

MASSIF DES LANDES DE GASCOGNE

PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT FORESTIER

2016-2030

PLAN REGIONAL FORET-BOIS

PRESENTATION

Historiquement les sylviculteurs, propriétaires forestiers, se sont investis dans la structuration de la profession et dans le développement forestier cherchant la meilleure équation entre l'investissement et la rentabilité de la gestion forestière.

Créé dès 1917, le syndicalisme s'est porté d'abord sur la sécurisation du massif avec le système DFCI puis sur les orientations du développement forestier pour aboutir, enfin, au concept de forêt cultivée.

Forte de l'expérience de 50 ans d'expérimentation, une productivité qui est passée de 4 m3/ha/an à plus de 12 m3, la profession a décidé de proposer un nouveau programme de Développement Forestier intégrant de nouveaux éléments technologique, climatique, économique, social et environnemental.

Afin de fixer cette nouvelle politique dans le cadre de la Maison de la Forêt, ce document présente, pour les 15 prochaines années, les objectifs et orientations du Plan de Développement du Massif des Landes de Gascogne et son organisation en quatre parties.

I – LE CADRE PROFESSIONNEL DU DEVELOPPEMENT FORESTIER

II - ETAT DES CONNAISSANCES TECHNIQUES

III - LA QUALIFICATION DE LA RESSOURCE

IV - FORMATION, INFORMATION

*

* *

Ce document portant les objectifs de la forêt cultivée dans le massif des Landes de Gascogne a été réalisé grâce aux équipes du CPFA, du CRPF d'Aquitaine et de l'Institut pour le Développement Forestier, des chambres d'Agriculture et du Syndicat des Sylviculteurs du Sud-Ouest.

Sommaire général

I - LE CADRE PROFESSIONNEL DU DEVELOPPEMENT FORESTIER

1. La protection des forêts 7

2. L'organisation du Développement Forestier 10

II – ETAT DES CONNAISSANCES

Approche 1 : La sylviculture Partie 2

1. Objectifs de production pour le Pin maritime 4

2. Préparation du reboisement 10

3. Modalité de régénération de la futaie de Pin maritime 19

4. Modalité d'entretien des peuplements de Pin maritime 26

5. Le dessouchage et l'exportation des rémanents 27

6. Itinéraires après tempête : nettoyage, sylviculture du Pin maritime et résistance au vent, enseignement des dispositifs expérimentaux 29

7. Diversification des essences dans le massif des Landes de Gascogne 39

8. Propositions de gestion des espaces intersticiels 55

Approche 2 : Les risques

1. L'hypothèse de base 66

2. La description des aléas 66

3. Le classement des dégâts 75

4. Prise en compte des risques dans la gestion forestière (hors DFCI et Plans de crise) 77

Bibliographie

III - LA QUALIFICATION DE LA RESSOURCE 91

IV - FORMATION, INFORMATION 93

I - LE CADRE PROFESSIONNEL DU DEVELOPPEMENT FORESTIER

SOMMAIRE

1. La protection des forêts

1.1 La Défense des Forêts Contre les Incendies (DFCI)
1.2 La défense phytosanitaire
1.3 L'explosion de la population des cervidés et sangliers
1.4 La fragmentation de la forêt

2. L'organisation du Développement Forestier

2.1 Rappel historique
2.2 Un organigramme toujours pertinent
2.3 Une réforme des circuits financiers
2.4 L'avenir des PPRDF

I – LE CADRE PROFESSIONNEL DU DEVELOPPEMENT FORESTIER

PREAMBULE :

Ce Programme de Développement Forestier vise principalement la sylviculture du pin maritime dans le massif des Landes de Gascogne pour les 15 prochaines années. Il s'appuie sur les travaux du GIS Pin Maritime du Futur et notamment sur le programme PINASTER.

Mais il doit aussi s'appuyer sur les connaissances des sylviculteurs, le fondement de toute politique de Développement Forestier est d'apporter au sylviculteur un service, une plus-value. Ce principe fondamental doit guider la mise en œuvre de ce programme.

Son objectif est de concourir à l'augmentation de la production eu égard aux besoins d'une société dont la population augmentera de 7 à 10 Milliards d'individus jusque dans les années 2050. Pour la France métropolitaine la population devrait passer de 65 à 71/72 Millions d'habitants.

Mais cette augmentation de la production ne peut s'envisager qu'au travers d'une meilleure valorisation, c'est-à-dire avec une meilleure rentabilité pour le sylviculteur producteur. Pour y parvenir nous devrons organiser la sylviculture, la conduite des itinéraires non pas pour faire de la production de masse, mais selon les catégories de produits, afin de répondre au mieux non pas à la demande mais aux différents types de demande (bois matériaux, bois carbone, bois fibre/trituration, bois énergie).

Autrement dit ce programme de Développement Forestier devra constituer la structure d'une nouvelle politique de l'offre basée sur la qualification de la ressource. Celle-ci sera établie non plus seulement par classe d'âge mais avec un classement par diamètre (cf. les travaux IFN/IGN).

Ce faisant, cette nouvelle politique de développement et de valorisation de la ressource à l'échelle du Massif des Landes de Gascogne génèrera plus d'investissement et donc plus d'emplois. Le Massif des Landes de Gascogne constituant à lui seul une économie géographique de territoire correspondant au document DREAL « Valeurs et enjeux du Massif des Landes de Gascogne ».

LES PRIORITES :

Pour atteindre les objectifs par ce nouveau programme de Développement Forestier, dans l'intérêt des sylviculteurs, l'articulation devra s'organiser entre quatre axes :

1-La protection des forêts/changement climatique
2- Les techniques sylvicoles/productivité/rentabilité
3- La qualification de la ressource
4– La formation, information des sylviculteurs

1. LA PROTECTION DES FORETS

Les forêts en général, la forêt des Landes de Gascogne en particulier, sont confrontées à des menaces grandissantes :

- La pression sociale, l'urbanisation avec leur corollaire, la fragmentation et les feux de forêt
- L'agriculture
- Le grand gibier
- Le changement climatique et ses effets collatéraux sur les peuplements forestiers, les tempêtes, les incendies (foudre) l'évolution des cortèges parasitaires etc ...

L'augmentation régulière de ces risques nous oblige à anticiper sur la probabilité et la potentialité de chaque risque. Des moyens financiers nécessaires à cette protection des écosystèmes forestiers devront être engagés.

1.1 La Défense des Forêts Contre les Incendies (DFCI)

La politique de DFCI, c'est-à-dire la prévention des risques de feu en corrélation avec les services de lutte (SDIS) fait l'objet d'une organisation exemplaire sur le massif dont le fondement juridique relève encore de l'Ordonnance du 28 avril 1945 (article L.133-7 du Code Forestier). Il est utile de rappeler que c'est le Syndicat des Sylviculteurs qui est à l'origine de cette organisation et veille encore à son autonomie dans l'intérêt des sylviculteurs qui cotisent pour ce faire.

Toutefois il convient de souligner deux tendances fortes dont il faut prendre toute la mesure :

1.1.1 L'augmentation des risques postule des moyens financiers supplémentaires pour renforcer les moyens en travaux de prévention (mises aux normes et entretien des pistes et réseaux d'eau) et en dispositifs de prévision de plus en plus sophistiqués.

1.1.2 Le fonctionnement des ASA est en butte à deux difficultés, l'une à la complexité croissante des procédures qu'il conviendrait de revoir complètement au regard de l'efficacité historique du système, l'autre, conséquence directe de la première les sylviculteurs bénévoles pour gérer les ASA se font de plus en plus rares, effrayés par la bureaucratisation de leur fonctionnement. C'est toute la politique publique de protection des biens et des personnes qui, à terme, peut être menacée.

1.2 La défense phytosanitaire

Le cortège parasitaire du massif des Landes de Gascogne est relativement connu et suivi tant par les chercheurs de la station de l'INRA (Pierroton Cestas) que par le réseau Département Santé des Forêts (DSF). Par ailleurs la gestion au plus près de la forêt par les sylviculteurs et l'effet « massif » de la forêt des Landes de Gascogne contribuent à maintenir un certain équilibre entre les prédateurs des insectes et autres champignons.

Mais cet équilibre est aujourd'hui rompu et pour longtemps pour au moins trois raisons :

- Deux tempêtes «centenales » en 10 ans ont dévasté près de 40 % de la surface forestière. Entre Lothar et Martin en 1999 et Klaus en 2009 ce sont plus de 350 000 ha qui seront reboisés. Autrement dit, plus d'un tiers du massif est jeune, donc très fragile, et sensible aux attaques et il faudra plus de 20 ans avant de retrouver le paysage du massif d'avant.

- Avec le changement climatique non seulement nous ne connaissons pas la « réaction » de ces jeunes peuplements mais nous n'en savons pas plus sur l'évolution, le comportement du cortège parasitaire. Et les scientifiques non plus.

- Par ailleurs, la multiplication des échanges commerciaux à l'échelle planétaire est un facteur aggravant sur le plan phytosanitaire avec l'introduction de nouveaux parasites (cf. l'exemple récent du nématode pour la forêt).

Pour toutes ces raisons, le Syndicat des Sylviculteurs du Sud-Ouest a pris l'initiative de créer la Caisse de Prévoyance et de Protection des Forêts du Sud-Ouest appelée Caisse Phyto Forêt. Son objet est de renforcer la surveillance phytosanitaire du massif, notamment par photo satellite et, par suite, d'apporter des moyens d'intervention supplémentaires au DSF et à son réseau de correspondants observateurs sur le terrain. Et ce dans l'intérêt général des populations qui travaillent et qui habitent dans cette vaste région forestière mais aussi dans l'intérêt des sylviculteurs qui, in fine, restent les responsables et les principales victimes.

Là aussi des moyens financiers supplémentaires devront être dégagés pour assurer la permanence de cette surveillance

1.3 L'explosion de la population des cervidés et sangliers

Depuis des décennies, l'augmentation des cheptels de chevreuils d'abord et des cerfs ensuite, était régulière, elle a explosé après les tempêtes (sans oublier parallèlement l'augmentation des bandes de sangliers).
Les dégâts en forêt ont évidemment explosé aussi notamment sur les jeunes peuplements consécutivement aux tempêtes. Au point qu'il a été décidé avec les Fédérations de Chasseurs de créer un Observatoire Régional des dégâts de gibier pour suivre leur évolution[1].

Ce dossier devient très sensible sachant que, si les populations de grands gibiers augmentent, le nombre de chasseurs, lui, baisse .. !

Or, les dégâts de cerfs en particulier sur les jeunes peuplements dans la zone de reconstitution de la tempête Klaus seront fatals.

La gravité de cette situation appelle des mesures d'urgence, exceptionnelles, pour faire baisser de manière drastique pendant les 15 prochaines années les plans de chasse cervidés. C'est le plan chablis qui est en cause soit plus de 400 Millions d'euros d'investissement et une filière sylvo-industrielle et une fois de plus les sylviculteurs seront victimes et responsables sur le plan juridique.

1.4 La fragmentation de la forêt

La seule chose qui ne se fabrique pas, c'est : la terre !!

L'augmentation de la population, les processus de métropolisation (l'urbanisation), la mobilité et les échanges subséquents, conduisent à la multiplication des infrastructures (réseaux routiers, ferrés, électriques etc...).
Par suite également les besoins alimentaires augmentent et donc le besoin de terres agricoles ...

Un Observatoire des espaces Naturels, Agricoles, Forestiers et Urbains (NAFU) a été créé et géré à cet effet par le GIP ATGeRi.

Cet Observatoire permet de suivre le changement d'affectation de sols et ainsi de mesurer la pression urbaine notamment sur les terres agricoles et forestières. Il s'agit là d'un outil de suivi et de protection des espaces qui doit aider à la mise en œuvre des politiques publiques.

2. ORGANISATION DU DEVELOPPEMENT FORESTIER

1 C'est le GIP ATGeRi qui gère les systèmes cartographiques aussi bien pour la DFCI que pour la Caisse Phyto Forêt que pour les reboisements (Plan Klaus) etc...

2.1 Rappel

C'est le Syndicat des Sylviculteurs du Sud-Ouest qui, dès la fin des années 1950, organise les structures du Développement Forestier sur le modèle des Groupements de Vulgarisation agricole (cf. infra). Cet engagement figure dans ses statuts de 1947 dont la pertinence de la rédaction mérite, historiquement, d'être rappelée :

. .../...

Art. 3 - OBJET
Le Syndicat a pour objet de défendre les intérêts professionnels de ses adhérents et de leur donner tous renseignements utiles, notamment par l'édition d'un Bulletin.

Il s'attache à développer chez eux les sentiments de solidarité et la conscience professionnelle et recherche l'amélioration matérielle et morale de leur situation.

Chacun de ses adhérents lui abandonne, sous réserve de l'avis conforme du délégué cantonal dont il est question au titre IV, le droit de discuter toute modification aux principes des usages locaux régissant les relations entre les sylviculteurs et les membres de leur personnel.

Son action porte, notamment, sur les questions syndicales touchant les points suivants :

- constitution et reconstitution de la forêt,
- protection et entretien de la forêt,
- exploitation des bois, des résines et des dérivés de bois et résines,
- vente et exploitation des bois sur pied,
- emploi de la main-d'œuvre et amélioration de sa valeur professionnelle et de ses conditions d'existence,
- rapports avec les services publics et tous organismes intéressés à la forêt.

Cette action peut, en particulier, s'exercer par l'organisation de tous bureaux de vente, placement, consultation, la promotion et le soutien de toutes associations, de toutes coopératives, toutes sociétés d'intérêt collectif agricole, toutes caisses de prévoyance ou d'assurance reconnues utiles et, d'une manière générale, par l'accomplissement de tous les actes prévus par l'article 16 du Livre III, Titre I du Code du Travail. Elle peut aussi prendre la forme d'une participation à une association professionnelle ou à une entente interprofessionnelle ou à une réunion de syndicats constituées en vue de rationnaliser la distillation de la gemme et la vente des produits de cette distillation, ou de tous autres produits de la forêt.

Un comité de vulgarisation, de progrès et de développement forestier, dénommé CENTRE DE PRODUCTIVITE ET D'ACTION FORESTIERE, réunit, au sein du Syndicat, les adhérents soucieux d'accroître la productivité de leurs exploitations et les associations auxquelles ils participent.

.../...

2.2 Un organigramme toujours pertinent

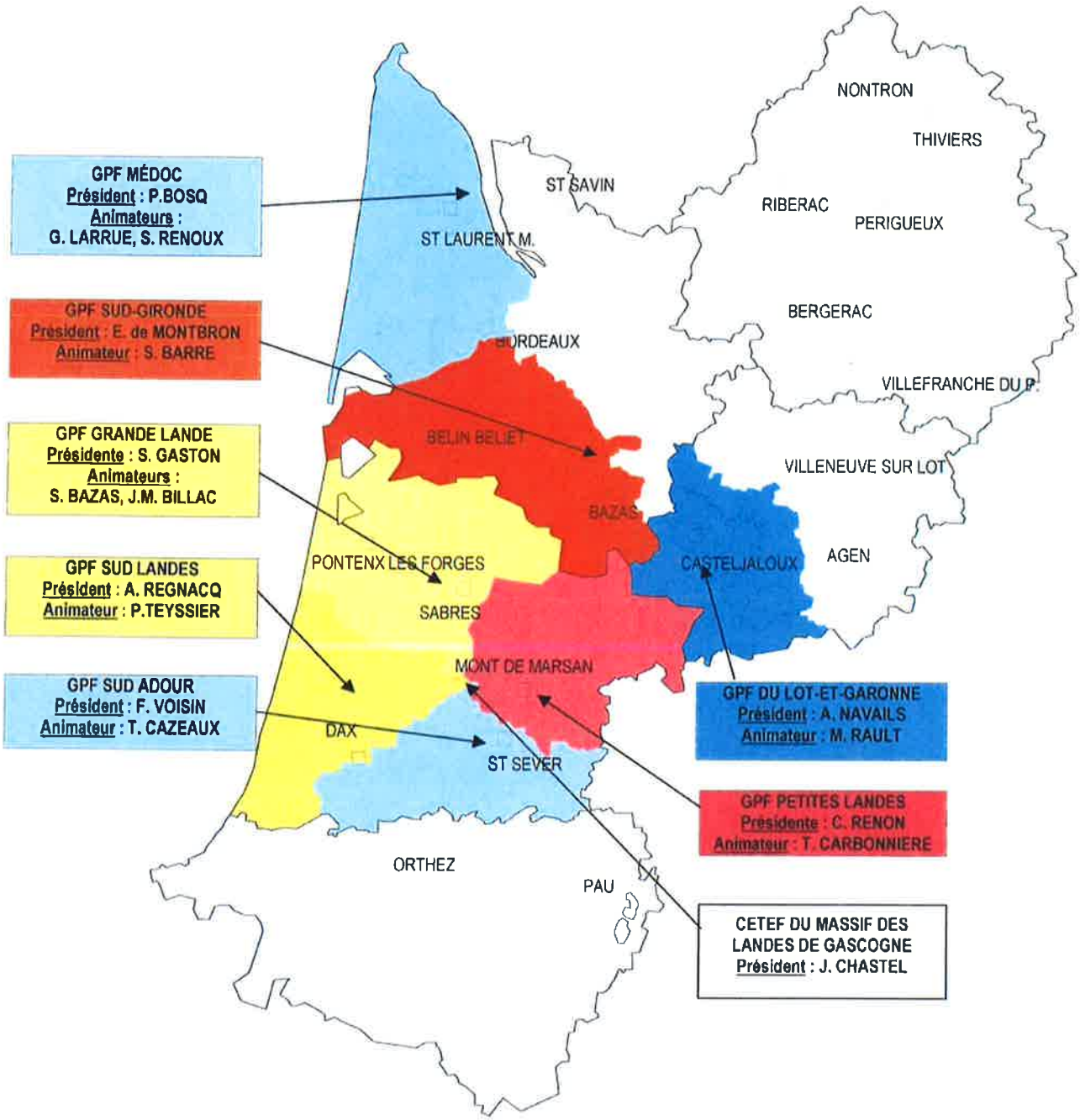
Le Centre de Productivité et d'Action Forestière (CPFA) a pour objet de fédérer les Groupements de Productivité Forestière (GPF ou GVF ou encore GDF) et les Centres d'Etudes et d'Expérimentations Forestières (CETEF) dont la fonction, comme leur nom l'indique, est plus spécialisée. Fort de ces membres et de leur rôle de vulgarisation auprès des sylviculteurs, le CPFA assure aussi le rôle d'interface à deux titres :

- D'abord vis-à-vis des employeurs des techniciens et ingénieurs forestiers (les conseillers forestiers) que sont les Chambres d'Agriculture et le Centre Régional de la Propriété Forestière (CRPF) sous tutelle depuis une loi de 2005 du Centre National de la Propriété Forestière (CNPF).

- Ensuite, vis-à-vis de la Recherche Forestière (cf. station INRA Pierroton-Cestas, GIS Pin Maritime du Futur, Institut de Développement Forestier...).

S'agissant du massif des Landes de Gascogne, la cartographie ci-après illustre l'organisation du développement forestier sur le massif.

Compte tenu de l'activité, le rôle du CPFA devra être renforcé tant vis-à-vis de la future Chambre Régionale d'Agriculture que du futur CRPF/CNPF.


GPF MÉDOC
Président : P.BOSQ
Animateurs :
G. LARRUE, S. RENOUX
GPF SUD-GIRONDE
Président : E. de MONTBRON
Animateur : S. BARRE
GPF GRANDE LANDE
Présidente : S. GASTON
Animateurs :
S. BAZAS, J.M. BILLAC
GPF SUD LANDES
Président : A. REGNACQ
Animateur : P.TEYSSIER
GPF SUD ADOUR
Président : F. VOISIN
Animateur : T. CAZEAUX
NONTRON
THIVIERS
ST SAVIN
RIBERAC
PERIGUEUX
ST LAURENT M.
BERGERAC
BORDEAUX
VILLEFRANCHE DU P.
BELIN BELIET
VILLENEUVE SUR LOT
BAZAS
PONTENX LES FORGES
CASTELJALOUX
AGEN
SABRES
MONT DE MARSAN
DAX
ST SEVER
ORTHEZ
PAU
GPF DU LOT-ET-GARONNE
Président : A. NAVAILS
Animateur : M. RAULT
GPF PETITES LANDES
Présidente : C. RENON
Animateur : T. CARBONNIERE
CETEF DU MASSIF DES
LANDES DE GASCOGNE
Président : J. CHASTEL

2.3 Une réforme des circuits financiers

Pour des raisons historiques les personnels techniciens et ingénieurs du développement forestiers sont financés via la taxe additionnelle prélevée au bénéfice des Chambres d'Agriculture sur l'Impôt Foncier Non Bâti que chaque propriétaire forestier paie sur chaque hectare de forêt. Ce que nous appelons les centimes forestiers.

Autrement dit l'animation du Développement Forestier est entièrement autofinancée par les sylviculteurs. Les subventions de l'Etat viennent compléter les budgets des CRPF principalement pour les missions qu'ils exercent en tant qu'établissement public au titre de l'Etat (PSG, document de gestion etc...).

Financement parfois complété par la Région et/ou les départements pour des actions particulières.

Dans ce circuit un peu complexe, une réalité domine : tous les centimes forestiers payés par les cotisations des sylviculteurs ne retournent pas à la forêt. 50 % sont conservés et utilisés par les Chambres d'Agriculture , 50 % remontent à Paris au CNPF qui les redistribue dans les CRPF (déduction faite de ses frais de fonctionnement) selon des critères étonnants qui n'ont pas été actualisés depuis longtemps... !

Le Syndicat a la charge de négocier avec le Ministère une réforme de ce système afin d'obtenir que les centimes forestiers soient affectés au Développement Forestier.

2.4 L'Avenir des PPRDF

Dans cette perspective le Plan Pluriannuel Régional de Développement Forestier des Landes de Gascogne est une première étape vers une meilleure répartition des centimes forestiers dédiés à des actions forestières (cf. Loi de 2010 et L.A.F de 2014).

Les actions choisies restent d'actualité et se déclinent de la manière suivante :

LG1 – Reconstitution du massif : pérenniser la ressource en quantité et en qualité

Dans le contexte de dynamique de la reconstitution post-tempête Klaus, il est indispensable de proposer une offre de service aux sylviculteurs sinistrés en coordination avec les opérateurs de la filière Forêt Bois du Massif Landais.

Le regroupement de la petite propriété dans les Landes doit être poursuivi en fonction des objectifs fixés et de la procédure de suivi mise en œuvre qui a prouvé son efficacité.

Pour la prévention contre les incendies, il est important de continuer à nettoyer et reconstituer les parcelles sinistrées.

LG2 – Surveillance, prévention et protection de la ressource

Cette action a pour objectif de prévenir, de suivre et de conseiller les sylviculteurs dans la gestion des dégâts biotiques (gibier, scolytes...).

Les principales orientations en sont :

- ✓ le suivi de la pression et de l'évolution des populations de ravageurs
- ✓ la veille sanitaire et les suivis spécifiques (chenilles processionnaires, nouveaux pathogènes...) en collaboration avec le DSF
- ✓ la participation à l'élaboration des Plans de Chasse en relation avec les Fédérations Départementales de Chasse et les DDT.
- ✓ L'assistance dans l'évaluation des dégâts, la décision de l'avenir sylvicole et l'établissement des déclarations.

Un effort d'animation doit être accordé à cette action, notamment pour accompagner les propriétaires pour les déclarations de dégâts de gibier après la reconstitution des parcelles sinistrées.

Le travail initié avec les Fédérations de Chasse pour la mise en place d'un Observatoire Régionale doit être poursuivi, tout comme, il est indispensable de continuer à participer aux Commissions Plans de Chasse.

Parallèlement, le temps passé sur la veille sanitaire, assuré notamment par les Correspondants Observateurs du DSF ne doit pas diminuer et la Caisse Phyto Forêt va porter un certain nombre d'opérations qui nécessiteront une implication supplémentaire des agents de développement.

LG4 – Contribution à la mobilisation et à la valorisation des bois et au développement de l'amont des filières émergentes

Cette action porte sur plusieurs axes :

- ✓ accompagner la mobilisation de la ressource. Sur le massif, 150 000 ha de pins ont plus de 40 ans. Afin d'amener les gestionnaires vers une sylviculture plus dynamique, plusieurs opérations sont à développer : l'observatoire des prix, la mise en relation des acteurs, la promotion de sylvicultures dynamiques, la mise en œuvre des documents de gestion...
- ✓ poursuivre la dynamique d'accompagnement de la filière robinier soutenue par la Région et le département de la Gironde. Le massif robinier aquitain est le plus important massif français mais la production reste insuffisamment valorisée en raison d'une filière presque exclusivement tournée vers le piquet de vigne qui est actuellement concurrencée par le piquet métallique. Une diversification bois d'œuvre, bois énergie est certainement possible.
- ✓ poursuivre la réflexion et communiquer sur les itinéraires sylvicoles et les filières émergentes (biomasse dont eucalyptus...) en liaison avec le changement climatique et la gestion durable,
- ✓ identifier les parcelles sous-productives à proposer en compensation de défrichement

Actions classiques :

LG3 – Réhabilitation des infrastructures : desserte et assainissement

De nombreux secteurs forestiers du massif des Landes de Gascogne sont sous-équipés en termes de places de dépôts, d'équipements de prévention contre l'incendie (points d'eau aménagés...).

Le massif landais se caractérise par l'existence d'un réseau hiérarchisé d'infrastructures hydrauliques. Les évolutions récentes de la Loi sur l'Eau renforcent les procédures juridiques sur les travaux forestiers et de DFCI.

Les grandes lignes de travail sont :

- ✓ la mise à jour de la base d'information géographique sur les infrastructures de desserte et de prévention contre l'incendie,
- ✓ l'élaboration du Plan Général Simplifié de Desserte (PGSD) afin de déterminer les zones prioritaires, les travaux à engager et les budgets à prévoir.

Pour être menée à bien, cette action doit faire l'objet d'une coordination au niveau du massif.

Il reste que ce nouveau dispositif a été déjà modifié par la L.A.F. de 2014 prévoyant que les fonds issus des centimes forestiers affectés par les Chambres d'Agriculture à ces actions passeraient désormais par le Fonds Stratégique Forêt Bois pour être ensuite dévolus aux DRAAF qui en assureraient le fonctionnement. Nouvelle procédure, bien lourde, qui ne nous paraît pas apporter toutes les garanties pour récupérer ces moyens financiers.

Par ailleurs, il conviendra peut-être de faire évoluer l'application de ce Plan plutôt vers telle ou telle action prioritaire suivant la situation « géo-climatique » du massif.

II - ETAT DES CONNAISSANCES TECHNIQUES[1]







[1] ***Réalisé sous la direction de Roland de LARY***
Directeur du CRPF d'Aquitaine
A partir du document "Elements de réflexion pour la reconstitution du massif des Landes de Gascogne", CRPF Aquitaine, juin 2009

SOMMAIRE

APPROCHE N°1 : LA SYLVICULTURE 4

1. OBJECTIFS DE PRODUCTION POUR LE PIN MARITIME 4

1.1. A l'échelle de la parcelle : privilégier la réversibilité 4
1.1.1. Les itinéraires bois d'œuvre 4
1.1.2. Les itinéraires biomasses 5
1.1.3. Les itinéraires semi-dédiés 5
1.1.4. La réversibilité des itinéraires 6
1.2. A l'échelle de la propriété : Vers une diversification des scénarios 9
1.3. A l'échelle du territoire : Une nécessaire adéquation avec les besoins de l'industrie 9

2. PREPARATION AU REBOISEMENT 10

2.1. Assainissement 10
2.2. Débroussaillement avant preparation du sol 13
2.3. Fertilisation a l'installation 13
2.4. Travail du sol 16

3. MODALITE DE REGENERATION DE LA FUTAIE DE PIN MARITIME 19

3.1. Reconstitution de la futaie de Pin maritime par plantation 20
3.1.1. Les plants et la plantation 20
3.1.2. La mise en place 20
3.2. Reconstitution de la futaie de Pin maritime par semis 21
3.2.1. Matériel végétal 21
3.2.2. Mise en place 21
3.2.3. Restrictions 22
3.3. Reconstitution de la futaie de Pin maritime par régénération naturelle 22
3.3.1. Conditions de mise en œuvre 22
3.3.2. Valorisation de la régénération naturelle 23
3.3.3. Restrictions 25

4. MODALITE D'ENTRETIEN DES PEUPLEMENTS DE PIN MARITIME 26

5. LE DESSOUCHAGE ET L'EXPORTATION DES REMANENTS 27
5.1. Les outils/les pratiques 27
5.2. Conséquence sur le maintien de la fertilité 27

6. SPECIFICITE DES ITINERAIRES APRES TEMPETE : NETTOYAGE, SYLVICULTURE DU PIN MARITIME ET RESISTANCE AU VENT ENSEIGNEMENT DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX 29

6.1. Les techniques du nettoyage 29
6.1.1. Sans récolte de souches 30
6.1.2. Avec récolte de souches 30
6.1.3. Remarques générales au sujet du nettoyage 31

6.2. Sylviculture et resistance au vent : Les enseignements des dispositifs expérimentaux 33
6.2.1. L'importance de l'enracinement 34
6.2.2. Des arbres droits résistent mieux 37
6.2.3. Plus les éclaircies sont precoces moins elles destabilisent le peuplement 37
6.2.4. Plus le peuplement est haut, plus il est fragile 37
6.2.5. L'irrégularité des hauteurs fragilise le peuplement 37
6.2.6. Face au vent, les semis ne resistent pas mieux que les plantations 37
6.2.7. La rupture d'homogénéité favorise les dégâts 38
6.2.8. Fertilisation et résistance au vent 38

7. DIVERSIFICATION DES ESSENCES DANS LE MASSIF DES LANDES DE GASCOGNE 39

7.1. Des conditions de station particulières favorables au Pin maritime 39

7.2. Vers de nouvelles variétés de Pin maritime ? 41

7.3. Peu de résineux supportent la comparaison avec le Pin maritime 41
- *Le Pin Taeda*

7.4. Place des feuillus 46
7.4.1 Les Feuillus d'accompagnement 46
7.4.2. Les feuillus de production 47
- *Le Robinier*
- *L'Eucalyptus*

8. PROPOSITIONS DE GESTION DES ESPACES INTERSTITIELS 55

8.1. Conservation et valorisation des feuillus 56
8.1.1. Conservation de feuillus dans la forêt de production de pins 58
8.1.2. Préservation ou création de lisières feuillues 58
8.1.3. Accrus 61
8.1.4. Zones feuillues 61

8.2. Espaces ouverts 62
8.2.1. Lagunes, tourbières 62
8.2.2. Landes 63

8.3. Cas particuliers 63
8.3.1. Peuplements en bordure des cours d'eau 63
8.3.2. Palombières 64
8.3.3. Ilots de vieillissement 64
8.3.4. Agro-foresterie 64

APPROCHE N°2 : LES RISQUES 66

1. L'HYPOTHESE DE BASE 66

2. LA DESCRIPTION DES ALEAS 66

2.1. Les risques physiques 66
2.1.1. Les incendies 66
2.2.2. Les aléas liés au climat 67

2.2. Les risques biologiques 72

2.3. Les risques liés à la gestion et pistes de précaution 73
2.3.1. Les pistes de précaution 73
2.3.2. Les principales mesures de prévention 74

3. LE CLASSEMENT DES DEGATS 75

4. PRISE EN COMPTE DES RISQUES DANS LA GESTION FORESTIERE (HORS DFCI ET PLANS DE CRISE) 77

4.1. Introduction 77

4.2. Analyse de risque et prise de décision 78

ANNEXE : BIBLIOGRAPHIE 79

APPROCHE n°1 : LA SYLVICULTURE

1. OBJECTIFS DE PRODUCTION POUR LE PIN MARITIME

Par delà les initiatives individuelles respectables et qui concourront à augmenter la diversité, l'essentiel des reboisements va s'inscrire dans un petit nombre d'itinéraires que l'on peut essayer de décrire à grands traits. Ces itinéraires devront répondre, à notre avis, à quatre critères principaux :

- une espérance de gain pour le sylviculteur,
- une certaine réversibilité pour s'adapter à des situations économiques fluctuantes,
- une recherche de la limitation des risques,
- le souci de conserver ou d'introduire de la diversité dans les boisements.

1.1. A L'ECHELLE DE LA PARCELLE : PRIVILEGIER LA REVERSIBILITE

Différents objectifs de production sont proposés ci dessous. Toutes les techniques de reboisement exposées précédemment (le semis, la plantation, la régénération naturelle) permettent d'atteindre l'ensemble des objectifs[2]. Toutefois, si les révolutions indiquées sont valables pour des peuplements issus de plantation, les peuplements issus de régénération naturelle ou de semis atteindront les volumes indiqués avec une révolution plus longue.

Les tableaux n°1 et 2 suivants donnent les grands traits des itinéraires.

1.1.1. LES ITINERAIRES BOIS D'ŒUVRE

Les itinéraires bois d'œuvre (1, 2 et 3 des tableaux n°29 et 30) devront être impérativement sécurisés par un système d'assurance fiable.

