homogènes), avec des densités cibles plus élevées que ce qui a pu être préconisé pendant un temps.

| Essence | Densité | Hauteur |
|-----------------|------------------------------|--------------|
| Hêtre | 3 300 /ha | 5-6 m |
| Chêne sessile | 3 000 /ha | 6-8 m |
| Chêne pédonculé | 1 400 /ha | 6-8 m |
| Pin laricio | 2 500 /ha | 2-3 m |
| Pin maritime | 1 250 /ha | 2-3 m |
| Pin d'Alep | 2 500 /ha | 3-5 m |
| Pin sylvestre | 2 500 /ha | 2-3 m |
| Cèdre | 2 500 /ha | 2-3 ou 6-8 m |
| Douglas | 2 000 /ha | 3-4 m |
| Épicéa | 3 000 /ha | 6-8 m |
| Mélèze | (150-200 /ha ^{a)}) | 6-8 m |
| Sapin | 3 000 /ha | 6-8 m |
| Pins noirs | 2 500 /ha | 2-3 m |
| Pin de Salzman | 2 500 /ha | 2-5 m |

a) travail au profit de 150-200 tiges /ha

Tableau 17 : rappel des densités cibles post dépressage et des hauteurs d'intervention pour les principales essences (pour plus de détails, consulter les guides en vigueur)

Pour ce qui est des nettoiemts, les ajustements aux préconisations actuelles pour adapter les peuplements au changement climatique sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

4.8.1 Limiter les nettoiemts destinés à la maîtrise de la végétation concurrente au strict nécessaire, doser leurs intensités

Cette consigne de limiter la réalisation des nettoiemts au strict nécessaire, c'est-à-dire lorsqu'une part significative des tiges des essences objectifs est menacée de disparaître, n'est pas nouvelle, mais elle doit être appliquée encore plus strictement face à la menace du changement climatique. Préserver ce mélange naturel est devenu indispensable, y compris pour le maintien d'essences d'accompagnement.

Ainsi, l'intensité des nettoiemnts, une fois qu'ils sont décidés, doit aussi être dosée pour que les espèces dites d'accompagnement soient bien maintenues dans le peuplement, qui ne doit pas être mélangé seulement en essences objectif. Pour cela on peut s'appuyer sur des consignes simples de mise en œuvre déjà présentées pour les dégagements :

- Les travaux d'entretien ne portent que sur les végétaux semi-ligneux et arbustes ligneux qui ne constituent pas à terme un arbre utile (essence objectif ou d'accompagnement) ;
- La seule exception d'une intervention sur une essence arborée sera lorsque celle-ci est en densité nettement supérieure en nombre à celle de(s) l'essence(s) objectif et qu'elle menacerait cette(s) dernière(s) à cause d'une croissance juvénile supérieure (par exemple avec le hêtre, le bouleau, le tremble...) ; et dans ce cas il ne s'agit pas, bien entendu, de l'éliminer ;
- L'intervention ne porte alors que sur la végétation qui menace, directement ou à très court terme, des gaules.

Ces consignes peuvent être facilitées en demandant explicitement une maîtrise d'un nombre limité d'espèces sur un chantier donné, voire une seule. Ainsi on s'assure que toute autre végétation sera préservée. Cela pourra conduire à la perte de quelques semis ou gaules liée à une espèce concurrente autre, mais le maintien d'un maximum de mélange sera facilité. Ces interventions « mono-tâche » sont plus simples à mettre en œuvre, plus simples à contrôler. Cela n'empêche nullement de prévoir deux interventions mono-tâches sur une UG si deux zones bien distinctes (un seul article Teck, les espèces ciblées sont mentionnées en commentaire), c'est-à-dire cartographiables et réparables sur le terrain, le méritent.

Ces préconisations s'entendent en travaillant au profit de l'essence principale choisie : si par plage seule l'espèce concurrente est présente, elle est laissée en l'état.

Remarque :

Lorsqu'une essence objectif adaptée au changement climatique est menacée par une ou plusieurs autres essences considérées comme moins bien adaptées, il est important d'intervenir pour garantir la prédominance de l'essence objectif par des nettoiemnts maîtrisant le développement des espèces concurrentes, sans pour autant les éliminer.

Ce type de travaux est inscrit dans les dispositifs de financement (type France Nation Verte) et offre la possibilité d'agir sur le dosage pour assurer une meilleure résilience du peuplement. Voir tableau §1.3 page 19 pour plus de détails. Se référer au cahier des charges cadrant l'obtention des aides en vigueur.

4.8.2 Préserver la diversité en essences objectif

Le nettoiemnt est une intervention destinée aussi à doser le mélange entre essences objectif, et notamment préserver la diversité avec le maintien des essences objectif associées, souvent rares et disséminées.

Lorsque l'essence principale n'est pas concurrentielle (elle n'est pas exclusive avec une tendance à éliminer naturellement la diversité), veiller à ne pas éliminer la diversité dans les essences objectif se fait en étant moins interventionniste comme indiqué au paragraphe précédent (on n'agit pas POUR la diversité, mais on aide MOINS l'essence principale).

Lorsque l'essence principale est dynamique et concurrentielle, elle peut être un frein à l'expression de la diversité, ce risque est surtout élevé au stade gaulis-perchis au cours duquel les essences rares et disséminées peuvent, au moins partiellement, disparaître.

Pour aider des essences rares et menacées par le caractère ombrageant de l'essence principale, si aucun nettoiemnt n'est jugé utile pour maîtriser de la végétation concurrente, on choisit un **nettoiemnt ciblé**. Cette intervention se faisant exclusivement au profit d'essences rares et disséminées, elle est donc très légère (le plus souvent au profit de 20-50 tiges/ha). Si un nettoiemnt au titre de la maîtrise de la concurrence est réalisé, il profite également aux essences objectif associées.

