



Analyse prospective de la ressource forestière et des disponibilités en bois de la région Aquitaine à l'horizon 2025

Disponibilité en bois en Aquitaine de 2012 à 2025

Rapport final



Disponibilité en bois en Aquitaine de 2012 à 2025

Rapport final

Coordinateur du rapport : Alain THIVOLLE-CAZAT

Equipe projet : Antoine COLIN (IGN), Céline MEREDIEU (INRA), Sébastien DROUINEAU (CRPF), Sébastien CAVAINAC (FCBA), Alain BAILLY (FCBA), Thierry LABBE (INRA) et Pierre LAMBERT (IGN)

Juillet 2013

SOMMAIRE

Introduction.....	5
Contexte régional et objectif de l'étude	5
Déroulement de l'étude	5
Démarche générale sur le calcul des disponibilités en bois.....	7
Partie 1 : Disponibilité en pin maritime	9
1. Etat de la ressource en pin maritime.....	10
1.1 Données utilisées	10
1.2 Les domaines d'étude	10
1.3 La distribution des classes d'âge dans les Landes de Gascogne	11
2. Calcul de la disponibilité en pin maritime.....	12
2.1 Les itinéraires sylvicoles utilisés	12
2.1.1 Itinéraire type	12
2.1.2 Itinéraire de base	12
2.1.3 Régularisation des peuplements endommagés.....	13
2.1.4 Variations sur l'âge de la coupe rase	14
2.1.5 Décapitalisation dans les peuplements âgés.....	14
2.1.6 Scénarios : les combinaisons d'itinéraires sylvicoles.....	14
2.2 Calcul de disponibilité	14
2.3 Les résultats du calcul de disponibilité.....	16
2.3.1 Disponibilité totale en bois fort tige par scénario	16
2.3.2 Disponibilité par groupe de domaine d'étude et par massif pour les trois scénarios principaux.....	17
2.3.3 Distribution par usage potentiel.....	17
2.3.4 Sensibilité de la disponibilité aux paramètres des scénarios.	19
3. L'utilisation du bois stocké sous eau	20
4. La demande en pin maritime en Aquitaine de 2012 à 2025	20
4.1 Demande industrielle.....	20
4.1.1 Demande industrielle de base.....	20
4.1.2 Les quatre scénarios de demande envisagés	21
4.2 Demande énergétique	21
4.3 Demande en écorce	22
4.4 Demande totale en pin maritime.....	22
5. Bilan offre demande.....	23
5.1 Bilan offre demande totale avec les trois scénarios principaux	24
5.2 Bilan offre demande bois d'œuvre avec les trois scénarios principaux	25
5.3 Bilan offre demande bois d'industrie/énergie avec les trois scénarios principaux.....	26
5.4 Bilan offre demande souches et rémanents.....	27
6. Etat des peuplements en 2025 selon les scénarios de gestion des peuplements.....	28

Partie 2 : Disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime	30
7. Etat de la ressource des essences autres que le pin maritime	31
7.1 Données utilisées	31
7.2 Domaines d'étude définis pour estimer la disponibilité future en bois	31
8. Calcul de la disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime	33
8.1 Les itinéraires sylvicoles mis en œuvre pour les projections.....	33
8.1.1 Itinéraires correspondant aux pratiques sylvicoles actuelles et définissant le scénario type	33
8.1.2 Itinéraires correspondant à une sylviculture recommandée et définissant le scénario théorique	34
8.2 Calcul de la disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime.....	35
8.3 Les résultats du calcul de disponibilité.....	35
8.3.1 Disponibilité totale par massif.....	35
8.3.2 Disponibilité par essence	36
8.3.3 Disponibilité par classe de dimension des bois	37
8.3.4 Disponibilité suivant le compartiment dans l'arbre.....	38
8.3.5 Disponibilité suivant l'usage potentiel du bois.....	38
9. La demande en bois d'essences autres que le pin maritime en Aquitaine de 2012 à 2025	39
10. Bilan entre l'offre et la demande des usages potentiels des autres essences que le pin maritime	41
Partie 3 : Conclusions générales	43
ANNEXE 1 - Principe du simulateur par classe d'âge	46
ANNEXE 2 - Principe des simulateurs par classe de diamètre	47
ANNEXE 3 : Caractéristiques des domaines d'étude	48
ANNEXE 4 – taux de prélèvement du scénario type par domaine d'étude	51
ANNEXE 6 : Ventilation de la disponibilité par usage potentiel	56
A Pin maritime	56
B Autres essences	56

Introduction

Contexte régional et objectif de l'étude

L'Aquitaine est la première région française en terme de superficie forestière et elle se classe 4^{ième} en taux de boisement après la Corse, PACA et la Franche-Comté (IGN, 2012). C'est aussi la première région française en terme de récolte de bois commercialisés, en représentant près du quart de la récolte nationale avant 2009.

La tempête Klaus du 24 janvier 2009 a abattu 42,5 millions de m³ de bois (IFN, 2009), essentiellement les pins maritimes du massif landais avec 37,1 millions de m³ de dégâts. Des dégâts de scolytes sont ensuite apparus dans les parcelles déjà touchées et dans les parcelles voisines, aggravant encore les dégâts. La tempête a majoritairement frappé la partie centrale du massif. Le massif landais avait déjà été affecté par une tempête majeure en 1999 dans sa partie Nord.

Il est très vite apparu nécessaire de faire une **estimation de l'état des peuplements au lendemain de ces événements exceptionnels et une étude de projection de la disponibilité en bois en Aquitaine à l'horizon 2025, afin d'évaluer l'adéquation entre l'offre de bois par la forêt et la demande en produits par les acteurs économiques.**

Si la filière pin maritime constitue une part prépondérante de l'activité forestière et des industries du bois en Aquitaine, le volume des autres espèces (feuillues en particulier) constitue plus de la moitié du volume total de bois de la région. Elles représentent un potentiel de développement pour les activités liées à la production d'énergie par exemple. L'étude réalisée couvre donc l'ensemble des forêts de la région Aquitaine et toutes les essences présentes. Les trois grands bassins forestiers régionaux que sont le massif des Landes de Gascogne, la Dordogne-Garonne et l'Adour-Pyrénées ont été distingués. Les forêts de la sylvo-éco-région F23 Double et Landais situées en Poitou-Charentes ont été ajoutées dans le périmètre de l'étude et traitées avec le massif Dordogne-Garonne, en raison de la prépondérance du pin maritime.

Les peupleraies sont exclues de l'étude à la fois pour des raisons de disponibilité des données d'inventaire et pour des raisons méthodologiques¹. Les peupleraies et la disponibilité qu'elles peuvent offrir seront étudiés ultérieurement.

Déroulement de l'étude

L'étude a été réalisée en 4 temps successifs, répondant à 4 objectifs séquentiels.

Le premier objectif était de déterminer **l'état à la fin de l'année 2011 des ressources forestières régionales, soit après la tempête Klaus, les épisodes d'attaques de scolytes, et alors que le nettoyage est déjà largement engagé sur le massif landais.** L'objectif était de faire une photographie du capital productif forestier pour ces prochaines années.

Les données de l'inventaire forestier national de l'IGN ont servi de socle à la constitution de cet état des lieux.

¹ D'une part, la relative faible surface des peupleraies en Aquitaine fait que le nombre de points inventoriés est trop faible pour faire une étude détaillée, d'autre part, il a été proposé de compléter les données d'inventaire au sol avec les données d'estimation des surfaces des peupleraies cartographiées, ce qui nécessiterait des avancées méthodologiques incompatibles avec les délais de l'étude.

Elles ont été mobilisées directement pour décrire l'état de la ressource dans les massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées.

Pour le massif landais, elles ont été complétées par des données thématiques disponibles localement, comme celles du GIP ATGeRi concernant la mise en œuvre opérationnelle du plan chablis, pour actualiser le statut boisé sain / boisé scolyté / déjà déboisé / bientôt déboisé, et par des outils comme le modèle de croissance PP3 de l'INRA pour actualiser le volume des arbres sur pied fin 2011. L'emploi de toutes ces informations a permis de produire un état actualisé de la ressource en surface et en volume du massif landais.

Cette première étape de l'étude a fait l'objet d'un rapport intitulé « Etat des lieux des forêts aquitaines à l'automne 2011 » (Colin et al., 2012)². Ce rapport présente, sous la forme de « fiches indicateurs », standardisées pour en faciliter la lecture, toute une série de résultats et de cartes sur la ressource forestière régionale et pour chacun des massifs. Les indicateurs concernent plus particulièrement les ressources exploitables et sont le fruit d'une discussion avec les acteurs de chaque massif.

Le **second objectif** était d'évaluer, à partir de l'état de la ressource actuelle, la disponibilité en bois forestier³ en Aquitaine jusqu'en 2025 selon différentes stratégies sylvicoles. Il s'agissait de faire évoluer la ressource forestière actuellement en place en y appliquant des sylvicultures et hypothèses définies par les acteurs professionnels, réunis au sein du **Comité de Pilotage** et des comités de massif constitués pour l'occasion.

Le Comité de Pilotage a distingué quatre séquences successives pour le calcul de la disponibilité en bois :

- **2012-2015** qui correspond au déploiement du plan chablis et au déstockage des bois stockés sous aspersion après la tempête Klaus ;
- **2016-2017** qui correspond à la fin du plan chablis ;
- **2018-2020** qui est une période intermédiaire au cours de laquelle les peuplements reconstitués après la tempête Martin de 1999 ne rentrent pas encore en production ;
- **2021-2025** qui correspond au début d'entrée en production des peuplements reconstitués après la tempête Martin.

Le **troisième objectif** était d'estimer la **demande en bois** au sein de la Région Aquitaine aujourd'hui et dans le futur. Cette estimation a été réalisée avec l'appui de l'interprofession forêt –bois régionale (FIBA) , de la FEDENE pour l'énergie, de la DRAAF Aquitaine, de la cellule biomasse Aquitaine réunissant l'ADEME et la DREAL en plus de la DRAAF. Elle a permis de distinguer les demandes en produits forestiers (bois ronds, rémanents, connexes), selon les usages (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois énergie).

Enfin le quatrième et **dernier objectif de l'étude** était de dresser le **bilan** entre l'**offre** estimée par la disponibilité en bois forestier et le stockage des bois arrosés et la **demande** estimée par les différents utilisateurs aquitains.

Le présent rapport décrit les méthodes, hypothèses et résultats des trois derniers objectifs de l'étude (calcul de l'offre, calcul de la demande, établissement du bilan offre / demande).

L'étude « Analyse prospective de la ressource forestière et des disponibilités en bois de la région Aquitaine à l'horizon 2025 » comprend 2 rapports et 2 notes de synthèse, chacune reprenant les principaux résultats respectivement de l'étude de ressource (objectif n°1) et de l'étude de disponibilité (objectifs n°2, 3 et 4).

² Téléchargeable sur le site de l'IGN

³ La disponibilité en bois est différente de la production biologique annuelle du massif forestier en ce sens qu'elle dépend directement de la sylviculture et plus faiblement des facteurs biologiques régissant la croissance des arbres (en particulier, le prélèvement de la production d'une forêt ne se fait pas annuellement mais au moment des éclaircies et surtout de la coupe finale) et qu'elle intègre les pertes d'exploitation sur les chantiers.

Démarche générale sur le calcul des disponibilités en bois

La première étape a consisté à déterminer l'état actuel (fin 2011) des **ressources forestières régionales** à partir desquelles les disponibilités en bois ont été calculées suivant différents scénarios de gestion sylvicole.

La ressource actualisée à la fin 2011 a été segmentée en domaines d'étude. Un domaine d'étude est la plus petite unité de peuplements comparables en termes de dynamique forestière et de sylviculture. Les projections sont réalisées au niveau des domaines d'étude. Tous les peuplements d'un même domaine d'étude se voient donc appliquer les mêmes hypothèses de croissance, de mortalité et de prélèvement.

Cette étape d'organisation de la ressource initiale en grands ensembles homogènes est tout à fait fondamentale car elle permet de prendre en compte, dans les simulations, la variabilité des conditions de milieu, de croissance, de sylviculture et des dynamiques de prélèvements.

Trente quatre domaines d'étude ont été distingués pour décrire et simuler l'évolution de la forêt Aquitaine. Ils ont été définis et validés à l'occasion de réunions de groupes de travail spécifiques à chaque massif :

- 13 domaines d'étude ont été constitués dans le Massif Dordogne Garonne (un domaine où le pin maritime est l'essence objectif, 2 domaines où les autres résineux sont prépondérants, 9 domaines où les feuillus sont majoritaires, et 1 domaine correspondant aux forêts ouvertes qui sont des espaces où le taux de couvert par les arbres est faible voire très faible et qui stockent peu de volume à l'hectare) ;
- 9 domaines d'étude ont été distingués dans le massif Landes de Gascogne (7 domaines où le pin maritime est l'essence objectif, et 2 domaines feuillus) ;
- 12 domaines d'étude ont été distingués dans le massif Adour Pyrénées (2 domaines où les résineux sont majoritaires, 9 domaines où ce sont les feuillus, et 1 domaine correspondant aux forêts ouvertes).

Les données de l'inventaire forestier de l'IGN ont été rassemblées pour chacun des domaines d'étude : surface, volume sur pied, production, mortalité et prélèvements par classe d'âge ou par classe de diamètre

Des itinéraires sylvicoles ont ensuite été définis pour chacun de ces domaines d'étude en fonction des essences qui les composent et de l'état des peuplements (en particulier les peuplements de pin maritime dans les Landes de Gascogne ayant souffert de la tempête).

Plusieurs types d'itinéraires sylvicoles ont été retenus :

- Itinéraire type : la gestion actuelle est poursuivie. On utilise pour cela les taux de coupe réellement observés par l'inventaire forestier national de l'IGN pour les forêts des massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées (campagnes de mesure directe des prélèvements en forêt sur la période 2005-2011) ou l'analyse de l'évolution du couvert forestier entre 2003 et 2006 pour les Landes de Gascogne. Ces itinéraires correspondent à des pratiques réelles. Ils intègrent donc par construction la difficulté d'exploitation et les contraintes sociales ou environnementales.
- Itinéraires sylvicoles optimisés définis avec les acteurs locaux : Ils peuvent refléter la gestion actuelle (pin maritime), ou une gestion préconisée car ils sont seulement basés sur des critères sylvicoles et ne prennent pas en compte la difficulté d'exploitation, la volonté des propriétaires de mettre en œuvre une gestion plus dynamique.
- Pour le pin maritime du massif landais, plusieurs scénarios sylvicoles ont été testés afin de trouver les itinéraires sylvicoles susceptibles de satisfaire la demande industrielle future.

La disponibilité (quantité de bois potentiellement récoltable selon les scénarios considérés) est calculée en appliquant à la ressource actualisée en 2011, un scénario de croissance calculé à partir des données de l'inventaire forestier national de l'IGN et les itinéraires sylvicoles définis précédemment.

Par ailleurs, **la demande en pin maritime et en autres essences a été définie avec les industriels de la région. L'évolution de la demande en bois énergie a été évaluée avec la cellule biomasse régionale** (synthèse des plans d'approvisionnement des projets CRE et BCIAT). Plusieurs scénarios de demande ont ainsi été envisagés.

Enfin, l'offre et la demande ont été comparées pour évaluer dans quelle mesure l'offre pourra satisfaire la demande et dans quelles conditions.

Le pin maritime landais, de par son poids économique et les enjeux industriels qu'il représente dans la région, a été traité dans la première partie du rapport.

La deuxième partie du rapport concerne toutes les autres essences, et les deux massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées dans leur intégralité.

Partie 1 : Disponibilité en pin maritime

1. Etat de la ressource en pin maritime

1.1 Données utilisées

Les données utilisées sont :

- Pour le massif des Landes de Gascogne : les données de l'inventaire forestier national de l'IGN actualisées à fin 2011 en tenant compte des dégâts dus à la tempête et aux scolytes et des récoltes déjà réalisées dans les peuplements à cette date. Ces données sont issues de la première partie de l'étude (Etat des lieux des forêts aquitaines à l'automne 2011) publiée en juillet 2012.
- Pour le pin maritime présent dans les autres massifs, ce sont les données directement issues des campagnes de l'inventaire forestier de l'IGN (campagne 2006 à 2011, année moyenne 2008). L'actualisation des données fin 2011 est réalisée au cours du processus de calcul de la disponibilité.

Les domaines pris en compte dans cette partie sont essentiellement ceux où le pin maritime est l'essence principale ; la disponibilité en pin maritime calculée dans les autres domaines où il est présent en tant qu'essence accessoire a été ajoutée en fin de traitement à la disponibilité totale en pin maritime.

1.2 Les domaines d'étude

Les domaines d'étude 'pin maritime' sont les peuplements où le pin maritime est dominant, soit parce qu'il occupe la place la plus importante dans le couvert, soit parce qu'il constitue l'essence objectif du peuplement même s'il est minoritaire en couvert recensable au moment de l'observation.