Ces itinéraires qui impliquent des éclaircies régulières et des rotations longues sont par nature plus risqués que les itinéraires courts. Pour ces sylvicultures, il sera donc particulièrement important de prendre un certain nombre de précautions :

- Soigner l'installation du peuplement,
- Dans le cas de la plantation, veiller à la qualité du système racinaire,
- Favoriser le développement des racines, éviter de les endommager,
- Veiller à la qualité du matériel végétal (Utilisation des variétés améliorées en plantation et semis artificiel ou garantie sur la qualité génétique des semenciers en régénération naturelle),

2 à l'exception de l'itinéraire biomasse n°6 associé à l'utilisation de variété « vigueur » qui sera disponible pour la plantation uniquement

- Améliorer le parcellaire de manière à constituer des parcelles conséquentes et n'offrant pas de pointes plus sensibles au vent,

- Eviter les éclaircies tardives, pratiquer une sylviculture dynamique,

- Ne pas retarder indéfiniment l'âge d'exploitation.

1.1.2. LES ITINERAIRES BIOMASSES

Ils répondent à la volonté politique de produire de la biomasse à grande échelle pour la production d'énergie renouvelable. Ils prévoient une coupe rase au stade habituel de la première éclaircie (12 ans). On manque de données techniques sur les itinéraires à conseiller.

Un itinéraire avec une densité initiale de 1 250 t/ha conduit à une perte de production pour une exploitation entre 10 ou 12 ans.

Des itinéraires à haute densité, 1 600 à 2 000 t/ha voire semis (?) et coupe rase à 12 ans sont certainement envisageables. Le GIS Pin maritime du Futur travaille à la création d'une variété vigueur qui permettrait de réduire la révolution à 8 ou 10 ans.

Ces itinéraires sont en cours d'évaluation, notamment dans le cadre du programme CLIMAQ.

1.1.3. LES ITINERAIRES SEMI-DEDIES

Les peuplements semi-dédiés sont à objectifs mixtes : bois d'œuvre et bois énergie. Il s'agit d'un conceptdéveloppé par la CAFSA à partir de 2008 et en cours de test actuellement. Ce sont des peuplements installés à forte densité initiale afin de prélever, la 9^{e} année, 50% des tiges pour produire de la plaquette (2 ou 3 ans avant la première éclaircie). Le reste du peuplement suivra un itinéraire sylvicole classique.

Il s'agira, pour la plupart, de peuplements issus de plantation mais certains ont imaginé une récolte intermédiaire de biomasse à 9 ans à partir de semis et de régénération naturelle.

Les premières installations ont permis de tester différents schémas de plantation (motifs) qui sont en cours d'évaluation par Alliance et par les partenaires du programme CLIMAQ. Ils seront évalués dans le cadre du nouveau programme du GIS Pin maritime du Futur, PINASTER.

Quels que soient les résultats de ces tests, il est impératif que des engagements (date, modalités et engagement financier) très précis soient pris pour l'exploitation du bois énergie. **Tout retard de réalisation compromettra en effet les objectifs de production de bois d'œuvre.**

Comme pour le semis, cet itinéraire, en prévoyant une intervention de dépressage supplémentaire, augmente les risques de contamination par le fomès.

Les conclusions du programme CLIMAQ sont disponibles au CRPF d'Aquitaine dans le rapport final du programme. Les parcelles d'expérimentation mises en place dans le cadre de CLIMAQ seront mesurées par les partenaires du programme PINASTER du GIS Pin Maritime du Futur.

1.1.4. LA REVERSIBILITE DES ITINERAIRES

Quel que soit l'objectif de production choisi lors de l'installation du peuplement, il est important de pouvoir adapter cet objectif au contexte économique et aux évolutions techniques en matière de transformation des bois. Pour cela, il est judicieux de choisir des scénarios réversibles, seuls les schémas biomasse à haute densité ne le sont pas.

L'objectif de production n'est pas attribué définitivement au peuplement lors de son installation mais est redéfini régulièrement en fonction de la répartition des classes d'âge au sein de la propriété, de l'état du marché, de l'état des peuplements...

Pour que cela fonctionne, il faut cependant veiller à intervenir en éclaircie suffisamment précocement de manière à ne pas compromettre l'avenir du peuplement (qu'on peut être amené à couper plus tôt...ou à laisser plus longtemps que prévu sur pied).

Tableau 1 : Approche comparative de différents itinéraires sylvicoles pour le Pin maritime dans le massif des Landes de Gascogne, Données à valider pour les itinéraires 3 à 6

	1 **Longue révolution**	2 **Révolution Standard**	3 **Courte révolution Version 1**	4 **Courte révolution Version 2**	5 **Semi dédié Biomasse et Bois d'œuvre**	6 **Biomasse**[3]
Révolution	45 à 60 ans	35 à 45 ans	30-35 ans	25 ans	9 ans (Biomasse) 35 ans ou plus pour le reste du peuplement	8 (variété vigueur) à 12 ans
Objectif de production	**Bois d'œuvre de haute qualité (marché de niche)**	**Bois d'œuvre**	**Petits sciages**	**Petits sciages**	**Biomasse et Bois d'œuvre**	**Biomasse, Trituration**
Production attendue	Vu : Plus d'1,5 m^3	Vu : 1 à 1,2 m^3	Vu : 0,6 à 0,8 m^3	Vu : 0,3 à 0,4 m^3	Biomasse : 30 tonnes par ha à 40% d'humidité[4] BO : 1 m^3 ou +	Vu : inférieur à 0,1 m^3 70 tonnes par ha à 40% d'humidité
Densité avant la première éclaircie	**900 à 1 300 t/ha**	**900 à 1 300 t/ha**	**900 à 1300 t/ha (900 t/ha à 1100t/ha)**	**1 000 à 1 250 t/ha voir 1 500 t/ha ?**	**Biomasse : 1 250 à 2 000 t/ha BO : 1 250 t/ha**	**A l'installation, 1 250 à 3 000 t/ha**
Densité finale	300t/ha	300 t/ha	450 à 600 t/ha	600 à 800 t/ha si une éclaircie	350 à 400 t/ha	-
Nombre d'éclaircie	**3 à 4 éclaircies**	**3 à 4 éclaircies**	**1 ou 2 éclaircies**	**1 éclaircie**	**Eclaircie Biomasse puis 3 ou 4 éclaircies**	**Pas d'éclaircie**

3
Itinéraire prospectif
4
Données CAFSA, juin 2009

Tableau 2 : itinéraires sylvicoles face au risque

	1 **Longue révolution**	2 **Révolution Standard**	3 **Courte révolution Version 1**	4 **Courte révolution Version 2**	5 Semi dédié Biomasse et Bois d'œuvre	6 **Biomasse**
Sensibilité au vent	Très forte	Forte	Assez forte	Atténuée par révolution plus courte et l'absence d'éclaircie	Atténuée pour le peuplement Biomasse Assez forte à forte pour le peuplement Bois d'œuvre	Atténuée
Impact sur la fertilité des sols[5]	- (?)	- (?)	- (?)	– (?)	– (?)	---- (?)
Réversibilité	Oui	Oui	Oui	Oui si une éclaircie	Oui en théorie pour le peuplement Bois d'œuvre	Oui A condition de réaliser une éclaircie dynamique vers 10 à 12 ans et sous réserve de la bonne conformation des arbres
Remarques	Risque maximum vis à vis du vent ; marché de niche , intéressant si le bois est bien valorisé, car eur l'avenir					Quel revenu pour le sylviculteur ? OK avec les prix 2015

5
Manque de connaissances sur ce thème

1.2. A L'ECHELLE DE LA PROPRIETE : VERS UNE DIVERSIFICATION DES SCENARIOS

Chaque sylviculteur, peut chercher à réduire l'impact économique d'une éventuelle tempête ou autres aléas en diversifiant les objectifs de production (Bois d'Oeuvre, Biomasse...) et donc les révolutions au sein de sa propriété.

Le choix de tel ou tel itinéraire doit être réfléchi suivant la fertilité de la parcelle ainsi que par sa situation particulière (à proximité directe d'une zone agricole, en bordure d'une agglomération en expansion...).

Il paraîtrait judicieux de diversifier les scénarios sur une même propriété dans la mesure ou la surface et les stations le permettent. Compte tenu du manque de recul un itinéraire biomasse ou semi-dédié (scénario 5 ou 6) peuvent s'envisager à l'échelle d'une propriété à condition de rester prudent sur les surfaces qu'on leur affecte.

1.3. A L'ECHELLE DU TERRITOIRE : UNE NECESSAIRE ADEQUATION AVEC LES BESOINS DE L'INDUSTRIE

Il semble donc qu'il faille, peut-être plus qu'avant, adapter les solutions techniques envisagées pour la restauration de la forêt à l'échelle de la parcelle et de la propriété. Mais ces adaptations se réaliseront dans un cadre général de forêt cultivée, dont on a vu, que les principales options (itinéraires / objectifs de production) se résumaient à quelques grandes familles.

L'enjeu de conserver un massif de production comportant une unité globale (à commencer par l'essence dominante) doit en effet être rappelé :

- → La taille et l'accessibilité du gisement en bois sont des facteurs essentiels de la compétitivité internationale des entreprises. A titre d'illustration, les besoins en bois des papeteries compétitives au niveau mondial se chiffrent en centaine de milliers, et le plus souvent en millions de mètres cube. Ces grandes unités, dont nous bénéficions en Aquitaine, doivent être assises sur une ressource bien caractérisée, mobilisable à moindre coût et pérenne
- → L'importance des surfaces relevant d'une même « famille » d'itinéraire technique est sans conteste un facteur d'abaissement des coûts. Avec de telles surfaces en jeu, il est possible de réaliser des économies d'échelle importantes aux différentes étapes de la sylviculture (par le jeu des regroupements de chantier notamment) et les opérateurs sont en mesure de réaliser un travail de recherche / développement soutenu.
- → La performance économique du système sylvo-industriel est également liée à la possibilité de mutualiser des coûts, par exemple les infrastructures des réseaux de pistes et hydraulique et de façon générale la protection contre l'incendie (Lutte et prévention) et des attaques parasitaires.
- → Enfin, l'offre de bois ainsi proposée doit faire l'objet, dans l'intérêt des sylviculteurs, d'une politique de valorisation qui passe par la connaissance des débouchés et donc par une qualification de la ressource (cf. supra sur la Qualification de la Ressource).

2. PREPARATION AU REBOISEMENT

Cette phase est indispensable pour un bon déroulement du reboisement qu'il s'agisse d'une plantation ou d'un semis. De sa réalisation dépend la croissance et la stabilité du futur peuplement.

Les souches renversées et les rémanents doivent être réduits pour permettre les travaux classiques de reboisement.

2.1. ASSAINISSEMENT

En lande humide, il est important de vérifier le bon fonctionnement du réseau de drainage. Dans les cas où le drainage est techniquement difficile ou économiquement impossible, il est quelquefois préférable de s'abstenir de reboiser (Voir alors le chapitre consacré à la gestion des espaces interstitiels en page 50).

- Les fossés

Les fossés à ciel ouvert restent le moyen le plus efficace et économique pour évacuer le surplus d'eau sur les terrains sableux. Sur ce substrat très perméable, les réactions suite à l'assainissement sont souvent rapides. Les caractéristiques techniques du fossé demandent à être définies précisément afin de gérer au mieux l'eau restante dans la parcelle et éviter le début d'érosion régressive sur des fossés à fort débit.

Le fossé se caractérise par quatre paramètres :

- **Le sens d'écoulement**

Le sens d'écoulement naturel des eaux s'observe facilement après des périodes pluvieuses ou à défaut avec un relevé topographique. Sur certaines parcelles relativement plates, un relevé topographique fin demeure obligatoire.

Les erreurs à éviter :

- une limite de parcelle n'est pas nécessairement l'emplacement idéal d'un fossé
- le raccordement à un réseau déjà existant qui oblige à travailler à contre pente

- **La pente du fossé**

Trop souvent, un fossé est ouvert ou reprofilé sans tenir compte de son profil en long. Les sols sableux sont très fragiles car il n'existe que peu de cohésion entre les grains de sable, et l'eau peut avoir un rôle d'érosion très rapide si la pente est supérieure à 2 pour mille (2 mm pour 1 mètre). Ceci se traduit par un déplacement important de sable et un surcreusement jusqu'à l'obtention du profil d'équilibre. Ce phénomène sera d'autant plus marqué que le débit instantané est important.

Les erreurs à éviter :

- chute d'eau sur le profil en long du fossé et au niveau du raccordement avec les fossés existants amont ou aval
- ne pas relever la pente à l'aide d'outils topographiques dans les secteurs à risques

- **La profondeur**

Sur une parcelle très plate, elle ne devrait jamais excéder 60 cm. A cette profondeur, le rabattement superficiel de la nappe est suffisant pour permettre l'installation des jeunes arbres. Souvent, la topographie de la parcelle en « tôle ondulée », nous oblige à sur-creuser quelques zones au-delà de ces valeurs.

Les erreurs à éviter :

- se priver d'un relevé topographique qui permettra de définir au mieux les profondeurs aux points remarquables du tracé,
- se baser sur la profondeur d'un ou des fossés déjà existants.

- **Le profil en coupe**

Il doit tenir compte de la fragilité du substrat, une coupe trop abrupte provoque un éboulement des flans.

Dans la plupart des cas, les travaux sur les fossés sont réalisés avec des godets trapézoïdaux qui respectent une pente autour de 45°.

Après des travaux, le fossé va naturellement se combler par glissement d'une partie de ses flans et perdre autour de 5 cm de profondeur.

La tenue de ce profil dans le temps, est liée à la végétation qui va le coloniser. Les pins sont indésirables, car ils peuvent provoquer des bouchons suite à leurs chutes ou des marmites d'érosion.

Les erreurs à éviter :

- désherber chimiquement un fossé (incompatible avec les engagements PEFC),
- laisser grossir les arbres sur le fossé.

- Les ouvrages de franchissement

Ils sont nécessaires pour des questions de pénétration des parcelles pour la surveillance, l'exécution des travaux forestiers et la lutte contre le feu. L'intervalle maximum entre deux ouvrages, sur un même fossé ne doit pas dépasser 500 mètres. Bien réalisés, ils permettent aussi d'éviter les dégradations des fossés.

- **Les passages busés**

C'est le moyen le plus sûr pour le franchissement à toute saison et par tous les types de véhicules.

Il est important de bien identifier le débit potentiel du fossé pour dimensionner en conséquence le diamètre des buses. Les diamètres les plus courants dans ce type d'ouvrage se situent entre 40 et 50 cm.

La longueur des passages doit être au minimum de 7 mètres à 7,50 mètres (3 buses armées) pour les ouvrages bénéficiant d'aides publiques.

Lors de la pose de passages busés, il faut éviter de créer une chute d'eau en sortie de buse, une « marmite » peut se creuser et provoquer à la longue un affaiblissement de l'ouvrage. Cependant, on peut enterrer légèrement la buse pour éviter la formation d'une chute d'eau en sortie.

Toutefois, on peut profiter de la longueur de la buse, pour appliquer une pente supérieure à la norme (2 pour mille) afin de rattraper un niveau.

- **Les passages à gué**

Ce moyen est de plus en plus délaissé car son franchissement est souvent compliqué pour des petits véhicules.
Un léger élargissement du lit en amont est nécessaire pour ralentir le courant et éviter l'érosion. Des pieux et une tresse végétale insérée au milieu, peuvent stabiliser l'ensemble en amont du gué. Il convient d'éviter de provoquer une chute d'eau en amont.

- **Diagnostic fossé/cours d'eau : application de la loi sur l'eau**

Une loi sur l'eau applicable aux cours d'eau : Déterminer la nature «cours d'eau» ou «fosse» d'un collecteur doit être le premier réflexe.
Le propriétaire riverain a l'obligation de réaliser un entretien régulier du cours d'eau et de ses berges (art. L. 215-14 du code de l'environnement).
Les autres travaux sur cours d'eau peuvent être soumis a une procédure d'autorisation ou de déclaration au regard de la nomenclature (art. R. 214-1 du Code de l'environnement). Un dossier doit alors être pose auprès du service De la police de l'eau de la DDT(M).

Jusqu'à présent, la notion de cours d'eau n'est pas définie clairement par le code de l'environnement. Elle repose uniquement sur les éléments de jurisprudence suivants :

- présence et permanence d'un lit naturel a l'origine,
- permanence d'un écoulement d'eau suffisant une majeure partie de l'année,
- présence de vie aquatique.

La distinction entre un cours d'eau et un fosse peut être compliquée :

- les cartographies usuelles ne permettent pas de trancher de façon sure.
- avec le temps, un fosse faiblement entretenu, ou présentant un écoulement très régulier, peut se naturaliser au point de présenter des caractéristiques de cours d'eau.
- la toponymie n'est pas un critère satisfaisant. L'intitule «fosse de ...» ou «cours d'eau de ...» ne présume pas du caractère fosse ou cours d'eau du collecteur en question.

La mise en place d'une clé de détermination à destination du plus grand nombre doit permettre d'appliquer les bonnes méthodes de travail sans recourir systématiquement a une expertise, ni s'exposer a des poursuites judiciaires pour cause de travail non approprie sur cours d'eau.
Au vu des spécificités historiques et naturelles du massif landais (sol Sableux fortement filtrant et sensible à l'érosion, nappe plioquaternaire affleurante, très faible relief, assainissement artificiel généralise), il n'existe aucune clef de détermination adaptée.
Une clef propre a ce massif a donc été établie :

- par la DFCI et le CRPF, en collaboration avec les services de l'état et les chambres d'agriculture,
- pour adapter au contexte landais la grille de détermination des cours d'eau et des fosses établie par la DREAL Midi-Pyrénées,

Trois conclusions sont possibles :

- collecteur soumis a la loi sur l'eau
- collecteur non soumis a la loi sur l'eau
- nécessité d'une expertise approfondie par les services de l'état, avec le cas particuliers des collecteurs artificiels toujours en eau.

- Questionnement

Un assainissement insuffisant est souvent évoqué pour expliquer la faible stabilité de certains peuplements de pin maritime. Est-il possible ou souhaitable de chercher à améliorer

l'assainissement sans abaisser trop fortement le niveau de la nappe, par exemple en réalisant des fossés moins profonds et plus larges ?

Sera-t-il possible de raisonner l'assainissement à l'échelle d'un petit sous-bassin versant dans le cadre des opérations de reconstitution et non uniquement à la parcelle ou à la propriété ? Est-il utile d'essayer de se placer à une échelle plus large ?

L'amélioration des connaissances sur le réseau et sur le fonctionnement global de l'hydraulique landaise semble toujours un sujet d'avenir si l'on veut optimiser son fonctionnement. Doit-on chercher à produire des cartes de réseau (opération qui est à notre portée), au moins sur certains secteurs sensibles ?

2.2. DEBROUSSAILLEMENT AVANT PREPARATION DU SOL

Un premier passage de rouleau débroussailleur après coupe rase permet d'écraser les houppiers.

Après un ou deux ans, un débroussaillement en plein prépare au travail du sol.

2.3. FERTILISATION A L'INSTALLATION

Les premiers essais de fertilisation sur Pin maritime ont été installés à la fin des années 1950. Les résultats spectaculaires montrant l'efficacité de la fertilisation phosphatée apportée à l'installation ont très rapidement entraîné l'extension de cette technique sur le Massif des Landes de Gascogne.

- **Les éléments apportés**

L'azote et la potasse sont des éléments mobiles et rapidement entraînés vers les horizons profonds par lessivage. Cette caractéristique est accentuée par la nature sableuse et filtrante des sols du massif landais. L'azote et le potassium ne sont donc disponibles que peu de temps pour l'arbre et leur action ne peut alors être que fugace.

Remarque : L'azote n'en reste pas moins un facteur agissant sur la croissance du Pin maritime dans les Landes de Gascogne. Il a en effet été montré que des apports annuels et répétés d'azote amélioraient significativement la croissance de peuplements de Pin maritime.

Le phosphore a un rôle primordial dans la croissance et le développement des végétaux, comme élément constitutif des tissus, et comme élément intervenant dans les processus physiologiques et biochimiques de la fixation du Carbone (photosynthèse, respiration).

- Les effets de la fertilisation phosphatée

Les effets de la fertilisation phosphatée sur les peuplements de Pin maritime sont les suivants :

- ✓ augmentation de la croissance en circonférence et en hauteur,
- ✓ homogénéisation des caractéristiques dendrométriques des peuplements,
- ✓ réduction de la phase d'installation,
- ✓ maintien de la fertilité des sols par compensation des exports.

La fertilisation a des effets défavorables sur l'insertion des branches et sur leur diamètre. Cependant, ces inconvénients sont minimes par rapport au gain sur la croissance. De plus ces défauts peuvent être éliminés par des actions sylvicoles telles que défourchage et élagage. La majeure partie des défauts est également évacuée lors des premières éclaircies.

Les résultats des dispositifs les plus anciens, Mimizan (1957) et Berganton (1963), confirment :
- un effet starter : gain de 50 à 100% sur la hauteur à 5 ans,
- un arrêt de l'effet Phosphore sur l'accroissement courant annuel entre 15 et 20 ans,
- une augmentation à 40 ans, de 30 % du volume sur pied.

- **Quelle dose apporter en plein ?**

L'apport de 40 unités de $P_2 0_5$ par hectare dans la vie du peuplement forestier est nécessaire pour obtenir un effet marqué sur la croissance. Cet effet est augmenté si l'on apporte 80 unités. En revanche, entre 80 et 120 unitésil n'y a pas de différence marquée sur la croissance et l'effet sur la durabilité de l'écosysthème n'est pas encore démontré. Ces résultats proviennent de l'analyse de la base de données sur la fertilisation du pin maritime (51 essais).

- **Quand apporter l'engrais phosphaté ?**

Les résultats issus de l'essai FCBA de MENAUT confirment l'intérêt d'une fertilisation à l'installation comparée à une fertilisation différée.

Un regonflage à 3 ans ne permet pas de rattraper le retard sur la croissance en hauteur et en circonférence pris par rapport à une fertilisation initiale.

Des résultats similaires ont été observés sur l'essai CPFA de Labrit.

La fertilisation initiale accentue de façon significative la fréquence de nœuds plongeants (insertion des branches) et de fourches par rapport à la fertilisation différée. Une fertilisation décalée pourrait donc améliorer significativement la qualité. Cependant, le choix de la fertilisation différée induit une perte sur la croissance définitive alors que la qualité des peuplements initialement fertilisés sera améliorée par la suppression des arbres présentant de gros défauts lors des premières éclaircies et éventuellement par un défourchage et élagage.

- **Effet de la fertilisation sur les différentes stations**

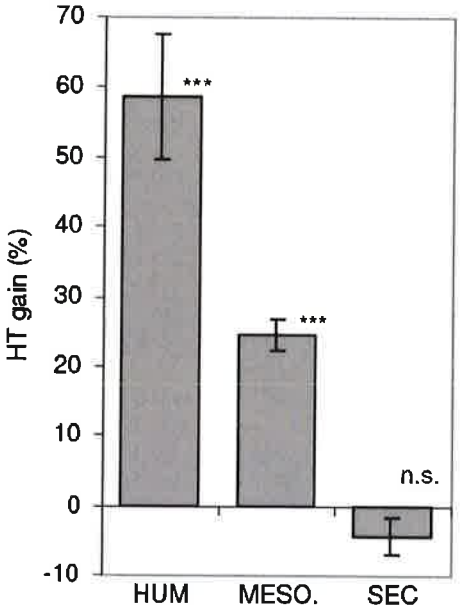


Figure 1 : Gain sur la hauteur en % (par rapport au témoin non fertilisé) en fonction du type de lande, Source : Sylvogène

Le graphique ci-contre montre le gain sur la hauteur en % (par rapport au témoin non fertilisé) mesuré avant l'âge de 5 ans, pour une fertilisation appliquée dans les 4 premières années.

L'efficacité de la fertilisation phosphatée apportée à l'installation du peuplement est significative en lande humide et mésophile, et non significative en lande sèche.

Rien ne dit qu'un apport de P_2O_5 en lande sèche, sans marquer la croissance des pins, ne permet pas de préserver le sol d'une dégradation à long terme en compensant les exportations en Phosphate.

- **Comment, où, et à quelle profondeur apporter l'engrais phosphaté ?**

Ces questions n'ont pas eu de réponses validées scientifiquement à ce jour. Les pratiques sont très diverses : apport sur la ligne avant l'installation avec enfouissement à la charrue sur tout ou partie de la bande travaillée, apport en plein, apport dans l'interligne, enfouissement à la charrue, aux disques.

- **Fertilisation et résistance aux vents**

Il n'y a pas de relation entre fertilisation phosphatée et dégâts aux vents. La fertilisation azotée, non pratiquée actuellement sur le massif, accroît de façon importante la sensibilité au vent.

- **En guise de conclusion**

Les usages en matière de fertilisation varient d'une entreprise à l'autre, d'un sylviculteur à l'autre : dose et type d'engrais apportés, fertilisation initiale ou différée, apport sur la ligne de plantation ou dans l'interligne, méthode d'enfouissement... tous les paramètres sont susceptibles de varier.

Une enquête menée sur 68% de la surface reboisée en 2004 a permis de caractériser et d'apporter des éléments de quantification concernant les pratiques de fertilisation sur le massif (*Optimisation de la nutrition minérale du Pin maritime en forêt de production, 2006*). Selon cette enquête, la proportion de la surface de reboisements fertilisés est différente selon le type de lande : 60% de la surface reboisée en lande humide est fertilisée, 50% en lande mésophile et 40% en lande sèche. Depuis cette étude, les proportions ont sans doute baissé suite à la hausse du prix des engrais. Une enquête lancée en début 2015 d'année, permettra de caractériser les pratiques de fertilisation en 2015.

Il convient de préciser que cet apport intervient une fois dans la vie d'un peuplement soit une fois tous les 50 ans.

Cette tendance à l'abandon est préoccupante. En effet, la fertilisation est, avec l'amélioration génétique et le travail du sol, un des piliers de l'augmentation de la productivité forestière. Jusqu'à ce jour, l'habitude était de réaliser la fertilisation là où elle marquait le plus : en lande humide notamment. Afin de préserver la fertilité des sols landais, peut-être faudrait-il apporter du phosphate y compris en lande sèche ?

Les études en cours sur la minéralisation de l'azote par le travail du sol, les apports possible d'azote par la gestion du sous-bois (légumineuses indigènes), la maîtrise des exportations réelles (fréquence et amplitude des coupes, extraction des souches et rémanents) donneront de nouvelles bases scientifiques précieuses pour les gestionnaires du massif.

2.4. TRAVAIL DU SOL

Résultat des expérimentations menées par l'AFOCEL, l'INRA, le CPFA dans les années 60, le travail du sol est l'un des piliers de l'augmentation de la productivité du Pin maritime. De cette intervention dépend la stabilité et la productivité du peuplement. Un bon travail du sol permet de supprimer la concurrence de la végétation pendant plusieurs mois et de favoriser le développement du système racinaire grâce à l'ameublissement des horizons superficiels du sol.

On trouve aujourd'hui sur le massif :

- des outils traditionnels, charrue à socs ou à disques, permettant de réaliser un travail du sol en plein ou en bandes,
- des outils spécifiques à une chaîne de travaux propre à une entreprise (Train d'outil, charrue rotative),
- des outils plus expérimentaux (scarificateur, dent sous-soleuse, crabe) qui effectuent un travail localisé,
- des outils traditionnels adaptés tels que les charrues escamotables (ou non stop) qui se soulèvent lorsqu'un obstacle se présente (souches, rémanents...) ou la trisocs +1.

Quel que soit l'outil utilisé, la qualité du travail du sol dépend :

- de la largeur et de la profondeur travaillées,
- de la manière dont la matière organique est enfouie,
- de l'absence d'obstacle à l'enracinement.

Toutes les techniques ne sont pas utilisables sur l'ensemble des stations. On manque aujourd'hui de comparaison agronomique des différents outils présents sur le massif. Le tableau suivant, élaboré à l'occasion d'une réunion du CETEF des Landes, permet de confronter les nombreuses techniques utilisées.

Tableau 4 : Les techniques de travail du sol
sur le massif des Landes de Gascogne : Essai de synthèse, CETEF des Landes, Septembre 2005

	Famille Outils	Modalité d'utilisation		Spécificité outils	Largeur travaillée	Profondeur du travail	Type de lande adapté
LES TECHNIQUES EPROUVEES	Labour Charrue à socs classiques ou escamotables	En plein		Tri-socs	100%	30 à 40 cm	Toutes landes
				Bi-socs	100%		
				Mono-socs	100%		
		Partiel	1 passage	Tri-socs	100 cm		
			2 passages		250 cm		
			2 passages	Bi-socs	150 cm		
	Décapage-décompactage Train d'outils	1 seul passage Pas d'émiettage			60 à 80 cm	Décapage : 5 à 6 cm Décompactage : 40 à 60 cm	LS LM
	Fraisage Charrue rotative	1 seul passage et désherbage obligatoire Pas d'émiettage			60 cm	30 à 40 cm	LH
LES TECHNIQUES EXPERIMENTALES	Fraisage horizontal, Houe rotative Rotadairon Rotavator Rotalabour	Sans sous-solage			40 à 80 cm	20 cm	LS LM
		Avec sous-solage				20 cm + longueur de la dent (jusqu'à 120cm)	LM LH
	Sous-solage	Désherbage en plein obligatoire				120 cm	LH
LES AUTRES TECHNIQUES	Planteuse type tchèque	Désherbage obligatoire sur LH Pas d'émiettage			50 cm	20 cm 20 cm + longueur de la dent	Toute
	Travaux superficiels	La charrue à disques			180 cm	15 à 30 cm	LS
		Le rouleau débroussailleur Pas d'émiettage			200 cm	5 à 10 cm	LS
		Debdisques					

- **Labour en plein ou en bandes ?**

Le labour en plein et le labour en bandes sont tous les deux pratiqués.

Dans le cas du labour en plein, la totalité de la surface est travaillée.

Dans le cas du labour en bandes, le sol est travaillé partiellement à l'endroit où seront placées les futures lignes de pins. De cette technique, découle la formation d'une dérayure ou cale de labour à la limite entre zone travaillée et zone non travaillée. La dérayure constitue un obstacle à l'enracinement des jeunes pins et provoque des problèmes de stabilité. Ainsi, il est indispensable de compléter le labour en bande par un travail de l'interligne dans le jeune âge du peuplement. Cette opération doit être réalisée suffisamment tôt (avant 3 ans) pour casser la cale avant que les racines ne l'atteignent et éviter de détériorer les racines qui auraient déjà colonisé la partie non travaillée. Rappelons, que **toute atteinte à l'enracinement du Pin maritime est définitive.**

Figure 2 : Labour en bandes, Photo JS Planfor



Sur lande humide difficile à drainer, le labour partiel peut être conseillé pour assurer un micro-drainage à condition d'être associé à un réseau permettant la sortie de l'eau vers les fossés. Dans toutes les autres landes, **d'un point de vue technique, le labour en plein doit être privilégié** pour faciliter l'enracinement (symétrie du système racinaire, homogénéité, prospection…).

- **Labour en bandes : Et les trisocs ou bisocs +1 ?**



Figure 3 : Charrue trisocs + 1 disque de Planfor, Photo JS Planfor

Les entreprises MEYNARD DARRIET et DAIRON proposent d'ajouter un disque aux charrues à socs. Ce disque monté sur vérin, permet de combler en partie la dérayure lors d'un travail du sol en bande et devrait permettre un meilleur développement des racines.

- **Dans le cas du semis :**

Le semis nécessite un travail du sol et une préparation du lit de semence soignés.
Le labour en plein et le labour en bande sont tous les deux pratiqués. D'un point de vue technique, pour faciliter l'enracinement (symétrie du système racinaire, homogénéité, prospection…) le labour en plein doit être privilégié. Sur lande humide difficile à drainer, le labour partiel (2+2 socs) peut être conseillé pour assurer un micro-drainage à condition d'être rattaché à un réseau permettant effectivement la sortie de l'eau.
Afin d'affiner le lit de semence, le labour est ensuite émietté en un ou deux passages pouvant associer les outils suivants : rouleau débroussailleur, disques, crosskill.
Le tassement du lit de semence est assuré par la roue du tracteur devant le semoir.

- **En guise de conclusion**

Le labour en plein présente l'intérêt majeur de ne pas déstabiliser le système racinaire des jeunes pins par une reprise de labour ou par la présence d'une dérayure. On peut cependant pour des raisons économiques ou dans des conditions techniques particulières devoir privilégier d'autre type de labour.

MODALITE DE REGENERATION DE LA FUTAIE DE PIN MARITIME

Une analyse des conditions de l'investissement forestier doit être réalisée lors d'un diagnostic préalable à la reconstitution des parcelles de pin maritime.
La sylviculture choisie doit être adaptée aux objectifs que l'on se fixe (production, gestion patrimoniale, …) et ceux-ci doivent être raisonnés en fonction :

- des potentialités de la station (fertilité, alimentation en eau , risques gibier),
- de sa situation géographique (environnement forestier ou péri-urbain, zones remarquables ou à forte pression sociale),
- de l'ensemble des risques encourus,
- du contexte économique et social.