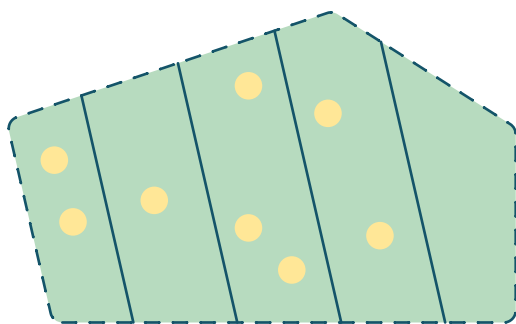


Figure 15 : schéma de l'intervention ciblée sur une UG

Le dosage d'essences peut aussi être utile en présence de deux essences structurantes* (espèce tolérant la concurrence intraspécifique et pouvant constituer naturellement des peuplements purs de grande surface) : les consignes seront alors différentes selon que les deux sont des essences objectif, ou que l'une des deux est une essence d'accompagnement :

- Le maintien de deux essences objectif ne nécessite souvent pas d'intervention, car dans ce cas on cherche à conserver le mélange dans la strate principale sans viser des proportions strictes, engager des travaux uniquement pour viser une proportion de chacune des deux essences jugée « idéale » n'est pas recommandée. On peut attendre d'être au stade éclaircie pour ce dosage (pour limiter les investissements en travaux), sauf si l'une d'elles est très minoritaire et potentiellement menacée : dans ce cas, un nettoyage ciblé suffit (cf. alinéa précédent) ;
- Si l'une des essences est considérée comme une essence d'accompagnement, il convient alors de s'assurer qu'elle reste minoritaire dans l'étage principal : on la maîtrise sans l'éliminer. La consigne peut alors être simple et consister à travailler uniquement contre cette menace. Le travail en point d'impact, cf. § 4.8.3, est alors bien adapté.

4.8.3. Deux modalités de nettoyage destinées à la maîtrise de la végétation concurrente

Les nettoyages peuvent être conduits en plein ou par points d'impact.

L'intervention en plein

C'est la technique classique qui conduit l'opérateur à parcourir l'intégralité de la surface de l'UG. Il faut toutefois bien veiller à ce que, si le niveau de concurrence n'est pas homogène sur la totalité de la surface, l'intervention soit uniquement réservée aux plages avec présence simultanée de gaules et de concurrence forte. Ce qui devrait conduire le plus souvent à des Interventions partielles (cf. encadré § 4.4.1) dont le coefficient est fixé à la programmation.

L'intervention par « points d'impact »

Une intervention par points d'impact consiste à limiter l'intervention sur des points répartis selon une maille systématique définie à l'avance (en général calée sur les cloisonnements sylvicoles). Le maillage précise le nombre de points d'impact à l'hectare, leur forme (cercle ou tronçon de bande entre cloisonnement) et leur taille. Ce mode d'intervention est illustré par la figure ci-dessous.

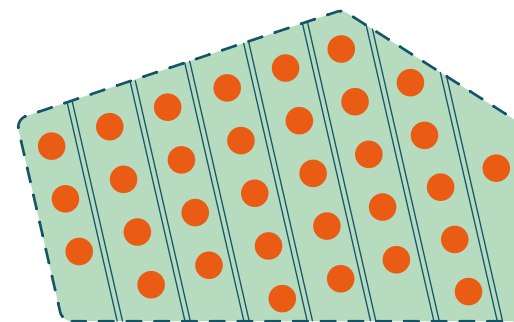


Figure 16 : illustration de l'intervention par points d'impact sur une UG, chaque cercle orange indique un point d'impact, ceux-ci sont répartis régulièrement entre les cloisonnements sylvicoles (double trait noir)

Cette technique est bien adaptée aux contextes où la végétation concurrente ligneuse ou semi-ligneuse est faible ou modérée. Elle permet de s'assurer qu'un minimum de gaules sortent de la concurrence, avec l'idée qu'entre les points d'impact des gaules s'en sortiront seules. Cependant, même face à une concurrence modérée, si celle-ci est concentrée par plages non cartographiables sur une proportion estimée de la surface de 25 ou 50 %, le nettoyage en plein en intervention partielle (IP de 50 % ou 25 %) est préférable. Elle convient également aux contextes où la végétation concurrente est dynamique dès lors que l'essence objectif a un pouvoir ombrageant fort qui lui permet de s'en sortir seule au moins partiellement (hêtre...).

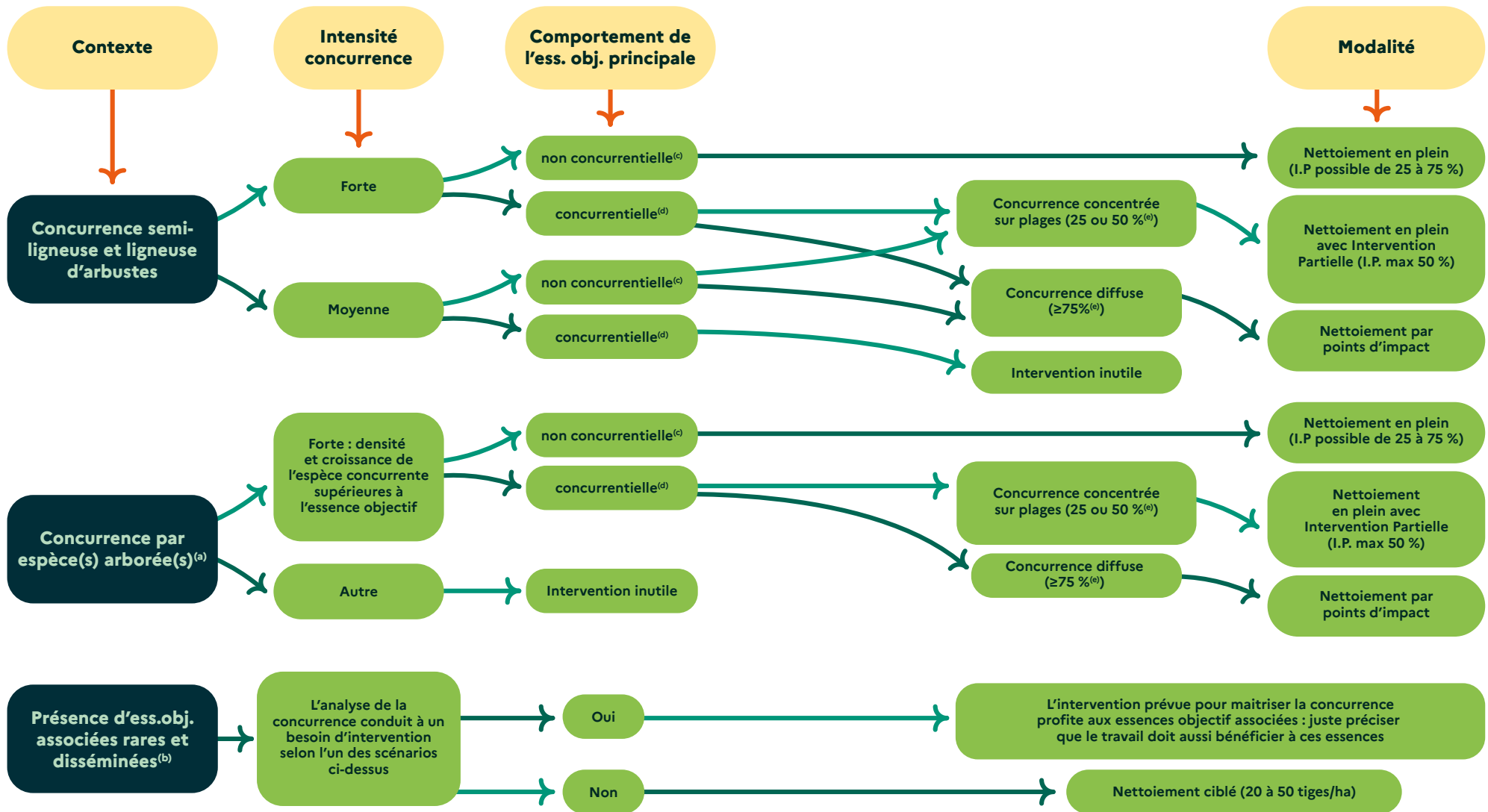
Cette technique est a contrario fortement déconseillée (dans ce cas l'intervention en plein est préférable) dans les contextes stationnels fortement concurrentiels en ligneux ou semi-ligneux avec des essences objectif faiblement concurrentielles (chênes, pins...).