Les peuplements ont donc été distingués essentiellement sur la gestion dont ils pourraient faire l'objet à partir de 2012 (pour plus de détails voir l'Etat des lieux des forêts aquitaines à l'automne 2011) :

- Peuplements indemnes avec des arbres recensables (c'est-à-dire avec des arbres de plus de 7,5 cm de diamètre) : ils peuvent donc faire l'objet d'une sylviculture classique ;
- Peuplements peu endommagés et qui n'ont pas fait l'objet d'une demande d'aide pour le nettoyage dans le cadre du plan chablis ; ils peuvent faire l'objet d'une sylviculture classique ;
- Peuplements très endommagés qui n'ont pas fait l'objet d'une demande d'aide pour le nettoyage dans le cadre du plan chablis. Du fait de leur faible capital à l'hectare ils ne peuvent plus faire l'objet d'une sylviculture classique ;
- Peuplements très endommagés qui ont fait l'objet d'une demande d'aide pour le nettoyage dans le cadre du plan chablis ; ces peuplements seront récoltés puis reboisés dans un délai court ;
- Jeunes peuplements sans arbres recensables : ils feront l'objet d'une sylviculture normale dès qu'ils atteindront une dimension requise pour la première coupe d'éclaircie ;
- Terrains à reboiser suite à une coupe rase, avant ou après tempête et dégâts de scolytes : ils seront reboisés majoritairement en pin maritime.

Le tableau suivant donne une synthèse des caractéristiques de ces domaines d'étude. L'annexe 3 donne le détail des caractéristiques des différents domaines d'étude.

Tableau 1 : Caractéristiques principales des domaines d'études, région Aquitaine

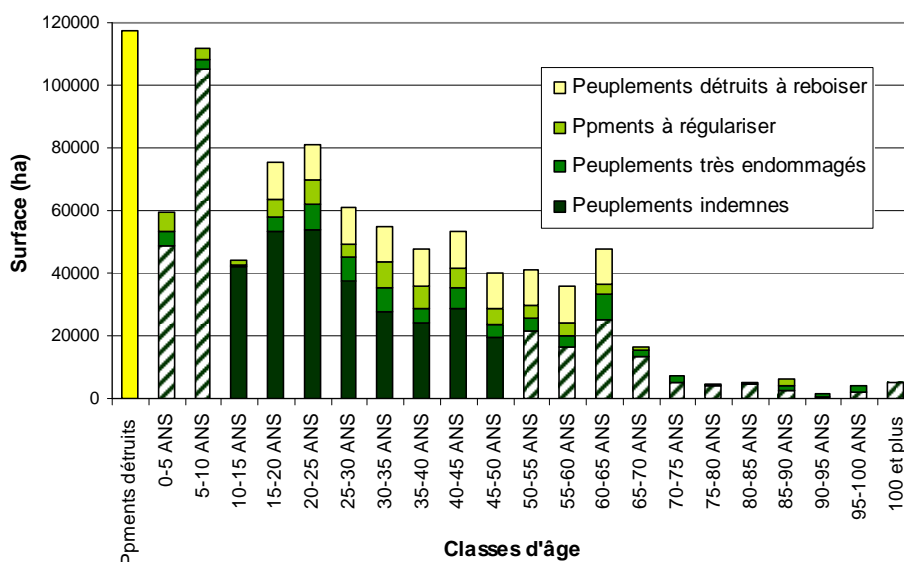
Types de peuplements de pin maritime	Surface (x 1 000 ha) (± 2 écart-types)	Volume sur pied (millions m ³) (± 2 écart-types)
Peuplements en production	849 ± 32	82 ± 8
Peuplements indemnes	458 ± 31	74 ± 8
Massif des Landes de Gascogne	369 ± 26	62 ± 7
Autres Massifs*	88 ± 13	12 ± 3
Peuplements endommagés	91 ± 15	8 ± 2
Peuplements hors production	326 ± 26	8 ± 2
Peuplements très endommagés à reconstituer	72 ± 13	8 ± 2
Jeunes peuplements	129 ± 17	
Terrains à reboiser	125 ± 17	
TOTAL pin maritime	875 ± 35	90 ± 8

* Dordogne-Garonne y compris dans la Double et le Landais de Poitou-Charentes et Adour-Pyrénées.

1.3 La distribution des classes d'âge dans les Landes de Gascogne

La tempête a fortement altéré la structure des classes d'âge des peuplements de pin maritime. La figure suivante montre la distribution des classes d'âge avant tempête (hauteur totale des barres de l'histogramme) et sa décomposition selon l'état des peuplements (détruits et récoltés, à régulariser, endommagés, indemnes).

Figure 1 : Distribution de la surface par classe d'âge selon le type de peuplements dans les Landes de Gascogne (les parties hachurées correspondent aux jeunes peuplements de moins de 10 ans dans lesquels aucune récolte n'est envisageable pour l'instant et aux peuplements de plus de 50 ans pour lesquels l'hypothèse a été faite qu'ils n'étaient plus récoltés en raison de leur âge. La barre jaune à gauche correspond au total des surfaces de peuplements détruits à reboiser (toutes classes d'âges confondues).



On voit ainsi que la surface des peuplements en production (en éclaircie et au stade de la coupe finale) a été quasiment réduite de moitié par la tempête. Le capital sur pied est donc réduit d'autant.

C'est un total de 200 000 ha qu'il sera nécessaire de reboiser dans les prochaines années soit près de deux fois plus qu'après la tempête Martin..

2. Calcul de la disponibilité en pin maritime

2.1 Les itinéraires sylvicoles utilisés

Selon les domaines d'étude, différents itinéraires sylvicoles ont été envisagés. Ces itinéraires visent à déterminer d'une part le niveau de base de la capacité de production du massif de pin maritime aquitain dans le cadre d'une sylviculture classique et d'autre part les possibilités d'augmenter les volumes récoltés en faisant varier certains paramètres.

2.1.1 Itinéraire type

Cet itinéraire est basé sur les taux de coupe en éclaircie ou en coupe rase observés à partir des photos satellite sur le massif des Landes de Gascogne pendant la période 2003 – 2006, c'est-à-dire pendant une période d'activité assez élevée (Projet SYLVOGENE).

Tableau 2 : Taux de coupe annuels en éclaircie et en coupe rase observés de 2003 à 2006 selon la classe d'âge

Taux de coupe en éclaircie et coupe rase		
Classe d'âge	Volume prélevé en éclaircies (% du volume à l'hectare de la classe d'âge)	Taux de coupe rase (% de la surface de la classe d'âge)
15-19	14%	0.0%
20-24	11%	1.3%
25-29	11%	1.5%
30-34	11%	2.0%
35-39	7%	2.5%
40-44	7%	3.5%
45-49	7%	3.7%
50-54	7%	4.0%
55-59	7%	5.0%
60-64	0%	5.0%
65-69	0%	4.8%
70-74	0%	4.9%
75-79	0%	5.7%
80-84	0%	5.3%
85 et +	0%	3.1%

L'itinéraire type reflète la réalité de la pratique sylvicole moyenne, qui est fonction des peuplements, de leur qualité génétique, de leur fertilité, des pratiques des propriétaires et de l'état de la ressource en âge.

Il ne constitue pas un itinéraire sylvicole tel qu'on le trouve dans les guides car les dimensions des arbres et les intensités de chaque éclaircie ne sont pas décrits.

2.1.2 Itinéraire de base

L'itinéraire sylvicole de base est caractérisé par la description des éclaircies réalisées et par l'âge des coupes rases. Il constitue la description de la sylviculture moyenne préconisée pour le pin maritime en Aquitaine. Cet itinéraire est destiné à être appliqué aux peuplements en production, n'ayant pas subi de dégâts importants de tempête ou de scolyte.

Cet itinéraire de base se décline avec différentes variantes selon les massifs et zones géographiques. Le tableau suivant donne la description de ces itinéraires pour les coupes rases et les éclaircies.

Tableau 3 : Itinéraire de base et ses variantes : Âge et volume en éclaircie et en coupe rase définis pour les différents massifs et zones géographiques.

		1 ^{ère} éclaircie	2 ^{ème} éclaircie	3 ^{ème} éclaircie	4 ^{ème} éclaircie	Age moyen de coupe rase
Landes de Gascogne	Plateau landais - Semis	16 ans 12 m ³ /ha	23 ans 29 m ³ /ha	31 ans 35 m ³ /ha	38 ans 47 m ³ /ha	45 ans
	Plateau landais- Plantations	12 ans 14 m ³ /ha	19 ans 29 m ³ /ha	26 ans 39 m ³ /ha	33 ans 48 m ³ /ha	40 ans
	Dunes	25 ans 24 m ³ /ha	32 ans 29 m ³ /ha	41 ans 42 m ³ /ha	51 ans 54 m ³ /ha	63 ans
Dordogne Garonne		17 ans 18 m ³ /ha	25 ans 23 m ³ /ha	31 ans 39 m ³ /ha	37 ans 47 m ³ /ha	50 ans
Adour Pyrénées		16 ans 12 m ³ /ha	24 ans 30 m ³ /ha	31 ans 35 m ³ /ha	36 ans 47 m ³ /ha	45 ans

On notera que la coupe rase n'est pas appliquée exactement à l'âge moyen indiqué pour celle-ci, mais que les peuplements commencent à être récoltés 5 ans avant et jusqu'à 5 ans après. En revanche, au delà de l'âge moyen plus 5 ans, le scénario ne prévoit plus de coupe finale : les peuplements plus âgés au début de la simulation ne seront pas récoltés par ce scénario de base. Il n'y a pas d'itinéraire type défini pour les massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées. L'itinéraire de base sera utilisé pour ces deux massifs pour le calcul de la disponibilité du scénario type.

2.1.3 Régularisation des peuplements endommagés

Les peuplements ayant été gravement endommagés par la tempête ou les scolytes pourront être récoltés plus ou moins rapidement pour être reconstitués en pin maritime ou une autre essence.

Des hypothèses ont été faites pour passer en coupe rase tout ou partie des domaines concernés pendant une durée plus ou moins longue (de 4 à 14 ans).

Le tableau suivant donne les hypothèses de réalisation des coupes de régularisation des peuplements endommagés.

Tableau 4 : Taux de coupe par période des peuplements fortement endommagés.

Taux de coupe	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Endommagés à régularisation certaine	100 %			
Endommagés à régularisation probable	33 %	33 %		
Peuplements fortement endommagés hors plan chablis, deux variantes :				
- 70 % sur la période 2016 à 2025	0 %	14 %	21 %	35 %
- 35 % sur la période 2016 à 2025	0 %	7 %	11 %	17 %

Les peuplements fortement endommagés ont fait l'objet de deux variantes de régularisation plus ou moins intensives. Ce sont les mêmes variantes qu'on appliquera sur les peuplements âgés : cf. infra §2.1.5.

2.1.4 Variations sur l'âge de la coupe rase

Afin de simuler un raccourcissement des révolutions pour augmenter les prélèvements à court terme, on a diminué l'âge de la coupe rase. L'âge moyen des coupes réalisées actuellement dans les peuplements du plateau landais est de 45 ans pour les semis et 40 ans pour les plantations. On a testé les règles suivantes :

- 40 ans pour les semis / 35 ans pour les plantations ;
- 35 ans pour tous les peuplements indemnes du plateau landais ;
- 25 ans pour tous les peuplements indemnes du plateau landais.

2.1.5 Décapitalisation dans les peuplements âgés

Comme il a été dit au § 2.1.2, l'itinéraire sylvicole de base, ne prévoit plus de coupe dans les peuplements dont l'âge est supérieur de 5 ans à l'âge moyen de coupe finale.

Afin de réaliser malgré tout une récolte dans ces peuplements, on a constitué deux itinéraires de décapitalisation dans les peuplements plus âgés : on a considéré que soit 35 % soit 70 % de la surface de ces peuplements seraient récoltés pendant la période 2016 – 2025.

Comme la récolte prévue en coupe rase dans l'itinéraire sylvicole de base et ses variantes selon l'âge de la coupe rase s'arrête dans tous les cas 5 ans après l'âge moyen de la coupe finale, la décapitalisation commence, quelle que soit la variante du scénario de base, dans les peuplements ayant l'âge moyen augmenté de 6 ans.

2.1.6 Scénarios : les combinaisons d'itinéraires sylvicoles

Au final 10 scénarios, combinaisons d'itinéraires sylvicoles, ont été testés. Le tableau 6 dresse la liste des combinaisons pour le plateau landais (domaines d'étude du massif landais).

L'itinéraire de base décrit plus haut a été utilisé dans tous les cas pour les Dunes et les massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées.

Parmi tous les scénarios testés, tous les résultats ne seront pas présentés en détail.

2.2 Calcul de disponibilité

Comme la majorité des peuplements de pin maritime est constituée de peuplements réguliers, la disponibilité est calculée avec la méthode de simulation par classe d'âge décrite en annexe 1.

La disponibilité obtenue est une disponibilité totale. On retranche de cette disponibilité totale, la part des essences qui sont présentes en mélange dans les peuplements de pin maritime. De la même manière on rajoute à cette disponibilité calculée dans les peuplements où le pin maritime constitue l'essence principale, la disponibilité en pin maritime dans les peuplements où il est accessoire.

Enfin, la disponibilité totale est réduite de 10 % pour prendre en compte les pertes d'exploitation (écorces, petites branches, sciures, etc.).

Tableau 5 : Description des scénarios sylvicoles simulés selon les domaines d'étude dans le plateau landais

Nom du scénario	Peuplements indemnes, jeunes peuplements, Terrains à reboiser, Peuplements peu endommagés	Peuplements fortement endommagés	Peuplements à régularisation certaine	Peuplements à régularisation probable
Type	Itinéraire type	Mise en réserve	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Base	Itinéraire de base	Mise en réserve	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Base + décap 70 %	Itinéraire de base et décapitalisation de 70 % des peuplements âgés de 2016 à 2025	Coupe de 70 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Base + décap 35 %	Itinéraire de base et décapitalisation de 35 % des peuplements âgés de 2016 à 2025	Coupe de 35 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 40 ans + décap 70 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 40 ans pour les semis et 35 ans pour les plantations ; décapitalisation de 70 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 70 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 40 ans + décap 35 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 40 ans ; décapitalisation de 35 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 35 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 35 ans + décap 70 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 30 ans ; décapitalisation de 70 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 70 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 35 ans + décap 35 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 30 ans ; décapitalisation de 35 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 35 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 25 ans + décap 70 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 25 ans ; décapitalisation de 70 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 70 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017
Coupe à 25 ans + décap 35 %	Eclaircies du scénario de base ; Coupe rase à 25 ans ; décapitalisation de 35 % de 2016 à 2025 des peuplements âgés	Coupe de 35 % de la surface de 2016 à 2025	Coupe de 100 % de la surface de 2012 à 2015	Coupe 66% de la surface de 2012 à 2017

2.3 Les résultats du calcul de disponibilité

Le calcul de la disponibilité est exprimé en m³ bois fort tige, (volume sur écorce de la tige principale dont le diamètre est supérieur à la découpe 7 cm de diamètre fin bout). Le calcul de la disponibilité en menus bois (rémanents d'exploitation) et en souches a été réalisée à part selon des hypothèses décrites plus loin.

2.3.1 Disponibilité totale en bois fort tige par scénario

Le tableau 6 donne la disponibilité totale bois fort tige pour les différents scénarios étudiés. La disponibilité dans les autres massifs a été calculée, pour les domaines pin maritime, avec les itinéraires de base définis au tableau 4.

Ce tableau intègre la disponibilité en pin maritime calculée pour les autres domaines où le pin maritime. La méthode de calcul est décrite dans la partie 2 est comporte 2 scénarios : un scénario type et un scénario théorique assimilé au scénario de base.

Tableau 6 : Disponibilité annuelle en pin maritime pendant la période 2016 - 2025 pour les dix scénarios étudiés (en milliers de m³/an bois fort tige) sans la disponibilité en menus bois. La période 2012-2015 est soumise uniquement au scénario type. Seul le massif landais est soumis aux combinaisons du scénario de base. Il a été ajouté à la disponibilité des domaines pin maritime, la disponibilité dans les autres domaines non principalement constitués de pin maritime.

Scénario		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Type	Landes de Gascogne	5 530	4 450	4 233	4 280
	Autres massifs	680	580	500	450
	Total	6 210	5 030	4 730	4 730
Base	Landes de Gascogne		3 000	2 580	2 630
	Autres massifs		610	525	470
	Total		3 610	3 105	3 100
Base + décap 70 %	Landes de Gascogne		4 805	4 770	5 470
	Autres massifs		580	495	450
	Total		5 385	5 265	5 920
Coupe à 40 ans + décap 70 %	Landes de Gascogne		6 260	4 815	5 845
	Autres massifs		580	525	470
	Total		6 840	5 340	6 315
Coupe à 35 ans + décap 70 %	Landes de Gascogne		6 370	5 340	6 290
	Autres massifs		580	500	450
	Total		6 950	5 840	6 740
Coupe à 25 ans + décap 70 %	Landes de Gascogne		7 720	6 290	6 760
	Autres massifs		580	510	440
	Total		8 300	6 800	7 200
Base + décap 35 %	Landes de Gascogne		3 895	3 770	4 435
	Autres massifs		610	525	470
	Total		4 505	4 295	4 905
Coupe à 40 ans + décap 35 %	Landes de Gascogne		5 310	3 750	4 785
	Autres massifs		610	525	470
	Total		5 920	4 275	5 255
Coupe à 35 ans + décap 35 %	Landes de Gascogne		5 235	4 100	4 980
	Autres massifs		610	525	470
	Total		5 845	4 625	5 450
Coupe à 25 ans + décap 35 %	Landes de Gascogne		6 235	4 690	5 090
	Autres massifs		610	525	470
	Total		6 845	5 215	5 560

Résultats du scénario Type

2.3.2 Disponibilité par groupe de domaine d'étude et par massif pour les trois scénarios principaux

A partir d'ici, on analysera plus en détail les résultats de l'étude de disponibilité pour quatre scénarios principaux :

- Scénario type ;
- Scénario de base avec décapitalisation à 70 %
- Scénario 35 ans avec décapitalisation à 70 %
- Scénario 25 ans avec décapitalisation à 70 % appelé scénario Extrême

Tableau 7 : Disponibilité annuelle en pin maritime par domaine d'étude pendant la période 2012 – 2025 pour les quatre scénarios principaux (milliers de m³/an bois fort tige). La période 2012-2015 est soumise uniquement au scénario de base. Seul le massif landais est soumis aux combinaisons du scénario de base.