En fonction des objectifs définis pour chaque parcelle, il est possible d'envisager une diversification des itinéraires sylvicoles. A côté des itinéraires standards de reboisements par semis ou plantation, peuvent trouver leur place des techniques axées sur la régénération naturelle ou la gestion des accrus. Mais ces itinéraires, s'ils permettent une valorisation de l'existant et favorisent une dynamique feuillue, ne peuvent être généralisés. Bien adaptés aux petites parcelles difficilement mécanisables, ils nécessitent un suivi rigoureux, de bonnes potentialités de régénération, et les échecs sont fréquents en lande humide.

Début septembre 2015, la régénération de la futaie de Pin maritime dans le cadre du plan Klaus se fait à plus de 95 % des surface par la plantation, pour 1% par le semis en ligne et pour moins de 0,5 % des surfaces par régénération naturelle (source Observatoire de la reconstitution, GIP AtGeRi, 08/09/2015).

3.1. RECONSTITUTION DE LA FUTAIE DE PIN MARITIME PAR PLANTATION

Au milieu des années 80, la plantation de Pin maritime, réservée auparavant aux anciens champs et taillis, a pris un réel essor en particulier grâce à une véritable industrialisation des grandes pépinières et à l'apparition de la graine améliorée génétiquement (vergers de 1ère et 2ème générations).

Les gains générés par 50 ans d'amélioration génétique et par les progrès réalisés dans les modes d'élevage des plants en font la technique la plus utilisée (plus de 80 % des reboisements annuels depuis la tempête de 1999).

3.1.1. LES PLANTS ET LA PLANTATION

- **Matériel végétal**

On trouve aujourd'hui en pépinière essentiellement deux types de plants :
- plants élevés en motte de tourbe fertilisée et pressée (200 cc[6])
- plants élevés en plaque alvéolée à parois ajourées (conteneurs de 110 à 200 cc)

Les plants bien conformés doivent avoir entre 10 et 25 cm de hauteur. Depuis 1999, les plants de Pin maritime fournis par les pépinières proviennent de graines récoltées dans les vergers de deuxième génération. Ils bénéficient d'un gain de production et de rectitude de 30% par rapport à la graine témoin (issue d'un échantillon de peuplement classé : lot témoin CEMAGREF de 1988).

De nouvelles variétés sont déjà ou seront rapidement disponibles afin de diffuser un gain génétique toujours plus important :
- Variété landes x corse LC2 disponible depuis 2008
- Variété VF3 disponible à partir de 2011 avec un gain d'environ 40 % pour la croissance et la rectitude par rapport au lot non amélioré.
- Variété « Elite » landaise produite par pollinisation contrôlée dans des vergers installés à partir de 2009 et disponible à partir de 2014

3.1.2. LA MISE EN PLACE

L'époque de plantation à privilégier est l'automne, sauf sur les parcelles très humides. Mais les conteneurs et les mottes, techniques d'élevage majoritaires, permettent une plantation durant toute l'année hors des périodes de sécheresse estivale. La mise en place des plants se fait généralement avec des tubes à planter. Il faut veiller à effectuer un tassement homogène, symétrique et léger, à planter bien droit pour éviter des déformations racinaires (pivot dévié, talon) et à recouvrir la motte de 1 à 2 cm de terre pour éviter tout dessèchement. Sur des terrains

---

6 [1] CC : centimètre cube

travaillés à moitié les plants ne doivent pas être placés trop près de la dérayure pour éviter les risques d'asphyxie et d'instabilité.

La densité optimum est de 1250t/ha. Un interligne de 4 à 4,30 mètres d'axe en axe est aujourd'hui le meilleur compromis entre production, mécanisation et exploitation.

Les densités utilisées pour un objectif d'exploitation entre 35 et 45 ans sont de 1 000 à 1 400 pins/ha soit des intervalles entre pins de 1,5 à 2 mètres pour des interlignes de 4 mètres. La tendance semble être à l'élargissement des interlignes. On trouve couramment des interlignes de 4,5 mètres dans le massif.

Lorsque les arbres sont trop proches les uns des autres sur la ligne (moins de 1,80 mètres) les houppiers ont tendance à se développer préférentiellement en direction de l'interligne entraînant un risque d'augmentation de la courbure basale des troncs ce qui diminue la stabilité.

3.2. RECONSTITUTION DE LA FUTAIE DE PIN MARITIME PAR SEMIS

Il s'agit d'une technique de reboisement traditionnelle abandonnée progressivement depuis les années 1980 pour les techniques de plantations qui permettent plus facilement de bénéficier de l'amélioration génétique.

3.2.1. MATERIEL VEGETAL

Les semences doivent être achetées chez des marchands agréés (garantie d'origine et de qualité). La graine utilisée pour les semis provient essentiellement de peuplements classés. La dose habituellement utilisée est de 2 à 3 kg/ha. Cette quantité peut être diminuée notamment sur lande sèche, sur lit de semence homogène, finement émietté et régulier. Pour assurer un meilleur taux de germination, la graine de Pin maritime peut être exposée à la lumière pendant 4 à 5 jours.

3.2.2. MISE EN PLACE

La période de semis la plus favorable se situe de février à mai. Les semoirs majoritairement utilisés sont les semoirs mécaniques, mais on utilise également des semoirs électriques ou pneumatiques. Ils sont de préférences placés derrière la roue du tracteur. Un interligne de 4 mètres d'axe en axe est aujourd'hui le meilleur compromis entre production, mécanisation et exploitation.

3.2.3. RESTRICTIONS

Les dépressages sont des occasions pour le fomès de contaminer de nouveaux arbres. La technique du semis est donc à proscrire dans les zones fortement infestées par le champignon. Or c'est l'ensemble du massif des Landes de Gascogne qui peut aujourd'hui être considéré comme fortement infesté.

Ainsi, à l'exception du semis basse densité, le semis est fortement déconseillé pour des raisons sanitaires.

3.3. RECONSTITUTION DE LA FUTAIE DE PIN MARITIME PAR REGENERATION NATURELLE

L'histoire récente prouve qu'il est possible d'obtenir par régénération naturelle et en une cinquantaine d'années (incendies de 1949) de beaux peuplements de Pin maritime de qualité industrielle satisfaisante.

Ce mode de régénération est encore utilisé à l'heure actuelle essentiellement dans la partie dunaire, notamment dans la région du Marensin et dans le Médoc, mais aussi très sporadiquement sur l'ensemble du massif landais. Pour donner de beaux peuplements il doit obéir à des règles propres à l'essence qui demandent un bon suivi technique et ne peuvent pas être généralisées à toutes les situations.

Bien adapté aux landes sèches, il donne des résultats plus incertains dans les landes mésophiles et, sauf exception, il est mal adapté en lande humide.

Les lignes suivantes reprennent les conditions nécessaires à la mise en oeuvre de la régénération naturelle (Pour plus de précision, se reporter à l'aide-mémoire du Sylviculteur des Landes de Gascogne).

3.3.1. CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Deux conditions sont indispensables pour employer cette méthode :

- que le peuplement antérieur soit bien poussant et de bonne qualité,
- que les semis naturels soient suffisamment abondants pour une intervention avec ouverture d'allées qui permette de conserver assez de tiges bien conformées.

Deux cas sont à considérer :

Cas 1- les semis ne sont pas présents,
Cas 2- les semis naturels sont acquis

- **cas 1 : Conditions de préparation pour favoriser l'installation d'un semis**

- Après chablis, les souches soulevées doivent être traitées
- Des porte-graines doivent être présents sur la parcelle ou à proximité directe
- Le sol doit être propre

- **Cas 2 : Conditions d'intervention dans une parcelle avec semis installés**

- Les semis doivent être abondants(au moins 1 semis par m^2 soit 10 000 à l'ha)
- La parcelle doit pouvoir être entretenue aisément

3.3.2. VALORISATION DE LA REGENERATION NATURELLE

- **Une surveillance attentive est indispensable pour juger de l'évolution des semis**

Que la régénération naturelle ait été déclenchée par le sylviculteur ou par une perturbation naturelle, après 1 à 3 ans les arbres résiduels ont été exploités et les éventuelles souches soulevées ont été réduites.
Dès que les semis atteignent 1 à 3 mètres de haut, il faut vérifier qu'ils sont toujours suffisamment nombreux et bien répartis.

Outre un manque éventuel d'ensemencement naturel ou sa mauvaise répartition, de nombreux facteurs peuvent compromettre la régénération : des attaques d'hylobe, une trop forte densité de cervidés, le développement excessif de végétation concurrente.
En cas de risques importants de perte par les attaques d'insectes ou de gibier il vaudra mieux attendre un peu avant d'intervenir pour valoriser la régénération installée.
Pour contrôler une végétation concurrente trop envahissante il est possible de prévoir des traitements adaptés.
Il faut donc attendre 3 à 5 ans avant de diagnostiquer la réussite ou l'échec de l'opération et choisir durant cet intervalle le meilleur moment pour intervenir.

Attention : des interventions trop tardives se font au détriment de la qualité du peuplement et sont plus coûteuses que si elles sont réalisées à temps.

- **Interventions spécifiques à prévoir**

- Mise en bande : ouverture d'un cloisonnement

Pour favoriser la croissance des arbres et faciliter toutes les opérations d'amélioration ultérieures, des layons de 3 à 4 mètres de large sont ouverts en préservant des bandes boisées dont la largeur est fonction de la densité des semis, de leur homogénéité, des risques divers de perte :

- Bandes boisées de 2 mètres de large, voire moins, en cas de régénération dense et homogène pour des semis ne dépassant pas 2 mètres de haut et avec peu de risque de perte, on se rapproche alors des semis en ligne,
- Bandes boisées de plus de 2 mètres de large, de 3 à 4 mètres pour une régénération un peu diffuse, hétérogène, des risques de pertes ou une intervention un peu tardive,
- Pour des semis diffus ou très hétérogènes il peut s'avérer utile de conserver des bandes boisées de plus de 4 mètres de large mais les entretiens et l'exploitation seront d'autant plus difficiles que cette largeur sera importante. Certains sylviculteurs conservent des bandes larges de plus de 4 mètres dans l'espoir de favoriser une éducation des semis par la concurrence naturelle.

L'ouverture est réalisée au rouleau landais pour des semis ne dépassant pas 1,50 mètre (à éviter en présence d'armillaire, utiliser alors un broyeur à axe horizontal), au-delà elle est effectuée au broyeur lourd.

- Interventions dans les bandes boisées

Dans un semis homogène, dense et avec des risques de dégât de cervidés modérés où l'on peut conserver des bandes boisées étroites on peut se rapprocher du suivi d'un semis artificiel :

Avant que les semis ne dépassent 2 mètres, une première intervention juste après la mise en bande avec un dépressage pour conserver environ 3 000 sujets par ha.
Dès que les semis atteignent 4 mètres, soit 2 à 3 ans après, une seconde intervention supprime près d'un pin sur deux pour obtenir une densité de 1 200 à 2 000 sujets par ha.

Dans les bandes plus larges on procède à une seule intervention pour une hauteur moyenne proche de 4 mètres. Il s'agit surtout d'un nettoyage qui consiste à éliminer les arbres mal conformés, en particulier des sujets très vigoureux, souvent très branchus, voire fourchus, les « loups », qui poussent plus vite que des arbres de belle rectitude et à fine branchaison. La suppression d'arbres de bordure de bandes, souvent endommagés, permet notamment d'élargir les layons d'ouverture un peu étroit à 4 mètres.
La mise en bande ayant fait passer la densité d'environ 10 000 pins minimum à environ 4 000 pins viables/ha, ce nettoyage peut ramener la densité, à 2 500 à 3 000 pins viables/ha.

Dans le cas de bandes larges conservées sans dépressage qui correspond à un autre type de sylviculture avec des révolutions plus longues, il faudra tout de même prévoir la suppression des « loups » puis intervenir en éclaircie au moment le plus opportun en fonction de l'évolution du peuplement.

- Compléments de régénération

Dans les trouées les plus importantes des compléments par plantation de regarnis sont à réaliser le plus tôt possible, si possible dans les 3 ans.

Cependant il convient de noter que les trouées sont aussi des atouts en matière de diversification (présence de feuillus ou zones humides) dans la mesure ou leur importance ne pénalise pas trop l'ensemble de la parcelle.

3.3.3. RESTRICTIONS

L'utilisation de la régénération naturelle est une démarche volontaire de la part du propriétaire pour un itinéraire technique qui requiert un suivi très rigoureux.

Dans les cas les plus fréquents, après les dépressages ou nettoyages qui permettent de ramener la densité entre 1200 et 2000 tiges par hectare, les interventions sont les mêmes que dans un peuplement issu d'une régénération par plantation ou semis en ligne.
Dans le cas de conservation de bandes larges sans dépressage, il faut être bien conscient de l'allongement accentué de la révolution du peuplement et être très vigilant sur l'élimination des "loups" et sur le moment le plus opportun pour réaliser une éclaircie.

Tableau 3 : Essai de synthèse sur la régénération naturelle des peuplements de Pin maritime

Avantages	Inconvénients
Solution particulièrement adaptée pour de petites parcelles isolées. La réalisation de dépressages manuelles sur de grande surface étant plus compliqué à mettre en oeuvre	Rallongement de l'âge d'exploitation (50 à 60 ans au lieu de 35 à 45 ans pour les boisements artificiels) et accroissement des risques afférents (incendie, gel, tempête, etc...)
Possibilité de régénérer à l'identique des peuplements bien adaptés à leur station.	Perte des avantages liés à l'amélioration génétique (rectitude, croissance)
Economie de trésorerie à l'installation par rapport à un reboisement artificiel.	Perte de production liée à l'absence des travaux d'installation des boisements artificiels (labour, engrais).
Espérance d'une bonne qualité des bois liée à une forte concurrence (branchaison plus fine qu'en boisement artificiel)	Nécessité d'attendre 4 à 5 ans avant de conclure sur la réussite et donc perte de temps en cas d'échec.
Impact des dégâts de gibier moins coûteux que sur un reboisement par plantation..	Technique actuellement peu répandue, sauf en zone dunaire et landes sèches.
Technique qui permet de conserver des feuillus dans les bandes boisées.	Difficile sur landes humides et landes mésophiles

Dans tout les cas, il est indispensable de demander aux entrepreneurs de travaux un devis détaillé précisant :

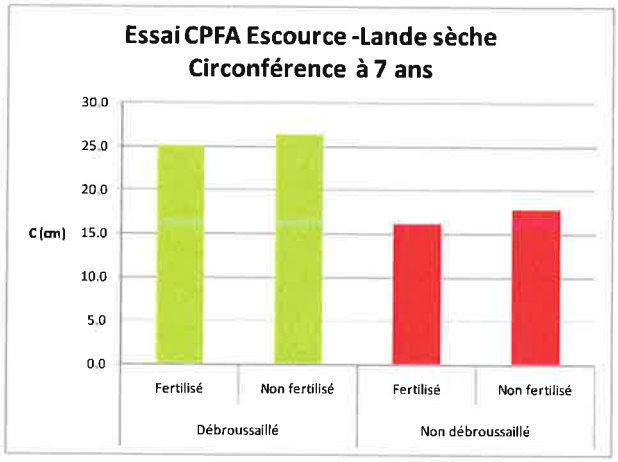
- ➔ Le type d'outil utilisé,
- ➔ La nature et les doses d'engrais apportées,
- ➔ La provenance et le type de plants utilisés,
- ➔ L'écartement entre les lignes et les plants.

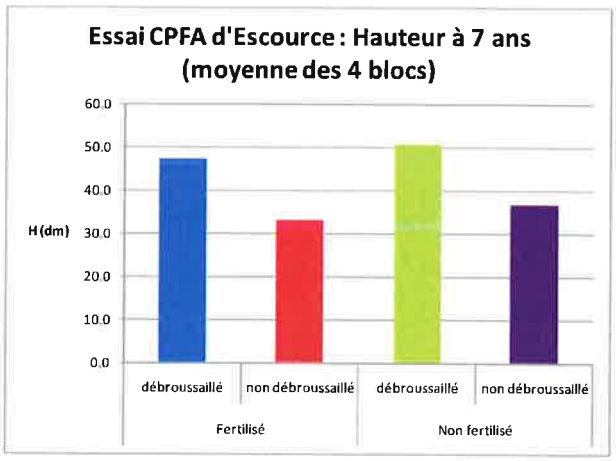
3. MODALITE D'ENTRETIEN DES PEUPLEMENTS DE PIN MARITIME

Le sous-bois est un concurrent pour les jeunes arbres (eau, minéraux, lumière). Il détermine donc fortement la réussite de l'installation des peuplements et leur croissance. La molinie, l'avoine de Thore, la fougère, sont présentes tout au long de la vie du peuplement de Pin maritime, ils sont compétiteurs mais ils jouent également un rôle dans le cycle des éléments minéraux, la stabilité des peuplements, sans oublier le risque incendie.

Le travail du sol préalablement à l'installation a un large impact sur la dynamique qualitative et quantitative de la colonisation par le sous-bois. Les entretiens, leurs méthodes et leur fréquence, sont ensuite au cours de la vie du peuplement un moyen pour gérer ce sous-bois et donc atténuer la concurrence pour l'eau, et les éléments minéraux.

Ainsi, le CPFA suit un peuplement de Pin maritime sur lande sèche à Escource avec différentes modalités d'entretien et différents niveaux de fertilisation. Les résultats à 7 ans font apparaître une différence de 40 % (+1m50) sur la hauteur et une différence de 50 % (+10 cm) sur la croissance en circonférence entre les modalités débroussaillées (A 3 ans et 5 ans) et les modalités non débroussaillés (voir graphique ci-dessous). La fertilisation est sans effet significatif sur cette lande sèche.





L'entretien du sous-bois est le plus souvent effectuées avec des outils mécaniques (landaise ou gyro) et se limitent dans ce cas à l'entretien de l'interligne ; mais sous certaines conditions, on pourrait également utiliser des herbicides homologués positionnés sur la ligne de plantation, en complément, ou pas, de l'entretien mécanique.

Les questionnements dans le programme PINASTER portent :

- d'une part sur la dynamique de colonisation par le sous-bois en lien avec le choix des méthodes de préparation du sol préalables à la plantation,
- et d'autres part sur l'impact des méthodes mécaniques d'entretien du sous-bois dans la phase juvénile et à partir de la première éclaircie du peuplement (entretien de toutes les interlignes vs un interligne sur deux, gyrobroyeur vs rouleau landais).

L'effet d'un entretien chimique sur la ligne et avec des produits homologués durant les toutes premières années est également posé aux expérimentateurs. En effet, depuis le retrait du Velpar fin 2007, on observe certains échecs de reboisement se traduisant par des mortalités ou une perte

importante de croissance liée à un envahissement rapide des plantations par une forte végétation concurrente en particulier sur les sites riches : anciens champs et landes humides, sans aucune solution opérationnelle efficace.

4. LE DESSOUCHAGE ET L'EXPORTATION DES REMANENTS

Le développement d'une demande plus forte en bois énergie, entraîne le développement de nouveaux scénarios basés sur des révolutions plus courtes et une récolte simultanée de différents produits (tronc, branches, souche).

5.1. LES OUTILS/LES PRATIQUES

Les souches et les rémanents d'exploitation peuvent être récupérées et broyées pour en faire des plaquettes.

Le chantier expérimental du Nézer suivi par le GIS PMF donne une idée des quantités de biomasse sèche qui peuvent être récoltées :

Sur ce peuplement de 55 ans situé en lande humide drainée avec 220 tiges à l'hectare, la mise en plaquettes des souches et rémanents a permis d'obtenir :

- 25 à 30 tonnes de biomasse sèche[7] par hectare issue des **souches**,
- 10 à 15 tonnes de biomasse sèche[6] par hectare issue des **branches**,
- Soit 35 à 50 tonnes de biomasse sèche par hectare.

La valeur marchande actuelle de ces rémanents n'en fait pas un revenu important pour le propriétaire. Cependant, sur sol sableux, le gain réalisé en confort pour les ouvriers chargés du labour et en réduction de casse sur les outils de préparation du sol permettent d'augmenter la productivité de l'opération. Certains opérateurs peuvent ainsi proposer des diminutions du coût de reboisement. L'impact du dessouchage sur la présence de fomes est en cours d'étude dans le cadre du programme PINASTER du GIS Pin Maritime du Futur.

5.2. CONSEQUENCE SUR LE MAINTIEN DE LA FERTILITE

Les sols landais sont pauvres en phosphore. La concentration en phosphore assimilable par les végétaux y est inférieure au seuil de pauvreté défini par Bonneau (0,1 g par kilogramme de substrat sec). Les faibles teneurs en phosphore assimilable s'expliquent par la pauvreté minérale des sables landais mais également par le caractère acide des podzols landais. En effet, plus l'acidité est forte, plus le phosphore se lie de manière énergique avec les hydroxydes de fer et d'aluminium et plus il est difficilement libéré dans la solution du sol.
Rapidement résumé, il semble que le bilan du phosphore s'équilibre à peu près.
La fertilisation phosphatée initiale (traditionnellement de 80 à 120 kg de P_2O_5/ha) contribue à boucler ce bilan et la tendance à l'abandon que l'on constate à l'heure actuelle peut s'avérer préoccupante.

7

Taux d'humidité 35%

La fertilisation agit différemment suivant les stations. Des études récentes ont permis d'identifier plusieurs paramètres intervenant dans l'action de la fertilisation phosphatée (voir chapitre Sylviculture).

Les termes du bilan sont plus incertains pour l'azote, d'autant que l'hypothèse d'une fertilisation extérieure est à peu près abandonnée.
Dans ce cadre, la minéralisation de l'azote par le travail du sol, les apports possibles par la gestion du sous-bois (légumineuses indigènes), la maîtrise des exportations réelles (fréquence et amplitude des coupes, extraction des souches et rémanents) sont plusieurs facteurs qui font l'objet de projets de recherche.

Pour les éléments échangeables (potassium, calcium et magnésium), les teneurs des sols des Landes de Gascogne sont naturellement faibles. Le potassium et le calcium ne sont pas des facteurs limitants principaux de la croissance du Pin maritime.
Le potassium est un élément qui se recycle assez rapidement par l'incorporation des aiguilles à la litière. Il en est à peu près de même pour le calcium.

Les compartiments les plus sensibles pour l'exportation d'éléments minéraux sont les souches, les écorces, les branches fines et les aiguilles.

Du point de vue des écorces, l'abattage mécanisé semble plutôt favorable dans la mesure où il réalise un écorçage partiel sur le parterre de coupe (pas de données disponibles sur le ratio), en particulier pour les bois d'éclaircie.

L'augmentation de l'intensité de la récolte pour la biomasse par le prélèvement de compartiments supplémentaires (houppiers, souches) peut aussi faire varier les termes du bilan.

Suivant les données du projet SYLVOGENE, l'extraction des souches a un effet significatif sur le bilan en phosphore, en potassium et en calcium alors que l'extraction des branches a un effet significatif sur le bilan en azote et en magnésium.

Tableau 6 : Bilan des exportations en éléments minéraux suivant les modalités de récolte (J.Y. Fraisse, Résultats du projet Sylvogène 2009)

Modalité de récolte	Eléments exportés en oxydes (kg/ha)									
	N		P2O5		K2O		CaO		MgO	
Témoin	85	1,0	27	1,0	74	1,0	108	1,0	45	1,0
Branches	155	**1,8**	34	**1,3**	93	1,3	122	1,1	120	**2,6**
Souches	111	1,3	32	1,2	111	**1,5**	160	**1,5**	53	1,2
Branches et souches	183	**2,1**	38	**1,4**	128	**1,7**	168	**1,6**	134	**2,9**

Dans ce cadre, l'incorporation des cendres de chaudière biomasse avec la fertilisation phosphatée initiale est une voie explorée pour compenser les pertes.

Tableau 7 : Apport de 5 tonnes/ha de cendres sèches issues de chaudière à combustion de biomasse (in Sylvogène – Rapport final - 2009)

Kg/ha				
N	P	K	Ca	Mg
0	7,8	18,3	160,2	27,1

Pour le moment, les essais installés ne permettent pas de tirer des conclusions quant à l'utilisation réelle par les plantes.

Pour maintenir à long terme la fertilité de l'écosystème, il est important de limiter l'exportation des compartiments les plus riches en éléments minéraux : aiguilles, branches, écorce et racines fines.

A ce titre, l'évolution des techniques vers une extraction des « coeurs de souche » (souches sans les racines fines) est positive.

5. SPECIFICITE DES ITINERAIRES APRES TEMPETE : NETTOYAGE, SYLVICULTURE DU PIN MARITIME ET RESISTANCE AU VENT ENSEIGNEMENT DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

Le nettoyage des parcelles sinistrées consiste à réduire la taille des rémanents (souches renversées, branches, reliquats d'exploitation...).

Quelle que soit la méthode de reconstitution choisie, le nettoyage facilitera l'accès aux parcelles en cas d'incendie et pour toutes les opérations futures de reboisement, d'entretien et d'exploitation des bois. Pour cette raison, cette opération ne doit pas être négligée.

Les travaux réalisés après la tempête de 1999 et de 2009 permettent d'avoir assez de recul sur le sujet.



Figure 4 :Parcelle dévastée par la tempête de 1999 avant nettoyage

6.1. LES TECHNIQUES DU NETTOYAGE

Dans le cas où le sylviculteur souhaiterait conserver d'éventuels accrus ligneux, il est possible de réaliser un nettoyage partiel en bande.

Quoi qu'il en soit, **le bois dit marchand doit être exploité** avant le début de l'opération, afin de réaliser un nettoyage dans de bonnes conditions techniques et économiques.

Plusieurs techniques sont utilisées en fonction de la taille des souches, de leur densité, de la présence ou non de rémanents d'exploitation en grande quantité et de la volonté de récupérer ou non ces rémanents.

6.1.1. SANS RECOLTE DE SOUCHES

- **Broyage**

Le broyeur quelle que soit sa puissance ne détruit que la partie extérieure de la souche. Dans le cas des peuplements en ligne cela ne constitue pas une gêne pour le reboisement qui sera effectué dans l'interligne du peuplement précédent.

Le broyage est de ce fait conseillé pour les peuplements en ligne présentant des souches de petites dimensions (notamment lorsqu'ils sont jeunes et présentent encore une densité importante de souches à traiter).

Cette technique a été utilisée sur 25% des surfaces nettoyées dans le cadre du plan Klaus (31/07/2015, données GIP AtGeRi).

- **Démantèlement à la cisaille (croque souche ou dent Becker) :**

La cisaille permet de démanteler sans bouleverser les horizons du sol tous les types de rémanents : souches, cimes, billons…

Après leur extraction, les souches renversées sont démantelées en morceaux inférieurs à 30 cm de longueur puis ils sont étalés à la surface du sol, de façon à ne pas gêner le travail du sol.

Cette technique a été utilisée sur 64% des surfaces nettoyées dans le cadre du plan Klaus (31/07/2015, données GIP AtGeRi).



Figure 5 : Croque souche utilisé aussi bien pour le déchiquettage des souches que pour leur mise en cordons

- **L'enfouissement : une technique a proscrire**

Compte tenu des risques sanitaires (fomès), l'enfouissement des souches est à proscrire.

Cette technique a été utilisée sur moins de 1% des surfaces nettoyées dans le cadre du plan Klaus (31/07/2015, données GIP AtGeRi).

6.1.2. AVEC RECOLTE DE SOUCHES

Les souches renversées peuvent être extraites à l'aide de différentes type de pelles équipées de cisailles.

Elles sont ensuite regroupées entières soit en petit tas ou en cordons répartis sur la parcelle soit en pile en bordure de la parcelle avant d'être chargées en conteneur.

Cette technique a été utilisée sur 8% des surfaces nettoyées dans le cadre du plan Klaus (31/07/2015, données GIP AtGeRi).

voir aussi le chapitre 5. Le dessouchage et l'exportation des rémanents.

6.1.3. REMARQUES GENERALES AU SUJET DU NETTOYAGE

- **Selon l'importance de la végétation présente sur la parcelle** et quelle que soit la méthode de nettoyage qui sera utilisée, un débroussaillement en plein peut être nécessaire avant le nettoyage afin de repérer les souches à traiter .

- Si le peuplement est conservé, les souches ne seront traitées que si elles gênent l'accès aux interlignes.

- Il est judicieux de profiter de la présence sur la parcelle de pelles hydrauliques, outils polyvalents, pour nettoyer et remettre en état les fossés.

- Les techniques suivantes sont à déconseiller :
Le **brûlage** car il augmente le risque d'attaque d'armillaire, le risque d'incendie et accélère la perte d'éléments minéraux.
La **réalisation de gros andains** au bulldozer ou au râteau fleco car les premiers centimètres du sol sont décapés, la matière organique se retrouve dans les andains et qu'enfin plus les andains sont imposants plus ils mettront de temps à se décomposer. Il est préférable d'opter pour la technique de mise en cordon.

- Quelle que soit la technique utilisée, plus les chantiers seront importants en surface, plus les prix proposés seront intéressants. Il est donc conseillé de regrouper les chantiers. De plus, l'accès aux aides au nettoyage et au reboisement sera soumis à une condition de surface.

- Les prix varient selon la densité des souches, leur taille, la taille du chantier et enfin la qualité de l'exploitation (hauteur de coupe de la souche et quantité de rémanents laissés).

Le tableau 6 ci-après permet de confronter les différentes méthodes retenues.

Tableau 6 : Comparaison des techniques de reboisement

Peuplements en ligne <25 ans		**Autres peuplements >25 ans ; 300 à 400 t/ha environ**	
Broyage Avec un Broyeur automoteur (type Ecomeca)	Broyage Avec Broyeur 400 CV derrière tracteur forestier	Démantèlement au Croque souche ou à la dent Becker	Mise en cordons des rémanents et du bois non exploité
✓ ↑↑ Aspect impeccable du chantier en surface ➔ Respect des horizons du sol ➔Technique rapide		↓ ↑↑ Bonne désagrégation des débris ➔ Respect des horizons du sol ➔ Adapté aux gros rémanents ➔ Adapté aux dégâts diffus	↓ ↑↑Technique rapide et peu coûteuse ➔Diminution des risques sanitaires ➔Possibilité de récupérer la biomasse
↓ ↶ Partie souterraine intacte : gêne potentielle pour le labour ➔ Risque de dispersion et de conservation des champignons racinaires ➔ Coût		↓ ↶Technique assez lente ➔Nécessite l'utilisation ultérieure d'une charrue escamotable	↓ ↶ Mauvaise optimisation de l'espace si le jalonnement est approximatif ➔Cordons constituant des abris potentiels pour les lapins (pas de constats sur les chantiers expérimentaux de 1999)

Source : Chantiers expérimentaux post Martin, CPFA, CRPF d'Aquitaine, IDF, (Forêt Entreprise n°145, 2002)

6.2. SYLVICULTURE ET RESISTANCE AU VENT : LES ENSEIGNEMENTS DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX

La complexité des phénomènes (interaction vitesse du vent, pluviométrie, configuration des parcelles, âge des pins, nature du sol, origine...) rend très difficile l'analyse des dégâts.

Dans l'étude "évaluation des facteurs de résistance au vent des peuplements après la tempête Klaus" menée par l'IGN, le CNPF/IDF, l'INRA et le CRPF d'Aquitaine[8], au final huit facteurs sont ressortis comme déterminants dans l'explication de la stabilité des peuplements de pin maritime face au vent.

Ainsi, le risque d'avoir des taux de dégâts > à 40 % augmente avec :

- la turbulence du vent : une turbulence élevée indique que de brusques rafales ont eu lieu. Ce facteur qui n'avait jamais été étudié auparavant permet notamment de distinguer les peuplements de la dune de ceux du massif : sur la dune, où les dégâts sont faibles, la turbulence a été en effet moins forte que sur le massif.
- la vitesse moyenne maximale du vent ;
- la hauteur du peuplement ;
- la fertilité de la station, indiquée par la hauteur dominante à 40 ans.

Les dégâts sont plus faibles pour :

- les stations sèches ;
- les sols non hydromorphes ;
- les taux de couverts correspondant à des peuplements très fermés ou très ouverts ;
- les peuplements abrités.

Par contre, aucun rôle n'a été mis en évidence pour des facteurs comme les éclaircies, la profondeur du sol, l'exposition, le facteur d'élancement (rapport Hauteur/Circonférence) ou le mélange d'essences, en raison peut-être de la nature et de la qualité des données.

Ce travail montre bien la diversité des facteurs impliqués dans la stabilité des peuplements qu'on ne peut expliquer par une ou deux variables clefs. Il met en évidence certains facteurs classiques déjà identifiés dans des études précédentes : la vitesse du vent, la hauteur des arbres, l'humidité du sol, le taux de couvert. Il permet aussi d'identifier deux nouveaux facteurs : l'un lié à la turbulence atmosphérique et l'autre à l'environnement de la parcelle. **Par contre, il ne semble pas que les facteurs de gestion des peuplements puissent permettre de diminuer les dégâts dans des <u>situations extrêmes</u> telles que celles rencontrées en 2009 : Il n'y a pas de**

8
Thierry BELOUARD (IGN), Rémy MARCHADIER (IGN), Dominique MERZEAU (CNPF),

techniques sylvicoles permettant aux arbres (feuillus comme résineux) de résister aux vents au-dessus de 140 km/heure.