La densité recommandée des points d'impact à ce stade est de 300 /ha. L'intervention consistant à doser les essences est un nettoyage, qui peut être associé à un dépressage dans le cas de densités trop fortes (cf. préconisation du guide). Sur un point défini (un impact), l'ouvrier sylviculteur intervient réellement en nettoyage que s'il y a la présence d'au moins une tige d'essence objectif et si aucune n'est naturellement hors de concurrence. Dans ce cas l'intervention porte sur un cercle centré sur une tige de qualité (ce qui peut conduire à aider plusieurs gaules proches), les tiges des essences concurrentes (ou de l'essence concurrente ciblée par une consigne mono-tâche) qui entrent en concurrence dans sa partie sommitale sont rabattues du 1/3 de sa hauteur. Dans le cas contraire, l'ouvrier passe au point d'impact suivant.

La technique des points d'impacts est largement facilitée par la présence de cloisonnements sylvicoles qui permet d'aider à leur bonne répartition, et vérifier que la bonne densité est respectée.

| Densité visée pour un nettoyage | Aides | Entraxe des cloisonnements | | | |
|---------------------------------|---------|----------------------------|-------|-------|-------|
| | | 5 m | 6 m | 7 m | 9 m |
| 300/ha | N/ 20 m | 3 | 3-4 | 4 | 5 |
| | d | 6,7 m | 5,6 m | 4,2 m | 3,7 m |

Tableau 18 : Consigne d'intervention de la distance mesurée sur le cloisonnement entre deux points d'impact (d) en fonction de l'entraxe des cloisonnements pour en obtenir 300/ha ; Nombre de points d'impact sur 20 m de longueur de bande (N/ 20 m), pour le contrôle.



(a) les espèces concurrentes forment à terme des arbres ; (b) il existe des essences objectif associées disséminées ; (c) l'essence ou les essences principales sont dites de lumière, elles ne supportent que mal ou peu la concurrence d'autres espèces (cas du chêne, du cèdre, des pins en général) ; (d) l'essence ou les essences principales sont dites d'ombre, elles supportent bien la concurrence d'autres espèces (cas du hêtre, du sapin, du douglas...) ; (e) % de surface de l'UG

L'ACCOMPAGNEMENT DE LA DYNAMIQUE NATURELLE (RÉGÉNÉRATION NATURELLE SANS TRAVAUX)

| | |
|--|--------|
| 5.1 LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'ITINÉRAIRE | p. 113 |
| 5.2 LES DENSITÉS DE SEMIS RECHERCHÉES ET LEUR NATURE | p. 114 |
| 5.3 L'ANALYSE DU RÉSULTAT DU DIAGNOSTIC DE LA RÉGÉNÉRATION | p. 115 |
| 5.4 LES COUPES DE RENOUVELLEMENT | p. 115 |
| 5.5 LES TRAVAUX | p. 118 |

5.1 LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'ITINÉRAIRE

Cet itinéraire n'est pas nouveau, il est préconisé dans plusieurs DRA SRA dans les tableaux des essences/stations sous forme de la mention « les essences objectifs sont celles présentes naturellement ». Ce choix est réservé aux stations les plus médiocres ou très difficiles d'accès où il n'est pas attendu de production de bois d'œuvre et où on rencontre en général plusieurs essences (les taillis de chêne vert ou chêne pubescent ne sont souvent pas dans cette catégorie même si leur productivité est faible et qu'ils ne produisent pas de BO).

Avec les effets attendus du changement climatique sur les forêts - difficulté de régénération, croissance plus lente, dépérissements plus fréquents, reprise des plantations beaucoup plus aléatoire ou faible...- les cas de figure où le renouvellement ne sera pas optimum et où il sera très hasardeux de faire des compléments de régénération naturelle par plantation (ou semis), voire de transformer vers une essence plus résistante, vont être plus nombreux. Il ne s'agit en aucun cas d'abandonner la gestion forestière, simplement d'être réaliste sur les chances de réussite des investissements qui seraient nécessaires au maintien de peuplements complets dans lesquels on espère produire du bois d'œuvre.

Cet itinéraire d'accompagnement de la dynamique naturelle sans complément par plantation ou semis direct risque de conduire à des durées de renouvellement très longues en futaie régulière, pouvant faire douter sur le maintien du traitement à long terme. Néanmoins, le maintien des parcelles en traitement de futaie régulière sur plusieurs décennies permet d'engager le renouvellement par UG et de le contrôler par la méthode du suivi surfacique. Dans le cas où le renouvellement serait acquis dans les 30-40 ans, cela permettra de terminer le cycle et récolter le peuplement final : on restera en traitement en futaie régulière. Dans le cas contraire, il sera toujours temps de considérer qu'on bascule vers un traitement en futaie irrégulière.