		Domaines d'étude	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Type	Landes de Gascogne	Régularisation certaine ou probable	1 750	310		
		Indemnes et en production mais endommagés (mités)	3 780	4 140	4 230	4 270
		Reboisement et terrains à reboiser				10
	Dordogne- Garonne	Pin maritime et autres domaines	120	110	95	75
	Adour-Pyrénées	Pin maritime et autres domaines	560	470	405	375
Total			6 210	5 030	4 730	4 730
Base + décap 70 %	Landes de Gascogne	Régularisation certaine ou probable		310		
		Indemnes et en production mais endommagés (mités)		4 495	4 770	5 300
		Reboisement et terrains à reboiser		0	0	170
	Dordogne Garonne	Pin maritime et autres domaines		470	400	375
	Pyrénées Adour	Pin maritime et autres domaines		110	95	75
Total				5 385	5 265	5 920
Coupe à 35 ans + décap 70 %	Landes de Gascogne	Régularisation certaine ou probable		310		
		Indemnes et en production mais endommagés (mités)		6 060	5340	7 120
		Reboisement et terrains à reboiser		0		170
	Dordogne Garonne	Pin maritime et autres domaines		470	405	375
	Pyrénées Adour	Pin maritime et autres domaines		110	95	75
Total				6 950	5 840	6 740
Extrême	Landes de Gascogne	Régularisation certaine ou probable		310		
		Indemnes et en production mais endommagés (mités)		7 410	6 290	6 590
		Reboisement et terrains à reboiser		0	0	170
	Dordogne Garonne	Pin maritime et autres domaines		470	410	350
	Pyrénées Adour	Pin maritime et autres domaines		110	100	90
Total				8 300	6 800	7 200

Résultats du scénario Type

2.3.3 Distribution par usage potentiel

- Usage des bois ronds : Bois d'œuvre, et bois d'industrie/énergie

Le volume récolté (volume tige jusqu'à la découpe 7 cm) a été distribué entre les usages possibles (bois de trituration, canter, gros sciage) selon une table de répartition définie en fonction des éclaircies. Cette table est donnée en annexe 4.

Tableau 8 : Quantité annuelle de bois de Pin maritime disponible selon l'usage potentiel pendant la période 2012 - 2025 pour les quatre scénarios principaux (milliers de m³/an de bois fort tige) et pour tous les massifs. La période 2012-2015 est soumise uniquement au scénario de base.

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Type	Sciage	2 865	2 290	2 205	2 380
	Canter	885	750	735	770
	BIBE	2 460	1 990	1 790	1 580
	Total	6 210	5 030	4 730	4 730
Base + décap 70 %	Sciage	Résultats du scénario Type	3 030	2 960	3 335
	Canter		685	685	775
	BIBE		1 700	1 620	1 810
	Total		5 385	5 265	5 920
Coupe à 35 ans + décap 70 %	Sciage		3 570	3 080	3 605
	Canter		1 150	900	1 020
	BIBE		2 230	1 860	2 115
	Total		6 950	5 840	6 740
Extrême	Sciage		3 070	3 180	3 850
	Canter		1 480	1 110	1 020
	BIBE	3 750	2 510	2 330	
	Total	8 300	6 800	7 200	

- Usage énergétique exclusif : rémanents et souches

L'estimation du gisement des menus bois (ou rémanents, c'est-à-dire les branches et les cimes) et des souches a également été réalisée.

On a considéré que compte tenu des contraintes économiques pesant sur la réalisation de la collecte de ces produits, on ne pouvait l'envisager que dans les coupes rases des peuplements non touchés par la tempête.

Les hypothèses suivantes ont été posées :

- Récolte de rémanents : 15 tonnes brutes à 55 % de siccité soit 8,26 tonnes de matière sèche par hectare ;
- Récolte de souches : 40 tonnes brutes à 63 % de siccité, soit 25,2 tonnes de matière sèche par hectare.

On a considéré que seules 50 % des parcelles passant en coupe rase seraient récoltées, soit à cause des difficultés d'exploitation, soit du refus du propriétaire.

Les quantités de matière sèche ont été converties en équivalent bois rond de pin maritime avec pour hypothèses⁴ :

- Taux de matière sèche sur brut : 46 %
- Masse volumique brute 0,88 t/m³

⁴ Mémento FCBA

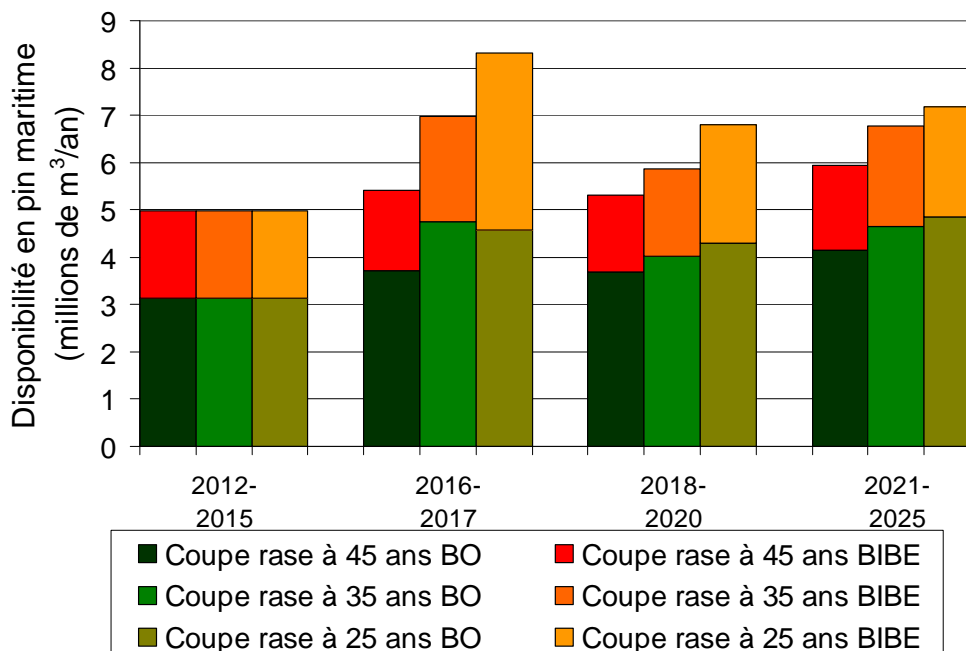
Tableau 9 : Disponibilité annuelle de souches et rémanents pendant la période 2012 - 2025. (Milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Type	Rémanents	180	160	130	110
	Souches	320	300	290	290
	Total	500	460	420	400
Base + décap 70 %	Rémanents	Résultats du scénario Type	150	145	145
	Souches		345	330	315
	Total		495	475	460
Coupe à 35 ans + décap 70 %	Rémanents		225	180	195
	Souches		565	435	475
	Total		790	615	670
Extrême	Rémanents	595	435	430	
	Souches	905	665	670	
	Total	1 500	1 100	1 100	

2.3.4 Sensibilité de la disponibilité aux paramètres des scénarios.

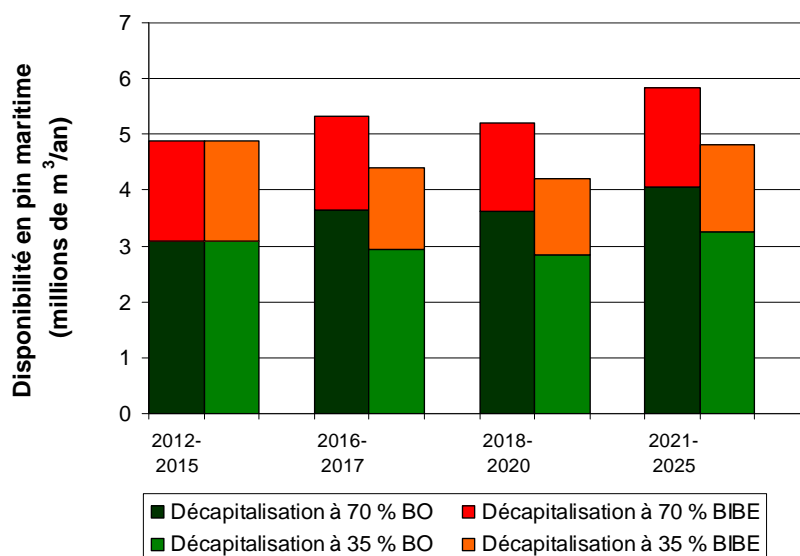
Les scénarios testés font varier principalement l'âge de la coupe finale et le taux de décapitalisation des peuplements âgés. Les figures suivantes montrent la variation de la disponibilité en fonction de l'âge de la coupe finale et du taux de décapitalisation.

Figure 2 : Sensibilité de la disponibilité totale à l'âge de la coupe finale (avec un taux de décapitalisation de 70 % de 2016 à 2025).



L'avancement de la date de la coupe rase permet d'augmenter la récolte fortement dès 2016 : on passe en coupe rase de nouvelles classes d'âge qui n'étaient pas touchées dans un scénario avec des coupes rases plus tardives. Cet effet s'estompe avec le temps car le stock mobilisé de cette façon ne se renouvelle que par les jeunes classes d'âge.

Figure 3 : Sensibilité de la disponibilité totale à l'intensité de la décapitalisation à partir de 2016 (pour le scénario de base avec une coupe finale à 45 ans).



L'écart de disponibilité entre les deux scénarios augmente légèrement avec le temps (0.85 à 0.95 millions de m³ dans ce cas). L'écart entre les deux taux de décapitalisation augmente quand l'âge de la coupe finale diminue, car la surface (et donc le volume) des peuplements ayant dépassé l'âge de la coupe finale, augmente.

3. L'utilisation du bois stocké sous eau

On a considéré que tout le bois actuellement stocké sous eau serait totalement utilisé au cours de la période 2012 – 2015.

Tableau 10 : Quantité annuelle de bois disponible issue du déstockage pendant la période 2012 - 2015.

2012-2015	BO	BI
Déstockage (x 1000 m ³ /an)	900	940

4. La demande en pin maritime en Aquitaine de 2012 à 2025

4.1 Demande industrielle

La demande industrielle a été établie par la FIBA.

4.1.1 Demande industrielle de base

Le tableau suivant fait la synthèse de la demande industrielle exprimée par le groupe de travail. Les quantités correspondantes aux besoins en matière pour le fonctionnement à pleine capacité de l'outil industriel existant sont les suivantes :

- Bois d'œuvre (BO) : 3,65 millions de m³/an
- Bois d'industrie (BI) : 4,5 millions de t/an

4.1.2 Les quatre scénarios de demande envisagés

Quatre scénarios ont été envisagés :

- Demande pour un fonctionnement à pleine capacité de l'outil industriel ;
- Demande pour un fonctionnement avec 1 million de m³/an de bois d'œuvre en moins ;
- Demande pour un fonctionnement avec 1 million de tonnes/an de bois d'industrie en moins en 2020 et 2025 ;
- Demande pour un fonctionnement avec 1 million de m³ de bois d'œuvre et 1 million de tonnes de bois d'industrie en moins par an en 2020 et 2025.

- Le tableau suivant donne les quantités de bois correspondant à ces différents scénarios.

Tableau 11 : Demande industrielle annuelle par catégorie de produit

Scénario de demande		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande pour un fonctionnement à pleine capacité	BO (millions de m ³ /an)	3.65	3.65	3.65	3.65
	BI (Mt/an)	4.50	4.50	4.50	4.50
	Dont connexes (t produites par la transformation du BO)	1,00	1,00	1,00	1,00
	Dont bois rond	3,50	3.50	3.50	3.50
Demande avec 1M m³ de BO de moins	BO (millions de m ³ /an)	3.65	3.15	2.65	2.65
	BI (Mt/an)	4.50	4.50	4.50	4.50
	Dont connexes (t produites par la transformation du BO)	1	0.93	0.73	0.73
	Dont bois rond (Mt/an)	3,5	3,57	3,77	3,77
Demande avec 1M t de BI de moins	BO (millions de m ³ /an)	3.65	3.65	3.65	3.65
	BI (Mt/an)	4.5	4	3.5	3.5
	Dont connexes (t produites par la transformation du BO)	1,00	1,00	1,00	1,00
	Dont bois rond (Mt/an)	3,50	3,00	2,65	3,5
Demande avec 1M m³ de BO et 1M t de BI de moins	BO (millions de m ³ /an)	3.65	3.15	2.65	2.65
	BI (Mt/an)	4.5	4	3.5	3.5
	Dont connexes (t produites par la transformation du BO)	1	0.93	0.73	0.73
	Dont bois rond (Mt/an)	3,5	3,07	2,77	2,77

Les tonnes brutes ont ensuite été converties en m³ en utilisant les règles suivantes :

- Production de connexes par l'industrie du sciage :
 - Taux d'écorce : 25 % du bois entrée usine (mémento FCBA);
 - Volume sciage : 44 % du volume grume entrée usine (GIP ECOFOR) ;
 - Volume déroulé : 41,5 % du volume entré usine (GIP ECOFOR).

Coefficient de conversion des tonnes brutes en m³ bois rond sur écorce : 1,14

4.2 Demande énergétique

La cellule biomasse d'Aquitaine a défini la demande en bois énergie pin maritime de la façon suivante. Elle a été déduite de la demande totale en bois énergie pour l'Aquitaine, en ciblant les projets de chaufferie ou de centrales à co-génération situés sur le massif des Landes de Gascogne. Il s'agit donc d'une demande maximale, ces projets pouvant dans une certaine mesure, s'approvisionner avec du bois d'autres essences.

On a distingué par ailleurs :

- 1 - Les sites déjà en fonctionnement ou en cours de construction ;
- 2 - Les projets ayant été retenus dans un appel d'offre (BCIAT, CRE, etc.) mais dont la construction n'a pas commencé ;
- 3 – Les projets n'ayant pas encore terminé leur plan de financement

Le tableau suivant donne les quantités nécessaires de bois ronds, de connexes et de rémanents nécessaires à l'approvisionnement de ces projets.

Tableau 12 : Demande annuelle en bois énergie de pin maritime par catégorie de produit.

Scénario de demande	Produits (M m ³ eq. Bois rond)	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
1 (demande minimale)	Bois rond	0.25	0.35	0.45	0.6
	Connexes	0.6	0.75	0.9	1.05
	Souches et rémanents	0.28	0.33	0.35	0.4
1 - 2	Bois rond	0.31	0.51	0.59	0.59
	Connexes	0.70	0.99	1.07	1.07
	Souches et rémanents	0.29	0.37	0.43	0.43
1 + 2 + 3 (demande maximale)	Bois rond	0.31	0.70	0.94	0.94
	Connexes	0.70	1.03	1.71	1.71
	Souches et rémanents	0.29	0.39	0.48	0.48

4.3 Demande en écorce

L'écorce de pin maritime est fréquemment utilisée comme paillage décoratif ou comme substrat d'élevage en pépinière.

La consommation courante est estimée à 370 000 m³ / an par la Chambre Syndicale des Améliorants organiques et Supports de Culture.

4.4 Demande totale en pin maritime

La combinaison des scénarios industriels et énergétiques pourrait conduire à un grand nombre de possibilités. Compte tenu de la diminution de la disponibilité du fait de la tempête, on a construit des scénarios de demande globale correspondant à une diminution de la demande par rapport à la situation avant tempête :

- Plusieurs niveaux décroissants de la demande industrielle : Du niveau maximal actuel à une demande réduite de 1Mm³ de bois d'œuvre et de 1Mt de bois d'industrie en passant par une réduction de 1M t de bois d'industrie seule.
- Une stabilité de la demande pour l'énergie, limitée aux projets déjà existants ou réellement engagés, en considérant qu'un développement supplémentaire ne pourrait se faire qu'au détriment de la filière pin maritime industrielle, si on considère qu'on privilégie les usages matières.

Les scénarios de demande sont donc définis ainsi :

- Demande haute : Demande industrielle actuelle en pin maritime + demande pour les projets énergie actuels ou en cours ;
- Demande intermédiaire : Demande de bois d'œuvre actuelle + demande de bois d'industrie réduite de 1 Mt + demande pour les projets énergie actuels ou en cours ;
- Demande basse : Demande de bois d'œuvre réduite de 1Mm³ + demande de bois d'industrie réduite de 1 Mt + demande pour les projets énergie actuels ou en cours

Le tableau suivant fait la synthèse de la demande de bois en pin maritime pour les besoins industriels et énergétiques.

Tableau 13 : Demande annuelle en bois pour l'industrie et l'énergie de pin maritime par catégorie de produit.