Au revanche, face aux vents moins violents, certaines précautions simples permettraient de ne pas aggraver la sensibilité des peuplements : ce sont ces mesures que nous vous proposons de lister ci-dessous.

Elles sont issues pour partie des connaissances scientifiques acquises après les tempêtes précédentes. Il s'agit, pour d'autres de remarques à dire d'expert.

6.2.1. L'IMPORTANCE DE L'ENRACINEMENT

Tout obstacle à l'enracinement des jeunes pins puis toute atteinte au système racinaire nuisent à la stabilité du pin et le rendent plus sensible face aux vents.

C'est en quelque sorte le schéma de développement non perturbé qui semble assurer la meilleure stabilité au Pin maritime (*Danjon, 2005*).

Ceci s'explique par la nature du système racinaire du Pin maritime.

- **Le système racinaire du Pin maritime :**

1. Au jeune âge, le Pin maritime émet **un pivot renforcé vertical**, haubané sous le collet par **de longues racines traçantes** à environ 5 cm de profondeur.

2. Ces racines traçantes ont tendance à suivre la surface du sol et peuvent probablement faire plus d'un mètre de long à la fin de la première année et plus de 2 mètres à la fin de la deuxième. Elles sont peu ramifiées. Dès la deuxième année, peut être même durant la première, des pivots secondaires verticaux sont émis sur les racines traçantes. Avec l'âge, le pivot principal perd de son importance relative au profit des plongeantes et des racines profondes.

3. Le système racinaire du Pin maritime ne dispose pas de racines obliques, les racines ne fourchent pas spontanément. Le Pin maritime n'a pas la capacité de reformer de nouvelles arborescence de racine à partir de la souche ou sur des racines déjà formées depuis plusieurs années (Danjon et Fourcaud, 2009).

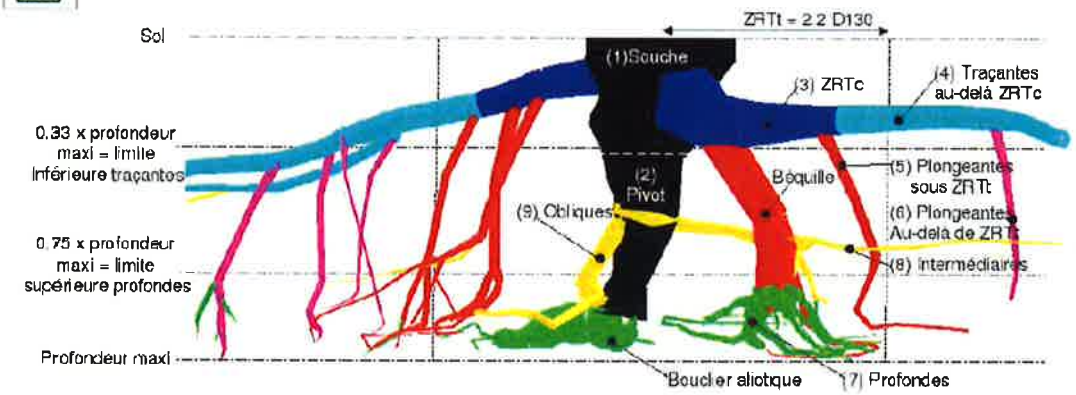


Figure 8 : les compartiments racinaires chez le Pin maritime adulte tel que définis par analyse architecturale par Danjon et al. (2005)

- **Un système racinaire particulièrement sensible aux perturbations**

Le système racinaire du Pin maritime est particulièrement sensible à une perturbation de la morphogenèse. Si la couronne de racines traçantes est altérée, elle le restera. La distribution des pivots sera elle aussi dissymétrique (*Danjon et Fourcaud, 2009*).

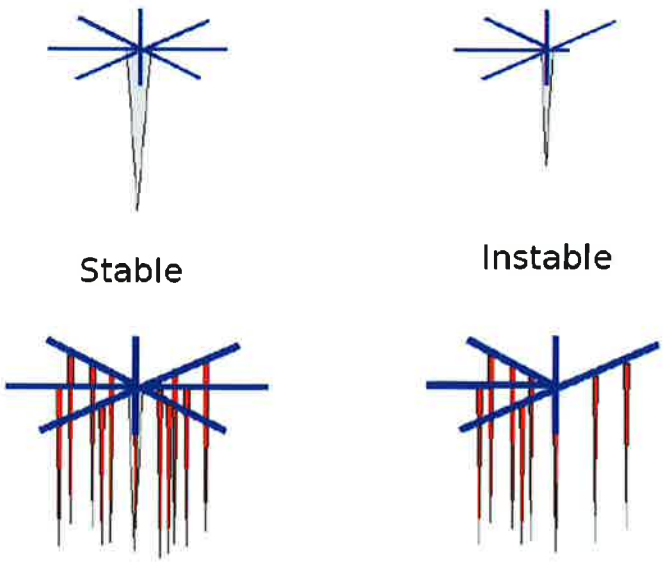


Figure : Système racinaire du type pieux haubanné dans le jeune âge (haut) et de type cage haubannée âgé
Tout obstacle ou atteinte à la répartition des racines dans le jeune âge entraine une cage instable (Danjon, 2009)

Le système racinaire du pin ne fourche pas spontanément, n'a que très peu de racines obliques et ne forme pas de nouvelles racines sur les anciennes. Un arbre jeune sans pivot aura une mauvaise stabilité. Un arbre d'une dizaine d'années dont la couronne de racines traçantes comporte des manques, ne les comblera pas, et n'aura donc pas non plus de pivots secondaires dans ces secteurs : la « cage » racinaire de l'arbre adulte sera alors incomplète, et l'arbre sera sensible au vent. Lorsqu'une racine traçante de pin est coupée par une lame, elle émet à partir de la blessure une demi-douzaine de racines plus fines. Si la racine est sectionnée à proximité du tronc (à moins d'1,5 m du collet), la stabilité de l'arbre à 40 ans sera réduite, car la résistance mécanique en flexion (en appui) est quasi nulle après le point de section.
De plus, l'effet sur la résistance en tension (résistance à l'arrachage) et sur l'ancrage dans le sol est mal connu, mais il est probable que le point de cicatrisation constitue une faiblesse mécanique. Toute pratique sylvicole provoquant des blessures mécaniques ou des sections de racines à proximité du tronc, aura donc des conséquences néfastes sur la stabilité du pin maritime. D'où l'importance du travail du sol et de la qualité des plants.

- **Les conséquences pratiques**

Ainsi, les pratiques suivantes semblent préjudiciables à une bonne stabilité du Pin maritime :

- La plantation de jeunes pins au système racinaire mal conformé qui augmente les risques de chignonage et donc le risque d'instabilité,

- La plantation dans des micro dépressions (Alazard, 2002),

- Les dérayures trop profondes qui font obstacle à l'installation d'un système racinaire équilibré (Alazard, 2002),

- La plantation réalisée trop près de la dérayure,

- Les interventions visant à travailler le sol dans l'interligne après colonisation de cet interligne par les racines. Les racines traçantes qui assurent le haubanage du pin se trouvent en effet dans les 15 premiers centimètres (Danjon, 2005) et peuvent dès la deuxième année atteindre 2 mètres (Danjon, 2009),

- Les interventions visant à écraser la végétation à l'aide de rouleau landais trop lourd et dont les lames « sectionnent » les racines superficielles. Toutefois, les entretiens superficiels de l'interligne doivent être réalisés régulièrement de manière à limiter le risque incendie et la concurrence herbacée vis à vis de l'eau et des minéraux (réhabilitation du gyrobroyeur).

De manière à offrir aux jeunes pins un volume prospectable suffisant, il est conseillé de réaliser un **travail du sol**[9] et que les parcelles soient suffisamment (bien que raisonnablement) drainées afin de **limiter l'hydromorphie**.

9
Voir pour cela le chapitre consacré au travail du sol

6.2.2. DES ARBRES DROITS RESISTENT MIEUX

La rectitude du tronc est un bon indicateur de la stabilité (BOUFFIER 2014, Cahier de la reconstitution, Matériel Végétal de Reboisement).
L'évaluation de tests génétiques du réseau GIS PMF a montré que les familles avec un faible écart à la verticalité présentaient moins de dégâts (*Notation tempête 2009, Test évaluation génétique, GIS PMF).* D'autres essais confirment ce résultat quel que soit l'âge du peuplement :

- Dans un test sur peuplements de 5 ans les arbres les plus droits ont la plus forte profondeur d'enracinement (Danjon et al 1999),
- Dans un peuplement de 20 ans, les arbres les plus droits sont les mieux ancrés (Cucchi et al 2004),
- Dans un peuplement âgé, ce sont les individus présentant une mauvaise rectitude basale qui sont tombés (Danjon et al 2005).

L'utilisation des variétés améliorées est donc conseillée.

6.2.3. PLUS LES ECLAIRCIES SONT PRECOCES MOINS ELLES DESTABILISENT LE PEUPLEMENT

Les éclaircies sensibilisent les peuplements pendant quelques temps. Plus le peuplement est âgé plus il met de temps à se « remettre » de l'éclaircie. En théorie, il serait donc préférable de réaliser ces éclaircies plus tôt dans la vie du peuplement. La sylviculture du Pin maritime telle qu'elle est pratiquée dans le massif des Landes de Gascogne intègre déjà cette précaution puisque la première éclaircie intervient entre 10 et 15 ans. Il semble difficile de les réaliser plus précocement.

6.2.4. PLUS LE PEUPLEMENT EST HAUT, PLUS IL EST FRAGILE

Plus le peuplement est haut, plus il est fragile (*La forêt face aux tempêtes, Birot et Al, 2009*). Il y a également plus de risque de voir intervenir une ou des tempêtes en 70 ans qu'en 30 ans. Il semble donc sage de chercher à diminuer l'âge de la coupe rase.

6.2.5. L'IRREGULARITE DES HAUTEURS FRAGILISE LE PEUPLEMENT

Plus la hauteur des arbres dominants est irrégulière, plus le peuplement est fragile *(CUCCHI et BERT, Wind firmness in Pinus Pinaster, 2002*).

6.2.6. FACE AU VENT, LES SEMIS NE RESISTENT PAS MIEUX QUE LES PLANTATIONS

En dépit des impressions, les études menées après la tempête de 1999 n'ont pas mis en évidence de différence significative de comportement entre semis et plantation en ce qui concerne la résistance au vent *(Sylviculture et Résistance au vent 2002).*

6.2.7. LA RUPTURE D'HOMOGENEITE FAVORISE LES DEGATS

La rupture d'homogénéité des massifs semble avoir un effet sur les risques de dégâts. Dans ce cadre, les coupes rases peuvent être considérées comme une perturbation du couvert bien que les trouées réalisées soient sans commune mesure avec les défrichements agricoles, par exemple. La taille moyenne des coupes se situe entre 5 et 6 hectares (Données issues du suivi annuel des coupes rases par télédétection entre 2000 et 2006, IFN-INRA).

Par ailleurs, ce système d'exploitation correspond bien au caractère d'essence de lumière du Pin maritime y compris en terme de régénération naturelle. Enfin, les coupes abritent une part non négligeable de la biodiversité faunistique du massif landais qui y retrouve des conditions de milieux ouverts (cf. Orientation Régional pour la Gestion de la Faune Sauvage et de ses Habitats 2006).

Il semble que les coupes rases exercent surtout un effet sur les peuplements situés à l'Est. Il est cependant difficile de tenir compte de ce phénomène compte tenu de l'imbrication dans l'espace des propriétés et des différentes classes d'âge notamment. On peut cependant conseiller au sein d'une même propriété de commencer les coupes rases depuis l'Est afin de conserver une protection durant la coupe.

Un parcellaire morcelé favorise les pointes de parcelles et semble augmenter les risques de dégâts. Par ailleurs, en cas de sinistre les parcelles sont d'autant plus difficiles à nettoyer, le bois difficile à vendre que les unités de gestion sont petites.

6.2.8. FERTILISATION ET RESISTANCE AU VENT

Il n'y a pas de relation directe entre fertilisation phosphatée et dégâts au vent. Mais comme la fertilisation a un effet sur la croissance, les jeunes peuplements, plus grands ils sont plus sensibles que des peuplements non fertilisés du même âge.

A contrario, comme le temps d'exposition au vent diminue du fait de la plus forte productivité du peuplement, le risque est globalement réduit sur le long terme.

La fertilisation azotée, non pratiquée actuellement sur le massif, accroît de façon importante la sensibilité au vent.

6. DIVERSIFICATION DES ESSENCES DANS LE MASSIF DES LANDES DE GASCOGNE

Le caractère monospécifique et l'étendue du Massif des Landes de Gascogne représente un handicap sérieux vis à vis des aléas. Si certains risques sont bien maîtrisés, l'incendie en particulier, l'accroissement des aléas climatiques, tempête tout particulièrement mais aussi changements climatiques annoncés (accroissement des risques de sécheresse estivale) et les menaces d'attaques de ravageurs conduisent à s'en préoccuper de façon toujours plus prégnante.
Le rôle de la gestion est, dans ce contexte, primordial pour la protection de la forêt et sa résistance.

7.1. DES CONDITIONS DE STATION PARTICULIERES FAVORABLES AU PIN MARITIME

Malgré un climat océanique favorable à la forêt, les conditions édaphiques des Landes de Gascogne naturellement très ingrates limitent très fortement le choix des essences :

- les sols sableux landais sont très acides, pauvres en éléments minéraux et la matière organique y joue un rôle essentiel comme support de la fertilité et de la réserve hydrique du sol. La pauvreté des sols est aggravée par la sécheresse estivale et une hydromorphie hivernale plus ou moins accusées.

- l'évolution des sols est fortement dépendante de la nappe phréatique souvent proche de la surface et la mise en valeur forestière de vastes surfaces très plates au réseau hydrographique peu ramifié a nécessité la création d'un important réseau d'assainissement.

Quelle que soit l'extension prise au XIX^{e} siècle par la culture du Pin maritime, il faut savoir que cette essence est spontanée dans le Sud-ouest et couvrait dès les temps historiques d'importantes surfaces. Cette essence très frugale est la mieux adaptée à la région tant du point de vue écologique qu'économique (Lallemand en 1948).

D'autres essences ont été testées dès le XIX^{e} siècle, mais peu d'essences peuvent supporter les sols landais très secs en été, engorgés en hiver avec des risques de froid dont les conséquences peuvent être désastreuses même pour le Pin maritime dans le cas d'utilisation de provenances inadaptées (dégâts du gel de 1985 dans les peuplements de provenance portugaise).

Les essais d'introduction d'autres essences sont déjà anciens et nombreux :

- début du XIX^{e} siècle pour les plus anciennes introductions, parc de Geneste dans le Médoc, forêt domaniale de l'Hermitage,...

- vers 1920 arboretum installé par l'Administration des Eaux et Forêts sur la dune domaniale de Mimizan,

- depuis le début des années 1950 jusqu'à nos jours de très nombreux essais ont été mis en place de manière systématique sur les différents milieux des Landes de Gascogne pour mettre en évidence des espèces de reboisement capables de rivaliser avec le pin maritime sur la plan de la production ou de le compléter par des productions complémentaires (bois précieux ou production de biomasse à courte rotation). Ces essais, essentiellement des plantations comparatives d'espèces, ont été initiés par la station de Recherches Forestières de Bordeaux et ils ont été complétés jusqu'à nos jours par tous les organismes de recherche et développement régionaux (INRA, AFOCEL-FCBA, CPFA, CRPF, Coopératives, ONF).

- dans le cadre du changement climatique, la question de l'adaptation de la forêt d'Aquitaine au changement climatique se pose. Deux projets majeurs abordent se sujet : Climaq [10]coordonnées par le CRPF soutenu par la Région Aquitaine et l'UE, Reinfforce coordonnées par IEFC/EFI ATLANTIC et soutenu par l'UE. Au sein de ces deux projets, une tâche centrale concerne l'installation de nouveaux arboretum d'élimination qui permettront d'évaluer une quarantaine d'espèces indigènes et exotiques.

En attentant les résultats de ces nouveaux essais, les connaissances actuelles ont bien fait ressortir qu'il est peu réaliste de compter sur une importante diversification avec des essences susceptibles de constituer des gisements économiquement intéressants.

Le Pin maritime traité de façon très majoritaire en futaie régulière s'est révélé la seule essence capable de bien valoriser économiquement ce milieu. C'est aussi une essence autochtone, présente depuis plus de 10 000 ans dans les Landes.

10
Climaq 2009-2013, REINFFORCE 2009-2013

7.2. VERS DE NOUVELLES VARIETES DE PIN MARITIME ?

En définitive dans un objectif de production, le pin maritime restera prédominant mais avec l'utilisation de nouvelles variétés mises au point par le GIS Pin maritime du futur il est possible de proposer une diversification des itinéraires :

- meilleure rectitude des nouvelles générations pour la production de bois d'œuvre (développement de l'amélioration du Pin maritime landais mais aussi développement de la variété Landes x Corse)

- spécialisation avec une variété vigueur pour les productions à courte révolution

- adaptation au changement climatique avec la recherche de variétés croisées Landes x Corse, Landes x Maroc

7.3. PEU DE RESINEUX SUPPORTENT LA COMPARAISON AVEC LE PIN MARITIME

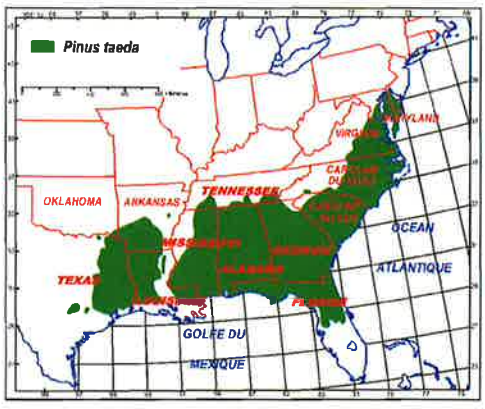
Parmi les pins indigènes, le **Pin pignon**, présent à l'état isolé dans les airials, donne un bois de faible qualité, le **Pin sylvestre** frugal mais de croissance très lente ne présente pas d'avantage par rapport au maritime. Seul le **Pin laricio** peut sur certaines stations donner des résultats satisfaisants mais sa croissance initiale très lente le déclasse nettement par rapport au Pin maritime ou au Pin taeda, de plus il est très menacé par d'importants problèmes sanitaires (maladie des bandes rouges et Sphaeropsis sapinea).

- **Le pin taeda**

- Le matériel végétal

Le Pin taeda est un résineux américain de la famille Yellow pine, introduit dans le Sud-ouest de la France à la fin du XX^{ème} siècle.

Il est originaire du quart Nord-est des États-Unis, où il couvre des terrains très variés tant au niveau stationnel que climatique.
Les climats du Delaware, de la Virginie et du Maryland sont ceux qui se rapprochent le plus du climat du sud-ouest de la France (Chaperon 1990). Jusqu'en 2007, les graines utilisées en France provenaient de ces régions sous l'appellation DELMARVA. Aujourd'hui, des vergers sont plantés grâce à la collecte de cônes sur les peuplements classés du massif aquitain.



Carte 1 : Critchfield, Little, 1966

- Physiologie et exigences stationnelles

Une enquête sur toute l'Aquitaine, sur des peuplements installés âgés d'au moins 8 ans, a été réalisée entre 2000 et 2004 (CRPF d'Aquitaine).
Celle-ci permet de dégager certains critères discriminants :

Une bonne résistance au vent
Lors des 2 ouragans de 1999 et de 2009, les peuplements de Pin taeda de plus de 10 ans ont montré une très bonne résistance aux vents violents.
Dans son aire d'origine, soumise régulièrement à des tempêtes ou cyclones tropicaux, Le Pin taeda semble avoir développé certaines caractéristiques favorables à la résistance au vent :

- Des aiguilles regroupées par 3 fines et souples
- Un système racinaire très puissant avec de nombreux pivots
- Une grande souplesse du bois.

Une sensibilité au stress hydrique
Le Pin taeda est exigeant sur une alimentation en eau régulière. Les suivis de croissance sur différents peuplements nous ont montré que les terrains présentant des réserves en eau épuisées en début d'été avaient des pertes d'accroissement.
A contrario, les peuplements positionnés sur des terrains avec une nappe exploitable toute l'année ont des croissances exceptionnelles.

De forts besoins nutritionnels
Dans le même temps, il a été noté que la richesse minérale jouait un rôle important dans la croissance. Les besoins du Pin taeda sont supérieurs à ceux du Pin Maritime.

Une capacité à résister à la concurrence
Les tests comparatifs de conduite entre le Pin maritime et le Pin taeda (Réseau CRPF d'Aquitaine) montrent que celui-ci supporte mieux la concurrence au sein du peuplement.

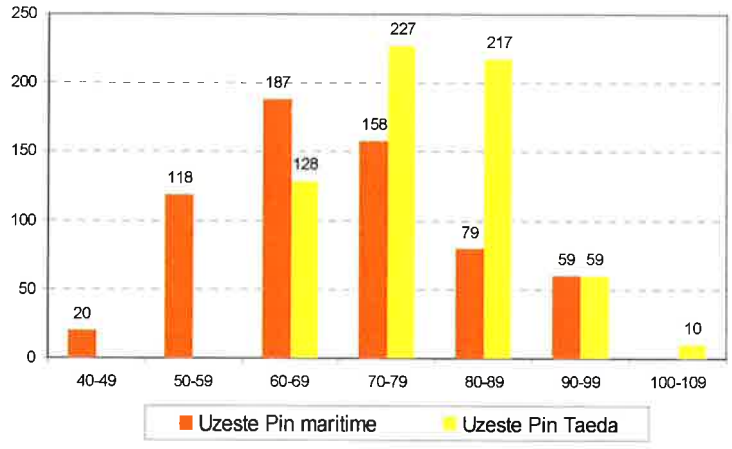


Figure : Comparaison de la répartition par classe de circonférence d'un peuplement de Pin taeda et de Pin maritime, Réseau CRPF d'Aquitaine, Parcelle d'UZESTE, 18 ans, 2 éclaircies, 620 tiges/ha

Les peuplements de Pin taeda semblent plus homogènes (la répartition des tiges semblent plus ramassée) et l'accroissement en circonférence est supérieur à celui du Pin maritime (3 cm sur le pin maritime, jusqu'à 7 cm sur le Pin taeda).

- Les problèmes phytosanitaires

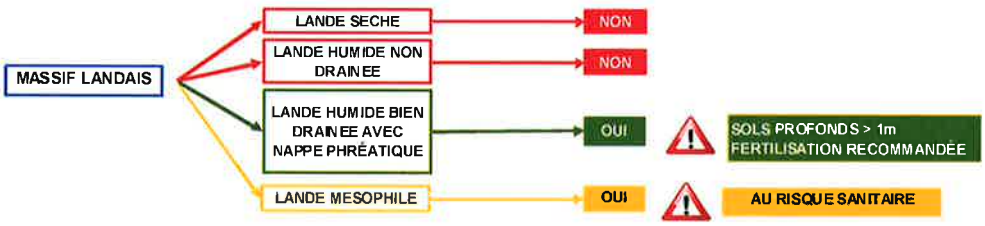
Une forte sensibilité aux attaques de scolytes :
Lors des deux dernières périodes de forte pullulation de scolytes sur le massif (2001 et 2010) une grande partie des peuplements de Pin taeda a été ravagée alors qu'elle avait résisté dans les zones les plus sinistrées par les vents.
Le Pin taeda est plus sensible aux scolytes que le pin maritime, d'autant plus qu'il est installé sur des stations à fort stress hydrique. Les peuplements sur station avec une bonne alimentation hydrique (nappe phréatique présente) ont résisté ou présenté peu de dégâts.

La chenille processionnaire
On constate des défoliations plus sévères sur Pin taeda que sur Pin maritime.

Le fomès
On a trouvé, sur des souches d'éclaircie, la présence de carpophores de fomès. Toutefois, dans les cas étudiés, celui-ci n'a pas provoqué de ronds de mortalité sur les tiges voisines.

Le nématode
La bibliographie identifie le Pin taeda comme un porteur sain de nématode.

Où planter du Pin taeda dans le massif landais ?



A privilégier :

La lande humide assainie sans alios sur laquelle la nappe phréatique se situe entre - 60 cm et -200 cm en fonction de la saison.

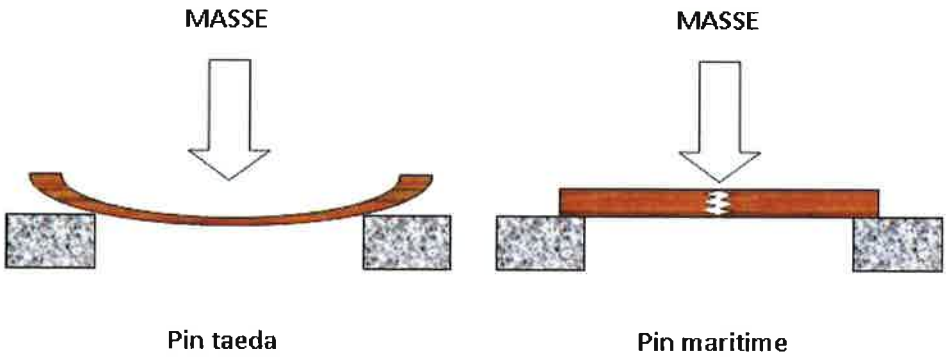
Sur les meilleures stations, on a observé des productions moyennes dans les 20 premières années de 30 m^3/ha/an voir plus.
Toutes les stations intermédiaires peuvent porter du Pin taeda. Toutefois, les productions seront plus faibles que pour l'optimum et le risque de perte du peuplement par les scolytes devient important.

- La qualité du bois

Des tests ont été effectués par le CTBA (FCBA, 2005) pour comparer les qualités du Pin taeda et du Pin maritime.

Une très bonne résistance et une grande souplesse

Il ressort de ces tests que le Pin taeda présente une très bonne résistance à la charge mais pour autant est très souple.



Test de résistance à la charge, Schéma CRPF Aquitaine

Ce test fait à partir d'échantillon de même section, a montré que le Pin maritime rompait avant le Pin taeda et que ce dernier avait donc une rigidité trop faible pour un usage sciage type charpente.

La branchaison et les nœuds

Le Pin taeda fait plusieurs pousses par an et, de ce fait, ne présente pas de couronnes de branches bien marquées ou régulièrement réparties sur le tronc.

Les branches mortes génèrent des nœuds soit noirs non adhérents soit pourris. L'élagage permet de limiter cet inconvénient mais ne semble pas se justifier financièrement à ce jour.

Compte tenu de ces deux caractéristiques, les utilisations du bois de Pin taeda sont limitées à la **palette**, aux **ossatures bois légères** et au **bois de trituration à usage papetier ou pour la fabrication de panneau.**



- La sylviculture

Tous les dispositifs étudiés (Réseau CRPF d'Aquitaine 2000-2010) ont été installés par plantation, sur labour, fertilisé ou non, à densité comprise entre 1 200 et 1 300 t/ha et souvent conduits comme du Pin maritime.

La plupart des peuplements ont eu une première éclaircie entre 12 et 14 ans. Les essais comparatifs Pin taeda/Pin maritime (Réseau CRPF d'Aquitaine) ont été installés en même temps et selon les mêmes modalités.

Le Pin taeda générant du bois à des fins de petits sciages et de trituration, l'intérêt de produire des bois de volume unitaire important (+1 m^3) ne se justifie pas économiquement.

En conséquence, on privilégiera une production d'un volume important à l'hectare constitué de tiges de volume unitaire moyen de 0,5 à 0,6 m^3/ha/an.

On préconise un minimum d'interventions, avec deux options :

Une coupe rase entre 20 et 25 ans sans éclaircie :

Le peuplement sera mené sans éclaircie avec une densité initiale de maximum de 1250 t/ha. L'objectif étant de produire environ 500 m3/ha entre 20 et 25 ans.

Une coupe rase à 25 ans avec une éclaircie vers 15 ans :

Le peuplement sera installé à une densité de 1250 t/ha. On procède à une éclaircie autour de 15 ans qui n'aura pour but que de générer un revenu intermédiaire. Il est nécessaire de ne pas avoir une intensité d'éclaircie trop forte qui provoquerait une baisse de volume au moment de la coupe rase. Il conviendrait de rester autour de 800 t/ha après éclaircie. La coupe rase interviendra autour de 25 ans.

Sur les peuplements de Pin taeda suivis par le CRPF d'Aquitaine entre 15 ans et 25 ans, des tests d'intensité (pas d'éclaircie, 20% et 33% de prélèvement en surface terrière) ont été mis en place (Réseau CRPF d'Aquitaine).

Le Pin taeda a donné des résultats satisfaisants, qui supportent la comparaison avec le Pin maritime, sur les meilleures stations bien drainées et bien alimentées en eau. Il peut même surpasser le Pin maritime en production (bois d'œuvre en moins de 30 ans). Cette essence se révèle moins sensible au vent et elle a connu une extension très significative dans le massif après la tempête de 1999. La provenance actuellement utilisée doit être réservée aux meilleures stations sous peine d'échec. Il est donc impératif de faire réaliser un sondage du sol pour valider l'adéquation entre la station et le Pin taeda. Il convient également de rester prudent lors de son introduction compte tenu de sa sensibilité aux attaques de scolytes.

On peut signaler marginalement d'autres résineux : en péri-landais, **le Cèdre de l'Atlas** ou le **Sequoia sempervirens** et accessoirement le **Sapin de Céphalonie** localement envahissant ou le **cyprès chauve** inféodé aux zones marécageuses.

7.4. PLACE DES FEUILLUS

Les feuillus en général peu productifs sont minoritaires en surface mais finalement très présents dans le massif landais, souvent en mélange avec le Pin maritime.

Ces feuillus jouent un rôle important de diversification mais aussi un rôle dans la protection de la forêt de production de Pin maritime contre les ravageurs et les maladies. Attention cependant, le bouleau est sensible au fomès et le tremble est vecteur de la rouille courbeuse.

7.4.1 LES FEUILLUS D'ACCOMPAGNEMENT

En ce qui concerne les feuillus indigènes :

- Le **chêne pédonculé** est omniprésent (voir la carte de répartition de l'IFN). Il peut prospérer dès que le sol est sain et peut constituer de petites forêts pures notamment autour des villages, mais sur les sols pauvres des landes il pousse lentement et il est gélif. Cette essence est surtout intéressante comme taillis de sous étage ou pour constituer des îlots de biodiversité feuillus.

- Le **chêne tauzin** joue un rôle similaire mais ne supporte pas les sols engorgés et occupe une place plus restreinte, son bois dur et noueux ne peut guère être utilisé que pour le chauffage.

- Le **chêne vert** est spontané sur la zone côtière en Gironde. Dans la lande, il ne supporte pas le froid et l'excès d'humidité en hiver. Son bois dur est excellent pour le chauffage.

- Le **chêne liège** essentiellement sur le littoral dans les Landes mais aussi dans la région de Nérac en Lot et Garonne est adapté à des landes assez riches et bien drainées et outre du bois de chauffage peut produire du liège.

- L'**aulne glutineux** dans les zones de marécage et en bordure des cours d'eau peut se révéler économiquement intéressant mais il pose des difficultés d'exploitation et il est actuellement très touché par la maladie de l'encre.

- Le **saule** en zone marécageuse, zones humides et en bordure des cours d'eau présente peu d'intérêt économique.

- Le **bouleau** et le **tremble** sont très présents dans les landes très humides.

- Le **châtaignier** n'est finalement présent que sur les stations les plus riches.

- Les fruitiers sauvages (**cormier, pommier, poirier**) sont très disséminés et se rencontrent surtout sur les landes les plus riches.

Parmi les introductions d'autres feuillus on peut cependant s'intéresser :

- aux chênes américains sur landes assainies, **chêne rouge d'Amérique** mais aussi **chêne des marais** qui craint d'ailleurs les sols marécageux et supporte les sables secs.

- d'autres essences sont à réserver à des stations les plus riches, **liquidambar**, **platane**. Il faut faire attention à l'introduction de certaines essences potentiellement colonisatrices comme le **cerisier tardif** (Prunus serotina) qui a surtout conduit à l'installation de cultures à gibier.

7.4.2. LES FEUILLUS DE PRODUCTION

- **Le Robinier Faux Acacia**

Le robinier peut donner de très beaux taillis très productifs sur les marges du massif mais les introductions sur les sols du plateau landais se sont révélées infructueuses (voir le point 7.3).

Le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia* L.) est la première essence forestière importée du continent américain (Appalaches) en Europe. Implanté en France depuis plus de 4 siècles, il a fait la preuve de sa bonne adaptation à nos sols et à nos climats.
Bien que très fréquent en plaine où il est très lié à l'espace rural, il ne représente que 1% de la surface forestière française (130 000 ha IFN 1999). Le plus souvent disséminés en petites taches, les boisements sont plus étendus dans les régions d'élevage ou de viticulture, très utilisatrices de piquets, comme en Rhône Alpes, Bourgogne et Aquitaine, ces 3 régions dépassant chacune les 15 000 hectares.

- Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé actuellement pour la création de nouveaux boisements (par plantation ou semis) provient de peuplements classés en Hongrie ou Roumanie. Malgré l'existence en France de peuplements de très bonne qualité, il n'y a pas pour le moment de procédure de classement ni d'organisation de la récolte de graines.

- Les exigences stationnelles

Le robinier pousse sous des climats variés, continental froid ou doux, océanique, subtropical, méditerranéen avec des précipitations annuelles variant de 1500 mm au Pakistan à 500 mm en Hongrie (voire 200 mm dans certaines régions chinoises). On le trouve sur des substrats variés, sables, graves, limons, argiles et sur une large gamme de pH (4,5 à 8).
Les deux facteurs prépondérants sont l'aération du sol (pour le fonctionnement des nodosités) et une bonne alimentation en eau. Cela conduit à exclure les sols lourds, compacts, ou engorgés (hydromorphie proche de la surface) et à rechercher les sols profonds (> 80 cm), légers, filtrants, avec une circulation d'eau en profondeur (nappe entre 1 et 4 m ou apports latéraux).

Même si le robinier est capable de s'installer sur des sols pauvres, la productivité ne sera présente que sur des terrains suffisamment riches : la croissance sera bien supérieure sur les limons sableux de vallée de Garonne que sur les sables carencés en éléments minéraux des podzols landais !

Au cœur même du Massif, les zones favorables vont donc être réduites : il faut exclure les landes à molinie mal drainées, les landes à alios superficiel, les landes sèches où après une phase d'installation réussie (absence de concurrence herbacée) la croissance va très vite s'arrêter en raison d'une alimentation hydrique insuffisante, ainsi que toutes les zones présentant une faible dynamique des feuillus.

- Intérêts et limites de l'utilisation du robinier

Depuis quelques années, le robinier suscite un regain d'intérêt car il paraît répondre à l'émergence de nouvelles préoccupations :

C'est le seul arbre en Europe à être admis comme le teck en classe 4 de la norme NF EN 335 qui définit les qualités requises pour les bois soumis aux intempéries. C'est donc un substitut naturel aux bois exotiques ou bois traités notamment dans tous les aménagements extérieurs.
Sa forte croissance juvénile, la densité élevée de son bois, son taux d'humidité relativement faible, et son aptitude à se régénérer par rejets et drageons en font un bon candidat ligneux pour les cultures de biomasse à vocation énergétique. D'autre part, sa capacité à fixer l'azote atmosphérique grâce aux bactéries présentes dans les nodosités situées sur ses racines, évite le recours à la fertilisation azotée nécessaire à la durabilité des systèmes de taillis à très courte rotation.
Il est présenté comme tolérant au stress hydrique, résistant aux fortes et faibles températures et offre ainsi, une possible alternative, dans le cadre du changement climatique (par exemple en remplacement du peuplier dans les stations les plus séchantes).

En dehors de son aire d'origine, le robinier ne présente pas pour le moment de problèmes sanitaires importants mais la surveillance doit être maintenue.
Le robinier est assez fragile au vent (casse au niveau des fourches et des rejets de souche) : ce fut d'ailleurs l'essence la plus touchée en Gironde, après le pin maritime à la suite de la tempête Martin.

- Utilisations et Sylviculture

Les utilisations du robinier sont donc nombreuses : de l'énergie (bois de chauffage ou biomasse) au bois d'œuvre de qualité (parquets, lames de terrasse, aménagements extérieurs) en passant par les piquets (marché prépondérant actuellement) et la production d'un miel de très grande qualité.
C'est un bois dur à croissance rapide (10 à 14 m3 /ha/an dans les meilleures conditions) avec de faibles durées de rotation : 5 ans pour la biomasse, 25 ans pour le piquet, 35 à 40 ans pour des grumes de bois d'œuvre.
La 1ère installation se fait par semis ou plus généralement par plantation après travail du sol. Les densités varient de 1250 pour (piquet et bois d'œuvre) à environ 5000 tiges par hectare (biomasse). La régénération végétative après coupe rase (rejets et drageons)

accentue encore la rentabilité : à partir d'un seul investissement au moment de la création du boisement, 4 à 5 récoltes sont possibles.
Son caractère pionnier et sa capacité de multiplication végétative expliquent sa dynamique sur des terrains ouverts ; son intolérance à l'ombre à tous les stades de sa vie se traduit par une forte auto-éclaircie liée à la concurrence et l'absence de régénération sous couvert.
Le robinier est extrêmement sensible à la concurrence herbacée dans les phases d'installation ce qui explique de fréquents échecs en plantation ou semis lorsque les graminées ne sont pas maîtrisées.

Il présente de nombreuses fourches à faible densité (moins de 5000 tiges/ha) et des opérations d'amélioration de la forme (taille ou recépage) sont nécessaires pour obtenir un boisement de bonne qualité en 1ère génération. Dès la seconde génération, la vigueur des rejets associée à l'augmentation de la densité permet d'éviter ces interventions.

- Programme en cours

Afin de valoriser au mieux les ressources génétiques locales, une collection d'arbres remarquables a été récemment initiée, pouvant conduire à terme à la création d'un premier verger à graines de clones sélectionnés en France. Par ailleurs, des dispositifs expérimentaux sont mis en place via le réseau national robinier du CNPF pour améliorer les techniques d'implantation et optimiser les itinéraires d'éclaircies.

En conclusion, le robinier possède de nombreux atouts pour les sylviculteurs et il semble souhaitable d'améliorer et d'augmenter la ressource. Mais il est important de ne pas l'installer n'importe où, notamment au cœur du Massif, pour éviter les échecs de plantation ou la création de peuplements de qualité et croissance insuffisantes. Son utilisation dans le cadre de la reconstitution sera donc limitée par le manque de stations favorables à une production soutenue.

- **L'Eucalyptus**

L'Eucalyptus est un arbre originaire d'Australie, où il compose plus de 90% des forêts naturelles, mais aussi de Tasmanie et des îles indonésiennes. Les Eucalyptus, près de 700 espèces au total, possèdent des capacités de survie et de croissance exceptionnelles, capacités qu'ils doivent aux conditions extrêmes de leur milieu naturel (sécheresse et feux). La plupart des espèces rejettent de souche après coupe, ce qui permet de les conduire en taillis sur plusieurs rotations notamment en TCR, taillis courte rotation, voire TTCR, taillis à très courte rotation. Appréciés aussi pour la qualité de leur bois, ils ont été largement introduits sur tous les continents et aucun arbre feuillu n'a été aussi largement propagé dans le monde.

Dans le monde entier, les eucalyptus présentent un intérêt croissant pour la production renouvelable de biomasse ligneuse. Ces plantations sont majoritairement à vocation papetière. Si les espèces les plus productives sont réservées aux pays de l'hémisphère sud, les espèces les plus « montagnardes » sont capables de s'acclimater avec succès

dans le sud de la France. En près de 40 ans de recherche, l'AFOCEL, devenue aujourd'hui FCBA, a sélectionné les espèces et les variétés les plus tolérantes au gel et les plus productives. Ces espèces à haut rendement sont peu exigeantes et donnent de bons résultats dans des conditions stationnelles souvent peu favorables.

Dans le contexte aquitain, suite aux tempêtes de 1999 et 2009 et aux prévisions de risques liés aux effets du réchauffement climatique, de nombreux propriétaires s'interrogent sur la possibilité de tester de nouvelles espèces afin de diminuer les risques induits par une sylviculture mono spécifique de pin maritime. L'Eucalyptus est une des rares essences de production susceptible de s'adapter aux conditions stationnelles du massif landais.

En outre, le déficit prévisible en ressource de pin maritime en Aquitaine suite aux tempêtes de 1999 et surtout 2009 suscite de la part des industriels une inquiétude à court terme vis-à-vis de leur approvisionnement.

Compte tenu de son exceptionnelle capacité d'adaptation et de sa forte croissance juvénile, la possibilité de développement de l'eucalyptus constitue une voie qui mérite d'être explorée.

- Le matériel végétal disponible en Aquitaine

Le matériel végétal disponible actuellement pour les reboisements en eucalyptus est constitué par deux clones gundal (hybride E. gunnii x E. dalrympleana) : clone 208 (sélectionné en 1982) et clone 645 (sélectionné en 1985). Ces deux clones se caractérisent par un bon niveau de croissance mais leur sensibilité au froid (en première et deuxième année) ne leur permet pas d'être utilisés dans les zones les plus froides du massif landais.



- Zonage climatique favorable à l'installation de l'Eucalyptus

La définition des zones favorables à la plantation de l'Eucalyptus en Aquitaine doit prendre en compte l'aspect climatique (probabilité des retours de froids).

Une cartographie des zones avec différentes probabilités de retour de froids a été réalisée :
Toutes les communes en vert sont conformes à l'hypothèse retenue

- Réglementation

D'un point de vue réglementaire, les clones 208 et 645, ces 2 clones sont homologués provisoirement par le CTPS et inscrits au registre officiel des MFR depuis le mois de novembre 2012 et soumis à la réglementation selon l'arrêté du 24 octobre 2003 modifié relatif à la commercialisation des matériels forestiers de reproduction. La sélection variétale de nouveaux clones ayant au moins la même croissance que les clones 208 et 645 et des résistances au froid supérieures reste possible par FCBA puisque le matériel végétal candidat existe et qu'un projet de sélection est en cours de montage.

- Types de plants

Le clone est le type de matériel végétal actuellement utilisé. Les plants sont produits par bouturage horticole en conteneurs en pépinières. Il faut en moyenne 4 mois pour produire un plant bien ramifié et lignifié, d'une hauteur comprise entre 20 à 40 cm. L'utilisation de clones permet de constituer des boisements homogènes dont les caractéristiques sont prévisibles : niveau connu de tolérance au gel, morphologie, productivité, qualités papetières ou énergétiques.
Le prix du plant reste élevé et se situe à près d'un euro l'unité mais les peuplements installés sont conduits sur plusieurs rotations.

- Les exigences stationnelles

L'Eucalyptus est l'une des espèces forestières à croissance rapide les moins exigeantes vis-à-vis du milieu. La fertilité du sol influe peu sur la croissance. Il faut cependant éviter les sols asphyxiants. La disponibilité en eau est un facteur important mais non-limitant car la plante peut réguler sa consommation.

Deux facteurs sont à considérer en particulier :

- la sensibilité au froid : les clones hybrides développés par FCBA résistent à des températures hivernales de l'ordre de - 12°C, mais peuvent présenter une sensibilité au froid précoce lorsque le niveau d'endurcissement n'est pas suffisant ou si l'amplitude thermique est très forte. Dans les zones où le risque gel est important, il faudrait privilégier l'espèce E. gunnii plus tolérante. Il faut noter que la résistance au froid et la capacité à rejeter augmentent avec l'âge.

- la sensibilité aux sols carbonatés : les espèces développées sont faiblement tolérantes aux pH > à 7 ou aux taux de calcaire actif > 4

- Sensibilité aux maladies

Aucun dégât de ravageur primaire rapporté à ce jour en France.

- Sylviculture : TCR

En France, actuellement, cette espèce est menée en TCR, taillis à courtes rotations à vocation papetière et à ce jour les TTCR conduits avec des rotations de 2 à 4 ans ne sont pas encore suffisamment bien maîtrisés pour envisager leur développement.

- Installation (TCR)

Les opérations de l'itinéraire technique se concentrent sur les 3 premières années. Ensuite, il n'y a plus d'intervention sur le taillis entre les coupes, de 3 à 4 rotations. Il convient de soigner la préparation du sol avec destruction de la végétation, labour profond suivi d'une façon superficielle et fertilisation.
Les boisements sont réalisés à la densité de 1000 (4m x 2,5m) à 1500 tiges/ha avec des plants produits en 2 à 4 mois de 15 à 40 cm de hauteur.
Même si l'automne est la saison la plus favorable pour assurer la reprise des plantations, il est préférable de privilégier les plantations de printemps pour s'affranchir du risque de gel auquel les jeunes plants sont particulièrement sensibles.
Un entretien annuel est à prévoir durant les 3 premières années.

- Exploitation en TCR entre 10 et 12 ans :

L'exploitation doit être réalisé en fin d'hiver/début de printemps pour favoriser un développement optimal des rejets sans les exposer trop tôt à un risque de gel, février à mai. Les troncs sont ébranchés, écorcés et coupés en billons de 2 m par une abatteuse forestière.

- Rotations suivantes :

3 à 4 rotations sans nécessité de dépressage pour une production biomasse
Mortalité des souches entre deux rotations : 5 à 10%
Capacité de rejet : excellente, avec individualisation rapide de 2 à 3 brins d'avenir par souche.

- Productivité :

FCBA signale que 20 à 25 m3/ha/an sont attendus sur 10 ans, soit 200 à 250 tonnes brutes sur écorce par ha à la première coupe, et jusqu'à 300 tonnes brutes par ha à la seconde coupe sans dépressage. L'accroissement courant en fin de rotation peut atteindre 35 m3/ha/an. Chiffres sans doute un peu surestimés dans les conditions du massif landais, validation en cours sur essais CLIMAQ et FCBA.

- Impact environnementaux

Cette essence est souvent mentionnée pour ses effets allélopathiques. Le CIRAD signale qu'ils sont d'autant plus accentués que la pluviométrie est faible, très marqués pour 400mm mais quasi inexistants avec 1200mm, et finalement ils ne sont pas avérés dans le contexte français.

D'après le FCBA, cette essence est signalée à tort comme invasive dans le contexte français alors qu'il n'y pas de cas de friches colonisées à proximité des plantations, les quelques rares semis disparaissent rapidement avec le froid et l'espèce ne drageonne pas de toute façon.

Cette essence induit essentiellement des changements au niveau hydrologique avec une efficience d'utilisation de l'eau plus élevée que le pin. Elle résiste aussi à des sécheresses extrêmes grâce à une capacité de régulation très forte. En conséquence le sol des plantations d'eucalyptus apparaît plus sec que celui des parcelles voisines en raison d'une meilleure utilisation de l'eau disponible et cette sécheresse est accentuée par le développement d'une couche hydrophobe en surface. En conséquence l'eucalyptus est responsable d'une compétition accrue avec les autres espèces qui ont des difficultés à s'installer sous son couvert.

Concernant les exportations minérales, les résultats du FCBA confirment que les cycles les plus courts conduisent à des exportations minérales annualisées plus importantes. Une adaptation des itinéraires techniques est certainement nécessaire. Dans ce cas, une fertilisation de compensation peut être envisagée. L'écorçage, s'il peut être réalisé à la récolte est à privilégier et la récolte du feuillage ne devrait pas être réalisée pour éviter des exportations minérales trop importantes.

Les travaux conduits par le FCBA mettent aussi en évidence une diminution de la matière organique sous eucalyptus mais une stabilisation de la biomasse microbienne et une augmentation significative de la minéralisation du carbone et de l'azote.

Au niveau de la sensibilité au feu, cette essence se situe au niveau du pin maritime. Il faut noter la capacité exceptionnelle de cette essence à se régénérer après incendie en émettant des rejets de souches après incendie (Capacité lié en particulier à la présence d'un organe souterrain protecteur, ligotuber, qui a la faculté de produire des rejets si les parties ariennes de la plante sont détruites)

- Programmes

Les premières études sur l'Eucalyptus ont débuté en 1954 sous l'égide du CNRF. Arrêtées suite aux grands froids de 1956 et 1963 elle ont été reprises en 1972 avec de nouvelles espèces plus résistantes. l'AFOCEL a repris les essais d'introduction d'espèces dans le but de créer une ressource ligneuse destinées à l'approvisionnement de l'usine papetière de Saint-Gaudens. Le développement de cette essence a démarré dans le Sud Ouest de la France en 1983 mais il a été brutalement interrompu par le gel de 1985. Par la suite les efforts de recherche ont porté sur la résistance au froid et un programme de développement a été mis en œuvre dans le Sud ouest en 1996 avec des aides de la région Midi Pyrénées.



Dans le cadre du plan climat de la Région aquitaine, le programme CLIMAQ, piloté par le CRPF d'Aquitaine (2008-2012), a permis de poursuivre les efforts de sélection et l'évaluation des clones résistant au froid et d'aboutir à l'homologation des clones gundal 645 et 208.

Le projet EUCAQ du FCBA 52013-2015 est en voie d'achèvement, il qui permet de poursuivre les actions entamées dans CLIMAQ comprend aussi des actions de recherche destinées à améliorer les taux d'enracinement et le statut nutritif des plants.

Un programme de pré-développement de l'Eucalyptus en Aquitaine est en cours d'élaboration et pourrait débuté dès la fin de l'année 2015.
Les parcelles susceptibles d'entrer dans le cadre de ce pré développement (inclues dans le zonage présenté plus avant) devront répondre à différentes conditions :

- expertise FCBA sur les contraintes climatique et pédologique, et sur l'itinéraire technique (fertilisation, entretien…), pour minimiser les risques inhérents à la culture de cette espèce ;
- le matériel végétal utilisé sera constitué par le ou les clone(s) gundal 208 et 645 ;
- le projet de reboisement doit être accompagné d'un contrat avec un opérateur industriel ;
- toutes les parcelles retenues seront référencées (base gérée par FCBA), suivies et feront l'objet d'un bilan 3 ans après plantation ;
- la surface minimale de la parcelle devra être d'au moins 4 ha, et au plus de 20 ha par propriété.

L'animation du projet (sélection des reboisements pour chaque campagne, référencement, analyse des résultats) sera réalisée par un comité de pilotage réunissant : AFB - CRPF - CPFA - SYSSO - DRAAF - FCBA – FIBA - et contractants industriels.

Il convient certainement de compléter les connaissances sur cette essence dans le contexte aquitain au niveau de ses impacts sur le milieu pour adapter au mieux les itinéraires techniques choisis en fonction d'un objectif biomasse, bois énergie, trituration voire possibilité bois d'œuvre.

En raison de sa forte croissance juvénile et de ses remarquables capacité d'adaptation, l'**Eucalyptus** constitue une voie de diversification appréciable dans un massif mono-spécifique. Dans le contexte de la reconstitution d'une ressource en pin maritime qui a été fragilisée par les tempêtes et de changement climatique, cette nouvelle essence peut également contribuer de façon significative au stockage du carbone et à la diminution d'émission de gaz carbonique par substitution. Pour une utilisation industrielle, il est nécessaire de constituer un gisement suffisant qui nécessitera d'accompagner le développement de cette essence. Les connaissances actuelles permettent certainement de démarrer un programme de pré-développement sur des surfaces significatives. Il convient cependant de rester prudent compte tenu de la sensibilité au froid et du manque de recul sur la production attendue sur les sols très ingrats des Landes de Gascogne que seul le pin maritime parvient à valoriser correctement.

Aussi, aujourd'hui, les essences de production utilisables en diversification sont le **Pin taeda, l'Eucalyptus,** le **Robinier Faux acacia** sur les marges du Massif.

La conservation ou l'introduction de feuillus non productifs déjà prise en compte par nombre de sylviculteurs doit être recommandée en accompagnement des reboisements (utilisation plus systématique de la mesure biodiversité prévue dans les aides à la reconstitution). Cette présence de feuillus en bordure ou en sous-étage n'améliore pas la résistance au vent mais contribue à une meilleure résistance aux ravageurs et aux maladies.

La valeur des feuillus comme bois de chauffage mais aussi dans un contexte de prise en considération de cultures d'aménités facilitera certainement leur gestion dans les espaces interstitiels du massif de production.

7. PROPOSITIONS DE GESTION DES ESPACES INTERSTITIELS

Au sein d'un massif de production d'une grande homogénéité, la présence de formations forestières feuillues ou mixtes et de milieux naturels particuliers est d'une grande importance au niveau de la biodiversité faunistique et floristique, de la protection même de ce massif et enfin de la contribution à la diversité du paysage, critères cependant très subjectif.

La gestion de ces milieux n'est pas toujours incompatible avec des objectifs de production (bois de chauffage dans les zones feuillues) et l'entretien de ces espaces ne nécessite pas de réaliser obligatoirement des travaux mais des suivis peuvent être très utiles pour diagnostiquer s'il faut intervenir (par exemple pour éviter la fermeture du milieu ou régénérer un peuplement dépérissant).

La clause biodiversité[11] des aides à la reconstitution ou des aides aux investissements en forêt de production correspond à cette prise en compte d'aménités dans les choix de gestion. En outre les engagements pris dans le cadre de la certification PEFC par rapport au respect de l'environnement, en particulier la préservation des lisières feuillues, vont dans ce sens.
En définitive, la gestion des aménités est assurée très efficacement par la gestion très patrimoniale des sylviculteurs.

8.1. CONSERVATION ET VALORISATION DES FEUILLUS

La présence des feuillus est un complément utile de la sylviculture du Pin maritime par leurs avantages concernant :

- un rôle très important sur la biodiversité en favorisant la diversité des milieux et des espèces qui contribuent au bon fonctionnement de l'écosystème forestier,

- leur rôle phytosanitaire de protection de la forêt de production : îlots et lisières réduisent le développement des scolytes, hylobes, pyrales et chenille processionnaire en abritant des parasites et des oiseaux qui régulent les populations des principaux ravageurs du Pin maritime, en constituant des barrières qui limitent l'installation des ravageurs (chenilles processionnaire en particulier) et la progression des maladies par contact racinaire (fomès, armillaire – à l'exception du bouleau),

- le rôle éventuel de brise-vent des lisières sur les jeunes plantations à condition qu'il y ait une stratification et une perméabilité suffisantes pour être réellement efficaces

- leur rôle d'atténuation du risque de gel sur les jeunes régénérations

- un rôle de production si l'essence est bien adaptée et que la régénération naturelle se révèle peu coûteuse. La production de bois est très faible lorsque les feuillus sont en mélange pied à pied avec les pins, mais un sous-étage feuillus contribue à l'élagage naturel du peuplement principal et les feuillus contribuent au maintien d'une ambiance forestière favorable à la conservation de la fertilité de la station. La production devient appréciable lorsque les feuillus sont conservés en îlots ou en lisière suffisamment larges

---

11
Clause biodiversité : possibilité d'affecter dans la surface éligible des projets de boisement ou de reboisement un pourcentage maximal de la surface du projet (20% pour les aides aux boisements en forêt de production, 30% pour les aides à la reconstitution après tempête) à des opérations d'amélioration à but environnemental (maintien d'une partie du peuplement existant ou de certains espaces ouverts, plantation d'essences diverses en bouquet ou en rideaux, valorisation de peuplements existants tels que haies, ripisylves ou bouquets d'arbres) sous réserve que ces espaces fassent l'objet d'une gestion appropriée. Les travaux liés à la diversification sont financés selon les mêmes barèmes que les travaux principaux.

- un rôle favorable pour la production de champignons sylvestres

- un rôle important comme habitat et source d'alimentation indispensable pour la faune et le gibier en particulier

- un rôle paysager : amélioration de l'image des forêts par leur ombrage estival, leur coloration, leur aspect paysager et la rupture de la monotonie des peuplements de pin.

Les feuillus sont très présents mais ils sont relativement peu diversifiés et parfois peu représentés dans le cœur du plateaux landais. Ils sont par contre très abondants et diversifiés le long des cours d'eau, sur les franges du massif ou en bordure des zones habitées et des airials.

Il est préférable d'éviter de favoriser ou d'introduire des espèces exotiques qui présentent des avantages en croissance, reprise et coût initial d'installation, mais aussi des risques potentiels vis à vis de l'envahissement des lisières naturelles et de diminution de la biodiversité. De plus le cortège de champignons et d'insectes des exotiques est moins développé que celui des espèces autochtones et apporte sans doute une protection phytosanitaire plus réduite.

Feuillus indigènes :

- le Chêne pédonculé est très présent sur tous les milieux (voir carte de distribution IFN),
- le Chêne tauzin en landes sèches et mésophiles sèches, bordure des cours d'eau,
- le Bouleau verruqueux dans les landes humides et mésophiles humides, bordure des cours d'eau,
- l'Aulne glutineux en lande humide, zones marécageuses et bordure des cours d'eau,
- les Saules roux et marsault en lande humide, zones marécageuses et bordure des cours d'eau,
- le Châtaignier dans les landes mésophiles,
- le Chêne liège dans les landes mésophiles, surtout dans le Marensin et sur vieilles dunes en Lot et Garonne,
- le Tremble en lande humide, zones humides et bordure des cours d'eau, mais cette essence favorise le développement de la rouille courbeuse,
- le Chêne vert, plutôt en zone de dune dans la partie médocaine,
- les fruitiers sauvages (Poirier, Pommier, Cormier) dans les landes mésophiles mais finalement présents de façon très disséminés sur l'ensemble du massif,
- le Frêne en bordure des cours d'eau mais rare.

Feuillus exotiques qui peuvent être très intéressants pour installer rapidement et à moindre coût une lisière ou un îlot feuillu efficace :

- le robinier (pratiquement subspontané), rare sur les landes, mais très présent en bordure du massif landais et parties drainées en bordure des cours d'eau. Cette essence très intéressante lorsque la station lui convient est à éviter dans les ripisylves où elle peut devenir dominante,
- le chêne rouge, accessoirement le chêne des marais,
- le cerisier tardif (Prunus serotina) très envahissant localement, il peut supplanter le robinier, serait plutôt à éviter.

En revanche, en bordure des cours d'eau l'ailanthe, l'érable negundo et le catalpa sont des essences à proscrire.

8.1.1. CONSERVATION DE FEUILLUS DANS LA FORET DE PRODUCTION DE PINS

Dans les peuplements de production, conserver des feuillus en mélange pied à pied est possible sur les lignes à partir du moment où ils ne gênent pas la croissance des pins mais il sont à éliminer dans les interlignes pour ne pas gêner les entretiens.
On peut noter qu'en définitive la mécanisation des travaux d'entretien et d'exploitation des bois favorise leur conservation et leur développement sur les lignes de plantation.

D'autre part il convient de ne pas s'acharner sur les petits îlots de reboisement qui ne réussissent pas et de les laisser évoluer naturellement en peuplement feuillus ou en lande, de faire des coupes de taillis ou d'amélioration pour l'entretien de ces îlots.

8.1.2. PRESERVATION OU CREATION DE LISIERES FEUILLUES

Il est difficile de définir l'état idéal pour une lisière mais il est possible d'expliciter quelques principes :

- Elle doit être suffisamment large et 8 mètres de lisière boisée semble un minimum. De plus la circulation des engins doit être possible entre la lisière et les pins, 6 mètres au moins, et il est nécessaire de maintenir un espace d'au moins 4 mètres en bordure de la parcelle. Il y a donc une perte d'espace non négligeable pour la forêt de production qui est à mettre en relation avec le rôle de protection de la lisière ou d'autres enjeux comme la chasse, les champignons ou le paysage.

- Elle doit être la plus naturelle possible et diversifiée. Il est préférable d'éviter de favoriser ou d'introduire des espèces exotiques.

Le choix des essences est finalement assez restreint :
- le chêne pédonculé pousse dans tous les milieux,
- le chêne tauzin en landes sèches et mésophiles sèches,
- le bouleau verruqueux, dans les landes humides et mésophiles humide, qui présente l'avantage de pouvoir se passer de protection contre le gibier mais attention à sa sensibilité au fomès.
- l'aulne glutineux en lande humide,
- le châtaignier dans les landes mésophiles,
- les fruitiers sauvages (poirier, pommier, cormier) dans les landes mésophiles.

- L'INRA a pu déterminer qu'une lisière efficace au niveau de la protection phytosanitaire contre la chenille processionnaire doit au moins être aussi haute que les pins sans d'ailleurs faire apparaître d'effet largeur. Cela incite donc à pérenniser ses lisières afin que les jeunes peuplements puissent bénéficier de leur effet protecteur.

- Pour une efficacité maximum en matière de brise-vent (profil type non connu et même rôle qui reste à confirmer dans le massif) ou en matière paysagère elle doit être structurée (strate herbacée, arbustive et arborée) et perméable au vent avec une hauteur totale au moins égale à celle du peuplement de pin. Une lisière naturelle en bordure des pins est très vite dépassée par leur croissance en hauteur, ce qui réduit son efficacité. De plus elle ne peut généralement pas progresser dans les milieux voisins et se referme naturellement, ce qui impose des interventions pour conserver une structure adaptée.

- **Valorisation de la dynamique naturelle**

Il suffit souvent de préserver une bande non plantée suffisamment large en bordure du reboisement pour que des accrus s'installent, malheureusement les dégâts de cervidés compromettent fréquemment l'avenir des sujets, à l'exception des bouleaux qui sont généralement épargnés (résultats des tests mis en place dans le cadre l'étude d'installation de lisière feuillus par CRPF ET PNRLG en 2002/2003). Attention aux trembles qui favorisent le développement de la rouille courbeuse et qu'il faut veiller à éliminer lors des entretiens.

Il peut être intéressant de compléter ces lisières par des enrichissements à adapter en fonction du type de station (cf étude CRPF-PNRLG) en recherchant une diversification des essences, en particulier avec des fruitiers sauvages.

- **Restauration de lisières existantes**

Des interventions sont utiles :

- dans le cas de lisières préexistantes étroites avec une mise à distance à au moins 8 mètres du reboisement, la dynamique naturelle comble les vides,

- le recépage des feuillus mal venants favorisent le renouvellement et l'hétérogénéité de la structure,

- dans le cas de lisières dépérissantes, des regarnis sont parfois nécessaires, les semis permettant de privilégier la naturalité (glands, châtaignes).

- **Création de lisières**

Cette solution est toujours assez coûteuse et la lisière ne sera vraiment efficace qu'au bout de 10 à 15 ans.

Il faut commencer par raisonner la largeur de lisière en fonction du boisement concerné et des objectifs recherchés par le sylviculteur. Par exemple un haie paysagère ou une haie réalisée dans un but cynégétique pourront être relativement larges.

L'utilisation de semis est possible mais requiert une grande technicité et elle est particulièrement onéreuse.

Les plantations sont plus faciles à maîtriser mais restent assez coûteuses :

- Les plants feuillus sont coûteux, plus chers que les résineux et commandés en nombre assez restreint,
- Il faut prévoir une installation soignée de mélanges d'essences. La diversité sera assurée avec au moins 50% de chênes (tauzin ou pédonculé) et l'introduction d'autres essences en fonction de la station, en particulier de fruitiers même en faible nombre,
- Les plants doivent être protégés contre les dégâts de gibier.

Le choix d'une espèce exotique d'installation et reprise assez facile n'est pas forcément à rejeter : le chêne rouge ou le chêne des marais en mélange avec du chêne pédonculé permettent d'obtenir rapidement une lisière efficace.

Une densité de 600 tiges/ha (4 x 4 mètres) est largement suffisante, 500 tiges/ha (4 x 5 mètres), 400 tiges/ha (5 x 5 mètres ou 4 x 6 mètres) restent raisonnables. La réduction de la densité permet bien sûr de réduire les coûts (la plantation d'un feuillu installé avec une protection individuelle coûte près de 10 fois celle d'un pin) mais avec des densités plus faibles de 300 tiges/ha (ce qui permet une installation à un coût voisin de celui de la plantation des pins) la réussite est plus aléatoire.

Il faut veiller à la protection individuelle des plants (à l'exception possible des bouleaux) et à l'enlèvement de ces protections dès que les risques de dégâts disparaissent. Dans les 10 premières années, la réalisation de 1 à 3 dégagements est indispensable.

- **Entretien de lisière**

Il s'agit de préserver une lisière hétérogène sans exclure à priori la conservation de quelques pins maritimes, si possible bien stratifiée et de préférence ouverte. Comme pour les pins, l'entretien est également nécessaire en matière de prévention contre l'incendie mais le gyrobroyage est préférable au passage d'un rouleau landais plus destructeur.
Entre les arbres espacés de 4 à 12 mètres, les strates herbacées et arbustives pourront se développer. Un recépage tous les 5 à 10 ans d'une partie des individus permet d'entretenir l'hétérogénéité des strates et le mélange des essences. Une lisière bien aérée permet l'expression du sous-étage et un apport de lumière au sol favorable pour la faune et la flore.
La lisière ne se gère pas comme un peuplement feuillu de production : il ne faut pas hésiter à couper des brins pour diversifier la structure, il ne faut pas élaguer les tiges, les branches offrant des possibilités de nidification.

8.1.3. ACCRUS

Ces accrus peuvent être aussi mixtes, feuillus et résineux, les accrus strictement résineux sont traités comme des régénérations naturelles.

Dans les peuplements sinistrés, le délai entre les opérations de nettoyage et de reconstitution permet de juger de l'opportunité d'utiliser les processus naturels de régénération et de choisir éventuellement la valorisation des accrus :

- Au bout de 2 à 5 ans après une coupe rase ou après les opérations de nettoyage, il est possible de juger de l'intérêt d'une régénération naturelle. Le choix de valorisation des accrus est évidemment toujours possible en l'absence d'une régénération naturelle de pins suffisante.

- Dans les peuplements feuillus les recrus et les accrus sont toujours présents mais pas toujours bien adaptés à la station pour permettre d'obtenir des peuplements de valeur. Un reboisement en plein ou par enrichissement permet souvent de mieux valoriser ces parcelles.