5.2 LES DENSITÉS DE SEMIS RECHERCHÉES ET LEUR NATURE

Le choix de cet itinéraire sous-entend un objectif de production de bois d'œuvre non prioritaire par rapport au maintien de l'état boisé. Aussi la densité de semis recherchée peut être bien inférieure à ce que l'on souhaite pour l'itinéraire de régénération naturelle d'une essence adaptée (cf. § 4.1). On considère ainsi que cette densité doit simplement être supérieure à 800 semis/ha pour une régénération de hauteur moyenne inférieure à 3 m, et supérieure à 500 gaules/ha pour une régénération de hauteur supérieure à 3 m.

Si ces seuils de densité sont similaires à ceux qui définissent une régénération naturelle d'essence adaptée acceptable ou satisfaisante, c'est sur le panel des essences comptabilisées que la différence porte : TOUTES LES ESSENCES ARBORÉES sont prises en compte ici, y compris les essences classées d'accompagnement en sylviculture classique (saules, noisetier...).

Un autre élément à prendre en compte est la non-limitation dans le temps pour obtenir le renouvellement souhaité. Il faut donc prévoir de laisser en place une trame suffisante de semenciers jusqu'à ce que les critères d'un renouvellement acquis soient atteints. Cela peut être considéré comme la mise en place d'un îlot de vieillissement si cela conduit les arbres au-delà de leur diamètre d'exploitabilité optimal. Et si, pour des stations peu fertiles, cela doit conduire à laisser ces arbres définitivement, ils peuvent être considérés comme des îlots de sénescence.

L'équilibre gibier-forêt doit être tel que les régénérations naturelles s'installent et se développent sans retard significatif, sans qu'il soit nécessaire de les protéger, surtout dans ce contexte où la décision de ne pas investir a été

retenue. Dans le cas inverse, il faut améliorer cet équilibre via des plans de chasse adaptés, des expériences de plans de chasse multipliés par 2 ou 3 très rapidement ont montré leurs efficacités. L'installation de protections, individuelle ou par clôture, ne doit pas être envisagée en régénération naturelle sans travaux.

Les dégâts dus au bétail doivent être maîtrisés avec l'aide des éleveurs.

5.3 L'ANALYSE DU RÉSULTAT DU DIAGNOSTIC DE LA RÉGÉNÉRATION

Le diagnostic s'analyse selon la densité moyenne observée sur l'unité de régénération et selon l'importance et la répartition des vides. Cela conduit aux deux grands types de situation suivants :

A- la densité moyenne des semis est à la densité satisfaisante ou plus (> 800/ha pour ce contexte) :

dans ce cas, la régénération naturelle est a priori considérée comme bien engagée, et la récolte du peuplement adulte doit se poursuivre ; les vides éventuels ne font pas l'objet de compléments mais du maintien des semenciers en place ;

B- la densité moyenne des semis est inférieure à la limite de densité considérée comme satisfaisante ($N < 800/ha$, en considérant toutes les espèces arborées d'adaptation bonne ou incertaine) :

les semenciers sont maintenus en l'état (on ne réalise pas la coupe définitive, cf. ci-après).

Dans le cas B, il faut en outre s'interroger sur les causes de la non-réussite de la régénération, partielle ou complète, pour éviter de la reproduire sur d'autres parcelles.

5.4 LES COUPES DE RENOUVELLEMENT

Les coupes de renouvellement ne relèvent pas directement de ce Mémento pratique qui traite principalement des travaux. Cependant, l'adaptation du renouvellement au changement climatique peut conduire à modifier les caractéristiques et le rythme des coupes. Aussi, en attendant que les guides de sylvicultures partie « coupes » puissent être mis à jour, nous donnons ici quelques grandes recommandations.

5.4.1 Le relevé de couvert

Dans un certain nombre de cas, les guides de sylvicultures prévoient un relevé de couvert (principalement dans les peuplements feuillus). Ce relevé de couvert consiste à récolter (mais cela est parfois fait partiellement en travaux) le sous-étage, considéré souvent comme du taillis. Ce relevé de couvert ne doit plus être aussi systématique, chaque fois que les conditions stationnelles ne seront plus optimales pour l'essence objectif ou qu'il y a un risque de blocage par de la végétation concurrente (graminées, ronce...), le relevé de couvert doit être partiel.

Les caractéristiques des abris qu'il conviendrait de conserver sont résumées dans le tableau suivant, en visant un abri entre 3 et 5 m²/ha, une surface terrière d'autant plus élevée que le diamètre moyen est grand.

| Dg | nombre de tiges | | écartement moyen | |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 3.0 m ² | 4.0 m ² | 3.0 m ² | 4.0 m ² |
| 10 cm | 382 tiges/ha | 509 tiges/ha | 5.5 m | 4.8 m |
| 15 cm | 170 tiges/ha | 226 tiges/ha | 8.2 m | 7.1 m |
| 20 cm | 95 tiges/ha | 127 tiges/ha | 11.0 m | 9.5 m |

Tableau 17 : nombre de tiges à conserver lors du relevé de couvert selon le diamètre moyen (Dg) des tiges conservées (en vert nombre à privilégier), écartement moyen correspondant.

5.4.2 Les coupes d'ensemencement et secondaire

Le renouvellement d'un peuplement dans le cadre d'un accompagnement de la dynamique naturelle s'apparente à la conduite des régénérations naturelles en gestion classique. Elle consiste à réaliser une coupe d'ensemencement, suivie éventuellement d'une coupe secondaire sur semis acquis, pour finir par une coupe définitive.

La rotation entre la coupe d'ensemencement, si celle-ci a bien été réalisée conformément aux préconisations du guide, et une éventuelle coupe secondaire est rallongée jusqu'aux valeurs données dans le tableau ci-après tant que le suivi du renouvellement montre que la densité minimale des semis d'essences adaptées ou d'adaptation incertaine n'est pas atteinte

(plus de 800 semis/ha avant 3 m de haut, plus de 500 au-delà). Cette coupe secondaire est engagée si, avec un prélèvement commercialisable, le capital restant respecte les valeurs minimales données ci-après.