	En millions de m ³ /an	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande haute	Bois d'œuvre	3.65	3.65	3.65	3.65
	Bois d'industrie	5.05	5.05	5.05	5.05
	<i>dont bois ronds</i>	3.70	3.70	3.70	3.70
	<i>dont connexes</i>	1.35	1.35	1.35	1.35
	BE hors rémanents	0.85	1.10	1.35	1.65
	<i>dont bois ronds</i>	0.25	0.35	0.45	0.60
	<i>dont connexes</i>	0.60	0.75	0.90	1.05
	Ecorces	0.37	0.37	0.37	0.37
	Souches et rémanents	0.28	0.33	0.35	0.45
	<i>Demande totale</i>	10.20	10.50	10.77	11.17
<i>Production de PCS* à déduire</i>	2.04	2.04	2.04	2.04	
Demande totale nette	8.16	8.46	8.73	9.13	
Demande intermédiaire	Bois d'œuvre	3.65	3.65	3.65	3.65
	Bois d'industrie	5.05	4.55	4.05	4.05
	<i>dont bois ronds</i>	3.70	3.20	2.70	2.70
	<i>dont connexes</i>	1.35	1.35	1.35	1.35
	BE hors rémanents	0.85	1.10	1.35	1.65
	<i>dont bois ronds</i>	0.25	0.35	0.45	0.60
	<i>dont connexes</i>	0.60	0.75	0.90	1.05
	Ecorces	0.37	0.37	0.37	0.37
	Souches et rémanents	0.28	0.33	0.35	0.45
	<i>Demande totale</i>	10.2	10.0	9.77	10.17
<i>Production de PCS* à déduire</i>	2.04	2.04	2.04	2.04	
Demande totale nette	8.16	7.96	7.73	8.13	
Demande basse	Bois d'œuvre	3.65	3.15	2.65	2.65
	Bois d'industrie	5.05	4.20	3.52	3.52
	<i>dont bois ronds</i>	3.70	3.20	2.70	2.70
	<i>dont connexes</i>	1.35	1.00	0.82	0.82
	BE hors rémanents	0.85	1.10	1.35	1.65
	<i>dont bois ronds</i>	0.25	0.35	0.45	0.60
	<i>dont connexes</i>	0.60	0.75	0.90	1.05
	Ecorces	0.37	0.37	0.37	0.37
	Souches et rémanents	0.28	0.33	0.35	0.45
	<i>Demande totale</i>	10.20	9.15	8.24	8.64
<i>Production de PCS* à déduire</i>	2.04	1.76	1.48	1.48	
Demande totale nette	8.16	7.39	6.76	7.16	

PCS : produits connexes de scierie

5. Bilan offre demande

Dans la comparaison de l'offre et de la demande réalisée dans la partie suivante, il a été considéré que la sylviculture actuelle (scénario type) serait poursuivie jusqu'en 2015. Les différents scénarios d'offre ne seront appliqués qu'à partir de 2016.

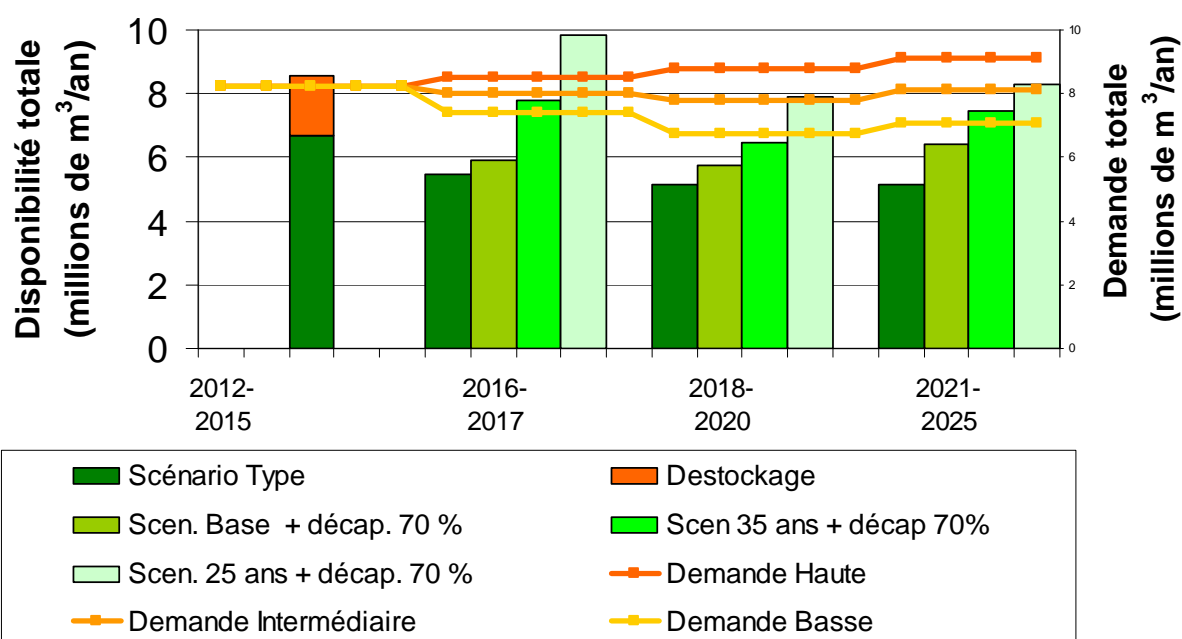
5.1 Bilan offre demande totale avec les trois scénarios principaux

Le tableau et la figure suivants donnent la valeur du bilan matière entre les trois scénarios d'offre et les quatre scénarios de demande retenus. Les cases grisées donnent un bilan négatif.

Tableau 14 : Bilan offre demande totale pour les quatre scénarios d'offre étudiés et pour les trois scénarios de demande de pin maritime (milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande haute	Scénario Type	390	- 2 970	- 3 580	- 3 950
	Base + décap 70 %	390	- 2 270	- 2 720	- 2 700
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	390	- 720	- 2 275	- 1 670
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	390	1 340	- 830	- 780
Demande intermédiaire	Scénario Type	390	- 2 470	- 2 580	- 2 950
	Base + décap 70 %	390	- 2 070	- 1 990	- 1 700
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	390	- 290	- 1 275	- 670
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	390	1 840	170	220
Demande basse	Scénario Type	390	- 1 900	- 1 610	- 2 030
	Base + décap 70 %	390	- 1 500	- 1 020	- 780
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	390	350	- 305	250
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	390	2 410	1 140	1 140

Figure 4 : Comparaison de l'offre et de la demande totale de pin maritime en Aquitaine pour les quatre scénarios d'offre principaux (déstockage des bois sous eau compris) et pour les trois scénarios de demande (millions de m³/an).



Avec le déstockage des produits stockés sous eau, la disponibilité en bois offerte par le scénario Type sera suffisante pour couvrir les besoins industriels et énergétiques jusqu'en 2015.

Pendant la période 2016 – 2017, seul le scénario extrême prévoyant la coupe des peuplements dès 25 ans accompagnés d'une décapitalisation à 70 % des peuplements âgés permet de couvrir des besoins similaires aux besoins actuels.

Au delà, il faudrait que l'industrie réduise ses besoins d'au moins 1 millions de m³ et que la demande énergétique reste constante, pour que la disponibilité de pin maritime en Aquitaine, couvre les besoins et encore seulement avec le scénario de coupe à 25 ou 35 ans et une décapitalisation à 70 %.

Le scénario Type ou le scénario de Base avec décapitalisation à 70 %, ne permettent pas de toute façon, de couvrir des besoins industriels et énergétiques, même réduits dans l'hypothèse de demande la plus basse.

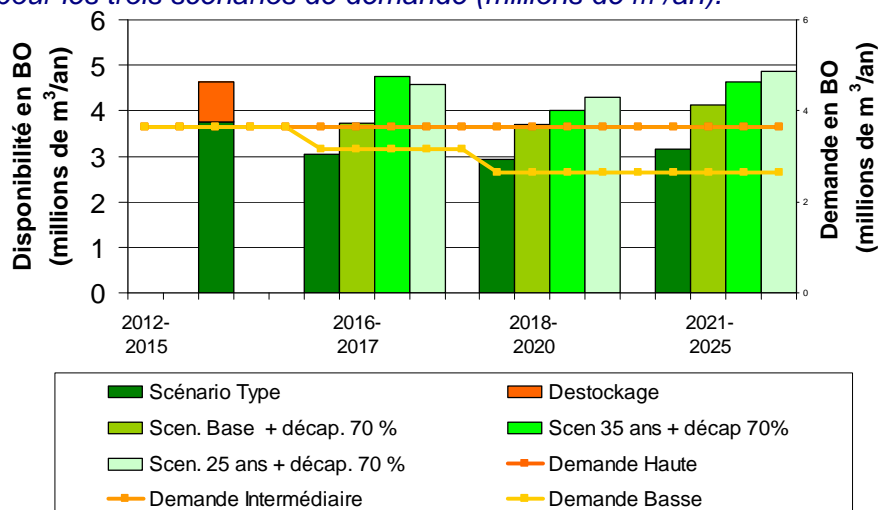
5.2 Bilan offre demande bois d'œuvre avec les trois scénarios principaux

La ventilation de la disponibilité par usage potentiel permet d'examiner la possibilité de satisfaire les besoins de l'industrie du sciage et déroulage du massif. Le tableau et la figure suivante donnent les éléments d'analyse de la situation.

Tableau 15 : Bilan offre demande en bois d'œuvre pour les quatre scénarios d'offre étudiés et pour les trois scénarios de demande de pin maritime (milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande haute	Scénario Type	1 000	- 610	- 710	- 500
	Base + décap 70 %	1 000	65	- 5	460
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	1 000	1 070	330	975
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	1 000	900	640	1 220
Demande intermédiaire	Scénario Type	1 000	- 610	- 710	- 500
	Base + décap 70 %	1 000	65	- 5	460
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	1 000	1 070	330	975
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	1 000	900	640	1 220
Demande basse	Scénario Type	1 000	-110	290	500
	Base + décap 70 %	1 000	565	995	1 460
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	1 000	1 570	1 330	1 975
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	1 000	1 400	1 640	2 220

Figure 5 : Comparaison de l'offre et de la demande en bois d'œuvre de pin maritime en Aquitaine pour les quatre scénarios d'offre principaux (déstockage des bois sous eau compris) et pour les trois scénarios de demande (millions de m³/an).



A l'inverse de la disponibilité totale, la demande en bois d'œuvre est beaucoup plus facilement satisfaite : il suffirait pour cela d'appliquer le scénario de base, qui prévoit une coupe finale à 45 ans pour les peuplements issus de semis et à 40 ans pour les peuplements issus de plantation, mais avec tout de même une décapitalisation à 70% des peuplements âgés. Pendant la période 2021 – 2025, l'offre est même excédentaire, par rapport à la demande actuelle en bois d'œuvre.

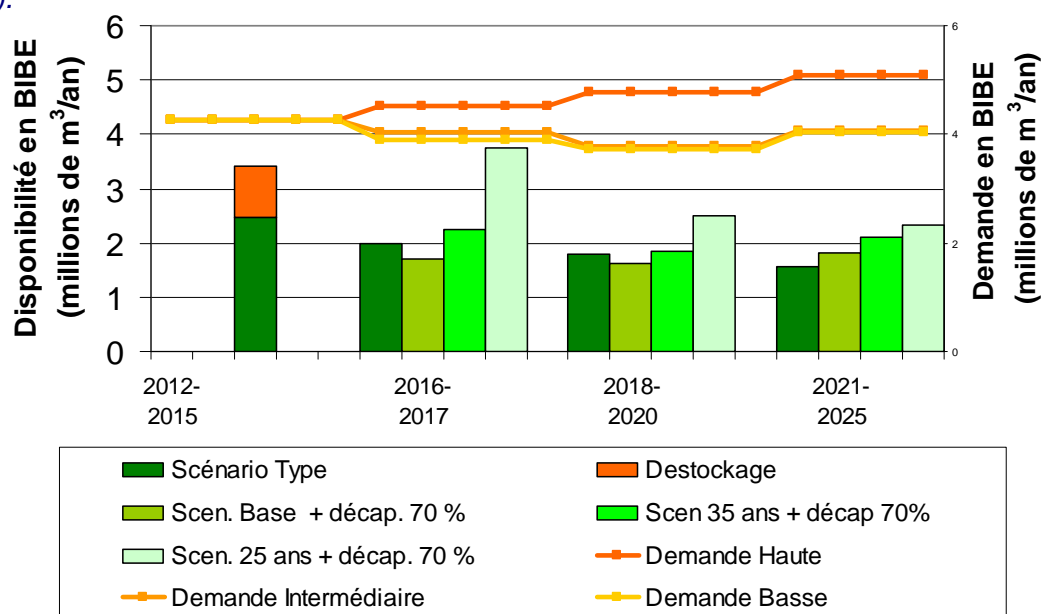
5.3 Bilan offre demande bois d'industrie/énergie avec les trois scénarios principaux

Le tableau et la figure suivants donnent le bilan de l'offre et de la demande pour le bois d'industrie / énergie pour les trois scénarios de demande et les trois scénarios d'offre.

Tableau 16 : Bilan offre demande en bois d'industrie et bois énergie hors rémanents pour les quatre scénarios d'offre étudiés et pour les trois scénarios de demande de pin maritime (milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande haute	Scénario Type	- 830	- 2 490	- 2 940	- 3 450
	Base + décap 70 %	- 830	- 2 780	- 3 110	- 3 220
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	- 830	- 2 250	- 2 870	- 2 915
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	- 830	- 730	- 2 220	- 2 700
Demande intermédiaire	Scénario Type	- 830	- 1 990	- 1 940	- 1 450
	Base + décap 70 %	- 830	- 2 280	- 2 110	- 2 220
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	- 830	- 1 750	- 1 870	- 1 915
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	- 830	- 230	- 1 220	- 1 700
Demande basse	Scénario Type	- 830	- 1 920	- 1 950	- 2 480
	Base + décap 70 %	- 830	- 2 210	- 2 140	- 2 250
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	- 830	- 1 680	- 1 900	- 1 945
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	- 830	- 160	- 1 160	- 1 730

Figure 6 : Comparaison de l'offre et de la demande en bois d'industrie et bois énergie de pin maritime hors rémanents (déstockage des bois sous eau compris) en Aquitaine pour les quatre scénarios d'offre principaux et pour les trois scénarios de demande (millions de m³/an).



Le bilan est toujours négatif, quel que soit le scénario ou la période envisagés. Ce déficit est également très important : de l'ordre de 2 millions de m³ pour les demandes basse ou intermédiaire. Il est encore plus important pour le scénario de demande élevé. Seul le scénario avec coupe à 25 ans permettrait de satisfaire une demande basse pendant la période 2016- 2017.

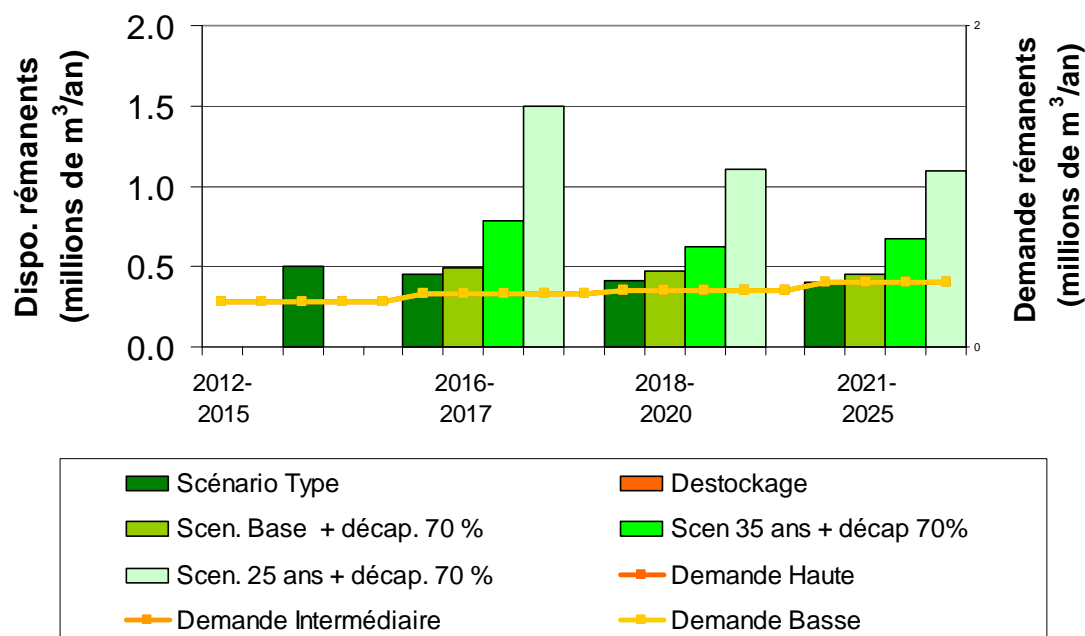
5.4 Bilan offre demande souches et rémanents

Le tableau et la figure suivants donne le bilan entre l'offre et la demande pour les souches et rémanents de pin maritime.