La valorisation des accrus est effectuée par l'ouverture de layons de 4 mètres tous les 12 à 5 mètres et éventuellement préservation des essences intéressantes pour la biodiversité (chênes vert, liège ou tauzin, châtaignier, fruitiers sauvages en particulier) avec la mise en place de protection contre le gibier, voire enrichissement.

8.1.4. ZONES FEUILLUES

Pour être intéressante une zone feuillue doit atteindre une surface suffisante qui reste à déterminer. Si 1 à 4 ha se sont révélés efficaces par rapport aux peuplements voisins d'après les études conduites par l'INRA, il faut remarquer que des surfaces inférieures contribuent aussi à la biodiversité. Il semble très probable que des surfaces réduites mais nombreuses et bien réparties dans l'espace contribuent à une bonne efficacité pour préserver la biodiversité faunistique et floristique (communications INRA) en favorisant la connectivité entre les populations.

- **Gestion des zones feuillues :**

Dans les petits îlots feuillus, le but est juste d'assurer un couvert feuillu avec possibilité de quelques clairières. Il suffit de laisser les arbres évoluer le plus naturellement possible sans intervention : conservation des arbres morts, des vieux arbres, du sous-bois. Ces surfaces constitueront des îlots de vieillissement ou de sénescence particulièrement intéressants au niveau de la biodiversité.

Pour les surfaces importantes le but principal de conservation d'un peuplement naturel feuillu peut s'accompagner d'une gestion classique des peuplements feuillus : des éclaircies tous les 10 à 15 ans si c'est utile au niveau sylvicole avec mise à distance des arbres et récolte éventuelle de bois de chauffage. Ces coupes sont aussi très favorables à la pousse des champignons et à l'entretien des forêts dans le cadre de la DFCI. Les entretiens, s'ils sont nécessaires lors des coupes ou pour la DFCI, sont à réaliser de

préférence au gyrobroyeur plutôt qu'au rouleau landais et en limitant les surfaces à traiter.

La gestion en taillis est possible avec des coupes localisées sur de petites surfaces.

- **Création d'îlots feuillus**

La création d'îlots feuillus est toujours onéreuse. Comme pour les lisières, le semis requiert une grande technicité et son coût est très élevé. Les plantations de feuillus restent aussi très coûteuses en raison des protections indispensables contre le gibier et de la nécessité de densités d'au moins 600 tiges/ha pour obtenir une réussite d'au moins 400 à 500 tiges/ha. Cette faible densité ne permet pas d'obtenir des bois de production de qualité satisfaisante mais cet objectif pourrait être atteint en 2^{e} génération. Des regarnis ne sont pas forcément utiles car les trouées favorisent la biodiversité.
Le choix des essences est bien évidemment conditionné par la station. Comme pour les lisières, les mélanges, sur la base d'une majorité de chêne, sont intéressants pour favoriser la biodiversité. Cependant le bouleau ne supporte pas la concurrence et il doit être introduit en peuplements purs (milieux humides) ou par bouquets purs.
Il est particulièrement intéressant d'installer des îlots feuillus dans les trouées liées aux dégâts de fomès (sauf bouleau) ou d'armillaire.
Comme pour les lisières prévoir selon la nécessité la réalisation de 1 à 3 dégagements dans les 10 premières années, le gyrobroyage d'une interligne sur deux facilitant l'accès à la parcelle.

8.2. ESPACES OUVERTS

Les milieux ouverts présentent une très grande diversité faunistique et floristique qui est en rapport avec l'évolution particulière du territoire landais avant sa mise en valeur forestière ou agricole.
Le maintien de ces milieux nécessite des interventions par fauchage ou pâturage.

8.2.1. LAGUNES, TOURBIERES

Les lagunes sont des espaces très originaux du massif landais qui ont fortement régressé depuis le milieu du 20ème siècle. Ce sont des milieux qu'il convient de préserver avec délimitation de la zone de reboisement et passage progressif à la lagune par une zone tampon, entretien par fauchage ou gyrobroyage, voire par pâturage.
Il est possible de restaurer une lagune :

- par le rétablissement de sa dynamique hydrique si elle est perturbée,
- ou par le contrôle d'une végétation envahissante dans la lagune ou dans la zone tampon.

Un programme de conservation des lagunes a été mise en place par le Conseil Départemental des Landes depuis 2000. Il vise à inventorier les lagunes et propose des mesures de réhabilitation financé par le Conseil Départemental des Landes.

8.2.2. LANDES

Tous les types de landes sont intéressants pour la biodiversité mais ce sont les landes sèches ou les landes très humides les plus menacées de disparition qui sont à préserver en priorité. La sylviculture du pin par l'importance des coupes rases sur des surfaces assez grandes a permis de conserver la biodiversité floristique et faunistique très originale de ces milieux.

Le maintien en lande nécessite d'intervenir par fauchage ou gyrobroyage, en fonction du développement de la végétation arbustive, voire l'entretien par pâturage.
De petites surfaces sont suffisantes pour préserver la biodiversité floristique mais au niveau de l'avifaune il faudrait certainement des surfaces très importantes, le relais étant pris par les coupes rases de régénération du pin. L'entretien de pare-feux sur des surfaces parfois très importantes mais aussi des bordures de pistes favorise la conservation de ces milieux.

8.3. CAS PARTICULIERS

8.3.1. PEUPLEMENTS EN BORDURE DES COURS D'EAU

Les ripisylves, galeries de feuillus plus ou moins denses en bordure des cours d'eau, constituent des milieux particulièrement riches et originaux. Ces bandes boisées jouent un rôle important en limitant les rejets (surtout agricoles) dans les cours d'eau et participent au maintien de la qualité des eaux et des milieux aquatiques. Ce sont des peuplements associant aulne glutineux, frêne avec une strate herbacée riche en carex. Ils doivent faire l'objet d'une gestion raisonnée.

- Dans les taillis, les interventions d'exploitation des bois par coupe rase doivent rester très limitées en surface en évitant d'intervenir dans les zones trop marécageuses où cependant des interventions sont parfois nécessaires pour renouveler certains vieux taillis.

- Dans les mélanges taillis-futaie et les futaies, la conservation de gros bois permet de maintenir le couvert, de favoriser la biodiversité faunistique (chauve-souris notamment), de faciliter les possibilités de régénération naturelle dans les espaces ouverts ; la conservation de bois morts est utile pour accroître la biodiversité ; dans certains cas, l'exploitation de gros bois est indispensable pour rajeunir les peuplements en particulier sur régénération acquise.

- Pour favoriser la continuité de la ripisylve , on peut être amené à convertir des peuplements résineux ou des mélanges feuillus résineux en peuplements feuillus.

Des contrats sont proposés pour ce type d'opération par les documents d'objectif Natura 2000 pour le Ciron ou la Leyre.

8.3.2. PALOMBIERES

La présence de nombreuses palombières contribue de façon importante à la préservation de peuplements feuillus, mixtes ou résineux âgés en marge des parcelles de production ou sur de petites parcelles.

8.3.3. ILOTS DE VIEILLISSEMENT

Des parcelles déjà âgées de feuillus (ce qui rejoint la conservation d'îlots feuillus) mais aussi de peuplements mélangés avec des résineux peuvent être conservées volontairement sans intervention pour la biodiversité dans la mesure où elles ne présentent pas de risques incendie pour la forêt de production (parcelles bien circonscrites ou facilement pénétrables en cas d'incendie). Dans certains cas il peut s'agir d'îlots de sénescence sur des surfaces très limitées et dans des conditions très spécifiques, en particulier des zones isolées peu accessibles.

8.3.4. AGRO-FORESTERIE

Avant le boisement de la lande, l'élevage des moutons était emblématique de l'économie et du paysage landais mais il a actuellement pratiquement disparu. L'agriculture s'est développée dans des enclaves agricoles, principalement maïsicoles. Si le sylvopastoralisme (de bovins, ovins ou caprins) est présent de façon très anecdotique, on peut cependant noter de façon plus significative des élevages de volailles et de palmipèdes.

On a pu constater des effets très défavorables des élevages de canards en forêt : l'apport d'azote provoquant des dépérissements des pins.
Pour les élevages de poulets, il n'y a pas forcément d'incompatibilité avec une production forestière si l'éleveur ne pratique qu'une seule rotation par an cependant l'augmentation de la masse foliaire des arbres accroît leur sensibilité au vent. On peut également observer des déchaussements à la base des arbres et des risques de blessures au pied des arbres lors du transport des cabanes et lors des circulations de matériel pour l'alimentation des animaux.

A la demande de la commission Régionale des Landes de Gascogne au milieu des années 1970, des expérimentations de sylvo-pastoralisme ont été conduites par la Compagnie d'Aménagement Rural d'Aquitaine. L'objectif de rentabiliser par l'élevage les espaces disponibles en forêt de production (interlignes, pare-feux) et de contrôler la végétation adventice à moindre frais se heurte à la trop faible valeur fourragère des milieux disponibles, en particulier de la molinie. Cependant l'élevage extensif d'ovins ou de bovins avec des races rustiques adaptées est certainement à reconsidérer dans le cadre de la gestion d'espaces ouverts, landes ou lagunes, pour favoriser la biodiversité

et/ou le maintien de paysages originaux mais il ne peut vraiment être envisagé qu'avec le soutien financier des collectivités.

Des expérimentations de culture agricole (triticale) en association avec des plantations forestières par bande (eucalyptus, robinier ou pin maritime) sont actuellement en cours mais il est encore beaucoup trop tôt pour en tirer des enseignements.

APPROCHE n°2 : LES RISQUES

1. L'HYPOTHESE DE BASE

La longueur du cycle de production de la forêt la rend particulièrement vulnérable aux aléas.

Un grand nombre de causes peuvent être à l'origine de dépérissements **localisés**, mais un nombre plus réduit de facteurs peuvent être à l'origine de dégâts **importants**.

Il est bien évident que la première recommandation s'appuiera sur un choix judicieux du matériel végétal, introduit dans des conditions de stations adéquates avec une gestion visant à raccourcir le plus possible la durée de la révolution.

Les aléas vont être analysés par importance d'incidences (impacts) sur le risque réel, c'est-à-dire sur les dommages qui pèsent effectivement le plus sur l'avenir des peuplements et sur leur économie.

2. LA DESCRIPTION DES ALEAS

2.1. LES RISQUES PHYSIQUES

2.1.1. LES INCENDIES

L'apparition de ce phénomène est essentiellement d'origine humaine (80 % des départs). Cet aléa est très lié aux conditions climatiques (vent, sécheresse) et devrait augmenter avec le réchauffement climatique.

Toutefois, les mesures de préventions collectives mises en place par la profession via les associations de DFCI depuis les années cinquante sur le massif des Landes de Gascogne, contribuent largement à limiter le risque des grands incendies.
Mais la pression des départs de feu reste très importante (+ de 2 000 départs / an), le département de la Gironde détenant à lui seul le record avec plus de 1 500 départs/an

Ce système unique en France, financé par les sylviculteurs, permet l'accès rapide aux foyers (amélioration du réseau des pistes, assainissement des parcelles,...), et une rationalisation de

la couverture des points d'eau. Une gestion forestière adaptée et quotidienne (forêt cultivée) renforce la prévention du risque de feu.

Si des dépérissements massifs ou des tempêtes se produisent, non forcément suivis de récolte et de reconstitution, le risque incendie sera aggravé par l'augmentation de bois morts ou dépérissants et les surfaces seront abandonnées, faute de reboisement.

2.2.2. LES ALEAS LIES AU CLIMAT

L'augmentation des températures (hypothèse de + 3,5°C entre 2000 et 2100) en toutes saisons, semble bénéfique pour la forêt, tout comme l'augmentation du taux de CO_2, jusqu'à un certain maximum.

Depuis une dizaine d'années, les chercheurs travaillent sur la problématique du changement climatique et les hypothèses inquiétantes initiales ont progressivement été confirmées (dernier rapport du GIEC, 2001). Les conséquences sur la forêt d'un réchauffement plus que probable dans le siècle à venir sont simulées à l'aide de modèles : voir par exemple la délimitation par l'INRA des aires potentielles des différentes essences dans 50 ou 100 ans (projet Carbofor, 2005). Mais les sylviculteurs n'ont vraiment pris conscience du problème que depuis peu de temps. Les conséquences, immédiates ou différées, de la canicule de 2003 ont fait basculer dans le concret et dans l'urgent ce qui semblait jusqu'ici n'être que des prévisions théoriques et lointaines[12].

Sept principaux aléas sont à étudier.

- **Les vents violents de + 140 km / h**

Dans le contexte d'un changement climatique, les caractéristiques des dépressions sont susceptibles de changer pour deux raisons :

- La première est une modification du gradient de température équateur – pôle, gradient qui tend à diminuer près de la surface mais qui a tendance à augmenter en altitude ;

- La seconde est une augmentation de la quantité totale de vapeur d'eau dans l'atmosphère, donc de la quantité de vapeur qui peut être condensée et ainsi dégager une chaleur latente.

Le rapport du GIEC de 2001 et les simulations du climat (CNRM et IPSL), confirment que le nombre total de dépressions pourrait diminuer, alors que le nombre de fortes dépressions pourrait augmenter de 20 % dans l'hémisphère Nord et pour des latitudes moyennes[13].

12
Les organismes aquitains de la Recherche, du Développement et de la Coopération se sont regroupés pour proposer la mise en place d'un programme de recherche appliquée et de pré-développement destiné à jeter les bases d'une politique raisonnée d'adaptation des forêts d'Aquitaine au changement climatique en cours et de contribution au plan climat aquitain.

13

- **Les vents forts entre 120 et 140 km / h**

En dehors des tempêtes (voir §1.1), il est possible d'améliorer dans une certaine mesure la stabilité des peuplements.

Voir pour cela le chapitre consacré à la sylviculture.

Une carte précisant la vitesse moyenne et la direction principale des vents serait utile. Notons cependant que les vents violents ne soufflent pas toujours dans le sens où on les attend (En 1982 par exemple, les vents venaient du sud !).

- **Le stress hydrique estival**

Lié et amplifié par la sécheresse édaphique, le stress hydrique peut entraîner le dépérissement du Pin maritime (bordure de fossé très profond). La fermeture des stomates, la réduction de la croissance, la chute des aiguilles causée par l'embolie des vaisseaux peuvent provoquer la mortalité des branches. Ce stress est lié au bilan hydrique local donc à la réserve utile de la station.
Au niveau du peuplement, le lien entre économie d'eau et sylviculture doit être précisé (un peuplement clair utilise moins d'eau). Le tassement de certains sols lors de l'exploitation mécanisée peut également dégrader le peuplement.

- **Les trop fortes chaleurs (canicules)**

Elles peuvent provoquer des mortalités d'aiguilles, des nécroses des tiges, voire la mort des arbres. Les seuils correspondants sont à préciser pour le Pin maritime. L'effet de l'exposition, de l'état hydrique de la station, l'état physiologique de l'arbre, de son âge et de la sylviculture réalisée sont à déterminer.

- **Le risque d'excès d'eau hivernale**

La sensibilité des sols et la résistance du Pin maritime à l'engorgement sont à étudier de plus prêt. Le drainage raisonné est couramment pratiqué et provoque rarement une érosion. L'allongement des périodes d'engorgement des sols peut retarder les exploitations forestières.

- **Le gel**

L'augmentation des températures s'accompagne d'un allongement de la période de végétation. Le débourrement trop précoce ou les gels hivernaux peuvent également être catastrophiques sur les tissus mal aoûtés pour le Pin maritime.

Simulation du Climat récent et futur par les modèles du CNRM et de l'IPSL, La météorologie n°55, Novembre 2006

- **La grêle, un accident climatique fréquent dans le Sud-Ouest**

Les lésions engendrées par la grêle, soit provoquent des mortalités directes, soit fournissent l'installation de pathogènes ou de ravageurs secondaires dont le développement conduit souvent à des mortalités. Ces dégâts sont généralement plus importants sur des arbres adultes que dans les jeunes peuplements.

- **Les forêts d'Aquitaine face au changement climatique**

La connaissance du climat dans 50 ou 100 ans repose sur des simulation numérique, appelées "projections", qui cherchent à estimer la réponse du système climatique aux influences de l'activité humaine, en particulier les émissions de gaz à effet de serre, tout en tenant compte des forçages "naturels" comme l'activité solaire. Plusieurs scenarii sont envisagés, qui conditionnent la fourchette du réchauffement global.

- Des températures plus élevées :

Depuis 1850, l'élévation moyenne de la température est estimée par MétéoFrance à 1,2°C à Bordeaux, ce qui est conforme à la moyenne mondiale évaluée par le GIEC.
En 2014, les projections suivant les différents scenarii RCP[14] réalisées par Météo France mettent en évidence une augmentation de la température moyenne annuelle au cours des prochaines décennies sur le territoire métropolitain.
Il est important de signaler que cette augmentation est croissante pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5, mais pas pour le scénario RCP2.6 (scénario qui prend en compte les effets de politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre susceptibles de limiter le réchauffement planétaire à 2°C) pour lequel le réchauffement se stabilise, voir diminue en fin de siècle par rapport à l'horizon à moyen terme.
L'augmentation moyenne pour le milieu du XXIème siècle est comprise entre 1 et 2°C pour les régions d'influence Atlantique. A la fin du XXIe siècle, les résultats présentent pour le scénario le plus pessimiste (RCP8.5), une augmentation moyenne annuelle entre 4 et 5 °C.
Cette hausse des températures serait associée à une forte augmentation du nombre de jours de vague de chaleur.

14
Representative Concentration Pathway

- Des précipitations plus contrastées :

Les résultats sur les projections de précipitations varient en fonction de l'horizon et du scénario considéré.
Si, pour la première moitié du XXIème siècle, les modèles présentent une légère hausse des précipitations hivernales comme estivales, la période suivante verrait une augmentation des précipitations hivernales (de 0,1 à 0,85 mm/jour) et une diminution en été (-0,16 à 0,38 mm/jour soit une perte de 15 à 35 mm en moyenne). Dans cette hypothèse, les périodes de sécheresse estivales augmenteraient.

Et les événements climatiques extrêmes ?
Sur ce point, les rapports scientifiques restent prudents et pointent le faible nombre d'études disponibles et des résultats parfois contradictoires. Ils ne permettent pas de tirer de conclusions sur la fréquence et l'intensité des tempêtes hivernales.
Les dernières décennies en Aquitaine nous obligent cependant à nous préparer à l'éventualité d'autres évènements climatiques.

Conséquences sur les peuplements forestiers.
Les évolutions de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre (dioxyde de carbone mais aussi oxyde d'azote), qui influent sur le climat, ont des effets multiples sur les écosystèmes forestiers. Deux tendances sont associées, qui agissent de façon contradictoire.

- **Des effets positifs sur la croissance**

Les hausses de température et du taux de dioxyde de carbone peuvent entraîner une augmentation de la productivité forestière, en stimulant la photosynthèse mais aussi en permettant un allongement de la période de végétation.
Par ailleurs, l'augmentation de la teneur atmosphérique en azote entraîne celle des dépôt azotés. Les sols forestiers sont ainsi relativement enrichis.
Les suivis effectués au cours des trois dernières décennies montrent que toutes les espèces étudiées (chêne sessile, hêtre commun, houx, érable sycomore, frêne élevé et sapin) ont avancé leur dates de débourrement des feuilles ou aiguilles au printemps. Le chêne et le frêne se montrent plus sensible que le hêtre.
La saison de croissance s'est ainsi allongée.
L'analyse des données d'inventaire forestier et les observations dendrochrologiques ont montré des modifications de croissance en forêt de montagne (hêtre) et de plaine (pin maritime en Aquitaine).
L'augmentation de la productivité des forêts est un constat mondial, même si les causes ne sont pas uniquement climatiques.

- **Augmentation des risques liés à la sécheresse**

La diminution des précipitations estivales couplée à une hausse des températures peut engendrer un stress hydrique sur les peuplements forestiers. La sécheresse des sols est ainsi le premier facteur limitant de la croissance des arbres, surtout au printemps et en été. Les effets sont très variables suivant les espèces.
Les températures excessives et la sécheresse de l'air peuvent aussi impacter l'arbre, de façon moindre et limitée dans l'espace.
Au cours des trois décennies écoulées, les forêts d'Aquitaine ont connus deux épisodes de sécheresse très marqués, en 1989-1990 et 2003-2005.

Les chênaies du sud de l'Aquitaine ont subi des dépérissements après 1989, notamment sur des sols pauvres à faible réserve en eau.
Le pin maritime, pourtant relativement résistant à la sécheresse, a subi des dépérissements à la même époque. Les effets du manque d'eau ont été aggravé par de fortes attaques de chenille processionnaire.
En affaiblissant les arbres, les sécheresses favorisent les épidémies de ravageurs ou de maladies.

- **Migration des espèces**

Le climat est un facteur déterminant de la répartition des essences forestières. Un changement significatif et durable peut mettre en question leur présence.
Pour le hêtre, qui a besoin de froid hivernal et d'humidité, ce changement s'accompagne dans les Pyrénées d'une remontée de l'altitude optimale pour la production, de 420 m en 1970 à 550 m en 2010.
Les arbres ne sont pas les seuls à être affectés par ce phénomène. Les insectes ravageurs et les champignons pathogènes peuvent voir leur cycle de vie modifié. La hausse des température peut permettre aux insectes d'effectuer leur développement plus rapidement et d'accomplir un plus grand nombre de générations. Elle peut aussi leur permettre de survivre dans des territoires qui leur étaient défavorables et modifier leur aire de répartition. Ainsi les espèces thermophiles, comme le champignon responsable de la maladie de l'encre du châtaignier ou la chenille processionnaire du pin, sont favorisées même si certains évènements climatiques extrêmes peuvent leur être défavorables.

- **Tendances attendues**

Les observations récentes aident à formuler des prédictions futures. On peut raisonnablement s'attendre à ce que les tendances observées en matière de croissance ou de migration d'espèces continuent à l'avenir.
La prédiction des impacts environnementaux sur les écosystèmes forestiers provient d'une approche de modélisation. Plusieurs projets de recherche ont été menés au cours des quinze dernières années, notamment par l'INRA.
On peut résumer les résultats de ces projets:

- une augmentation du stress hydrique.
- influence négative sur la productivité, l'état sanitaire et le risque incendie.
- évolution plus ou moins forte de la répartition des essences.
- fortes disparités régionales et influence des modes de sylviculture.

Par ailleurs, il existe une forte incertitude sur la capacité des forêts à s'adapter à ces changements, même si la grande variabilité génétique mesurée dans les populations d'arbres forestiers constitue un atout indéniable.

2.2. LES RISQUES BIOLOGIQUES

Les travaux du Département Santé des Forêts (DSF) et de l'INRA mettent en évidence les possibilités de progression des aires potentielles de nombreux ravageurs, insectes parasites ou champignons pathogènes.

- **Les insectes**

Ils peuvent être à l'origine de dégâts massifs par pullulation sur des chablis. Leurs attaques peuvent alors être spectaculaires.

Les ravageurs sous corticaux (scolytes essentiellement), s'attaquent généralement à des arbres affaiblis (parasites secondaires). L'après tempête de 1999 a été propice au développement d'insectes sur des arbres mourants, insectes qui se sont ensuite massivement attaqués à des peuplements sains.

- **Les champignons**

Le **fomès** est le plus inquiétant. La contamination initiale est due aux spores véhiculées par le vent et qui peuvent se développer sur les sections de souches fraîches ou sur les volis. Puis le champignon se propage par contact racinaire.

Actuellement, seule la contamination primaire des parcelles par le fomès peut être évitée très efficacement par aspersion ou badigeonnage des souches avec un produit à base de bore ou d'urée lors de la réalisation des éclaircies ou de la coupe définitive.

L'**armillaire** est aussi un champignon qui, lorsqu'il est présent dans le sol, peut contaminer les arbres grâce à ses rhizomorphes (ce mode de propagation donne lieu à des mortalités "en rond" autour du point de contamination initiale).

Ces champignons peuvent conduire à l'abandon de la sylviculture du Pin maritime sur des parcelles très infectées.

- **Les ravageurs ou pathogènes émergents**

Il existe un certain nombre de ravageurs ou pathogènes qui ne sont pas présents actuellement en France mais qui sont potentiellement dommageables pour le Pin maritime, notamment, le nématode du pin (présent au Portugal depuis 1999 et en forte extension en 2008). Il constitue actuellement un risque très lourd sur tous les peuplements de pins du Massif Landais.

- **Les dommages liés aux cervidés**

La surpopulation des cervidés entraîne des dégâts irréversibles sur les jeunes peuplements (1 à 10 ans). Ces dommages génèrent le plus souvent des retards de croissance (abroutissements), des dégradations des jeunes plants ou des blessures graves (écorçage) qui

peuvent provoquer directement ou indirectement la mort de l'arbre (attaque secondaire d'insectes ou parasites).
Cette mortalité juvénile ne permet pas d'obtenir un nombre suffisant d'arbres par hectare, ainsi qu'une bonne répartition des tiges.
Le plan de chasse doit être adapté aux capacités d'accueil des milieux et anticiper les nombreux reboisements après tempête.

2.3. LES RISQUES LIES A LA GESTION ET PISTES DE PRECAUTION

La gestion de la forêt est un investissement à moyen et long terme dont le résultat est incertain car exposé à de nombreux aléas.
Une absence ou une erreur de gestion (mauvais diagnostic station / essence) peuvent conduire à des risques accrus.

Une baisse des cours du bois ou une pression foncière pour un changement d'affectation du sol, peut conduire à l'abandon du territoire pour la production forestière (terrain constructible ou demande en énergie renouvelable, photovoltaïque, éolienne)

Dans le cas d'une gestion conservatoire où les revenus liés à la vente des bois sont relativement incertains, il est encore plus utile de trouver des pistes de diversification.

2.3.1. LES PISTES DE PRECAUTION

A terme, pour définir ses objectifs de production et la gestion des peuplements, le sylviculteur devrait pouvoir s'appuyer sur :

- ⇨ des cartes de risques (vents, incendies, paramètres climatiques, ravageurs,...)
- ⇨ des réseaux d'observations phytosanitaires, potentialités stationnelles etc.

2.3.2. LES PRINCIPALES MESURES DE PREVENTION

En dehors des mesures techniques de prévention, l'assurance constitue une indispensable couverture face aux risques majeurs (tempête et incendie).

Tableau 7 : Mesure de prévention envisageable par le propriétaire face aux risques physiques

	DISPOSITIF D'ASSURANCES A DEFINIR
RISQUES PHYSIQUES	
Vents forts 120 à 140 km / h	Adapter les itinéraires sylvicoles dans les zones exposées (raccourcir les rotations et / ou favoriser une bonne tenue des peuplements en intervenant très tôt pour les éclaircies
Incendie	Entretenir les peuplements de manière à favoriser l'accès des moyens de lutte et à diminuer le cas échéant leur inflammabilité (veiller notamment à l'obligation réglementaire de maintien d'une bande de 50 mètres débroussaillée dans les terrains forestiers situés à moins de 200 mètres d'habitations à la charge de leurs résidents). Entretenir le réseau de pistes et les ouvrages afférents.

Tableau 8 : Mesure de prévention envisageable par le propriétaire face aux risques biologiques

RISQUES BIOLOGIQUES	
Cervidés	Travailler avec le détenteur du droit de chasser pour que sa demande de plan de chasse soit en adéquation avec le contexte de la propriété. Travailler avec les représentants de la forêt privée dans les sous-commissions de plan de chasse pour que l'attribution de bracelets soit conforme à la demande. S'assurer de la réalisation des plans de chasse. Avertir l'Administration et le Syndicat des Sylviculteurs en cas de dégâts de gibier significatifs.
Champignons	
⇨ Fomès ⇨ Encre du châtaignier (ou du chêne rouge)	Traitement préventif des souches au moment des coupes et choix des itinéraires sylvicoles minimisant les risques Éviter les reboisements avec des essences sensibles en remplacement de peuplements touchés.
Insectes	
⇨ Hylobes ⇨ Scolytes	Surveiller les lisières de jeunes reboisements à proximité des coupes rases récentes, et observer un délai (au moins 2 hivers) entre la récolte et la reconstitution des peuplements résineux. Éviter le stockage prolongé de bois vert en forêt au printemps ou en été dans les forêts résineuses.

3. LE CLASSEMENT DES DEGATS

Les critères de classification des risques sont présentés dans le tableau ci-dessous. Ce système de cotation n'a qu'une valeur indicative et moyenne sur les peuplements.

Tableau 9 : Critères de classification

Fréquence : Impact :	Caractérise la fréquence d'apparition de dégâts dans les peuplements en Aquitaine Caractérise l'impact économique potentiel du risque en cas de survenue de dégâts.	* : très faible ** : faible *** : fort **** : très fort
Rémanence :	La rémanence caractérise le fait que le peuplement touché, voire les peuplements à venir sur une parcelle touchée, demeurent affectés	O+ : oui et extension à prévoir O - : oui, seulement sur les peuplements touchés N : non
Moyen de prévention : Moyen de lutte :	Les moyens de prévention permettent d'éviter la survenue de dégâts Il s'agit des moyens mobilisés au moment de l'apparition de dégâts et visant à en limiter l'incidence, ce qui exclut la lutte préventive.	O+ : oui et efficace O - : oui, mais efficacité limitée N : non

Tableau 10 : CLASSEMENT DES DÉGÂTS PAR LEURS EFFETS : les incidences des dommages[15]

	Impact	Fréquence	Rémanence	Moyens de prévention	Moyens de lutte	Assurance
1. - RISQUES PHYSIQUES						
Vents violents + de 140 km / h	****	*	O-	N	N	OUI
Incendie	***	***	O-	O+	O+	OUI
Grêle	**	**	O-	N	N	NON
Vents forts (120 / 140 km / h)	**	**	N	O+	N	OUI
Sécheresse	**	*	O+	N	N	NON
Excès d'eau	*	*	O-	O+	O+	NON
Gel	*	*	O-	N	N	OUI
Neige	*	*	O-	N	N	OUI
2. - RISQUES BIOLOGIQUES						
Cervidés					Plan de chasse	
• Cerfs	***	***	O+	O+		NON
• Chevreuils	**	***	N	O+		
Champignons					N	
• Chancre du pin	***	*	O+	O-	N	NON
• Fomès	****	***	O+	O-	N	
• Armillaire	***	***	O+	N	O+	NON
• Rouille	*	**	O+	O+	O	NON
• Echauffure sur bois âgé	*	*	O-	O		NON
Insectes					O-	
• Hylobe	***	*	O-	O+	N	NON
• Scolytes	***	*	N	O-	O+	NON
• Processionnaire	**	**	O-	O+	N	NON
• Pyrale	**	***	O-	O-		NON
Dissémination Insectes						
Nématodes du Pin	***	*	O+	O-	N	NON

15
Tableau validé par le DSF (M. AUMONIER), par l'INRA (Céline MEREDIEU) et DFCI (Pierre MACE) en 2009

4. PRISE EN COMPTE DES RISQUES DANS LA GESTION FORESTIERE (HORS DFCI ET PLANS DE CRISE)

4.1. INTRODUCTION

Les sylviculteurs semblent de plus en plus confrontés à la montée des risques. Cette succession de catastrophes, entraînant de nombreux coûts, peut aboutir à un découragement, voire un désintérêt pour la gestion qui ne ferait qu'aggraver le problème (non renouvellement et dépérissements en chaîne, source d'incendie, etc...).

Pour éviter cette évolution négative, il s'agit de limiter les pertes économiques par une meilleure connaissance (recommandation) des risques et par une diversification des objectifs de production (choix des essences, répartition en classe d'âge,...) afin de chercher à limiter les dommages il faut aussi travailler à augmenter le revenu des forêts en intégrant les valeurs d'autres services (eau, carbone, chasse, etc...).

Les aléas doivent être intégrés à la gestion quotidienne des forêts des Landes de Gascogne. A terme, des outils d'aide à la décision pourraient permettre aux sylviculteurs de mieux tenir compte des aléas à l'échelle de sa propriété.

Certains outils existent déjà :

- Analyse multicritère de projets forestiers incluant à la fois les coûts liés aux itinéraires forestiers et quantification des niveaux des aléas (*De Mongolfier 1992*),
- Intégration de la probabilité d'occurrence d'un risque (avec possibilité de sauvetage : tempête, incendie, où à chaque apparition d'aléas majeur le peuplement doit repartir de zéro). Le Bénéfice Net Actualisé est calculé sur une plus longue durée : moyenne d'un grand nombre de simulation d'un risque majeur pour un même itinéraire sylvicole (*Sylvogène 2008, Mohamed NAJAR, FCBA*).

Dans tous les cas, la mise en place d'un système d'assurance adapté et peu coûteux constitue un préalable absolu. Pour les aléas de grande ampleur pour lesquels aucun réel moyen de prévention n'existe (cas de la tempête Klaus...), il s'agira de mettre au point un système d'assurance accessible (économiquement abordable ou de mutualisation des risques, alimenté par un fond "carbone" ?).

Le rapport FORRISK est disponible au CRPF d'Aquitaine.