| Essence | Niveau de fertilité | Rotation maximale | Peuplement minimal à conserver | | | |
|-----------------|---|-------------------|--------------------------------|---|------------------------|--|
| | | | Surface terrière | Densité selon le Dg moyen | | |
| Hêtre | bon | 10 ans | 5-6 m ² /ha | 30-40 tiges de Dg 45 cm 25-30 tiges de Dg 50 cm 20-25 tiges de Dg 55 cm 15-20 tiges de Dg 60 cm | | |
| | médiocre | 15 ans | | | | |
| Chêne sessile | bon | 5-6 ans | | | | |
| | médiocre | 7-8 ans | | | | |
| Chêne pédonculé | bon | 4-5 ans | | | | |
| | médiocre | 5-6 ans | | | | |
| Pin laricio | bon | 8 ans | 8-10 m ² /ha | 110-130 tiges de Dg 30 cm 80-95 tiges de Dg 35 cm 65-70 tiges de Dg 40 cm 50-55 tiges de Dg 45 cm 40-45 tiges de Dg 50 cm | | |
| | médiocre | 10 ans | | | | |
| Pin maritime | bon | 8 ans | | | | |
| | médiocre | 10 ans | | | | |
| Pin noir | bon | 12-15 ans | | | | |
| | médiocre | 20 ans | | | | |
| Pin sylvestre | bon | 15 ans | | | | |
| | médiocre | 20 ans | | | | |
| Pin d'Alep | bon | 15 ans | | | | |
| | médiocre | 20 ans | | | | |
| Cèdre | bon | 10 ans | | | 7-8 m ² /ha | 55-65 tiges de Dg 40 cm 45-50 tiges de Dg 45 cm 35-40 tiges de Dg 50 cm 30-35 tiges de Dg 55 cm |
| | médiocre | 15 ans | | | | |
| Épicéa | bon | 6 ans | | | | |
| | médiocre | 10 ans | | | | |
| Sapin | bon | 10 ans | | | | |
| | médiocre | 15 ans | | | | |
| Douglas | bon | 6 ans | | | | |
| | médiocre | 10 ans | | | | |
| Mélèze | Sans objet (conduite du renouvellement le plus souvent par trouées) | | | | | |

Tableau 18 : Rotation maximale entre la coupe d'ensemencement et une éventuelle coupe de régénération secondaire selon l'essence et la fertilité, capital minimal à conserver après une coupe de régénération secondaire (voire une coupe d'ensemencement) pour compléter si besoin le renouvellement.

5.4.3 La coupe définitive

Pour cet itinéraire d'accompagnement de la dynamique naturelle, dans lequel aucun investissement n'est à prévoir (sauf la plantation de bouquet de dissémination visant à terme à introduire une essence plus adaptée), la coupe définitive n'est à envisager que sur un renouvellement installé et non menacé (par la concurrence par exemple) d'un minimum de 800 semis/ha ou 500 gaules/ha (respectivement si la régénération est classée en classe 2 ou classe 3 dans le suivi surfacique).

La rotation avec la coupe précédente peut ainsi être très longue, sans limite maximale. Au-delà 30-40 ans, c'est probablement au moment de la révision de l'aménagement qu'une décision de classement différent de la parcelle sera prise, vers du « hors sylviculture », du traitement en futaie irrégulière au repos...

5.5 LES TRAVAUX

Cet itinéraire se caractérise par le fait qu'aucun investissement en travaux n'est prévu, la gestion est assurée uniquement avec les coupes, précédées chaque fois que nécessaire d'un diagnostic (Sylvie ou REGENAT) : l'investissement en pilotage de la gestion est donc aussi important que pour les autres itinéraires.

PRÉCISIONS POUR LE CAS DE LA FUTAIE IRRÉGULIÈRE

- 6.1 LES TRAVAUX DE PLANTATION
AVEC CHANGEMENT
D'ESSENCE PRINCIPALE p. 121
- 6.2 LES TRAVAUX DE PLANTATION
SANS CHANGEMENT
D'ESSENCE PRINCIPALE p. 123
- 6.3 LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE
D'UNE ESSENCE ADAPTÉE p. 124
- 6.4 L'ACCOMPAGNEMENT
DE LA DYNAMIQUE
NATURELLE p. 124

Les itinéraires précédemment décrits se comprennent bien dans le cas d'un traitement en futaie régulière, mais ils s'appliquent également dans les peuplements traités en futaie irrégulière, moyennant quelques précisions. En effet, le traitement en futaie irrégulière se distingue fondamentalement de celui de la futaie régulière via le renouvellement qui ne se fait pas à l'échelle d'une UG mais à une échelle infra, jusqu'à être diffus en futaie jardinée équilibrée. On considère qu'une futaie irrégulière se renouvelle correctement lorsque l'on a environ 5-10 % de la surface avec des semis utiles.

Remarque :

Le cas des peuplements jouant un rôle de protection contre les risques naturels est traité dans le guide des Sylvicultures de Montagnes des Alpes du sud françaises-9200-12-GUI-TEC-007 et le guide de gestion Forêts Pyrénéennes à rôle de protection – 9200-16-GUI-SAM-058

6.1 LES TRAVAUX DE PLANTATION AVEC CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE

Afin d'éviter les investissements sur de trop petites surfaces unitaires, la stratégie territoriale d'adaptation des forêts au changement climatique a retenu des chantiers de plantations d'un minimum de 2 ha. Mais il est précisé qu'en futaie irrégulière, cela peut être décliner en bouquets de 0.25 ha, toujours dans l'optique de chantiers globaux d'1-2 ha pour l'optimisation économique. Il est donc préconisé de prioriser la plantation de bouquets de 0.25 à 0.5 ha (la zone réellement plantée est moindre compte tenu des nécessaires zones de bordure, cf. ci-après).

Il peut être aussi envisagé de planter de plus petites surfaces, sous forme de placeaux ou de petits bouquets dans des trouées de 5 à 10 ares. Cependant, les jeunes plants ont besoin rapidement de plus de lumière que des semis, il est donc risqué d'imaginer de planter dans des trouées d'une taille similaire à celle où l'on observe des semis naturels qui se développent, car la sélection naturelle y est forte (on ne peut pas se permettre un taux de mortalité dans les plants équivalent à celui des cônes de régénération en futaie irrégulière). La taille des trouées dépend ainsi de la hauteur du peuplement et de la taille des unités plantées pour intégrer une zone de bordure (ombre générée par le peuplement alentour, cf. tableau ci-après).