Tableau 17 : Bilan offre demande en rémanents pour les quatre scénarios d'offre étudiés et pour les trois scénarios de demande de pin maritime (milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande haute	Scénario Type	220	130	70	- 50
	Base + décap 70 %	220	165	125	10
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	220	460	265	220
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	220	1 165	750	650
Demande intermédiaire	Scénario Type	220	130	70	- 50
	Base + décap 70 %	220	165	125	10
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	220	460	265	220
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	220	1 165	750	650
Demande basse	Scénario Type	220	130	70	- 50
	Base + décap 70 %	220	165	125	10
	Coupe à 35 ans + décap 70 %	220	460	265	220
	Coupe à 25 ans + décap 70 %	220	1 165	750	650

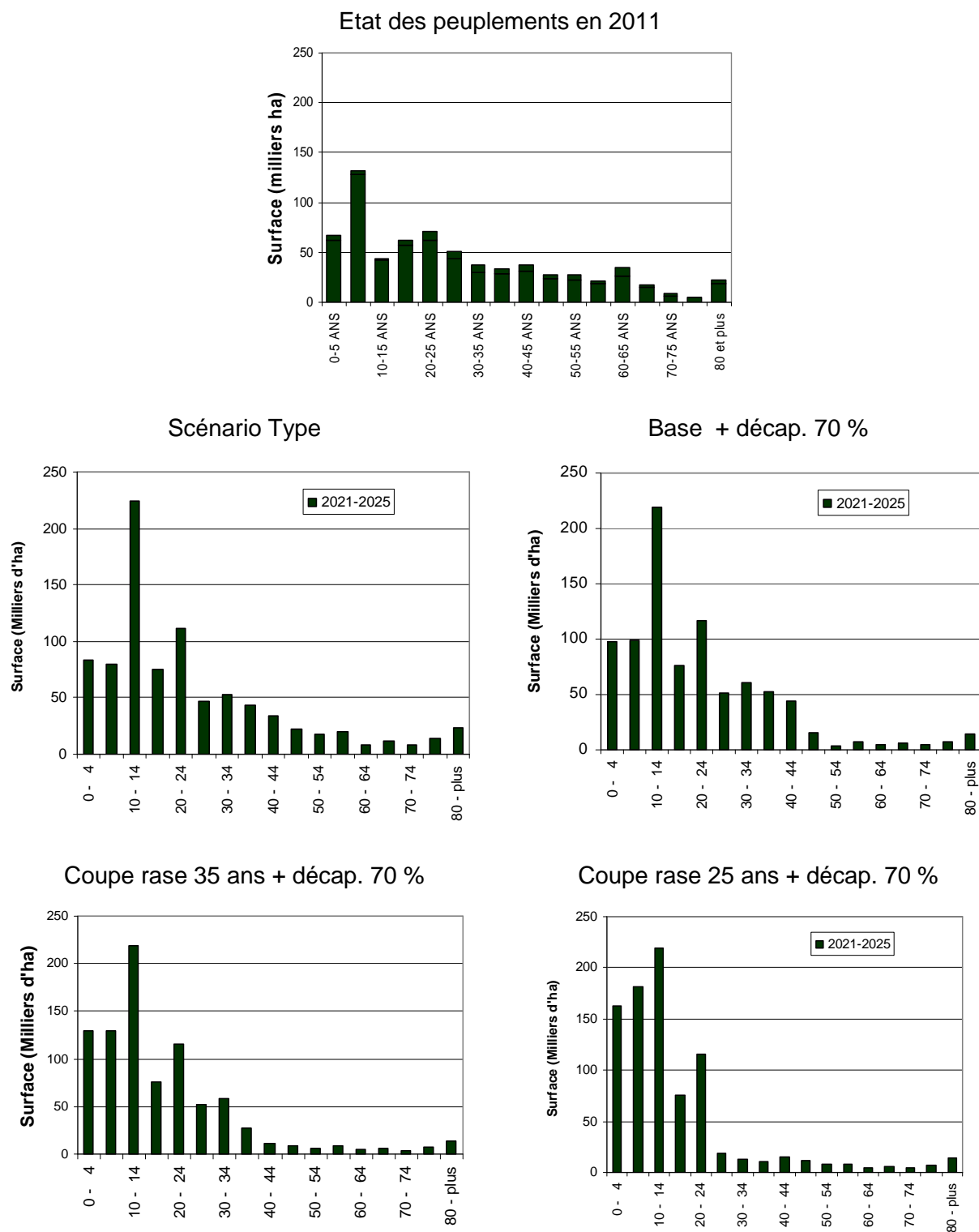
Figure 7 : Comparaison de l'offre et de la demande en rémanents de pin maritime en Aquitaine pour les quatre scénarios d'offre principaux et pour le scénario de demande (millions de m³/an) (Les rémanents ne sont utilisés que par le secteur de l'énergie, pour lequel les trois scénarios de demande sont identiques)



Le bilan est quasiment toujours positif : la demande basse est satisfaite tout au long de la période étudiée. La demande forte en revanche n'est satisfaite que dans le cas de l'application du scénario extrême. Mais l'écart avec l'offre permise par le scénario de base avec décapitalisation à 70 % est de moins de 100 000 m³ eq. bois rond. Ce déficit devrait pouvoir être comblé par l'apport de bois énergie issu d'autres essences.

6. Etat des peuplements en 2025 selon les scénarios de gestion des peuplements

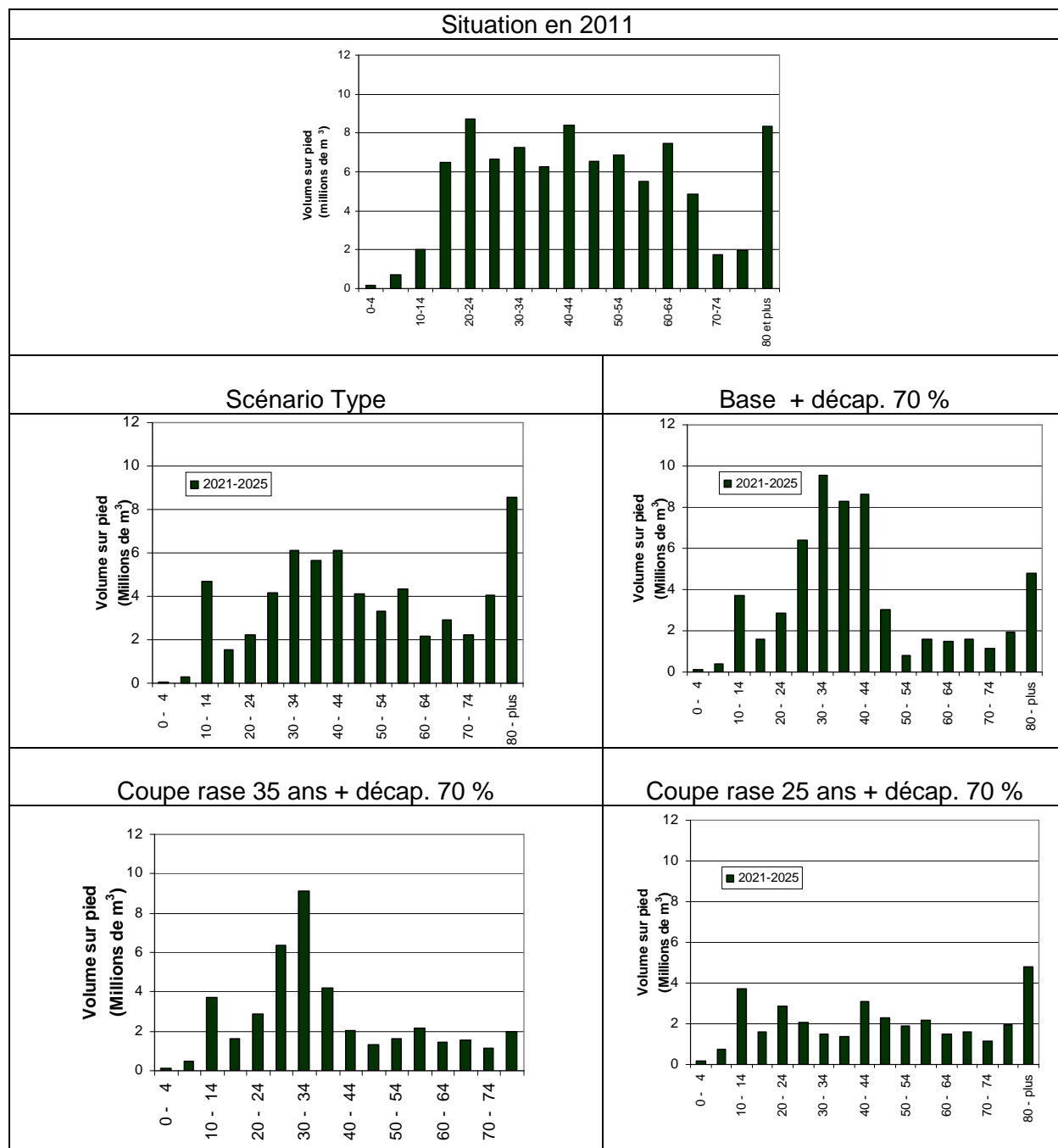
Figure 8 : Répartition de la surface des peuplements de pin maritime par classe d'âge sur le plateau landais en 2025 (en millions de m³/an) selon 4 scénarios



La décapitalisation de 70 % des surfaces dans les peuplements ayant dépassés de 5 ans l'âge de la coupe finale entraîne une réduction drastique des surfaces de ces peuplements,

très nette sur les graphiques représentant la situation des peuplements pour les trois scénarios qui mettent en œuvre cette décapitalisation. Cela revient à concentrer toute la surface du massif dans les jeunes classes d'âge, et en supposant que toutes les surfaces coupées soient reboisées.

Figure 9 : Répartition du volume sur pied des peuplements de pin maritime par classe d'âge sur le plateau landais en 2025 (millions de m³/an)



Le scénario Type conserve en 2025 un volume sur pied à un niveau encore relativement élevé (68 Mm³). Les autres scénarios, du fait de la décapitalisation dans les classes d'âge ayant dépassé l'âge d'exploitabilité et par le raccourcissement de l'âge de la coupe finale font baisser le volume sur pied de façon très significative. Le scénario de base avec décapitalisation ne conserve que 57 millions de m³, le scénario coupe rase à 35 ans et décapitalisation de 70 %, 47 Mm³, et le scénario avec coupe rase à 25 ans 33 Mm³.

Partie 2 : Disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime

7. Etat de la ressource des essences autres que le pin maritime

7.1 Données utilisées

La ressource actuelle des massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées est estimée directement avec les données mesurées entre 2006 et 2010 par l'inventaire forestier national de l'IGN, soit une année moyenne 2008.

La ressource actuelle des peuplements feuillus du massif des Landes de Gascogne est estimée à partir des données d'inventaire actualisées à la fin de l'année 2011, tel qu'indiqué dans le rapport sur la ressource de cette étude.

Rappel : les peupleraies ne sont pas prises en compte.

7.2 Domaines d'étude définis pour estimer la disponibilité future en bois

Les domaines d'étude ont été définis et validés par des comités techniques constitués à l'occasion dans chaque massif. L'étape d'organisation de la ressource initiale en grands ensembles homogènes (domaines d'étude) est tout à fait fondamentale car elle permet de prendre en compte dans les simulations la variabilité des conditions de milieu, de croissance, de sylviculture et des dynamiques de prélèvements.

La constitution des domaines d'étude a été pilotée par l'essence objectif des peuplements, en terme de sylviculture et de produits bois valorisables.

Il s'agit des chênes nobles (surtout les chênes pédonculés), du châtaignier et du robinier, du chêne pubescent, du hêtre, des feuillus précieux en plaine, et des résineux autres que le pin maritime (lequel a fait l'objet d'un traitement spécifique présenté plus haut).

Si une essence est présente dans un peuplement sans y être prépondérante mais qu'elle oriente la gestion (c'est à dire qu'elle guide les éclaircies et qu'elle détermine le moment de la coupe finale), alors elle constitue le noyau du domaine d'étude. Par exemple dans les mélanges de chêne et de châtaignier, le châtaignier a été fixé comme l'essence objectif du peuplement car son marché est mieux développé que celui du chêne. Dans les mélanges mixtes de pins et de châtaignier de Dordogne, les pins ont été privilégiés en raison des tensions à venir sur cette ressource.

Les taillis étant historiquement très présents en Aquitaine, la structure du peuplement a été prise en compte lorsqu'elle apportait une information complémentaire et pertinente sur le mode de traitement du peuplement. Par exemple il est nécessaire de distinguer la futaie de chênes nobles des taillis de chênes, mais cette distinction n'a pas d'intérêt dans les châtaigneraies ou les peuplements de robiniers.

Quel que soit le massif, les surfaces forestières momentanément déboisées en 2011 (i.e. coupes rases) n'ont pas fait l'objet de calcul de disponibilité car les volumes produits sur ces surfaces reboisées ne seraient pas suffisants à l'horizon 2025 pour fournir une récolte de bois significative.

La ressource forestière régionale a ainsi été décrite en :

- 13 domaines d'étude pour le massif **Dordogne Garonne**, dont :
 - Un domaine pour la futaie de pin maritime (déjà traité dans la partie spécifiquement consacrée au pin maritime) ;
 - Deux domaines pour les futaies d'autres résineux (pin sylvestre et pin noir d'une part, épicéa, douglas, mélèze etc. d'autre part) ;
 - Un domaine pour les peuplements mixte de résineux et de taillis ;
 - Huit domaines feuillus, dont 3 pour les taillis (châtaignier, chênes, autres feuillus), 2 pour les futaies (chênes, autres feuillus) et 3 pour les mélanges de futaie feuillue et de taillis (selon l'essence du taillis) ;
 - Les forêts ouvertes (taux de couvert entre 10 et 40%) n'ont pas fait l'objet de calculs de disponibilité car ces peuplements ont une productivité et une densité de biomasse à l'hectare faible, et qu'elles sont souvent difficiles d'accès et donc non exploitées.

- 11 domaines d'étude pour le massif **Adour Pyrénées** :
 - Deux domaines pour les futaies résineuses, en distinguant les pinèdes de plaine et les sapinières et pinèdes de montagne ;
 - Sept domaines feuillus basés sur l'essence cible : chênaies de l'Adour, hêtraies du piémont et de la chaîne pyrénéenne, taillis de châtaignier-robinier, futaie de feuillus précieux et peuplements d'autres feuillus en plaine et en montagne ;
 - Les chênaies pédonculées de montagne n'ont pas fait l'objet de calculs de disponibilité car ces peuplements ont un rôle patrimonial prédominant. Ces chênaies n'ont pas vocation à produire du bois.
 - Les forêts ouvertes (taux de couvert entre 10 et 40%) n'ont pas fait l'objet de calculs de disponibilité car ces peuplements ont une productivité et une densité de biomasse à l'hectare faible, et qu'elles sont souvent difficiles d'accès et donc non exploitées.

- 2 domaines d'étude feuillus pour les peuplements feuillus du massif des **Landes de Gascogne**, en plus des domaines dont le pin maritime est l'essence cible et qui ont été traités précédemment :
 - Un domaine pour les peuplements feuillus indemnes après la tempête Klaus ;
 - Un domaine pour les peuplements feuillus endommagés dont la régularisation est certaine.

L'annexe 3 donne la liste complète des domaines par massif, et décrit leur superficie et leur composition en essences.

8. Calcul de la disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime

8.1 Les itinéraires sylvicoles mis en œuvre pour les projections

8.1.1 Itinéraires correspondant aux pratiques sylvicoles actuelles et définissant le scénario type

Le principe du scénario type (un scénario est la somme des itinéraires appliqués à chaque domaine d'étude) est le maintien de la gestion sylvicole pratiquée aujourd'hui. Concrètement cette approche revient à considérer que les gestionnaires réalisent les coupes au diamètre avec la même fréquence que sur la période récente. L'évolution de la disponibilité au cours du temps est ainsi le fait de l'évolution de la ressource par rapport à sa distribution initiale en classes de diamètre.

Aucune perturbation exceptionnelle au cours de la période n'a été simulée, qu'il s'agisse de tempêtes, de sécheresses, de développements de ravageurs et pathogènes ou d'incendies majeurs. Il a également été considéré que la surface boisée évoluait suivant la même tendance que celle observée par l'IGN sur la période récente.

La productivité des peuplements a été considérée constante au cours du temps, pour une classe de diamètre ou plus généralement pour un stade de développement des arbres donné. Cette hypothèse est réaliste à l'horizon 2025 car l'incertitude associée aux effets du changement climatique (augmentation ou baisse de productivité) à si court terme pour le climat est importante.

Les itinéraires types ont été définis exclusivement avec des observations récentes de l'inventaire forestier de l'IGN, sur la période 2005-2011. Il prolonge donc les phénomènes mesurés sur cette période.

Depuis 2010, l'IGN retourne sur toutes les placettes d'inventaires visitées 5 ans auparavant pour mesurer directement les prélèvements (observations des arbres manquants initialement présents). Cette nouvelle donnée totalement inédite en France permet d'évaluer les prélèvements en forêt, et aussi de déterminer un taux de coupe moyen réalisé sur la période de 5 ans séparant les deux passages en inventaire réalisés. Il est calculé par classe de diamètre et par domaine d'étude. Ici les prélèvements moyens sont estimés sur la période 2005-2011.

La mortalité naturelle et ordinaire (donc hors chablis Klaus exceptionnels) a été évaluée à partir des observations collectées sur le dispositif d'inventaire.

En appliquant ces taux de prélèvement aux peuplements actuels, on calcule la disponibilité future si la gestion constatée était poursuivie.

Il est intéressant de signaler que les taux de coupe étant déterminés à partir de pratiques réelles observées, le scénario type intègre par définition les contraintes techniques, économiques et sociales de la mobilisation du bois.

Sur la période récente (2005-2011), le scénario type, et plus précisément sa composante des coupes hors mortalité naturelle, traduit tout aussi bien l'offre que la demande. Les prélèvements sont réalisés en réponse à une demande exprimée et solvable.

En revanche sur la période de projection, le scénario type devient un scénario d'offre si les conditions de sylviculture étaient inchangées. L'adéquation entre l'offre et la demande n'est plus assurée car l'évolution de la demande n'est pas simulée.