4.2. ANALYSE DE RISQUE ET PRISE DE DECISION

La tempête Klaus du 24 janvier 2009 a rappelé douloureusement la vulnérabilité des espaces forestiers face aux risques naturels.
Le risque était pourtant déjà intégré à la gestion forestière dans la région : incendies, maladies et ravageurs sont de vieux ennemis qui sont pris en considération de façon individuelle, par les sylviculteurs, et collective par des structures chargées de la prévention, de la détection ou de la lutte.
La situation actuelle amène cependant à se reposer la question de la connaissance des risques et de leur gestion. La question des effets combinés de plusieurs risques (vent + incendie + attaques d'insectes) que l'on a l'habitude de traiter de façon séparée se pose. Enfin, il faut se poser la question de l'évolution des aléas sous l'influence du changement climatique et de la nécessité d'évaluer l'adaptabilité des systèmes actuels de gestion.

- **Objectif**

Développer une approche multirisque (incendie, dégâts de vent, attaques sanitaires, dégâts de gibier) à l'échelle de la propriété forestière : définition d'une méthode simple d'analyse de risque, aide à la décision pour le gestionnaire en fonction des risques identifiés et hiérarchisés. (cf. partie du rapport FORRISK en annexe).

- **Conclusion et perspectives**

La méthode par paliers permet une approche totalement transparente pour l'évaluation des risques. Ceci permet de retrouver facilement l'explication d'un classement mais aussi d'adapter la méthode en fonction des évolutions de la connaissance. Les premiers résultats sont très intéressants car ils révèlent des situations contrastées. Une gestion des risques ciblée serait alors envisageable. Il est prévu de répliquer les tests afin de tester la robustesse de la méthode et d'améliorer l'ergonomie et la maniabilité de l'outil qui nécessite pour le moment un accompagnement.

ANNEXE : Bibliographie

Economie forestière

Baveye J., Massinon N., 2008 – **La valeur économique totale des forêts belges : une première approche** – Forêt wallonne n°97 – 17 pages

Brunette M., Couture, S., Stenger, A., 2007 - **La couverture des risques naturels dans le secteur forestier** - diaporama

Chevassus-au-Louis B., Salles J.-M., Bielsa S., Richard D., Martin G., Pujol J.-L., 2009 - **Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes, contribution à la décision publique** – Centre d'Analyse Stratégique - Rapports et Documents - 348 pages hors Annexes

Copeaux D., 2003 – **Simulation technico-économique de différents itinéraires sylvicoles pour des plantations de Pin maritime dans les Landes de Gascogne** – Mémoire ENGREF – 77 pages hors annexes

Costa S., Lecoq M., Drouineau S., Peyron J.-L., à paraître - **Évaluation du préjudice monétaire subi par les propriétaires forestiers suite à la tempête Klaus pour le Pin maritime**, Revue Forestière Française

IFN, 2008 – **Cartographie des coupes rases des peuplements de Pin maritime en Aquitaine par détection satellitaire** - 4 pages

Lesgourgues Y., Castro A., Drouineau S., Maris C., 2009 - **Les chablis et le CO_2 : Perspectives à moyen terme**

Lesgourgues Y., Drouineau S., CIPM, 4 février 2009 - **Un plan d'urgence pour la filière Pin maritime** – 16 pages hors annexes

Puech J., 2009 – **Mise en valeur de la forêt française et développement de la filière bois** – 62 pages hors Annexe

Thivolle-Cazat A., 2002 - **Incidence de la tempête de décembre 1999 sur la disponibilité en Pin maritime en Aquitaine, à court, moyen et long termes** – Rapport final, 27 pages hors annexes

ANONYME (2002), **Etude pour la maîtrise de l'eau en Médoc : Diagnostic**, Technical report, Syndicat Mixte du Pays Médoc.

ANONYME (1998), **Résumé du suivi de la mesure OLAE "entretien de fossés" sur le bassin versant de la Leyre**, Compte-rendu de la réunion du 26 février 1999 - GEREA / CEMAGREF. Opération pilotée par l'ADASEA des Landes.

ANONYME (1992), **Etude de l'impact du défrichement à but maïsicole sur la qualité des eaux superficielles en forêt landaise : étude des bassins versants tributaires du Lac de Carcans** - Hourtin, volet hydrométrie', Technical report, Direction Régionale de l'Environnement d'Aquitaine.

ARCHAUX, F. (2006), **Sécheresse et biodiversité : un sujet à défricher,** Rendez-Vous Techniques 11, 5.

BELROSE, V.; PAULY, H. & CAROULLE, F. (2006), **Conséquences visibles de l'été 2003 sur les forêts: des réactions immédiates contrastées, des incertitudes sur les conséquences à long terme**, Rendez-Vous Techniques 11, 4.

BEUFFE, H. & LAPLANA, R. (1992), **Impact du défrichement à but maïsicole sur la qualité des eaux superficielles en forêt landaise**, Application à quatre bassins versants du lac d'Hourtin - Carcans - Volet "Apports nutritifs"'(58), Technical report, CEMAGREF.

BOYAU, B. (1996), **Les fossés en zone sableuse**, Technical report, Union Landaise de D.F.C.I..

CHOSSAT, J.-C.; LAPLANA, R.; VERNIER, F.; BEUFFE, H. & KLINGEBIEL, A. (1997), **Sylviculture du Pin maritime et ressources en eau**, in ARBORA, ed.,'De la gestion au développement durable', pp. 11.

CONSEILS, S. T. I. (2003), **Etude pour la maîtrise de l'eau en Médoc : état prospectif, analyse des risques et orientations**, Technical report, Syndicat Mixte du Pays Médoc.

ETUDES, J. (1997), **Etude du bassin versant du Canteloup**, Technical report, Union Landaise de DFCI.

GEREA (1990), **Impact du défrichement sur l'environnement dans le massif forestier des Landes de Gascogne**, Technical report, Ministère de l'Agriculture et de la Forêt / Direction de l'Espace Rural et de la Forêt.

LANDEAU, S. & MAURICE, D. (2006), **Surveillance et évaluation des effets de la sécheresse et de la canicule sur le court, moyen et long terme: les outils disponibles**, Rendez-Vous Techniques 11, 5.

LANDMANN, G. & LANDEAU, S. (2006), **Sécheresse et canicule : premier bilan des connaissances sur les conséquences de l'été 2003 pour les forêts françaises**, Rendez-Vous Techniques 11, 8.

LEGAY, M.; GINISTY, C. & BREDA, N. (2006), **Que peut faire le gestionnaire forestier face au risque de sécheresse?**, Rendez-Vous Techniques 11, 6.

LESGOURGUES, Y. & CHAMPAGNE, P. (1992), **La pratique de l'assainissement forestier dans le massif des Landes de Gascogne**, in Parc Naturel Régional des Landes de Gascogne & Institut de Géologie du Bassin d'aquitaine, ed.,'La Leyre et son bassin versant', pp. 12.

LOUSTAU, D. (1992), **Le cycle de l'eau en forêt de pin maritime : l'évapotranspiration**, Bulletin de l'Institut Géologique Bassin d'Aquitaine 51-52, 10.

LOUSTAU, D.; BERT, D. & TRICHET, P. (1999), **Fonctionnement primaire et productivité de la forêt landaise : implications pour une gestion durable'**, Revue Forestière Française 5, 20.

LOUSTAU, D.; PORTE, A.; BOSC, A.; SINOQUET, H. & KRUIJT, B. (1999), **Transpiration et photosyntèse du pin maritime : approches de modélisation du niveau de l'aiguille à l'échelle du couvert**, Revue Forestière Française 2, 14.

LOUSTAU, D.; TRICHET, P.; LOUSTAU, M.-L. D. & LUNG, B. (1999?), **Gestion durable de l'écosystème forestier landais**

PIOU, D.; NAGELEISEN, L.-M.; DESPREZ-LOUSTAU, M.-L. & CANDAU, J.-N. (2006), **Les risques sanitaires consécutifs à la canicule de 2003 à la lumière de la littérature**, Rendez-Vous Techniques 11, 7.

POINTUD, A.; AIGROT, M. & BELORGEY, M. (1966 ?), **Aménagements sur le réseau hydrographique des Landes de Gascogne**, Barrages-seuils, XX(53), 18.

REBETEZ, M.; MAYER, H.; SCHINDLER, D.; DUPONT, O.; GARTNER, K.; KROPP, J. & MENZEL, A. (2006), **Caractéristiques climatiques de l'été 2003**, Rendez-Vous Techniques 11, 5.

VERNIER, F.; BEUFFE, H. & CHOSSAT, J.-C. (2003), **Forêt et ressource en eau : étude de deux bassins versants en sol sableux (Landes de Gascogne)**, Revue Forestière Française 6, 19.

P. N. R. DES LANDES DE GASCOGNE (1992), **La Leyre et son bassin versant**, Bulletin de Géologie du Bassin d'Aquitaine, I., Vol. 51-52.

G.P.F. DES PETITES LANDES (2005), **Eau et hydraulique en forêt landaise**, document de tournée.

AGRESTE AQUITAINE. 2008. **La récolte forestière et l'activité des scieries en 2006**, Bordeaux : DRAF, 2008. 2 pages

ARBORA. VIII^{e} colloque. 2005. **Carbone, Forêt, Bois : Impact du changement climatique**, Stratégies pour la filière ?

AUGUSTO, L. ; BELKACEM, S. ; NYS , C. 1999. **Stocks et flux de carbone dans les forêts françaises**, Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, n°6, pages 293 à 310.

BELLASSEN, V. ; LEGUET, B. 2007. **Compenser pour mieux réduire**. Note d'étude de la Mission Climat de la Caisse des Dépôts, septembre 2007, n°11, 40 pages

BERT, D. ; DANJON, F. 2005. **La teneur en carbone dans le pin maritime : mesure, variation, interprétation et utilisation pour estimer le stock de carbone des peuplements landais**. Colloque ARBORA 2005, p. 187-208.

BERT D. ; DANJON F., 2005. **Carbon concentration variations in the roots, stem and crown of mature Pinus pinaster (Ait.)**, Forest ecology end management n° 222 (2006), p. 279–295

BOSC, A. ; LOUSTAU, D. ; OGEE, J. ; DAVI, H. ; FRANÇOIS, C. ; DEQUE, M. ; LE BAS, C. ; SABY, N. ; PIGNARD, J. ; HAMZA, N. ; VIOVY, N. 2005 **Quel impact attendre du changement climatique sur la production des forêts françaises ? : résultats du projet CARBOFOR**. Colloque ARBORA 2005, p. 41-61.

BUCKET, E. ; MEREDIEU, C. ; LABBE, T. 2005. **Modélisation du bilan carbone pour un système forêt de Pin maritime-produits bois : comparaison pour trois scénarios sylvicoles contrastés**. Colloque ARBORA 2005, p. 209-216.

CITEPA. (page consultée le 27 août 2008). **en France au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques**, décembre 2007. [En ligne]. Adresse URL : http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm#inv4

CITEPA. (page consultée le 21 avril 2009). **Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la région Aquitaine et ses départements pour les années 1990 et 2005**, octobre 2007. [En ligne]. Adresse URL : http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=17823&m=3&catid=19616

DUPOUEY, JL. (page consultée le 27 août 2008). **La séquestration de carbone en forêt, Colloque « Chimie verte : questions à la recherche »**, 28 février 2006. [En ligne]. Adresse URL : http://www.inra.fr/la_science_et_vous/dossiers_scientifiques/chimie_verte/questions_a_la_recherche/la_sequestration_de_carbone_en_foret

DUPOUEY, JL. ; PIGNARD, G. 2001. **Les flux de carbone dans les forêts françaises : l'approche par inventaire**, 5 pages, (page consultée le 27 août 2008). [En ligne]. Adresse URL : http://www.avignon.inra.fr/stcavignon/centre/unites/agroclimatologie/journees_MICCES/MICCES_2004_JLD.doc

DUPOUEY, JL. ; PIGNARD, G. 2001. **Quelques problèmes posés par l'évaluation des stocks et flux de carbone forestiers au niveau national**, Revue forestière française, 2001, n° Hors Série, pages 294 à 300.

GARDETTE, YM. ; LOCATELLI, B. 2007. **Les marchés du carbone forestier**. ONF International, CIRAD, 2007. 71 pages

GIEC. (page consultée le 27 août 2008). **Utilisation des terres, changements d'affectation des terres et foresterie**. [En ligne]. Adresse URL : http://www.grida.no/climate/ipcc/spmpdf/srl-f.pdf

GRENELLE DE L'ENVIRONNEMENT. (page consultée le 27 août 2008). **Engagement 77**, [En ligne]. Adresse URL : http://www.biodiversite2012.org/spip.php?article231&artsuite=0#sommaire_1

JAUPART-CHOURROUT, N. 2007. **Marché du Carbone : Forêt et bois revendiquent !** Un colloque d'Aprovalbois, La Forêt Privée, Revue Forestière Européenne, Novembre Décembre 2007, n° 298, pages 51 à 64.

JOLIVET, C. ; ARROUAYS, D. ; ANDREUX, F. 2005. **Impact d'une coupe rase sur les teneurs en carbone organique et leur dynamique dans les sols des Landes de Gascogne**. [Communication orale]. Colloque ARBORA 2005, p. 109-114.

LOCHU, S. 2004. **Le bois et la lutte contre l'effet de serre**. Revue forestière française, 2004, pages 167 à 173.

LOUSTAU, D. ; DUPOUEY, J.L.. 2005. **Forêts et climat : rôle des forêts dans le cycle des gaz à effet de serre et les échanges d'énergie avec l'atmosphère**. Colloque ARBORA 2005, p. 17-30.

MEREDIEU, C. ; COLIN, A. ; TEISSIER DU CROS, R. ; PORTE, A. ; LOUSTAU, D.. 2005 **Evaluation des stocks de carbone dans la biomasse de peuplements de pin maritime : application à l'échelle régionale**. Colloque ARBORA ; 2005, p. 143-159.

PICARD, O. ; ROBERT, N. ; RUBIO, M. : TOPPAN, E. 2008. **Six façons de lutter contre le changement climatique : la boîte à outil du forestier**. Rendez-vous techniques, printemps 2008, n°20, page 46.
PIGNARD, G. ; HAMZA, N. ; DUPOUEY, JL. 2006. **Estimating carbon stocks and fluxes in French forest biomass, based on national inventory data**. In : Final Report of the Carbofor Project, Paris : FCBA, pages 67 à 73.

PLAN CLIMAT AQUITAINE. (page consultée le 21 avril 2009). **Premières mesures du Plan Climat Aquitaine**, 20 mars 2007, pages 57 et 58. [En ligne]. Adresse URL : http://aquitaine.fr/IMG/pdf/PlanClimatAquitain.pdf

PORTE, A. ; DULHOSTE, R. ; LOPEZ, S. ; BOSC, A. ; MEREDIEU, C. ; TEISSIER DU CROS, R. ; TRICHET, P. ; BARNIER, P. ; LOUSTAU, D.. 2005. **Détermination de la biomasse aérienne du sous-bois de peuplements adultes de Pin maritime : contribution à la quantification des stocks de carbone forestier à l'aide d'indicateurs de couvert**. Colloque ARBORA 2005, p. 97-105.

PORTE, A. ;TRICHET, P. ;BERT, D.; LOUSTAU, D., **Allometric relationships for branch and tree woody biomass of Maritime pine (Pinus pinaster Aït)**, Forest Ecology and Management, n°158, pages 71-83

PRIEUR, A. 2004. **Les ressources forestières : produits du bois, usages énérgétiques, capture et stockage du carbone**. Thèse, Bordeaux I, Ecole doctorale des Sciences Physiques et de l'Ingénieur, 183 pages

TRICHET, P. ; LOUSTAU, D. ; PASTUZSKA, P. ; LESGOURGUES, Y. ; MERZEAU, D. ; LINDER, S.. 2005. **Fixation nette de carbone dans la biomasse d'un peuplement de Pin maritime, dans les Landes de Gascogne**. Colloque ARBORA 2005, p. 91-95.

VOLUNTARY CARBON STANDARD. 2007. **Guidance for Agriculture, Forestry and Other Land Use Projects**. 53 pages ; http://www.v-c-s.org/methodologies.html

Biodiversité

BARBARO, L.; PONTCHARRAUD, L.; VETILLARD, F.; GUYON, D. & JACTEL, H. (2005), **Comparative responses of bird, carabid, and spider assemblages to stand and landscape diversity in maritime pine plantation forests**, ECOSCIENCE 12(1), 110-121.

BRIN, A.; BRUSTEL, H. & JACTEL, H. (2009), **Species variables or environmental variables as indicators of forest biodiversity: a case study using saproxylic beetles in Maritime pine plantations**, ANNALS OF FOREST SCIENCE 66, on line.

BRIN, A.; MÉREDIEU, C.; PIOU, D.; BRUSTEL, H. & JACTEL, H. (2008), **Changes in quantitative patterns of dead wood in maritime pine plantations over time**, FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT 256(5), 913-921.

BROWN, S.; PALOLA, E. & LORENZO, M. (2006), **The Possibility of Plantations: Integrating Ecological Forestry into Plantation Systems**, National Wildlife Federation (USA), Technical report, National Wildlife Federation.

CARNUS, J. M.; PARROTTA, J.; BROCKERHOFF, E.; ARBEZ, M.; JACTEL, H.; KREMER, A.; LAMB, D.; O'HARA, K. & WALTERS, B. (2003), **Planted forests and biodiversity**, IUFRO OCCASIONAL PAPER 15(10), 33-50.

CAWSEY, E. M. & FREUDENBERGER, D. (2005), **Biodiversity benefits of commercial environmental forestry: the plantation biodiversity score**, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) - AUS, Technical report, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) - AUS.
DYCK, W. (1997), **Biodiversity in New Zealand plantation forestry - an industry perspective**, NEW ZEALAND FORESTRY -, 6-8.

FISCHER, R.; GRANKE, O.; CHIRICI, G.; MEYER, P.; SEIDLING, W.; STOFER, S.; CORONA, P.; MARCHETTI, M. & TRAVAGLINI, D. (2009), **Background, main results and conclusions from a test phase for biodiversity assessments on intensive forest monitoring plots in Europe**, iFOREST 2, 67-74.

HALDER, I. V.; BARBARO, L.; COCKET, E. & JACTEL, H. (2006), **Partie 4 : Etude scientifique régionale sur le critère 4 indicateurs de biodiversité**, Technical report, UMR INRA 1202 BIOGECO.

HARTLEY, M. J. (2002), **Rationale and methods for conserving biodiversity in plantation forests**, Forest Ecology And Management 155(1-3), 81-95.

HUMPHREY, J.; FERRIS, R. & QUINE, C. (2003), **Biodiversity in Britain's planted forests: results from the Forestry Commission's Biodiversity Assessment Project**, Forestry Commission, Technical report, Forestry Commission.

IREMONGER, S.; O'HALLORAN, J.; KELLY, D.; WILSON, M.; SMITH, G.; GITTINGS, T.; GILLER, P.; MITCHELL, F.; OXBROUGH, A.; COOTE, L.; FRENCH, L.; O'DONOGHUE, S.; MCKEE, A.-M.; PITHON, J.; O'SULLIVAN, A.; NEVILLE, P.; O'DONNELL, V.; CUMMINS, V.; KELLY, T. & DOWDING, P. (2007), **Biodiversity in Irish Plantation Forests**, Environmental Protection Agency, National Council for Forest Research and Development, Technical report, Department of Zoology, Ecology and Plant Science - University college Cork (IRL)Department of botany - Trinity College Dublin (IRL)Coillte Teoranta.

JACTEL, H. & BARBARO, L. (2004), **Projet ISLANDES. Les îlots de feuillus en forêt des Landes de Gascogne: Evaluation de la méthode des îlots de feuillus en mélange pour restaurer la biodiversité de l'écosystème simplifié de pin maritime des Landes de Gascogne et améliorer sa résistance aux insectes ravageurs et champignons pathogènes**, Technical report, INRA - UMR Biogeco - entomologie forestière et biodiversité, Projet financé par le GIP Ecofor - programme Biodiversité et gestion forestière.

JACTEL, H.; GOULARD, M.; MENASSIEU, P. & GOUJON, G. (2002), **Habitat diversity in forest plantations reduces infestations on the pine stem borer Dioryctria sylvestrella**, JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY 39, 618-628.

KHANINA, L.; BOBROVSKY, M.; KARJALAINEN, T. & KOMAROV, A. (2001), **A review of recent projects on forest biodiversity investigations in Europe including Russia**, European Forest Institute, Technical report, European Forest Institute.

LINDERMAYER, D.; HOBBS, R. & SALT, D. (2003), **Plantation forests and biodiversity conservation'**, AUSTRALIAN FORESTRY 66(1), 62-66.

NORTON, D. A. (1998), **Indigenous biodiversity conservation and plantation forestry: options for the future**, NEW ZEALAND FORESTRY -, 34-39.

POLGLASE, P. (2008), **Plantation Biodiversity Scorecard**, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) - AUS, internet.

STEPHENS, S. S. & WAGNER, M. R. (2007), **Forest plantations and biodiversity: a fresh perspective**, JOURNAL OF FORESTRY -, 307-313.

TIMBAL, J. & MAIZERET, C. (1998), **Biodiversité végétale et gestion durable de la forêt landaise: bilan et évolution**, REVUE FORESTIERE FRANÇAISE 5, 403-423

MEREDIEU C., AUGUSTO L., PORTE A., NAJAR M. (2009). **Quantifier les potentialités de croissance initiale des peuplements en ligniculture (GIS coopérative de données)** in Rapport final du projet Sylvogène (à paraître).

Le risque

BIROT, Y. (Août 2002). **Tempêtes et forêts : perturbations, catastrophes ou opportunités ?** ANNALES DES MINES,

BIROT, Y. **Tempêtes et forêts : quelles avancées scientifiques depuis 1999**, Edition "Synthèse Agricole"

BRUNET, Y. ; DUPONT, S. (2008). **VENFOR : interaction entre vent et forêt de l'échelle de l'arbre à celle du paysage**, INRA,

Centre Régional de la Propriété Forestière d'Aquitaine. (2005). **Schéma Régional de Gestion Sylvicole**

D.S.F. (Août 2008). **Les facteurs de risques d'installation du Fomès dans le massif landais à l'occasion des éclaircies**, Département Santé des Forêts

De MONGOLFIER, J. (1992). **L'estimation de la valeur des utilités**, Rencontre forestière, Forêt Méditerranéenne INRA, 10 pages

DOLL, D. (1998). **Les cataclysmes météorologiques en forêt**, Thèse de Doctorat – Université Lyon II – LYON

GUENNEGUEZ, L. ; MIMIAGUE, F. **Le propriétaire forestier gascon face au risque**, JAE Bordeaux, GIP ECOFOR

LA MÉTÉOROLOGIE, (2006). **Simulation du Climat récent et futur par les modèles du CNRM et de l'IPSL**, LA MÉTÉOROLOGIE N° 55, Novembre 2006

MACÉ, P. ; BILLAC, J.M. (2009). **La protection de la forêt contre les incendies en Aquitaine**, FORÊT ENTREPRISE, n°185, page 143, Mars 2009

MERDIEUX, C., STOKES, A. (2008). **Prédiction de la résistance mécanique de l'arbre au vent : développement d'un système d'expertise destiné aux forestiers par le couplage Capsis / Forest Galls**, INRA

NAJAR, M. (2008). **Transfert à la profession d'un outil d'aide à la gestion**, Sylvogène 2008

PUECH, J. (avril 2009). **Mise en valeur de la forêt française et développement de la filière bois**, 74 pages

RIOU-NIVERT, P. (2001). **Facteurs de stabilité des peuplements et gestion des équilibres**, FORÊT ENTREPRISE N° 139, Mars 2001

SARKOZY, N. (2009). **Discours de M. Le Président de la république sur le développement de la filière bois**, 7 pages, Urmatt, 19 mai 2009

TERREAUX, J.P. ; CHAVET, M. (2003). **Comparaison sur le plan économique de différentes méthodes de lutte contre le risque tempête**, Cabinet "Michel CHAVET"

Pin maritime et résistance au vent

BECQUEY, J. (1986). **Les chablis, imprévoyance ou fatalité ?**, Forêt entreprise, n°34, pages 6 à 48, 1986

BECQUEY, J. (2001). **Adapter la méthode de nettoyage à l'option de reconstitution**, Forêt entreprise, n°142, 2001/6, pages 44 à 50,

BIROT, Y. ; ANDMANN G. ; BOHEME I. (2009). **La forêt face aux tempêtes**, Edition Quae, 476 pages

BOUCHON, J. (1987). **Etat de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes**, Revue Forestière Française, n°XXXIX, 4, pages 301 à 312

DANJON, F. ; FOURCAUD, T. ; BERT, D. (2005). **Root Architecture and Wind-Firmness of Mature Pinus pinaster**, New Phytologist, Volume 168, No. 2 (Nov., 2005), pp. 387-400

DANJON, F. ; BERT, D. ; GODIN, C. ; TRICHET, P. (1999). **Structural root architecture of 5-year-old Pinus pinaster measured by 3D digitising and analysed with AMAPmod**, Plant and Soil, Volume 217, N° 1-2, décembre 1999, pages 49 à 63

DANJON, F., FOURCAUD, T. (2009). **L'arbre et son enracinement**, Carrefour de l'Innovation Agronomique, 30 juin 2009, pages 155 à 172

DANJON, F., DRENOU, C., DUPUY, L., LEBOURGEOIS, F. (2009). **Racines, sol, mécanique de l'ancrage de l'arbre et stabilité,** In : *La forêt face aux tempêtes*. Versailles : Ed. Quae, pages 229-259

BRUNET, Y. ; DUPONT, S. ; SELLIER, D. ; FOURCAUD, T. (2009). **Les interactions vent-arbre, de l'échelle locale à celle du paysage : vers des approches déterministes**, In : *La forêt face aux tempêtes*. Versailles : Ed. Quae, p. 229-259

De CHAMPS, J. (1987). **Mesures sylvicoles préventives**, Revue Forestière Française, n°XXXIX, 4, Pages 313 à 322

Dégâts des tempêtes aux forêts : facteurs de sensibilité ou de résistance, La Forêt Privée, n°255, pages 22 à 33

DHÔTE, J.F., **Composition, structure et résistance des peuplements**, in « les écosystèmes forestiers dans la tempête, pages 101 à 116, ECOFOR, 133 pages

DOLL, D. **Les cataclysmes météorologiques en forêt**, Thèse de doctorat de l'université de Lyon II, 1988

MATHEVET, A. (2004). **La répartition des trouées de chablis dans le massif du Pilat**, Forêt entreprise, n°156, 2004/2, pages 39 à 42

MATHEVET, A. (2004). **Que savons-nous de la biomécanique racinaire ?**, Forêt entreprise, n°156, 2004/2, pages 39 à 42

MERDIEU, C. ; STOKES, A. ; CUCCHI, V. (2009). **L'apport de la modélisation à la prédiction de la stabilité des peuplements. Le cas du Pin maritime dans les Landes de Gascogne**, In : *La forêt face aux tempêtes*. Versailles : Ed. Quae, p. 229-259

RIOU-NIVERT, Ph. (2000). **Chablis : La sylviculture est-elle en cause ?**, Forêt entreprise, n°131, 2000/3, pages 70 à 76

RIOU-NIVERT, Ph. (2001). **Facteurs de stabilité des peuplements et gestion de l'équilibre**, Forêt entreprise, n°139, 2001/3, pages 17 à 25

SEVRIN, E. (2001). **Stabilité, Structure du peuplement et mélange d'essence**, Forêt entreprise, n°139, 2001/3, pages 38 à 41

Nettoyage et reconstitution après tempête

ARMAND G, VAN LERBERGHE Ph., LANTER O., **Déblaiement mécanisé des parcelles sinistrées : des solutions**, Forêt entreprise, n°135, 2000/5, pages 31 à 32, 2000

ARMAND G., LANTER O., **Les pelles hydrauliques à chenilles**, Forêt entreprise, n°135, 2000/5, pages 33 à 38, 2000

BECQUEY J., Forêt entreprise **Parcelles de chablis : quelles techniques de nettoiement ?**, n°135, 2000/5, pages 25 à 30, 2000

BECQUEY J., VIDAL C., **Bonnes et mauvaises surprises sur des chantiers de reconstitution résineux**, Forêt entreprise, n°145, 2002/3, pages 40 à 43, 2002

BOULET-GERCOURT B., LEBLEU G., **Les plantations d'enrichissement : leur utilisation après chablis**, Forêt entreprise, n°135, 2000/5, pages 48 à 59, 2000

CAFSA, **Nettoyage des parcelles sinistrées par la tempête**, Trait d'Union n°39, juin 2001

CEMAGREF, CRPF Lorraine Alsace, ENGREF, IDF, INRA, ONF, **Après la tempête que faire avant de reconstituer la forêt ?** 10 fiches, Avril 2001

Groupe de travail Nettoyage CPFA CRPF Aquitaine ARDFCI IDF**, Fiches techniques Nettoyage**, 2001

LANTER O., **Le déblaiement des parcelles sinistrées après chablis**, 80 pages, 2000

MERZEAU D. De BOISSESON J.M., FRAYSSE J.Y., MARIS C., **Reconstitution de la forêt de Pin maritime en Aquitaine : Itinéraires techniques de nettoyage, conséquence sur le travail du sol**, Fiche Informations Forêt AFOCEL n°4-2001, Fiche n°639, 2001

MERZEAU D. De BOISSESON J.M., FRAYSSE J.Y., MARIS C., **Reconstitution des peuplements de Pin maritime dans le massif des landes de Gascogne**, Forêt entreprise, n°145, 2002/3, pages 27 à 35, 2002

Sylvogene, **Exportation de biomasse et fertilité,** sous tâches 213 a et 213 b Sylvogene, 26 mars 2009, Restitution Final ; Publication à venir

VAN LERBHERGUE Ph., LANTER O., **Remise en état des parcelles sinistrées par broyage**, Forêt entreprise, n°135, 2000/5, pages 39 à 47, 2000

Diversification sur le massif des Landes de Gascogne

ABRAHAM G., LIARCOU J.R., CHANTRE C., FRAYSSE J.Y. , **Le Pin taeda : Un potentiel de production prometteur sur les bonnes stations en Aquitaine**, Fiche Informations-Forêt, AFOCEL, n°672, 2003

AFOCEL, **Bilan des introductions de Pin taeda dans le Sud-Ouest de la France**, 1996
ARBEZ, Les ressources génétiques forestières en France, INRA, BRG, 1987

CRPF Aquitaine, **SRGS des forêts privées d'Aquitaine**, 2005

CRPF Aquitaine, **Guide des milieux forestiers en Aquitaine**, 2004

DESTREMAUX D, **De l'introduction des exotiques**, Fiche Informations-Forêt, AFOCEL-ARMEF, n° 169, 1981

DESTREMEAUX D, **Quel substitut pour le pin maritime dans les landes**, Fiche Informations-Forêt, AFOCEL-ARMEF, n°3, 1978

FLORAC Th., **Mise au point sur le comportement de diverses essences résineuses exotiques introduites dans le sud-ouest de la France**, mémoire de stage BTS Ecole forestière de Meymac, INRA Pierroton, 1987

INRA, **Projet ISLANDES**, 2001-2004

LALLEMAND, **La forêt girondine, sa mise valeur**, Bois et résineux, n°1465 à 1472, 1948

Ministère de l'Agriculture et de la pêche, **Orientations Régionales Forestières Aquitaine** , 2001

ARDFCI, CPFA, CRPF Aquitaine, IDF, Après la tempête : reconstitution des peuplements de Pin maritime, 22 fiches, Avril 2002

BECQUEY J., Après les chablis : régénération naturelle et plantation, Forêt entreprise, n°135, 2000/5, pages 48 à 52, 2000

Maugé, J. (Paris), I. (1987), Le pin maritime : premier résineux de France, Institut pour le Développement Forestier.