| Hdom peuplement voisin ≤ 22.5 m | | | Hdom peuplement voisin > 22.5 m | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|---|----------------|-----------------------------|
| Plantation à 7,5 m (a) côté sud, 5 m sur les autres cotés | | | Plantation à 10 m côté sud, 7,5 m sur les côtés est et ouest, 5 m côté nord | | |
| surface plantée m ² | surface trouée m ² | soleil direct (b) | surface plantée | surface trouée | soleil direct (b) |
| 100 | 450 | 50-60 % 2-4 h/j 15 % 4-6 h/j | 100 | 625 | 60-70 % 2-4 h/j |
| 200 | 650 | | 200 | 875 | |
| 400 | 975 | 75-80 % 4-6 h/j | 400 | 1225 | 65-75 % 4-6 h/j |
| 600 | 1275 | | 600 | 1575 | |
| 900 | 1700 | 40 % 4-6 h/j 40 % +6 h/j | 900 | 2025 | 75-80 % 4-6 h/j |
| 1200 | 2100 | | 1200 | 2475 | |
| 1600 | 2625 | 60-65 % +6 h/j | 1600 | 3025 | 30 % 4-6 h/j 55 % +6 h/j |
| 2000 | 3125 | | 2000 | 3575 | |
| 2500 | 3750 | 75 % +6 h/j | 2500 | 4225 | 65 % +6 h/j |

(a) aplomb des houppiers ; (b) proportion de la surface de la trouée avec un ensoleillement direct en juin, fourchette d'heures par jour, calculs tirés de LUMIFOR

Tableau 19 : surface des trouées (en m²) selon la surface plantée (en m²) et les largeurs de bordure selon la hauteur des peuplements latéraux, indication de l'ensoleillement en juin au sein de la trouée

La taille de la trouée minimale dépend également du comportement de l'essence plantée, ainsi le fait de planter une essence intolérante à l'ombre (chênes, pins, érables...) incite à retenir une taille de trouée minimale de 1000 ou 2000 m² (selon la hauteur du peuplement alentour, fond jaune du tableau), afin de garantir en juin un ensoleillement minimal de 4 heures sur

plus de 75 % de la surface. Ces tailles de trouées sont destinées à permettre que les plants s'installent, puis se développent jusqu'au stade perche. A la plantation, les trouées peuvent être de tailles plus réduites, notamment avec des largeurs de bordure moindres, **mais il faut déjà prévoir qu'elles devront être agrandies, sans que cela ne génère de sacrifices d'exploitabilité** (éviter de couper des arbres de qualité non arrivés à maturité pour assurer le développement des plants).

Si l'on souhaite changer d'essence à un rythme équivalent à celui d'un renouvellement de routine, **5 à 10 % de la surface est plantée tous les 10 ans sur une UG** (proportion d'autant plus élevée que l'essence à un âge d'exploitabilité faible). Un rythme supérieur doit être retenu si l'essence principale est inadaptée à court terme et d'autant plus si la proportion des arbres au diamètre d'exploitabilité est importante.

6.2 LES TRAVAUX DE PLANTATION SANS CHANGEMENT D'ESSENCE PRINCIPALE

Le même principe prévaut que pour les plantations avec changement d'essence principale (cf. § 6.1). Cependant l'objectif étant d'initier l'installation d'un mélange amené à s'étendre lors d'une seconde génération, on préconise de s'en tenir à **des bouquets de 0.25 ha (pas plus grand), à raison d'un bouquet tous les deux hectares par période de 10 ans.**

6.3 LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE D'UNE ESSENCE ADAPTÉE

C'est l'itinéraire sylvicole classique de la futaie irrégulière, il n'y a pas de préconisation particulière à rajouter, sinon d'être vigilant sur l'obtention d'un renouvellement mélangé (cf. guide des sylvicultures)

6.4 L'ACCOMPAGNEMENT DE LA DYNAMIQUE NATURELLE

Les mêmes principes que ceux énoncés au § 5.1 s'appliquent.

Pour ce qui est du niveau de renouvellement recherché pour s'assurer d'un maintien de l'état boisé, on peut se contenter d'une présence de semis sur 5 % de la surface.

Il est également important **de ne récolter les arbres mûrs (au diamètre d'exploitabilité) que sur semis acquis**. En prenant le soin dans les peuplements mélangés que le renouvellement soit en priorité composé pour au moins 50 % des essences les mieux adaptées sur le long terme.



ANNEXE 1

DIAGNOSTIC DE BESOIN EN DÉGAGEMENT

ANNEXE 1 - DIAGNOSTIC DE BESOIN EN DÉGAGEMENT p. 127

ANNEXE 2 - TYPE DE MÉLANGE p. 128

Méthode de diagnostic de l'opportunité d'un entretien pour une régénération naturelle

Le diagnostic consiste à évaluer sur **80 à 100 points de sondage** choisis au hasard (maillage systématique sur l'unité de gestion, nombre quelle que que soit la surface) s'il y a au **moins un semis de l'essence objectif non menacé** par la végétation concurrente. Une intervention est déclenchée si tous les semis sont menacés sur plus de 20 % des points de sondage présentant au moins un semis (les points de sondage sans aucun semis ne participent pas au diagnostic de besoin en intervention ; ils peuvent en revanche donner une indication sur la répartition des semis).

Chaque point de sondage est un cercle d'environ 2 m de rayon (12,5 m²). L'opérateur note d'abord s'il y a présence d'**au moins un semis**, ensuite s'il en **existe un non menacé** (sur 12,5 m² cela représente 800 semis/ha non menacés). Un semis est non menacé si la végétation concurrente en contact avec lui est moins haute et s'il n'y a pas de végétation concurrente au-dessus de lui.

Exemple : sur 100 points de sondage, 87 avaient au moins un semis ; sur 72 d'entre eux, il y avait au moins un semis non menacé, donc sur 15 placettes tous les semis étaient menacés : $15 / 87 = 0,17$ soit 17 %

| N° placette | Présence cèdre* | 1 cèdre non menacé* |
|-------------|-----------------|---------------------|
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 0 |
| ... | ... | ... |
| 100 | 1 | 0 |
| Total | 87 | 72 |

* 1 = oui ; 0 = non

Résultat : 17 % des points présentant au moins un semis ont tous les semis menacés, donc un dégageement n'est pas utile.