Les taux de prélèvement en effectif constatés par classe de diamètre (mortalité naturelle incluse) sont donnés en annexe 4. Il ne s'agit pas d'itinéraires sylvicoles ni de préconisations de gestion à l'échelle des peuplements ou même des massifs. Il s'agit de taux de prélèvements moyens (ou de fréquences de coupe) observés à l'échelle d'un très grand nombre de peuplements hétérogènes sur différents plans. Cette moyenne intègre notamment les pratiques de sylviculteurs dont les objectifs sont variables et elle dépend fondamentalement de l'état de maturité actuel de la ressource : si la ressource actuelle ne présente pas ou peu de très gros bois l'IGN ne verra pas ou peu de prélèvements dans ces classes de diamètre, et le taux de coupe ainsi défini sera nul ou faible par définition. Cette situation peut survenir dans un contexte à la forêt feuillue d'Aquitaine ne se trouve pas dans un état stationnaire (IFN 2011, IGN 2012 et IGN 2013).

Les itinéraires actuels ainsi définis ne peuvent et ne doivent donc pas être mis en œuvre sur des simulations à long terme. Ils sont en revanche très pertinents sur des horizons de 10 à 15 ans pour fixer le niveau de base des prélèvements, du fait qu'ils intègrent l'inertie du système forestier français. Le scénario type doit toutefois être complété systématiquement par un scénario de sylviculture plus conforme aux recommandations en vigueur, notamment pour traiter la question liée à la non stationnarité de la ressource.

8.1.2 Itinéraires correspondant à une sylviculture recommandée et définissant le scénario théorique

Les comités techniques de massif ont défini pour chaque domaine d'étude un itinéraire de récolte basé principalement sur le diamètre d'exploitabilité des essences feuillues, résineuses et des peuplements de taillis, tels qu'ils sont pratiqués ou préconisés actuellement en Aquitaine. Ces itinéraires techniques définissent un scénario qualifié de théorique. Ils ont été appliqués dès la première année des projections.

Cet itinéraire exprime le **potentiel maximal** de disponibilité dans le cadre de la sylviculture préconisée actuellement, si elle était appliquée sur toute la surface forestière des massifs. Ce scénario ne traduit pas une intensification des itinéraires sylvicoles (comme par exemple le raccourcissement des révolutions) mais un développement de la sylviculture recommandée à l'ensemble des peuplements de la zone. La question de l'intensification des itinéraires recommandés a été évaluée en comité de massif mais elle a été écartée car jugée peu réaliste à l'horizon 2025.

L'annexe 5 donne les diamètres d'exploitabilité des itinéraires théoriques retenus pour chaque domaine d'étude.

Comme pour le scénario type, aucune perturbation exogène n'a été prise en compte dans les simulations, et la productivité des peuplements a été considérée comme invariable pour un stade de développement donné.

Une étude de sensibilité de la disponibilité à la fréquence de réalisation des itinéraires théoriques a été évaluée. Dans le scénario théorique elle est fixée à 100% : tous les itinéraires préconisés sont mis en œuvre dès la première année de projection.

Pour cette analyse de sensibilité sommaire, les taux de coupe des itinéraires théoriques ont tous été réduits arbitrairement de 50 %, dans toutes les classes de diamètre de tous les domaines d'étude. Il s'agissait d'évaluer à un niveau très global la sensibilité du système à la mise en application des recommandations par les gestionnaires.

8.2 Calcul de la disponibilité en bois des essences autres que le pin maritime

Les itinéraires sylvicoles définis prévoient presque tous des coupes en fonction du diamètre des arbres. C'est donc la méthode de calcul par classe de diamètre qui a été utilisée. L'annexe 2 décrit cette méthode.

Les peuplements feuillus endommagés du massif des Landes de Gascogne ont tous été régularisés sur la période 2012 - 2015.

Dans les autres domaines, les itinéraires sylvicoles ont été appliqués à la ressource initiale de chaque domaine d'étude, sur la période 2012-2025 pour les peuplements feuillus indemnes du massif landais et sur la période 2009-2025 pour les peuplements des massifs Dordogne-Garonne et Adour-Pyrénées.

Avec la stratification initiale de la ressource et l'emploi d'un modèle par classe de diamètre, les résultats de disponibilité calculés avec les scénarios actuels et théoriques sont directement disponibles par essence et classe de diamètre.

Les volumes de disponibilité sont exprimés en bois fort tige et en bois total aérien, grâce à l'emploi de tarifs de cubage spécifiques.

Le volume de houppier a été calculé par différence entre le volume total aérien de l'arbre (estimé avec des tarifs publiés par la recherche) et le volume de la tige jusqu'à la découpe bois fort (volume de référence de l'inventaire forestier).

Le volume de la tige et du houppier ont été ventilés selon leur usage potentiel en fonction du diamètre des arbres : BO et BIBE pour le volume bois fort tige et BIBE et MB pour le houppier. La proportion de chaque catégorie d'usage dans chaque compartiment de l'arbre (tige, houppier) est présentée en annexe 6, selon l'essence et la classe de dimension des bois.

Enfin, un coefficient de pertes d'exploitation de 10 % a été appliqué sur le volume de disponibilité des tiges et de 20 % sur le volume de disponibilité des houppiers. Les pertes en exploitation correspondent à des volumes perdus fatalement sur un chantier (petites branches et brindilles, souches, encoche, une partie de l'écorce, etc.)

8.3 Les résultats du calcul de disponibilité

8.3.1 Disponibilité totale par massif

Le tableau 18 donne la disponibilité par massif pour les deux scénarios de récolte testés.

Tableau 18 : Disponibilité en volume total aérien des essences autres que le pin maritime (en milliers de m³/an arrondis, pertes d'exploitation déduites)

Scénarios	Massif	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario type	Landes de Gascogne*	541	510	500	528
	Dordogne-Garonne**	1 104	1 093	1 091	1 133
	Adour Pyrénées**	501	490	487	491
	Total	2 146	2 093	2 078	2 151
Scénario théorique	Landes de Gascogne*	709	667	651	686
	Dordogne-Garonne**	2 129	2 098	2 072	2 071
	Adour Pyrénées**	1 088	1 063	1 050	1 039
	Total	3 926	3 828	3 773	3 795

* essences feuillues uniquement

** hors pin maritime

La disponibilité en bois hors pin maritime en Aquitaine est actuellement voisine de 2,1 Mm³/an. Le massif Dordogne Garonne représente plus du double de celle-ci avec 1,1 Mm³/an. La disponibilité en essences feuillues du massif des Landes de Gascogne est similaire à la disponibilité totale du massif Adour Pyrénées, avec environ 500 000 m³/an. Cette disponibilité est quasiment stable sur l'ensemble de la période. La période 2012-2015 est cependant marquée par la récolte de près de 70 000 m³/an de feuillus dans les Landes (régularisation des peuplements endommagés par Klaus).

Le scénario théorique permet de doubler quasiment la disponibilité annuelle (augmentation comprise entre 82 et 76%). Elle est la plus forte sur la période 2012-2017 du fait de la régularisation des peuplements de pin maritime entraînant la récolte des essences feuillues qui s'y trouvent (disponibilité conjoncturelle). La disponibilité structurelle s'accroît quant à elle sur toute la période, faiblement mais continuellement.

8.3.2 Disponibilité par essence

Le tableau 19 détaille la disponibilité des principales essences régionales pour chacun des scénarios.

Tableau 19 : Disponibilité en volume total aérien par essence selon le scénario (en milliers de m³/an, pertes en exploitation déduites)

Scénario	Groupes d'essences	Essences	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario type	Feuillus	Chênes	1 085	1 037	1 020	1 051
		Hêtre	87	82	80	77
		Châtaignier / Robinier	552	577	592	629
		Feuillus précieux	39	36	36	37
		Autres feuillus	317	294	285	289
		Total feuillus	2 079	2 027	2 013	2 083
	Résineux (hors PM)	Sapin épicéa	ns	ns	ns	ns
		Pin sylvestre	24	21	18	17
		Autres résineux	41	43	45	49
		Total résineux	68	66	66	68
Total scénario type			2 146	2 093	2 078	2 151
Scénario théorique	Feuillus	Chênes	1 835	1 783	1 749	1 765
		Hêtre	274	262	255	245
		Châtaignier / Robinier	833	839	829	826
		Feuillus précieux	57	56	56	57
		Autres feuillus	758	715	708	716
		Total feuillus	3 757	3 655	3 597	3 609
	Résineux (hors PM)	Sapin épicéa	29	29	29	28
		Pin sylvestre	21	24	21	21
		Autres résineux	119	120	126	137
		Total résineux	169	173	176	186
Total scénario théorique			3 926	3 828	3 773	3 795

ns : non significatif

Les chênes (y compris le chêne pubescent) constituent la moitié de la disponibilité feuillue régionale avec plus de 1 Mm³/an, et le groupe des châtaigniers robiniers près du quart de celle-ci avec près de 500 000 m³/an.

La contribution des châtaigniers et robiniers à la disponibilité totale feuillue calculée selon le scénario type progresse sur la période, passant de 27 à 30%.

Hors pin maritime, les résineux ne représentent que 6 % de la disponibilité totale. Le pin sylvestre est l'essence la plus représentée avec 30 % de la disponibilité résineuse.

Le scénario théorique permet un accroissement de la disponibilité de toutes les essences. Les évolutions les plus sensibles concernent le hêtre (disponibilité multipliée par 3, mais les volumes concernés restent faibles), les autres essences feuillues (frênes, feuillus précieux, charme, saules, aulne, chêne tauzin, etc.) dont la disponibilité fait plus de doubler, et les résineux autres que le pin maritime mais pour ces derniers les volumes concernés restent toujours faibles.

Les châtaigniers et robiniers sont le groupe d'essences dont la disponibilité progresse le moins, signe d'une ressource qui fait déjà l'objet d'une exploitation. La disponibilité en chêne atteint près de 1,8 Mm³/an.

8.3.3 Disponibilité par classe de dimension des bois

Le tableau 20 détaille la disponibilité par classe de diamètre dans les deux groupes d'essences feuillus et résineux.

Tableau 20 : Disponibilité en volume total aérien par classe de dimension des bois et groupe d'essences selon le scénario (en milliers de m³/an, pertes en exploitation déduites)

Scénario	Groupes d'essences	Classe de dimension	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario type	Feuillus	PB (<=20 cm)	825	757	714	683
		MB (25-35 cm)	538	575	609	680
		GB (40-45 cm)	295	286	284	297
		TGB (>=50 cm)	421	409	406	423
		Total feuillus	2 079	2 027	2 013	2 083
	Résineux (hors PM)	PB (<=20 cm)	5	5	4	4
		MB (25-35 cm)	24	24	24	25
		GB (40-45 cm)	12	11	11	11
		TGB (>=50 cm)	26	26	26	28
		Total résineux	68	66	66	68
Total scénario type			2 146	2 093	2 078	2 151
Scénario théorique	Feuillus	PB (<=20 cm)	1 209	1 183	1 162	1 161
		MB (25-35 cm)	1 526	1 503	1 483	1 490
		GB (40-45 cm)	292	285	280	280
		TGB (>=50 cm)	730	684	672	677
		Total feuillus	3 757	3 655	3 597	3 609
	Résineux (hors PM)	PB (<=20 cm)	36	39	40	41
		MB (25-35 cm)	64	68	69	71
		GB (40-45 cm)	33	26	27	29
		TGB (>=50 cm)	37	40	41	44
		Total résineux	169	173	176	186
Total scénario théorique			3 926	3 828	3 773	3 795

Les petits bois sont les plus représentés dans la disponibilité feuillue, du fait de la forte présence des taillis dans les forêts d'Aquitaine (chênes, châtaigniers, etc.). Elle se réduit cependant de manière sensible au cours du temps, au profit des arbres de diamètre compris entre 22,5 et 37,5 cm de diamètre et en lien avec la maturation d'une ressource qui n'est pas exploitée à 100 %. La disponibilité en bois feuillus de plus de 47,5 cm de diamètre représente près du quart de la disponibilité totale feuillue. Cette proportion reste globalement stable.

Parmi les résineux, ce sont les bois moyens et les gros et très gros bois qui sont actuellement les plus prélevés.

Le scénario théorique permet d'augmenter fortement la récolte des bois moyens (par un facteur trois) mais peu les petits bois qui font déjà l'objet de prélèvement dans les

peuplements de taillis, et peu aussi les bois de plus de 37 cm de diamètre (facteur 1,4). Ces résultats traduisent le mûrissement progressif de la ressource, avec une majorité dans la catégorie moyen bois.

Chez les résineux le scénario théorique augmente la disponibilité par un facteur d'autant plus grand que le diamètre est faible. C'est notamment le fait de la réalisation d'éclaircie dans les plantations résineuses récentes et dans les peuplements résineux moyens bois.

8.3.4 Disponibilité suivant le compartiment dans l'arbre

Le tableau 21 détaille la disponibilité selon les compartiments dans l'arbre, par groupe d'essence et pour chaque scénario.

Tableau 21 : Disponibilité selon le compartiment dans l'arbre, par groupe d'essence et scénario (en milliers de m³/an, pertes d'exploitation déduites)

scénario	Groupe d'essences	Compartiment de l'arbre	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario type	Feuillus	Tige	1 356	1 325	1 317	1 366
		Houppier	723	702	695	717
		Total feuillus	2 079	2 027	2 013	2 083
	Résineux (hors PM)	Tige	48	48	47	49
		Houppier	19	19	18	19
		Total résineux	68	66	66	68
Total scénario type			2 146	2 093	2 078	2 151
Scénario théorique	Feuillus	Tige	2 486	2 423	2 385	2 393
		Houppier	1 272	1 232	1 212	1 216
		Total feuillus	3 757	3 655	3 597	3 609
	Résineux (hors PM)	Tige	124	126	129	138
		Houppier	46	46	46	48
		Total résineux	169	173	176	186
Total scénario théorique			3 926	3 828	3 773	3 795

Le volume des tiges représente les deux tiers du volume total de la disponibilité, pour les feuillus comme pour les résineux. Près de 700 000 m³ par an de bois feuillus disponibles sont dans les houppiers. Ce chiffre est porté à 1,2 Mm³/an dans le scénario théorique.

8.3.5 Disponibilité suivant l'usage potentiel du bois

Les usages futurs des bois ne sont pas connus car ils dépendent de l'évolution de la demande, laquelle n'est pas modélisée. On peut toutefois les approcher en figeant la répartition actuelle, basées sur des critères dimensionnels et qualitatifs. On considère donc que la demande en produits reste identique sur toute la période et c'est l'évolution de la dimension des bois qui fait varier les disponibilités par catégories d'usage.

Les usages potentiels suivants ont été considérés :

- Usage des bois ronds (diamètre fin bout supérieur à 7 cm) : Bois d'œuvre (BO), et bois d'industrie/énergie (BIBE),
- Usage énergétique exclusif : Rémanents ou Menus bois (MB) de diamètre fin bout inférieur à 7 cm.

Le volume des tiges et des houppiers ont été répartis en catégories de produits potentiels. Les ratios varient selon la classe de diamètre, pour chaque essence. Ces ratios figurent en annexe 6.

Le tableau 22 donne la disponibilité selon les usages potentiels du bois par groupe d'essence et par scénario.

Tableau 22 : Disponibilité suivant les catégories d'usage potentiel des bois, par groupe d'essence et scénario (en milliers de m³/an, pertes d'exploitation déduites)

scénario	Groupe d'essences	Produits	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario actuel	Feuillus	BO	301	292	290	304
		BIBE	1 563	1 535	1 532	1 589
		MB	215	200	191	191
		Total feuillus	2 079	2 027	2 013	2 083
	Résineux (hors PM)	BO	25	25	25	27
		BIBE	27	26	25	25
MB		16	16	16	17	
Total résineux	68	66	66	68		
Total scénario type		2 146	2 093	2 078	2 151	
Scénario théorique	Feuillus	BO	463	442	430	429
		BIBE	2 974	2 901	2 866	2 877
		MB	320	311	301	303
		Total feuillus	3 757	3 655	3 597	3 609
	Résineux (hors PM)	BO	64	64	66	72
		BIBE	61	65	65	69
MB		43	43	44	46	
Total résineux	169	173	176	186		
Total scénario théorique		3 926	3 828	3 773	3 795	

Le bois d'œuvre ne constitue qu'environ 15 % de la disponibilité. Cette proportion est sensiblement plus forte chez les résineux où les arbres récoltés ont plus souvent des dimensions gros bois.

L'essentiel de la disponibilité feuillue est représentée par les usages BIBE (les $\frac{3}{4}$), en raison de l'importance des bois de taillis, de la piètre qualité en général des chênes hormis l'exception notable des chênaies de l'Adour, et de l'importance des houppiers dans la disponibilité totale feuillue.

Les menus bois représentent un gisement de près de 200 000 m³/an dans le scénario type. Ce volume passe à 300 000 m³/an dans le scénario théorique.

9. La demande en bois d'essences autres que le pin maritime en Aquitaine de 2012 à 2025

La **demande actuelle** en bois d'œuvre et bois d'industrie des feuillus et des autres résineux que le pin maritime a été évaluée comme la moyenne des années 2007 à 2011 de la récolte commercialisée recensée par l'EAB en Aquitaine, hors pin maritime et peuplier.

On a donc déduit de la récolte totale de **bois d'œuvre** tous les volumes spécifiés peuplier et pin maritime.