CRPF Aquitaine, (Avril 2002), **Après la tempête...Reconstitution des peuplements de Pin maritime**

GPF Sud Landes, (Décembre 2008), **La préparation du sol un enjeu majeur**, Document de tournée

CETEF des Landes, (Septembre 2005), **Les techniques de travail du sol dans le massif des Landes de Gascogne**, Essai de synthèse

CAFSA, Document non daté [1997], **Manuel des méthodes de Sylviculture**

Pin maritime et fertilisation

AUGUSTO, L. ; BADEAU, V. ; ARROUAYS, D. ; TRICHET, P. ; FLOT, J.L. ; JOLIVET, C. ; MERZEAU, D. (2006). **Caractérisation physico-chimique des sols à l'échelle d'une région naturelle à partir d'une compilation de données : Exemple des sols du massif forestier landais**, Etude et Gestion des Sols, Volume 13, pages 7 à 22, 2006

CPFA, INRA, ONF. (2006). **Optimisation de la nutrition minérale du Pin maritime en forêt de production**, Compte rendu d'activités, tranche 2

GPF GRANDE LANDE ET PAYS DE BORN, CPFA, CRPF, CA40. (2005). **La fertilisation**. Document de tournée

JOLIVET, C ., AUGUSTO, L., TICHET, P., ARROUAYS, D., (2007). **Les sols du Massif forestier des Landes de Gascogne : formation, histoire, propriétés et variabilité spatiale**. Rev. For. Fr. LIX-1. pages 7-39

TRICHET, P. ; ALAZARD, P. ; AUGUSTO, L . ; BAKKER, M. ; BERNIER, F. ; BOSC, A. ; CANTELOUP, D. ; FRAYSSE, J.Y. ; LAMBROT, C. ; LOUSTAU, D. ; MEREDIEU, C. ; MERZEAU, D. ; PASTUZSKA, P. ; SARTORE, M. ; **Facteur limitant de la croissance : analyse expérimentale,** Projet Sylvogene, tache 3-213c

TRICHET, P.; BAKKER, M.; AUGUSTO, L.; ALAZARD, P.; MERZEAU, D. **Fifty years of pine fertilization experiments in the Landes of Gascogne** (France). A paraître

Gestion des espaces interstitiels

CRPF Aquitaine, **Guide des milieux forestiers en Aquitaine 2004** , 2004

Ministère de l'Agriculture et de la pêche, **Orientations Régionales Forestières Aquitaine,** 2001

VILLIERS Thomas, **Guide de gestion de la biodiversité**, Agence ONF de Bordeaux mai 2005

PASCAL B., **La reconstitution des forêts sinistrées : mise en œuvre de la clause diversification,** Mémoire de stage Maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes, DDAF Gironde, 2002

Guide de sylviculture du Pin maritime de lande, ONF Direction territoriale Sud Ouest, 2003

DINTILLAC V., **Itinéraires technico-économiques pour l'introduction de feuillus dans le massif landais**, Mémoire stage BTS GF, CRPF Aquitaine, 2004

ENGREF-IDF-ONF, **Gestion forestière et diversité biologique**, France Domaine Atlantique, 2000

III - LA QUALIFICATION DE LA RESSOURCE

La démarche que nous entreprenons dans le développement forestier dont nous vous avons présenté les axes prioritaires doit se traduire par une valeur ajoutée pour le sylviculteur : une amélioration de la rentabilité des investissements forestiers c'est-à-dire, in fine, une amélioration du revenu du sylviculteur.

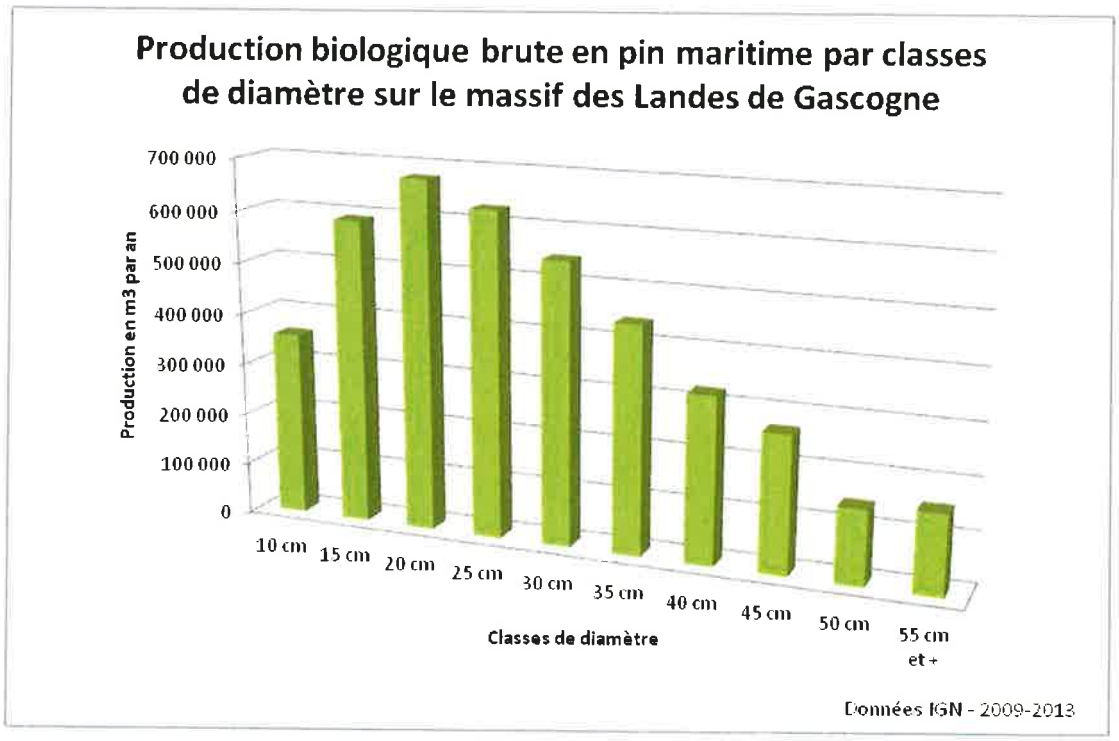
Pour ce faire, avec le Syndicat, et nous l'espérons avec l'appui du Pôle Producteur, le projet est de proposer une nouvelle politique de l'offre basée sur la Quantification et la Qualification de la Ressource. C'est-à-dire être capable de disposer non seulement d'un inventaire par classe d'âge, mais aussi et surtout d'un inventaire des peuplements par classe de diamètre.

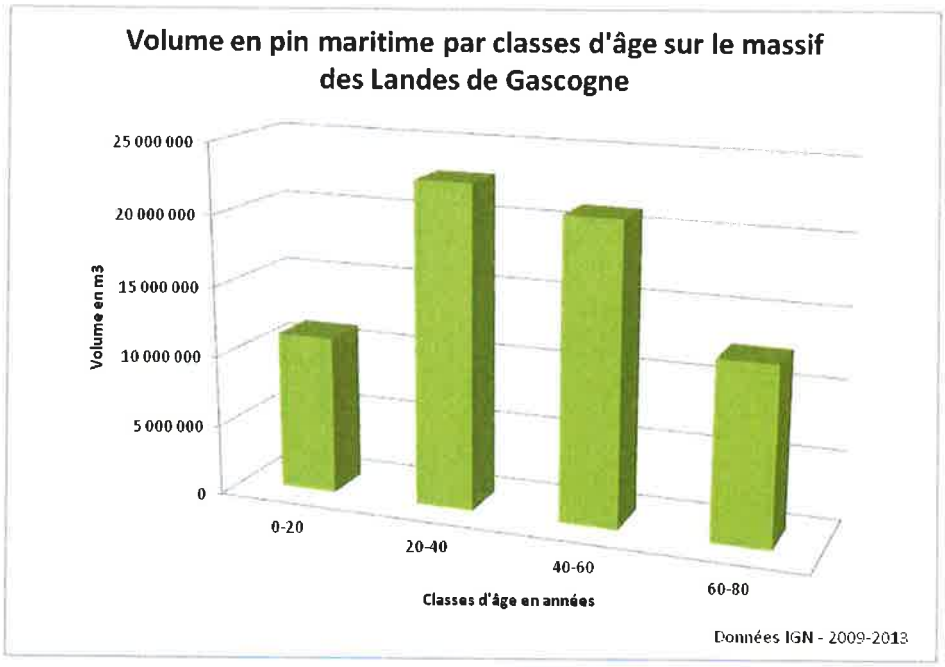
Cette information capitale permettra aux sylviculteurs de mieux valoriser la vente de leurs bois en répondant plus précisément aux besoins des industriels. Besoins que les industriels ne manqueront pas d'exprimer car ils auront compris de leur côté la valeur ajoutée de cette offre pour la qualité de leur approvisionnement et de leur process industriel.

Il s'agit là d'un projet Gagnant-Gagnant dans l'intérêt général de la filière.

C'est un projet dont nous espérons l'aboutissement dès l'année 2016.
C'est l'Observatoire Stratégique du Syndicat qui a conçu ce projet et d'ores et déjà nous pouvons vous livrer quelques orientations. De nombreuses données existent déjà notamment près des services de l'Inventaire Forestier de l'IGN.

Ces deux tableaux donnent la tendance vers laquelle nous nous engageons dans la qualification de la ressource. A terme, nous pourrons « géo-localiser » cette ressource selon sa qualification mais pour cet exposé, nous en resterons à l'échelle du massif, stade auquel ces données sont d'ores et déjà disponibles.





Il nous faut travailler quant à l'interprétation de ces données et, dans un second temps, à leur spatialisation. Néanmoins, à propos de la ressource, il apparaît qu'il y a en volume autant de m^3 dans les moins de 40 ans que dans les 40 ans et plus. C'est déjà une nouvelle rassurante... Par ailleurs, il apparaît que les jeunes peuplements jusqu'à 35 cm s'accroissent de plus de 3 millions de m^3 par an. Il y a donc encore du bois dans le massif.

L'ambition de cette entreprise originale ne vous échappera pas et elle justifie l'engagement politique que vos représentants prennent en corrélation avec le nouveau programme de Développement Forestier.

Vous pouvez mesurer ainsi la pertinence et l'importance de ce projet qui vous est présenté aujourd'hui.



IV - FORMATION, INFORMATION

Ce projet de Développement Forestier, pour atteindre sa pleine efficacité, devra être complété par un Plan de Formation à l'intention des sylviculteurs en particulier à ceux qui exercent des fonctions dans les différentes organisations (administrateurs des GPF et CETEF, Syndics et Présidents d'ASA de DFCI, délégués du Syndicat sans oublier les FO.GE.FOR etc…).

Les conseillers forestiers seront aussi sollicités et impliqués pour ce faire.

Le renouvellement des propriétés forestières, par transmission ou acquisition, rend indispensable la formation et l'information de ces nouveaux propriétaires, dont la forêt n'est souvent pas l'activité principale.

Deux types de formations / informations :

- Organisation professionnelle, rôle, fonctionnement, liens. Le but étant d'améliorer le fonctionnement et l'efficacité, ainsi que d'assurer le renouvellement des responsables.

- Informations techniques, juridiques, fiscales, administratives. Diffusion des connaissances, recueil des questions et préoccupations des propriétaires.

Un programme sera établi à cet effet avec des séances décentralisées «chapeautées » par les GPF chacun dans leur zone géographique. Le contenu et le calendrier seront organisés par le CPFA en coordination avec le Syndicat.

Quant à l'information, les médias classiques (Tronc Commun, Forêt de Gascogne) sont à maintenir ou à développer. Il conviendra également d'utiliser les nouvelles technologies de communication : internet, sms, réseaux sociaux via le site du Syndicat afin de mobiliser un maximum de propriétaires forestiers et du CRPF.

* * *

Soutenir la production par le gain génétique

Volet B – Projet Pinaster

CPFA, CRPF, FCBA, INRA, ONF

Soutenir la production par le gain génétique

1. **La sélection** : une stratégie avancée pour **accélérer** les cycles de sélection
   1. Outil informatique Treeplan et sélection forward
   2. Outils moléculaires, traçabilité et efficacité de sélection
   3. Avancement en continu des cycles de sélection

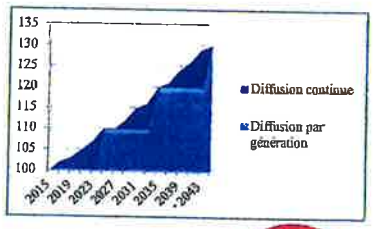


2. **Les MFR** : vers un renouvellement **accéléré** et une **diversification** des MFR
   1. Création variétale et multiplication des MFR
   2. Prédiction du gain génétique
   3. Santé des vergers et qualité des plants



Pourquoi accélérer et diversifier les sorties variétales?

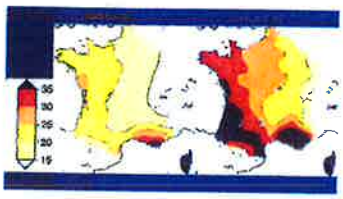
- Diffuser le meilleur du gain génétique en continu



- Minimiser les risques



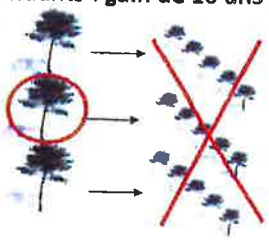
- S'adapter à un contexte environnemental rapidement changeant



1.1. Treeplan et sélection forward

Adopter une stratégie de sélection forward

• Sélection **forward** plutôt que backward : directement sur la valeur de l'individu (intégrant les informations des collatéraux et ascendants), sans tester les descendants : **gain de 10 ans par cycle**



Utiliser l'outil Treeplan pour évaluer les valeurs génétiques

• **Précision gagnée grâce à :**

400.000 individus évalués

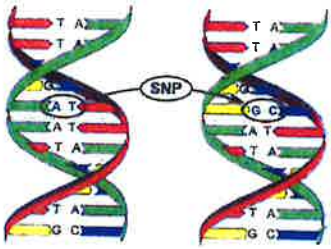
2 cycles complets de sélection



PlantPlan Genetics

1.2. Outils moléculaires, traçabilité et efficacité de la sélection

- Utiliser les outils moléculaires (marqueurs SNP):
  - Vérifier les identités des génotypes (**traçabilité**) pour améliorer la **précision** des évaluations génétiques (250 génotypes contrôlés / an)
  - Recherche de paternité pour la **sélection forward** en test polycross (stratégie BWB ou **polycross breeding** pour maximiser à moindre coût le nombre de combinaisons testées) : ex hybrides LxC, LxM



Page 5

1.3. Avancement en continu des cycles de sélection

- Chaque année :
  - Création de 50 nouvelles familles à tester (croisements contrôlés)
  - Installation d'un test de descendance de 50 familles sur deux sites (+ en exploratoire : test clonaux pour explorer la variabilité intra famille, ou comparer les candidats à la sélection juvénile)
  - Evaluation des tests entre 6 et 8 ans (tests polycross G2, tests de familles G3, tests de descendances d'hybrides LxC)
  - Conservation des géniteurs sélectionnés (greffage)






Page 6

Soutenir la production par le gain génétique

1. La sélection : une stratégie avancée pour accélérer les cycles de sélection
   1. Outil informatique Treeplan et sélection forward
   2. Outils moléculaires : traçabilité et efficacité de sélection
   3. Avancement en continu des cycles de sélection



2. **Les MFR** : vers un renouvellement **accéléré** et une **diversification** des MFR
   1. Création variétale et multiplication des MFR
   2. Prédiction du gain génétique
   3. Santé des vergers et qualité des plants



Page 7

2.1. Création variétale et multiplication des MFR

- En priorité : Fournir une nouvelle formule variétale tous les 2 ans, et le matériel de base des vergers





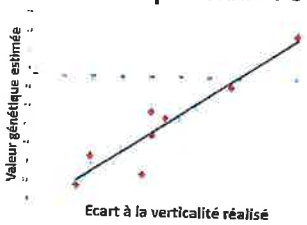
- En exploratoire : Etudier et tester des méthodes innovantes de production des MFR
  - Etude biblio
  - Méthodes de pollinisation semi-contrôlées
  - Méthodes d'installation de VG clonaux

2.2. Prédiction du gain génétique

- Installer et évaluer les tests de comparaison de variétés



- Nouvelle priorité : Installer des tests de calibration des valeurs génétiques estimées : familles en grandes parcelles



Relation entre écart à la verticalité réalisé en grandes parcelles (Le Temple) et valeur génétique estimée par Treeplan, pour 8 familles

2.3. Santé des vergers, qualité des plants

- Baisse des rendements en graines (suite des actions entreprises dans Fortius-GPMF et Optigraine-FCBA) :
  - Etude des causes du dépérissement des cônelets
  - Etude et mise en œuvre de moyens de lutte préventifs ou curatifs



- Impact des conditions de culture en pépinière sur :
  - La tolérance au froid
  - La croissance initiale après plantation



PARTIE B
PRODUCTIVITE ET INNOVATIONS SYLVICOLES

Objectifs généraux : cette tâche a pour objectif de quantifier, en conditions réelles, la production de différents itinéraires sylvicoles et de recueillir les données pour la modélisation

Les réseaux actuels ou à installer sont essentiellement orientés vers 2 thèmes:

- **Gestion de la fertilité des sols : modalités de fertilisation en fonction des stations et analyse des impacts des récoltes des rémanents**
- **Gestion de la densité des peuplements en particulier pour de nouveaux itinéraires (ex sylviculture semi dédiée)**

- **Le suivi des réseaux existants a pour objet d'améliorer la précision des modèles existants et notamment de mieux prédire la croissance juvénile**

Page 1

PARTIE B
PRODUCTIVITE ET INNOVATIONS SYLVICOLES

1- Extension et valorisation des réseaux d'expérimentation en sylviculture

2 - Gestion de la fertilité : fertilisation et nouvelles pratiques

3 -Production du Pin maritime en mélange

Page 2

1- Extension et valorisation des réseaux d'expérimentation en sylviculture

1-1 : Évaluation des nouveaux itinéraires : plantations à forte densité

Objectifs :

- **quantifier la production de biomasse avant 10 ans**
- **estimer les conséquences sur le peuplement restant (semi dédié)**

1) Suivi et installation de dispositifs de forte densité et selon différents motifs

- **suivi de 6 essais de densités (600 à 3500 t/ha) âgés de 5 à 12 ans**
- **installation d'un nouveau dispositif**

2) Installation de placettes de production sur semi-dédiés (motif à double ligne)

- **suivis de production dans les essais semi dédiés et dans les parcelles de production**
- **analyse de l'effet d'un retard de récolte (installation de 3 essais)**

Acquisition de données sur les relations entre circonférence et biomasse en fonction des motifs de plantation (analyse de tiges, pesées)

Page 3

1- Extension et valorisation des réseaux d'expérimentation en sylviculture

1-2 : Extension et valorisation du réseau SYLVCOOP pour la modélisation de la croissance

Objectifs : améliorer les modèles de croissance existants grâce aux mesures du réseau existant (450 placettes)

Mesure annuelle des dispositifs

Installation d'un nouveau dispositif par organisme pour remplacer les dispositifs en fin de vie ou abandonnés

1-3 : Prédiction de la croissance juvénile

Objectifs : améliorer la précision des modèles au stade juvénile (avant la première éclaircie)

Mettre au point un modèle de croissance spécifique à la phase précédant la 1ère éclaircie dans les modèles existants

Permettre d'obtenir des résultats pour les nouveaux scénarios à courte révolution (dont la production de biomasse pour les itinéraires dédiés et semi-dédiés).

Page 4

2 - Gestion de la fertilité : fertilisation et nouvelles pratiques

2-1 : Amélioration de la production forestière par la fertilisation

Objectifs

- **mesurer, entretenir, valoriser le réseau existant et le compléter**
- **répondre aux interrogations sur l'évolution des techniques**

Actions

- **Suivi du réseau existant (16 dispositifs répartis entre partenaires)**
- **Installation de deux dispositifs (dose de P) en lande sèche et en lande mésophile**
- **Installation de deux dispositifs (localisation de P)**
- **Installation d'essais de regonflage et de tonification**

Page 5

2 - Gestion de la fertilité : fertilisation et nouvelles pratiques

2-2 : Intensification des récoltes et maintien de la fertilité

Objectifs :

- **étude des conséquences de différents niveaux d'exportation de biomasse**
- **étude de la faisabilité de l'utilisation des cendres comme amendement et de leurs conséquences sur le milieu**
- **installer un deuxième site expérimental**

Actions

- **Suivi du site du Nezer : mesures tous les 3 ans, prélèvements et analyse des sols (2015)**
- **Test sur plateforme**
  - **Essai d'apport de cendres en milieu contrôlé : essai de doses**
  - **Mesures de croissance et analyse de l'état sanitaire**
  - **Mesures éventuelles de la composition des plants**

Page 6

2 - Gestion de la fertilité : fertilisation et nouvelles pratiques

2-2 : Intensification des récoltes et maintien de la fertilité : installation à Pontenx d'un site complémentaire à celui du Nezer

- **Description des modalités testées sur le site de Pontenx (CDC)**
  - **Modalités d'exportation :**
    - **1 : bois fort**
    - **2 : bois fort + souches**
    - **3 : partie aérienne + souches**
  - **Modalités de fertilisation :**
    - **1: aucun apport**
    - **2 : P 60 unités/ha**
    - **3 : cendres : 5 tonnes/ha**
    - **4 : apport de houppier**
    - **5 : plantation à forte densité pour récolte de biomasse à 25 ans**
  - **Calendrier**
    - **2015 : installation du dispositif**
    - **Début 2016 : exploitation, mesures de biomasse, extraction des souches**
    - **Fin 2016 : broyage, fertilisation, apport de cendres et plantation**

2 - Gestion de la fertilité : fertilisation et nouvelles pratiques

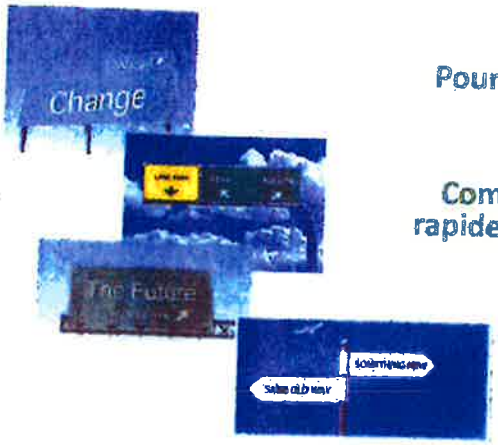
2-3 : introduction de légumineuses en sous bois

- **Objectifs**

  - Évaluer l'impact des légumineuses sur la fertilité des peuplements, sur la nutrition azotée du pin maritime et les effets sur la croissance

- **Actions**
  - **Suivi du réseau en place : 4 sites**
  - **Quantification des quantités d'azote et des éléments minéraux fixés**
  - **Mesures de croissance des peuplements**

Composition des vergers à graines : une nouvelle stratégie



Pourquoi une nouvelle stratégie ?

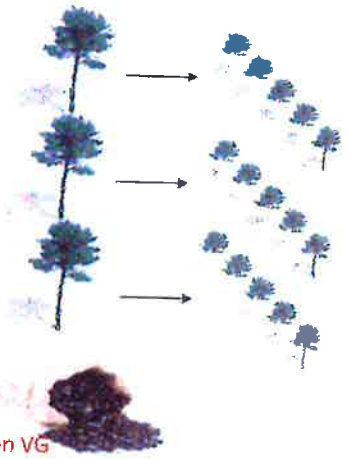
Comment renouveler rapidement les variétés ?

Pourquoi une nouvelle stratégie ?



La stratégie actuelle :

Sélection des meilleurs parents, après avoir testé leurs descendants (Sélection backward)

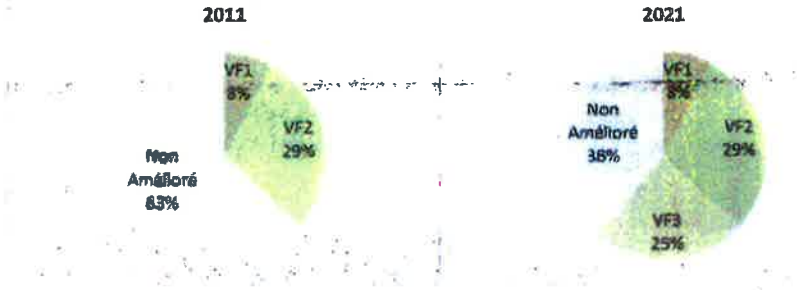


Efficace, précis, mais lent.

Breeding 10 ans → Testing 10 ans → Entrée en production VG 10 ans

La stratégie actuelle : VF1, VF2, VF3

Une variété tous les 15-20 ans
200 à 250 ha de vergers par génération
Une variété = 200.000 ha reboisés



232.000 ha en VF2.

200.000 ha en VF3.

Les conséquences de la stratégie actuelle :

Une variété, même avec une grande diversité génétique :
= une même diversité, un même gain génétique
+ risque de non adaptation au futur climat





Nouvelle orientation :
Accélérer les cycles de sélection pour proposer régulièrement et plus rapidement des nouvelles variétés

...



3 – Production du pin maritime en mélange

3-1 : Impact de la conservation des feuillus lors des reboisements

Objectifs

- **Évaluer l'impact de la conservation des feuillus : impact sur la production**

Actions

- **Installation de placettes de production dans des peuplements pour lesquels les feuillus sont conservés ; mesures de la production en fonction de la densité de feuillus**

3-2 : Plantation de feuillus en mélange avec le pin maritime

Objectifs

- **Évaluer l'impact des plantations mélangées sur la production de bois et sur l'état sanitaire**

Actions

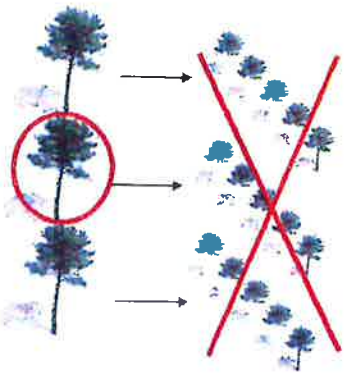
- **Mesures dendrométriques des dispositifs existants installés dans le cadre de fortius**

Comment renouveler rapidement les variétés?



Sélection forward plutôt que backward : directement sur la valeur de l'individu (intégrant les informations des collatéraux et ascendants), sans tester les descendants.

Précision gagnée grâce à :
Treeplan
400.000 individus évalués
2 cycles complets de sélection



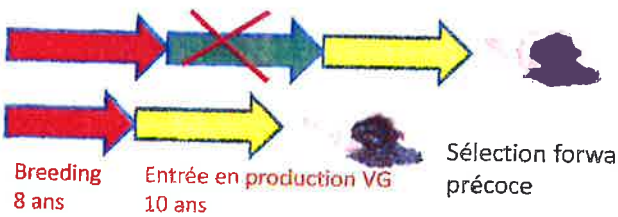
PlantPlan Genetics

Comment renouveler rapidement les variétés?



Sélection plus précoce

Passer d'une évaluation à 8-12ans à une évaluation à 6-8 ans grâce à :
- bonne estimation des corrélations âge-âge
- rotations plus courtes : évaluation à ¼ ou 1/3 de l'objectif de sélection (35 ans)
- apport des MM dans la vérification des identités et des pédigrées : gain en précision dans l'évaluation génétique



Sélection backward traditionnelle

Sélection forward précoce

OBJECTIF = Fournir une nouvelle formule tous les 2 ans :

✓évolution régulière de la composition (**diversification**)
✓**Progression régulière du gain génétique**



Production des vergers à graines

Hypothèses de production et des besoins
Modalités d'installation
Surfaces à installer
Typologie des variétés à produire

Hypothèses de production des vergers

Les récoltes de cônes sur les différents vergers montrent :

- en régime de pleine production (entre 10 et 25 ans), on peut estimer la production moyenne à 15 hl de cônes /ha soit environ 20 kg de graines kg de graines /ha/an
- le rendement moyen d'1 hl de cônes est estimé à 1,5 kg de graines
- un verger commence à produire vers 8 ans et atteint la pleine production vers 15 ans après son installation
- la durée optimale de production d'un verger , après le début de récolte (vers 8 ans) se situe entre 12 et 15 ans

Compte tenu des fortes variations annuelles et des aléas tant sur la production de cônes que sur le rendement en graines on partira de 2 hypothèses :

- H1 : favorable correspondant aux données précedentes
- H2 : défavorable : potentiel réduit de 50%

Hypothèses sur les besoins

Les besoins actuels (plus de 40 millions de plants) correspondent aux nécessités de la reconstitution post tempête

Après 2018 les besoins vont diminuer pour probablement se situer autour de 20 à 25 millions de plants (environ 15 000 ha à reboiser/an) soit environ 1,5 à 2,0 tonnes de graines par an

Ces besoins correspondent à une centaine d'hectares de vergers en pleine production (hypothèse favorable H1)

Modalités d'installation

Comme pour les vergers VF3, les 2 techniques d'installation des vergers peuvent être envisagées :

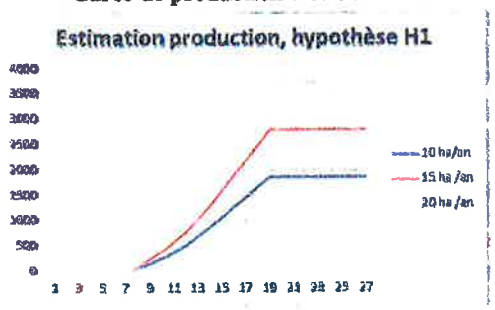
- vergers de clones
- vergers de familles

Une densité comprise 200 et 300 t/ha semble être le meilleur compromis en l'absence d'éclaircie

Surfaces à installer

Hypothèses : installation annuelle

- H1 : favorable
- Installation de 10, 15 ou 20 ha/an sur 10 ans
- durée de production : 12 ans



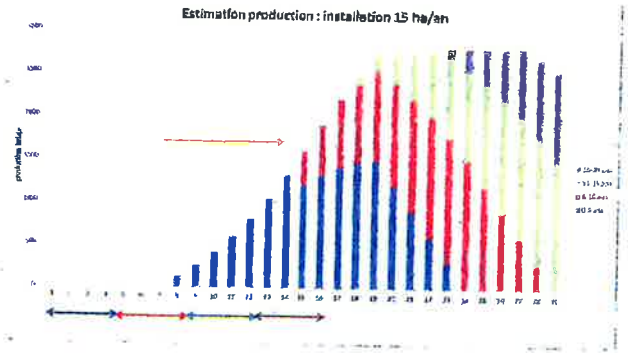
L'installation de 10 ha par an n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins estimés entre 1500 et 2000 kg par an

Avec 15 ha par an sur 10 ans on satisfait les besoins (vers 15 ans) avec une petite marge de sécurité (vis-à-vis de l'hypothèse H2)

Un programme de 20 ha sur 10 ans semble surdimensionné

Surfaces à installer

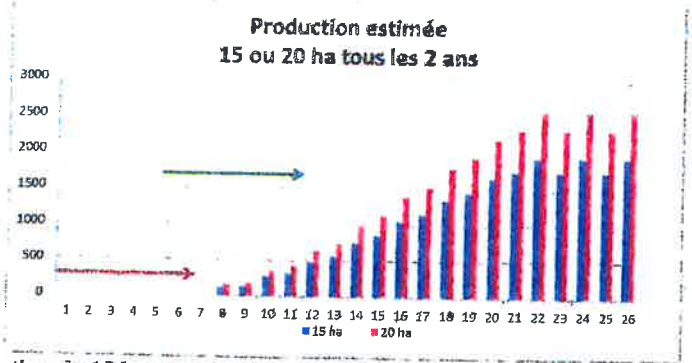
Hypothèses : installation annuelle
- **H1 : favorable**
- **Installation de 15 ha/an sur 10 ans**



L'installation continue dans le temps permet, vers 20 ans, de récolter sur différents vergers installés en plusieurs vagues successives.

Surfaces à installer

Hypothèses : installation tous les 2 ans
- **H1 : favorable**
- **Installation de 15 ou 20 ha tous les 2 ans sur 10 ans**



L'installation de 15 ha par tous les 2 ans n'est pas suffisante pour satisfaire les besoins
Un programme de 20 ha tous les 2 ans sur 10 ans est suffisant mais avec une marge de sécurité faible

Installation des nouveaux VG

Hypothèses de production et de besoins
Retenues :

150 hectares de VG en pleine production

Hypothèse H2 précédente

Besoins actuels supérieurs

Indépendant des scénarios variétaux

Installation des nouveaux VG

Hypothèses de production et de besoins
Retenues :

Production optimale pendant 15 ans

À partir de 8 ans

Installation des nouveaux VG

Résultat déduit:

Taux de renouvellement 10 hectares par an

À minima en rythme de croisière

Installation des nouveaux VG

Hypothèses de production et de besoins Retenues :

La durée de vie d'un VG est de 25 ans

Acceptation de coupe rase

Installation des nouveaux VG

Résultat déduit:

250 hectares de VG de pin maritime

À minima en rythme de croisière

Dont 80 hectares de - de 8 ans

Dont 20 hectares de + de 23 ans

Installation des nouveaux VG

Hypothèses de production et de besoins Retenues :

La surface optimale d'un VG est de 30 ha

Investissement infrastructures

Limitation pollution pollinique

Compromis limitation nb sites/ risques

Installation des nouveaux VG

Résultat déduit:

Il faut 8 à 10 VG de pin maritime

À minima 8 en rythme de croisière

Plus pour tenir compte de l'éventuelle diversité variétale

Installation des nouveaux VG

Modalités d'installation :

Site dédié, protégé, équipé, fertilisé,...

Conditions stationnelles favorables

200 à 300 arbres à l'hectare

Un VG sera composé de plusieurs « tranches »

Un VG devra associer plusieurs partenaires

Installation des nouveaux VG

Modalités d'installation :

Matériel de base mis à disposition par le GPMF

Installation terrain suivi DRAAF

Licences de multiplication

Installation des nouveaux VG

Modalités d'installation options:

Site hors massif = surface VC réduite

Réutilisation ancien sites VC

Adopter un rythme non linéaire pour passer à ce nouveau système.

Typologie des variétés à produire

Prévision création de 2 groupes de variétés
- des variétés landaises destinées à remplacer la variété VF3
- des variétés landes*corse

Problématique liée à la variété landes*corse
- difficulté de production en masse de variété landes corse par croisement contrôlé
- proposition d'une stratégie de production de variété hybride en verger de pollinisation libre
  - verger de clones hybrides
  - verger de familles hybrides

Problématiques liées aux « variétés spécialisées »

Dans tous les cas, nécessité de conduire une réflexion sur dimensionnement =répartition entre différents types de variétés.