ANNEXE 2

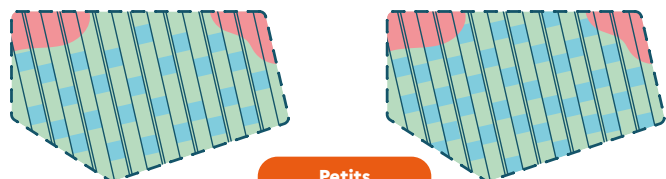
TYPE DE MÉLANGE



Bandes

ess. 1 et 2 en parquets

ess. 1 et 2 en bandes d'une ou deux largeurs d'entraxe

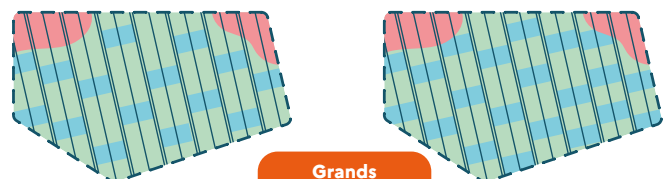


Petits placeaux

ess. 1 : 3 x 16 plants, ess. 2 : 3 x 4 plants : mélange 80-20 %

ess. 1 : 3 x 8 plants, ess. 2 : 3 x 4 plants : mélange 66-33 %

ess. 2 (minoritaire) installée dans des placeaux d'une largeur d'1/2 entraxe de cloisonnement d'exploitation

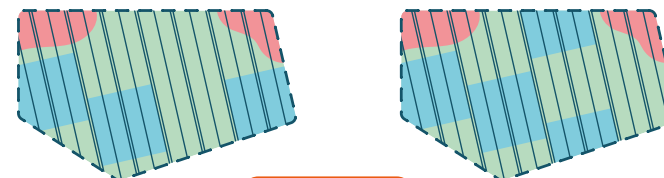


Grands placeaux

ess. 1 : 6 x 16 plants, ess. 2 : 6 x 4 plants : mélange 80-20 %

ess. 1 : 6 x 8 plants, ess. 2 : 6 x 4 plants : mélange 66-33 %

ess. 2 (minoritaire) installée dans des placeaux de largeur d'un entraxe de cloisonnement d'exploitation

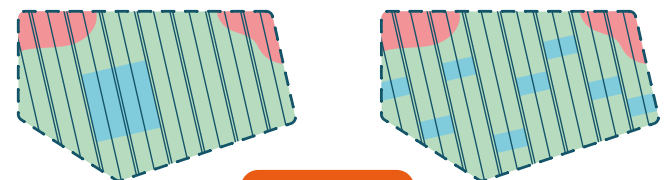


Bouquets

ess. 1 : 12 x 48 plants, ess. 2 : 12 x 12 plants : mélange 80-20 %

ess. 1 : 12 x 24 plants, ess. 2 : 12 x 12 plants : mélange 66-33 %

ess. 2 (minoritaire) installée dans des placeaux d'une largeur de deux entraxes de cloisonnement d'exploitation



Dissémination

ess. 1 : 12 x 100 plants, ess. 2 : 12 x 12 plants : mélange 89-11 %

ess. 1 : 6 x 35 plants, ess. 2 : 6 x 5 plants : mélange 87,5-12,5 %

ess. 2 (minoritaire) installée dans des bouquets ou placeaux de largeur de deux entraxes de cloisonnement d'exploitation

Différents exemples de mélange valables pour les deux densités de plantation (dimensions en nbre de plants)

GLOSSAIRE

Accroissement courant : augmentation d'une grandeur d'un peuplement (ex : surface terrière) au cours d'une courte période

Accroissement moyen : augmentation d'une grandeur d'un peuplement (ex : surface terrière) au cours d'une longue période, équivalente à celle allant du semis à l'âge d'exploitabilité

Acquis : cf. semis acquis

Arbre bio : arbre à haute valeur biologique

Arbre d'avenir : se dit d'un arbre d'essence objectif* (principale ou associée) dont la qualité de la bille de pied est d'un niveau supérieur à la qualité moyenne espérée dans la forêt

Associées : cf. essence objectif associée

Avenir : cf. Arbre d'avenir et Perche d'avenir

BIBE : abréviation de bois d'industrie-bois énergie

BM : catégorie de grosseur des bois moyens comprenant pour le présent guide les classes de diamètre 30, 35 et 40 cm

BO : abréviation de bois d'œuvre

Bouquet : ensemble d'arbres d'une surface supérieure à 5 ares et inférieure à 50 ares

Capitalisation : gestion visant à augmenter le capital sur pied* d'un peuplement (prélèvement < accroissement)

Capital sur pied : volume ou le plus souvent surface terrière d'un peuplement

Catégorie de grosseur de bois : regroupement de plusieurs classes de diamètre ; les plus fréquemment utilisées sont : petits bois (PB*), bois moyens (BM*), gros bois (GB*) et parfois très gros bois (TGB)

Catégorie : cf. catégorie de grosseur de bois

Cellule de martelage : ensemble des tiges analysées simultanément par un marteleur à un instant « t » (le nombre de tiges et la surface de la cellule sont variables selon la taille moyenne des arbres)

Cépée : ensemble des rejets se développant sur la souche d'un arbre coupé

Facteur d'espacement : rapport en pourcentage entre l'espacement moyen entre tiges sur leur hauteur moyenne :

CNPEF : cahier national des prescriptions d'exploitation forestière

CNPTSF : cahier national des prescriptions des travaux et services forestiers

Collectif : groupe de semis se développant ensemble sur une surface de quelques mètres carrés jusqu'à 5 m² (au-delà on parle de bouquet*)

Conversion : interventions transitoires pour passer d'un traitement* à un autre

Coupe jardinatoire : coupe pratiquée en futaie irrégulière, combinant à la fois les objectifs d'amélioration des bois en croissance, de récolte des gros bois et de régénération, sans recherche d'équilibre à l'échelle de la parcelle.

Décapitalisation : gestion visant à diminuer le capital sur pied* d'un peuplement (prélèvement > accroissement)

Détourage : intervention sylvicole très forte au profit d'arbre objectif* conduisant à enlever tous les arbres au contact de son houppier, voire tous ceux à moins d'une distance fixée

DRA : Directive régionale d'aménagement forestier (pour les forêts domaniales)

Dryade : essence prépondérante en fin de cycle de dynamique des peuplements

Échelle forêt : entité sur laquelle la grandeur donnée s'applique, donc en lien avec l'aménagement forestier ; cela peut concerner un groupe de parcelles (traitées en futaie irrégulière pour le cas de ce guide) ; s'oppose souvent à l'échelle parcelle ou unité de gestion

Équilibre : une forêt est dite à l'équilibre lorsque ses fonctions sont rendues à un niveau satisfaisant et de manière stable dans le temps. En termes de récolte cela signifie la récolte de l'accroissement réparti de manière stable dans le temps entre les catégories de grosseur de bois ;

Essence à vocation BIBE* : essence dont les tiges sont destinées dans la très grande majorité des cas à la production de bois industriel-bois énergie

Essence à vocation BO* : essence dont les tiges sont destinées dans la majorité des cas à la production de bois d'œuvre