Pour le **bois d'industrie**, on a déduit la récolte de bois de trituration spécifiée pour le pin maritime. Le BI de peuplier est regroupé dans la catégorie BI de feuillus tendres ou BI de feuillus. Pour l'approcher, il a été considéré qu'un m³ de grume de peuplier récolté générerait 0,3 m³ de houppier. La part du peuplier dans la récolte totale de BI feuillu est ainsi évaluée à environ 50 000 m³/an.

La récolte de **bois de feu consommée par les ménages** est estimée à partir de l'enquête logement 2006 de l'INSEE dépouillée pour la partie énergie par le CEREN. On a déduit de cette estimation pour l'Aquitaine la part récoltée hors forêt qui est évaluée à 31 % du total⁵. On considère par défaut, faute d'informations fiables, que le bois de feu n'est pas constitué de pin maritime et que tout le volume consommé en Aquitaine provient des forêts de la région Aquitaine. Cette dernière hypothèse est certainement forte dans la mesure où l'Aquitaine est une des premières régions forestières de France. Elle revient certainement à surestimer la quantité de bois de feu dans la consommation régionale.

La consommation de bois énergie pour les chaufferies industrielles a été estimée à partir des données fournies par la cellule biomasse Aquitaine.

On a considéré que la demande industrielle et la demande en énergie des ménages resterait stable sur la période étudiée. Cette hypothèse est cohérente avec les prévisions nationales : la plus forte proportion de ménages se chauffant au bois est compensée par un meilleur rendement des appareils de combustion.

En revanche la **consommation de bois pour les chaufferies collectives et industrielles** et pour les unités de cogénération a été supposée augmenter sur la période de simulation, pour tenir compte du développement des projets CRE et BCIAT notamment. Pour ce faire, la cellule biomasse Aquitaine a estimé les besoins des projets déjà en service ou en cours de réalisation. La part du pin maritime a été individualisée et déduite. Elle est présentée dans la partie concernant cette essence.

Tableau 23 : Demande en bois pour l'industrie et pour l'énergie en Aquitaine, hors pin maritime et peuplier ((en milliers de m³/an).

		2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Demande par type de produits (en milliers m³ de bois rond / an)		2 210	2 400	2 550	2 700
Bois d'œuvre	Feuillus	150	150	150	150
	Résineux	40	40	40	40
	Total BO	190	190	190	190
Bois d'industrie	Feuillus	350	350	350	350
	Résineux	100	100	100	100
	Total BI	450	450	450	450
Bois bûches pour les ménages		1 410	1 410	1 410	1 410
Bois énergie pour les chaufferies		160	350	500	650

On notera que la consommation de bois de feu par les ménages (estimée à 1,4 Mm³/an) est très importante et constitue 65 % du total de la demande en Aquitaine, hors pin maritime et peuplier. La précision sur cette donnée est cependant faible compte tenu de son mode de détermination (enquête déclarative, facteurs de conversion, hypothèse sur l'origine forestière, hypothèse sur l'origine régionale). Une erreur de 10 % entraînerait une variation de 140 000 m³ en plus ou en moins sur la consommation totale, ou 6,5 % de la consommation totale de bois en Aquitaine.

⁵ Biomasse forestière populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020. IFN, FCBA, Solagro, 2009

10. Bilan entre l'offre et la demande des usages potentiels des autres essences que le pin maritime

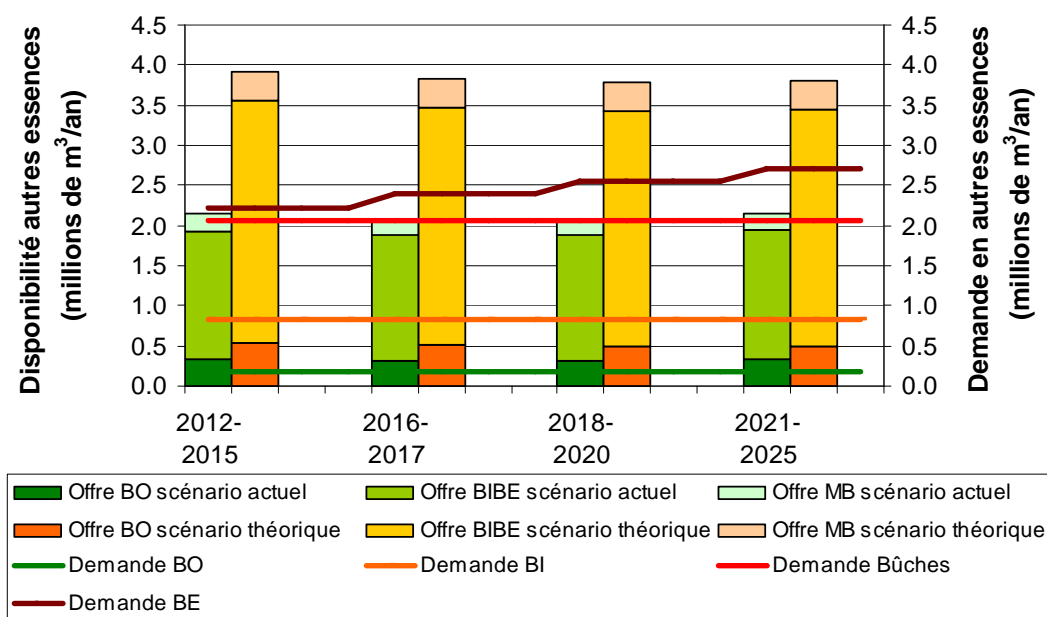
Le tableau 24 et la figure 10 présentent l'offre et la demande en bois d'œuvre, bois d'industrie/énergie et menus bois pour les deux scénarios de récolte et pour le scénario de demande.

Tableau 24 : Bilan offre demande en bois pour l'industrie et pour l'énergie en Aquitaine hors pin maritime et peuplier (en milliers de m³/an arrondi).

Scénarios	Produits	2012-2015	2016-2017	2018-2020	2021-2025
Scénario type	BO	135	125	125	140
	BIBE	- 430	- 650	- 805	- 895
	Total	- 295	- 525	- 700	- 755
Scénario théorique	BO	190	190	190	190
	BIBE	1 380	1 110	915	785
	Total	1 570	1 300	1 105	975

On constate que la demande en bois d'œuvre est toujours largement inférieure à la disponibilité. Les ratios ventilant la disponibilité des bois selon leurs usages potentiels ont été déterminés à dire d'expert, en fonction des essences et des classes de diamètre. Il se peut que l'usage réel des bois soit différent que ce qu'ils prévoient. Il est ainsi fréquent de voir en petite forêt privée des arbres de dimensions sciage débités en bûche.

Figure 10 : Comparaison de l'offre et de la demande en bois d'œuvre et bois d'industrie hors pin maritime pour les deux scénarios de récolte et pour le scénario de demande (en millions de m³/an)



Il apparaît que la demande actuelle en bois d'industrie et bois énergie n'est actuellement pas satisfaite par l'offre de BIBE calculée avec le scénario type et n'intégrant pas les menus bois, même en réintégrant la part du BO a priori non consommée en tant que BO.

Cela peut s'expliquer par :

- L'incertitude forte qui pèse sur le calcul de la récolte de BIBE, notamment sur la consommation de bois de feu par les ménages au niveau régional, sa répartition entre les origines forestières ou non. Ce type d'usage pèse pour 65 % de la récolte estimée de BIBE. Enfin, on ne connaît pas la part du pin maritime dans les plaquettes forestières ;
- L'incertitude sur les volumes déclarés par les exploitants à l'EAB, et notamment sur l'origine non forestière des bois ;
- La relative fragilité statistique des estimations de prélèvements de l'IGN qui permettent de déterminer les taux de prélèvements du scénario type. Ils ont été calculés avec seulement deux campagnes de mesures de l'IGN et l'incertitude (2 écarts types) sur le volume prélevé en bois fort tige dans les zones Adour-Pyrénées et Dordogne-Garonne cumulée est de +/- 550 000 m³/an, sur un volume de total de 1,37 Mm³/an (soit un intervalle de confiance de 40%). L'intervalle de confiance passerait à 32 % si on prenait en compte une troisième campagne de mesure de prélèvements ;
- Du fait de l'augmentation rapide de la demande en bois énergie pour les chaufferies, collectives et industrielles depuis 5 ans (au niveau national on observe un doublement du volume de plaquette chaque année depuis 2008), les taux de prélèvement estimés par l'IGN peuvent être légèrement sous estimés dans les mesure où ils concernent la moyenne sur la période 2005-2011 ;
- L'incertitude sur le calcul de la disponibilité liée à l'emploi de données statistiques, de modèles et d'hypothèses.

L'écart de 290 000 m³/an (12 % du total) entre l'offre actuelle et la demande reste toutefois relativement faible. Si on tient compte des incertitudes mentionnées plus haut et du fait que toute l'offre potentielle de BO n'est actuellement pas valorisée en BO, on peut considérer que la disponibilité actuelle reflète la récolte courante.

L'augmentation de la demande en bois énergie pour les chaufferies et unités de cogénération nécessitera une augmentation de la récolte.

On voit que l'application de taux de récolte plus élevés (scénario théorique) correspondant à l'application d'une sylviculture conforme aux préconisations ou aux habitudes locales sur l'ensemble de la surface, permettrait de satisfaire largement l'augmentation de cette demande. Ce calcul ne prend cependant pas en compte la difficulté physique d'exploitation ou la volonté des propriétaires de développer la sylviculture de leurs peuplements. La modulation de 50 % à la baisse de l'itinéraire théorique donne des résultats très proches de ceux issus du scénario type, ce qui donne une indication globale sur le taux de gestion actuel par les propriétaires.

Partie 3 : Conclusions générales

L'Aquitaine est une région très forestière (première région française en termes de superficie forestière et de récolte de bois commercialisés), très connue pour son massif de pin maritime et le dynamisme de la filière qui en est issue. Mais on oublie souvent les massifs forestiers majoritairement feuillus du Nord et du Sud de la région dont le volume sur pied est aujourd'hui plus important que celui du pin maritime.

Le premier objectif de cette étude était de déterminer l'état, à la fin de l'année 2011, des ressources forestières régionales, soit après la tempête Klaus, les épisodes d'attaques de scolytes, et alors que le nettoyage était déjà largement engagé sur le massif landais. L'objectif était de faire une photographie du capital productif forestier. Cet état des lieux a fait l'objet d'un rapport donnant une série d'indicateurs sur la ressource et ses conditions d'exploitabilité au niveau régional et des massifs. Ce rapport est disponible en ligne sur le site de l'IGN.

Le second objectif de l'étude, qui fait l'objet de ce rapport final, consistait à donner une estimation de la disponibilité en bois des forêts régionales de 2012 à 2025, en partant de l'état des peuplements au début de la période de calcul et en appliquant des itinéraires de récolte définis par le comité de pilotage ad hoc.

Les résultats de différents scénarios de disponibilité ont été comparés à différents scénarios d'évolution de la demande en bois, par essence et par produit également définis par le comité de pilotage.

Pour le **pin maritime**, la tempête a fortement diminué le capital de production du massif landais.

Après deux tempêtes exceptionnelles, Martin en 1999 et Klaus en 2009, le volume sur pied a été réduit de moitié par rapport à 1999. La disponibilité annuelle potentielle du massif ne sera plus que de 4,5 millions de m³/an dès 2016. Pour permettre le fonctionnement à pleine capacité des industries existantes, il faudrait pouvoir prélever près du double.

Même en décapitalisant les volumes stockés dans les vieux peuplements et en raccourcissant drastiquement la durée de révolution, cette demande ne peut être satisfaite complètement, d'autant plus que la demande en bois énergie devrait continuer à se développer avec l'entrée en production d'unités industrielles en cours de construction.

Si la demande courante en bois d'œuvre pourrait être satisfaite par les peuplements en place, moyennant une réduction de la durée de révolution moyenne et la décapitalisation des peuplements âgés, la demande en bois d'industrie est largement déficitaire avec les schémas de récolte courants. Il faut à minima décapitaliser les vieux peuplements en place et raccourcir la durée de révolution jusqu'à 25 ans pour augmenter significativement la disponibilité, mais même ce scénario extrême (et non réaliste) ne permet pas pour autant d'atteindre le niveau de la demande courante.

Pour les **autres essences, principalement feuillues**, la récolte courante couvre les besoins actuels, aux incertitudes de calcul près. L'application de taux de coupes théoriques correspondant à des schémas sylvicoles recommandés par les organismes techniques forestiers régionaux permet de doubler la disponibilité et de satisfaire largement l'augmentation de la demande en bois due en particulier au développement de l'utilisation du bois énergie.

ANNEXES

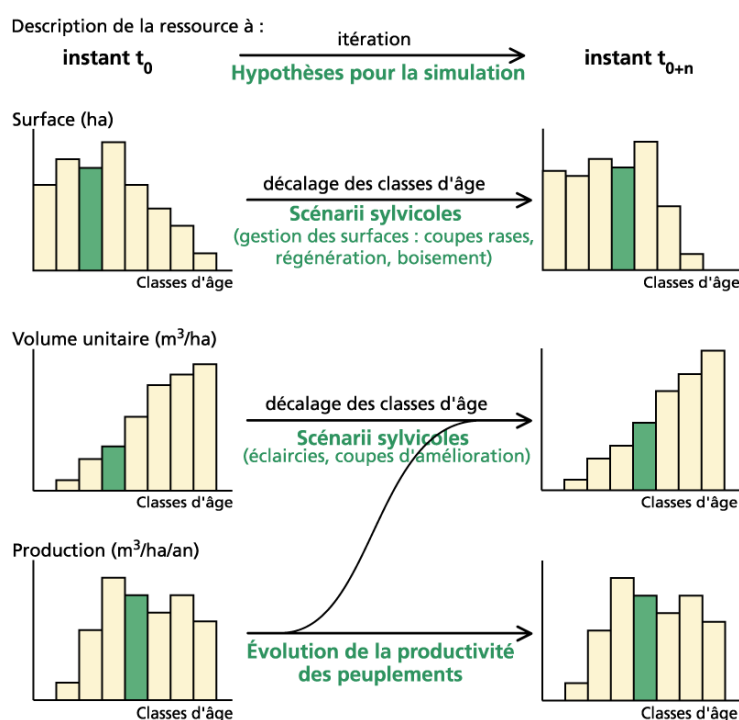
ANNEXE 1 - Principe du simulateur par classe d'âge

La méthode utilisée pour la réalisation de l'étude de ressource a été développée conjointement par l'AFOCEL et l'IFN (devenus respectivement FCBA et IGN) dans les années 1990.

Cette méthode repose sur les principes suivants et s'applique aux peuplements équiennes :

- Analyse des données d'inventaire et création de **domaines d'étude** caractérisés principalement par l'essence principale, la structure forestière et la gestion moyenne appliquée ; un domaine d'étude peut également être caractérisé par la propriété forestière, la fertilité, la zone géographique, etc. Un domaine d'étude doit pouvoir être caractérisé par un nombre minimal de points d'inventaires (30 au minimum et plutôt 50, selon la variabilité des observations) ;
- Constitution de la **base de données initiale** qui contient à minima pour chaque domaine d'étude, la distribution selon l'âge de la surface et du volume total ;
- Création de **modèles de production biologique** : Production / hectare = f(Age) ;
- Définition de **modèles de récolte** ou scénarios de sylviculture :
 - volume prélevé en éclaircie dans le peuplement en fonction de l'âge,
 - âge de la récolte finale.

La croissance des peuplements et la récolte sont ensuite simulés dans chaque domaine d'étude selon un pas de temps de 1 à 5 ans par application des modèles de croissance et de récolte aux données initiales selon le schéma ci-dessous.



ANNEXE 2 - Principe des simulateurs par classe de diamètre

Le modèle de ressource par classe de diamètre est un modèle matriciel de type démographique (Wernsdörfer *et al.*, 2012). Développé par l'IFN à partir de la fin des années 1980, il permet de simuler l'évolution d'une population d'arbres en fonction de son diamètre, soit une des composante de la croissance biologique, en plus d'être une variable directement liée à l'estimation du volume de la ressource.

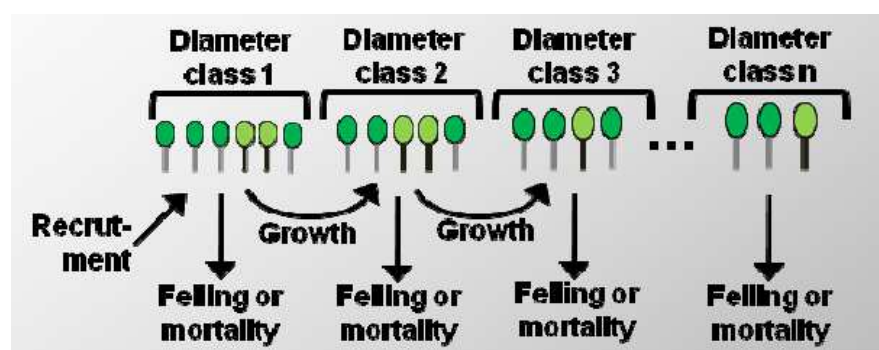
Le modèle par classe de diamètre est particulièrement bien adapté au caractère hétérogène des peuplements forestiers français (peuplements mélangés, irréguliers et inéquiennes). Il est également applicable dans les peuplements réguliers et équiennes. Le modèle par classe de diamètre présente aussi l'avantage de ventiler directement les volumes de disponibilité suivant un critère pertinent pour la répartition entre les types d'usage (BO et BIBE).

Fonctionnement du modèle

Il s'agit d'un modèle de distribution en effectifs, où l'effectif est un nombre de tiges. Le modèle fonctionne suivant un pas annuel. Le modèle opère au niveau de domaines d'étude.

Le modèle est paramétré exclusivement avec les données de l'inventaire forestier national de l'IGN.

Principe d'une itération annuelle (évolution $T \rightarrow T+1$) : à chaque itération, la ressource finale d'une classe de diamètre donnée est calculée après l'application successive à la ressource initiale des quatre termes de flux que sont la récolte, la mortalité naturelle, la croissance et le recrutement, comme présenté dans le schéma suivant :



Wernsdörfer H., Colin A., Bontemps J-D., Chevalier H., Pignard G., Caurla S., Leban J-M., Hervé J-C., Fournier M., 2012. Large scale dynamics of a heterogeneous forest resource are driven jointly by geographically varying growth conditions, tree species composition and stand structure. *Annals of Forest Science*. Volume 69. Number 7. pp. 829-844.

La croissance est traduite par le taux de passage des effectifs dans la classe de diamètre supérieure.

Les volumes de disponibilité et de bois sur pied à l'issue de chaque itération sont calculés à partir des effectifs et du volume unitaire moyen de chaque classe de diamètre.

ANNEXE 3 : Caractéristiques des domaines d'étude

MASSIF	DE	libellé du DE	commentaire Klaus / massif landais	essences principales du DE	Surface (ha)	Nbre points IFN	objectif sylvicole théorique
Dordogne - Garonne	A	futaie de chênes nobles	sans objet	pédonculé (163) > Châtaignier (23) > Charme (15) > Pubescent (13) > Sessile (6) > etc.	104 647	229	Futaie, proche de la réalité, peu dynamique
	B	futaie de pin maritime	sans objet	pin maritime (145) > pédonculé (17) > tauzin (9) > pubescent (4) > etc.	77 556	179	sylv peu dynamique, dispo conjoncturelle sur gros bois
	C	futaie de pin noir et pin sylvestre	sans objet	pin sylvestre (21) > pin noir (8) > etc.	14 779	32	Idem PM
	D	futaie autres feuillus	sans objet	tauzin (11) > châtaignier = aulne = robinier (5) > frênes = peupliers (3) > etc.	16 156	37	futaie
	E	futaie autres résineux	sans objet	laricio (13) > douglas (7) > taeda (4) > etc.	12 126	27	même scénario que B
	F	taillis de châtaignier	sans objet	châtaignier (134) > pédonculé = pubescent (4) > tauzin (3) > etc.	70 362	148	taillis
	G	taillis de chênes	sans objet	pubescent (132) > pédonculé (26) > charme (5) > frêne = aulne = châtaignier = sessile (2) > etc.	86 491	178	taillis
	H	taillis autres feuillus	sans objet	robinier (12) > charme (8) > frêne (7) > saule (3) > etc.	17 731	40	taillis
	I	mélange futaie taillis mixte	sans objet	châtaignier (23) > pin maritime = pédonculé (20) > pubescent (14) > tauzin (7) > etc.	39 006	88	coupe synchrone FUT+TAIL quand réserve mûre
	J1	mélange futaie taillis autres feuillus - objectif taillis	sans objet	charme (17) > robinier (8) > pubescent (7) > frêne (4) > saule = peuplier (3) > etc.	24 477	53	taillis
	J2	mélange futaie taillis châtaignier - objectif taillis	sans objet	châtaignier (44) > pubescent (13) > pédonculé (7) > tauzin (6) > etc.	33 467	73	taillis
	J3	mélange futaie taillis chênes - objectif taillis	sans objet	pubescent (79) > pédonculé (15) > tauzin (10) > etc.	57 177	108	taillis
	K	forêt ouverte	sans objet	pin maritime (9) > pubescent (7) > tauzin (5) > châtaignier = pin sylvestre (3) > etc.	14 261	31	Productivité très faible, absence de récolte
L	momentanément déboisé	sans objet	sans objet	2 086	5	Pas de volume disponible à l'horizon 2025	

MASSIF DE	libellé du DE	commentaire Klaus / massif landais	essences principales du DE	Surface (ha)	Nbre points IFN	objectif sylvicole théorique	
Adour-Pyrénées	A	chênes nobles - futaies et mélanges riches - plaine		pédonculé (215) > Tauzin (4) > Sessile (3) > etc.	94 311	226	futaie
	B	chênes nobles - toutes structures - montagne		pédonculé (21) > Tauzin (2) > etc.	10934	26	absence de sylviculture (valeur écologique et patrimoniale)
	C	hêtre - toutes structures - plaine		hêtre (32)	13 638	32	futaie régulière
	D	hêtre- toutes structures - montagne		hêtre (99)	43 586	99	futaie irrégulière (scénario conservateur)
	E	châtaignier et robinier - toutes structures - toutes localisations		châtaignier (42) > robinier (22) > etc.	28 395	67	taillis - objectif piquet
	F	feuillus précieux - toutes structures - plaine		frênes (19) > Chêne rouge (9) > Tulipier (1) > Saule (1)	12 358	30	Bois de qualité
	G	autres feuillus - toutes structures - plaine		aulne (23) > Saule (12) > Pédonculé (8) > Tauzin (7) > Peuplier (3) > Pubescent (2) > etc.	31 029	74	Futaie et taillis dans le sous-étage
	H	autres feuillus - toutes structures - montagne		frênes (8) > Noisetier (7) > Saule (3) > Tilleul (2) = Pubescent (2) > etc.	13 933	30	Absence de sylviculture
	I	résineux - futaie - montagne		sapin (16) > hêtre (9) > etc.	15 023	35	futaie irrégulière futaie, comme PM indemne
	J	résineux - futaie - plaine		pin maritime (24) > pédonculé (10) > laricio (2) > etc.	17 045	40	Plateau
	K	forêt ouverte - toutes essences - toutes localisations		pédonculé (7) > tauzin (6) > frênes = châtaignier = hêtre = saule (2) > etc.	11639	23	Productivité très faible, absence de récolte
	L	déboisé		sans objet	1622	1	Pas de volume disponible à l'horizon 2025

MASSIF

Landes de Gascogne

DE	libellé du DE	commentaire Klaus / massif landais	essences principales du DE	Surface (ha)	Nb pts IFN	objectif sylvicole théorique
A1	PM indemne Dunes	dégâts Klaus nuls ou < 40 % et pas de dépôt de dossier	PM (176) > chêne liège (2) > pédonculé (1)	62 459	182	
A21	PM indemne Plateau	dégâts Klaus nuls ou < 40 % et pas de dépôt de dossier	PM (589) > pédonculé (14) > tauzin (6) > taeda (4) > pin noir (2) > etc.	442 910	650	scénario standard ECOFOR (fertilité 2) traduit en classe d'âge
A22	PM faiblement endommagé Plateau	dégâts Klaus non nul et < 40 % + scolytes mais pas dépôt de dossier	PM (54)	34 975	54	
B2	PM fortement endommagé Plateau	dégâts Klaus non nul et > 40 %, mais sans dépôt de dossier	PM (89) > pédonculé (2)	63 142	91	pas d'intervention,
C1	PM régularisation certaine Dunes	dépôt d'un dossier, régularisation certaine	PM (6)	2 276	6	coupe rase d'ici fin 2015
C2	PM régularisation certaine Plateau	dépôt d'un dossier, régularisation certaine	PM (79) > etc.	55 833	81	
D2	PM régularisation possible Plateau	dépôt d'un dossier, régularisation possible	PM (32)	21 065	32	1/3 CR avant 2015, 1/3 entre 2015 et 2017,
E1	Feuillus indemnes	Dégâts Klaus nuls ou faibles	Chêne pédonculé (142), robinier (13), tauzin (12), châtaignier (11), aulne (9), bouleau (6), chêne liège (6), chêne vert (2), aulne, saules, etc.	133 177	220	taillis
F1	Feuillus endommagés	Régularisation certain (dépôt d'un dossier de reconstitution)	Chêne pédonculé (7), tauzin, châtaignier, aulne (1)	7 325	10	Coupe rase et reconstitution à l'identique reboisé en PM avant 2015
G1	Terrain nu à reboiser Dunes	terrain déjà régularisé, non reboisé fin 2011	PM (10) > sans essence (1)	3 716	11	
G2	Terrain nu à reboiser Plateau	terrain déjà régularisé, non reboisé fin 2011	PM (158) > pédonculé (5) > tauzin = robinier = peuplier (1)	121 720	181	
H	surface défrichée		sans objet	10 908	18	sans objet

ANNEXE 4 – taux de prélèvement du scénario type par domaine d'étude

MASSIF	CLD	LAND-E1
LAND	10	0,65%
LAND	15	2,22%
LAND	20	1,68%
LAND	25	1,13%
LAND	30	1,12%
LAND	35	0,75%
LAND	40	0,34%
LAND	45	0,75%
LAND	50	1,09%
LAND	55	0,67%

taux de prélèvement en effectifs du scénario de base
prélèvements observés + mortalité naturelle

MASSIF	CLD	C	D	E	G	H	J1	J2	J3	A-strate futaie	A-strate taillis	B-résineux	B-feuillus	F-strate taillis	F-strate futaie	I-strate taillis	I-strate futaie
DORD	10	0,00%	0,00%	0,00%	0,33%	0,59%	0,00%	0,00%	2,14%	5,95%	0,00%	0,43%	1,74%	2,41%	0,00%	4,50%	1,98%
DORD	15	0,00%	0,00%	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,13%	0,91%	0,28%	1,31%	0,58%	1,74%	0,00%	2,82%	0,00%
DORD	20	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,01%	0,00%	1,67%	0,00%	2,34%	2,17%	1,93%	0,00%	10,08%	0,00%
DORD	25	0,00%	0,00%	0,00%	0,90%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,38%	3,16%	1,95%	4,70%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	30	0,00%	0,00%	0,00%	2,07%	0,00%	0,00%	0,00%	1,84%	0,00%	0,00%	0,97%	4,59%	7,78%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	35	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,94%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,22%
DORD	40	0,00%	0,00%	0,00%	1,14%	0,00%	0,00%	1,67%	0,00%	0,84%	0,88%	0,62%	0,00%	2,86%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,33%	0,00%	3,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	50	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,80%	0,00%	2,21%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	55	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	60	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%
DORD	65	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
DORD	70	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%	0,00%	6,67%	0,00%	0,00%

MASSIF	CLD	A	C	D	E	F	G	J	I-résineux	I-feuillus
ADOU	10	2,11%	0,00%	0,00%	0,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	15	4,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,82%	0,00%	0,00%
ADOU	20	0,00%	0,00%	0,00%	1,98%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	25	0,48%	0,00%	0,00%	0,00%	20,00%	0,00%	2,55%	0,00%	0,00%
ADOU	30	0,41%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	35	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	40	2,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	45	1,50%	0,00%	2,92%	0,00%	4,36%	0,00%	1,67%	0,00%	0,00%
ADOU	50	1,68%	0,00%	4,04%	0,00%	10,00%	20,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	55	1,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	60	1,77%	0,00%	0,00%	0,00%	7,94%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	65	1,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	70	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	75	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	80	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ADOU	85	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

ANNEXE 5 : Principales caractéristiques des scénarios théoriques par domaine d'étude

MASSIF	DE	libellé du DE		1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème	type Coup finale	PB/ 1ère ecl	MB/ 2ème ecl	GB/ 3ème ecl	Irr/ 4ème ecl	Diam coup	Mise en réserv	D coup futaie	Mise en réserv	
Dordogne-Garonne	A	futaie de chênes nobles											Diam						50 cm		
	B	futaie de pin maritime	age	12	19	27	34						45								
			Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4						38.8								
			%vol.	25	25	20	20														
	C	futaie de pin noir et pin sylvestre											Diam						40 cm	> 50 cm	
	D	futaie autres feuillus											Diam						40 cm	> 50 cm	
	E	futaie autres résineux											Diam	15	22	30			40 cm	> 50 cm	
			% tiges	40%	30%	30%															
	F	taillis de châtaignier											D. moy.					20 cm	>30 cm		
	G	taillis de chênes											D. moy.					20 cm	>30 cm		
	H	taillis autres feuillus											D. moy.					20 cm	>30 cm		
	I	mélange futaie taillis mixte											D. moy.					20 cm	>30 cm	40 cm	> 50 cm
			mélange futaie taillis autres feuillus - objectif taillis											D. moy.					20 cm	>30 cm	
	J1	mélange futaie taillis châtaignier - objectif taillis											D. moy.					20 cm	>30 cm		
J2	mélange futaie taillis chênes - objectif taillis											D. moy.					20 cm	>30 cm			
												D. moy.					20 cm	>30 cm			
K	forêt ouverte		Absence de prélèvement																		
L	momentanément déboisé		Sans objet																		

MASSIF	DE	libellé du DE		1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	7ème	8ème	Coupe finale	PB/ 1 ^{ère} ecl	MB/ 2ème ecl	GB/ 3ème ecl	Irr/ 4ème ecl	Diam coup	Mise en réserv	D coup futaie	Mise en réserv e	
Adour-Pyrénées	A	chênes nobles - futaies et mélanges riches - plaine	age	20	27	37	45	55	68	84	100	120									
			%vol.	34%	30%	32%	21%	23%	23%	23%	20%										
	B	chênes nobles - toutes structures - montagne		Absence de prélèvement																	
	C	hêtre - toutes structures - plaine	age	40	48	56	65	75	90	110		120									
			Diam.																		
			%vol.	68	30	28	29	35	30	28											
	D	hêtre- toutes structures - montagne												G(m ²)	28	25	14	25			
														% vol.	33	25	25	25			
	E	châtaignier et robinier - toutes structures - toutes localisations feuillus précieux - toutes structures - plaine												D. moy.				20	>30cm		
	F		age	17	22	28	35	42	50			60									
			Diam.																		
			%vol.	20	33	33	30	25	25												
	G	autres feuillus - toutes structures - plaine												D. moy.				20	>30cm	60cm	
H	autres feuillus - toutes structures - montagne		Absence de sylviculture																		
I	résineux - futaie - montagne												G(m ²)	30	30	30	30				
													% vol.	30%	30%	30%	30%				
J	résineux - futaie - plaine	age	12	19	27	34						45									
		Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4						38.8									
		%vol.	25.0	25	20	20															
K	forêts ouvertes -		Absence de prélèvement																		
L	déboisé		Sans objet																		

MASSIF	DE	libellé du DE		1ère	2ème	3ème	4ème	Coupe finale	Diam coup	Mise en réserv	D coup futaie	Mise en rése ve	PB/	MB/	GB/	Irr/	
													1ère ecl	2ème ecl	3ème ecl	4ème ecl	
Landes de Gascogne	A1	PM indemne Dunes	Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4	38.8									
			%vol.	25	25	20	20										
	A21	PM indemne Plateau	age	12	19	27	34	40									
	A22	PM faiblement endommagé Plateau	Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4	38.8									
			%vol.	25	25	20	20										
	B2	PM fortement endommagé Plateau	Variable selon scénario														
	C1	PM régularisation certaine Dunes	Coupe de tous les peuplements de 2012 à 2015														
	C2	PM régularisation certaine Plateau	Coupe de tous les peuplements de 2012 à 2015														
				Coupe de 1/3 des peuplements de 2012 à 2015, 1/3 de 2016 à 2017, Variable selon les scénarios pour le reste													
	D2	PM régularisation possible Plateau	Coupe de 1/3 des peuplements de 2012 à 2015, 1/3 de 2016 à 2017, Variable selon les scénarios pour le reste														
E1	Feuillus indemne Dunes (autres feuillus)	Sylviculture type taillis, pour la production de bois de chauffage							D. moy.								
F1	Feuillus régularisation certaine Plateau (chêne pédonculé, futaie)	Coupe de tous les peuplements de 2012 à 2015															
G1	Terrain nu à reboiser Dunes	Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4	38.8										
		%vol.	25	25	20	20											
G2	Terrain nu à reboiser Plateau	age	12	19	27	34	40										
		Diam.	15.0	22.3	28.6	33.4	38.8										
		%vol.	25	25	20	20											
H	surface défrichée	sans objet															

ANNEXE 6 : Ventilation de la disponibilité par usage potentiel

A Pin maritime

en %	Bois d'industrie	Canter	Gros sciage
Première éclaircie	100	0	0
Deuxième éclaircie	75	20	5
Troisième éclaircie	40	30	30
Quatrième éclaircie	25	20	55
Coupe finale	20	10	70

B Autres essences

en %	Classe de dimension	Tige		Houppier	
		BO	BIBE	BIBE	MB
Autres feuillus	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	0	100	80	20
	3-moyen bois (40-45)	10	90	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	20	80	90	10
Frêne	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	0	100	80	20
	3-moyen bois (40-45)	30	70	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	50	50	90	10
Châtaignier robinier	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	30	70	80	20
	3-moyen bois (40-45)	50	50	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	20	80	90	10
Chênes Dordogne et Landes	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	0	100	80	20
	3-moyen bois (40-45)	20	80	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	50	50	90	10
Chênes nobles de l'Adour	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	0	100	80	20
	3-moyen bois (40-45)	70	30	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	80	20	90	10
Hêtre de l'Adour	1-petit bois (<=20)	0	100	70	30
	2-moyen bois (25-35)	0	100	80	20
	3-moyen bois (40-45)	50	50	90	10
	4-gros et très gros bois (>=50)	70	30	90	10
Résineux	1-petit bois (<=20)	0	100	0	100
	2-moyen bois (25-35)	60	40	0	100
	3-moyen bois (40-45)	80	20	0	100
	4-gros et très gros bois (>=50)	80	20	0	100