Essence d'accompagnement : essence jouant un rôle cultural ou de biodiversité (pas de rôle économique prépondérant de sa récolte, essence à vocation BIBE* dans une sylviculture à objectif BO)

Essence objectif associée : essence non prépondérante dans le peuplement dont la récolte joue cependant un rôle économique de premier plan dans une sylviculture à objectif BO (se dit aussi essence objectif secondaire*, essence à vocation BO*)

Essence objectif principale : essence d'arbre économiquement intéressante sur laquelle repose l'essentiel de l'objectif de production d'un peuplement, elle est ou a vocation à devenir l'essence principale* du peuplement

Essence objectif secondaire : essence qui participe au mélange des essences dans le peuplement et jouant un rôle de production en BO mais n'ayant pas vocation à être ou devenir l'essence principale* (se dit aussi essence objectif associée*)

Essence principale : essence économiquement intéressante et qui détermine la sylviculture à appliquer au peuplement

Essence sociale : espèce tolérant la concurrence intraspécifique et pouvant constituer naturellement des peuplements purs de grande surface, souvent considérée comme une essence objectif principale

Essence structurante : espèce tolérant la concurrence intraspécifique et pouvant constituer naturellement des peuplements purs de grande surface, souvent considérée comme une essence objectif principale

Facteur d'éclaircie : voir Kg

FFN : Fonds Forestier National

Filet(sylvicole) : petit layon ouvert manuellement dans un fourré ou gaulis pour faciliter la pénétration dans le peuplement

Furetage : mode d'exploitation du taillis consistant à récolter à chaque passage en coupe le ou les plus gros brins de chaque cépée ; expression étendue ici au prélèvement des plus grosses tiges des essences à vocation BIBE* y compris celles de plein pied

Gaule : tige dont la hauteur est supérieure à 3 m et dont le diamètre à 1,30 m est inférieur à 7,5 cm.

GB : catégorie de grosseur des gros bois comprenant pour le présent guide les classes de diamètre 45 cm et plus

GRECO : grande région écologique, synthèse à l'échelle de la France des bioclimats, de la nature des roches et de la topographie (IGN)

Groupe : notion d'aménagement forestier, ensemble des unités de gestion faisant l'objet d'interventions sylvicoles similaires

Indicateur : élément d'information, ici de données quantitatives, pour apprécier et suivre de manière objective les résultats concrets des actions entreprises

ITTS : Itinéraires Techniques de Travaux Sylvicoles

Kg : facteur d'éclaircie, rapport entre la surface terrière de l'arbre moyen enlevé en éclaircie et la surface terrière de l'arbre moyen avant éclaircie (la surface terrière est parfois remplacée par le volume de l'arbre moyen)

« **Loup** » : arbre dominant flexueux, fourchu à répétition ou très branchu à moins de 5 m

Mûr : se dit d'un arbre ayant atteint le diamètre d'exploitabilité fixé

Parquet : ensemble d'arbres d'une surface supérieure à 50 ares

PB : catégorie de grosseur des petits bois comprenant les classes de diamètre 20 et 25 cm

Perche : tige de diamètre des classes 10 et 15 cm

Perche d'avenir : se dit d'une perche d'essence objectif* (principale ou associée) dont on pense que sa qualité est telle qu'elle est susceptible d'être conduite jusqu'au diamètre d'exploitabilité de la qualité moyenne espérée localement (qualité C ou +)

Poquet : trou utilisé lors d'un semis direct en forêt pour y placer plusieurs graines. Par analogie, le semis en poquet est la technique qui en dérive. Le poquet est en général précédé de la réalisation d'un potet*

Potet : volume de sol travaillé, soit manuellement soit mécaniquement, pour l'ameublir avant plantation ou semis

Précomptable : tige dont le diamètre à 1,3 m est supérieur ou égal à 17,5 cm ; par déduction, les tiges non-précomptables sont celles de diamètre inférieur à ce même seuil

PRFB : plans régionaux forêt-bois

Principale : cf. essence objectif principale

Relascopique : méthode de mesure de la surface terrière par tour d'horizon

Réservoir Utile (RU) : quantité maximale d'eau du sol utilisable par les plantes

Rotation : durée séparant deux coupes successives de même nature dans la même unité de gestion. Par extension, la mi-rotation désigne la date médiane entre ces deux coupes.

Secondaire : cf. essence objectif secondaire

Semis acquis : semis présent dont on pense que sa survie est acquise si on lui donne la lumière nécessaire (risque de disparition brutale par fonte absent)

Semis désirés : zone où l'on souhaite que des semis s'installent (parce que vide ou parce qu'un arbre mûr doit être prochainement récolté)

Semis utiles : se dit des semis qui participent ou que l'on souhaite faire participer dans un avenir proche au renouvellement du peuplement

SER : sylvo-écorégion de l'IGN, correspond à la plus vaste zone géographique à l'intérieur de laquelle les valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers sont originales, c'est-à-dire différentes de celles des SER adjacentes

Sociale : se dit d'une essence tolérant la concurrence intraspécifique et pouvant constituer des peuplements purs où elle est très majoritaire. On parle aussi d'essence structurante*

SRA : Schéma régional d'aménagement forestier (pour les forêts des collectivités)

Structurante : se dit d'une essence tolérant la concurrence intraspécifique et pouvant constituer des peuplements purs où elle est très majoritaire. On parle aussi d'essence sociale*

Structure : répartition des tiges en proportion par catégorie de grosseur*

Structure équilibrée : structure moyenne d'une forêt à l'équilibre*

Tige d'avenir : PB* ou BM* de qualité (potentielle ou avérée) A, B ou C

Traitement : ensemble des interventions (coupes et travaux sylvicoles) appliquées à un peuplement en vue de le maintenir ou le faire évoluer vers une structure* déterminée

Typologie des peuplements : outil de description et catalogue des types de peuplements en structure

Utiles : cf. semis utiles



© Office national des forêts, 2025

Ce mémento a été imprimé sur papier certifié PEFC.

Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, de la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite (article L.122-4 du Code de la propriété intellectuelle) et constitue une contrefaçon.

L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie doit être obtenue auprès du Centre Français d'Exploitation du droit de Copie (CFC) :
20, rue des Grands-Augustins – 75006 Paris – Tél. : 01 44 07 47 70

Photo de couverture : ONF



Office National des Forêts

Direction générale
2 bis avenue du Général Leclerc • CS 30042
94704 Maisons-Alfort Cédex



onf.fr

