

# Expertise sur l'avenir du massif forestier des Landes de Gascogne Critère A, production – Sous-critère A1, ressource

T. Bélouard (IFN – Bordeaux), S. Cavaignac (FCBA), C. Meredieu (INRA)

Février 2010

Marie Lecocq (IFN – Nancy) a rédigé le 5<sup>e</sup> paragraphe de ce document. Guillaume Chantre (FCBA), Antoine Colin (IFN – Nogent-sur-Vernisson) et Sophie Monnet (GIP Ecofor) l'ont amélioré. Qu'ils en soient ici remerciés.

## 1. Préambule : vocabulaire

Il est important de bien faire la distinction entre les différents termes suivants : ressource, production biologique, prélèvement, possibilité et disponibilité :

- La ressource est la quantité de bois existant dans une zone à une date donnée ;
- Production brute annuelle (ou production biologique) : augmentation annuelle du volume de bois sur pied. Pour l'IFN, cette production est calculée sur la base de la mesure du volume bois fort sur écorce de la tige à la découpe de diamètre fin bout de 7 cm ;
- Les prélèvements correspondent au volume de bois récolté en forêt ;
- La possibilité est la quotité annuelle des coupes, fixée par contenance ou par volume en accord avec les objectifs de l'aménagement ;
- La disponibilité est la quantité de bois qu'il sera possible de prélever dans une zone donnée, pendant une période donnée si on applique des règles raisonnables de gestion.

Ces notions se distinguent par leur nature (stock vs flux), le domaine concerné (parcelles vs domaine d'étude) et leur réalité (réalisation vs projection).

	STOCK	FLUX
Réalité	Ressource (actuelle)	Production brute Prélèvement
Prospective, projection	(Ressource future)	Possibilité Disponibilité

Comme la variation de stock entre deux dates est égale à la somme des flux, le bilan du volume de bois en forêt peut globalement s'écrire :

$$\text{Volume}_2 - \text{Volume}_1 = \text{Production biologique} - \text{Prélèvements}$$

Les grandeurs réalisées peuvent être caractérisées par un recensement, un inventaire statistique ou une cartographie s'il s'agit d'une grandeur spatiale. C'est le cas naturellement de la forêt et de la ressource en bois. Les possibilités sont élaborées dans le cadre de l'aménagement d'une forêt ou d'un massif. La disponibilité enfin – ainsi que la ressource forestière dans le futur – peuvent être approchées par une étude prospective ou une projection.

**La véritable expertise des recommandations des différents groupes de travail en matière de ressource et de disponibilité relève donc d'une étude du même nom.** Ce type de prospective constitue une action longue et coûteuse qui ne pouvait pas être conduite dans le cadre du calendrier serré de l'expertise. La présente analyse ne constitue donc qu'un travail préparatoire à ce type d'étude. En particulier, cette analyse ne comporte délibérément quasiment aucune donnée quantitative hormis l'état des lieux.

## **2. Etat des lieux de la ressource pin maritime en Aquitaine et dans le Massif Landais**

### **2.1. Sources**

Cet état des lieux s'appuie sur les données collectées par l'IFN dans le cadre de différentes opérations. Les concepts utilisés et les définitions sont ceux de l'IFN ; le lecteur pourra se reporter à l'annexe, au site internet de l'IFN (<http://www.ifn.fr/spip/?rubrique164>) ainsi qu'aux deux dernières publications nationales de l'IFN pour connaître leur signification précise.

Jusqu'en 2004, l'IFN réalisait des inventaires départementaux et périodiques tous les douze ans en moyenne. Les années de référence des derniers inventaires départementaux de la région Aquitaine sont les suivants :

- Dordogne : 1992
- Gironde : 1998
- Landes : 1999
- Lot-et-Garonne : 2000
- Pyrénées-Atlantiques : 1995

Les départements de la Gironde, des Landes et du Lot-et-Garonne étaient alors inventoriés pour la 4<sup>e</sup> fois alors que ceux de la Dordogne et des Pyrénées-Atlantiques l'étaient pour la 3<sup>e</sup>.

Pour évaluer les dégâts de la tempête Martin du 27 décembre 1999, l'IFN est retourné sur les placettes des 4<sup>e</sup> inventaires de la Gironde et des Landes. Dans le département de Lot-et-Garonne, les chablis ont été observés lors des levés (2000).

Depuis 2005, l'inventaire forestier est systématique et annuel sur l'ensemble du territoire métropolitain. Ce nouvel inventaire a permis d'estimer statistiquement les dégâts de la tempête Klaus du 24 janvier 2009 dans le Sud-Ouest de la France par retour sur les placettes de lever des campagnes 2005 à 2008. Pour l'estimation des volumes endommagés, les données des arbres n'ont pu être mises à jour pour tenir compte de leur accroissement entre le lever et la tempête Klaus. Cela sera fait dans le cadre de l'étude de ressource et de disponibilité du Massif Landais.

Les statistiques issues de l'inventaire systématique et annuel peuvent fluctuer légèrement en fonction du nombre de campagnes prises en compte. Les statistiques de cette note qui s'appuient sur les campagnes 2005 à 2008, tout comme la publication IFN 2009, sont plus précises que celles calculées uniquement à partir des campagnes 2005 à 2007 (publication IFN 2008, If n° 21 consacré à la tempête Klaus).

Les statistiques issues de l'inventaire systématique et annuel sont accompagnées le plus souvent de leur intervalle de confiance au seuil de 95%. Ceci signifie que la valeur réelle à 95% de chances de se situer effectivement dans l'intervalle fourni.

Outre les inventaires statistiques, les dégâts occasionnés dans les pinèdes du Massif des Landes de Gascogne par les tempêtes Martin (décembre 1999) et Klaus (janvier 2009) ont fait l'objet d'une cartographie semi-automatique à partir d'images satellitales. La première cartographie a été réalisée à partir d'images Landsat (résolution de 30 mètres) alors que la seconde a été réalisée à partir d'images Spot (résolution de 10 ou 20 mètres selon les années).

## 2.2. La pinède aquitaine

L'IFN a retenu la définition internationale de la forêt : territoire occupant une superficie d'au moins 50 ares avec des arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à 5 m à maturité *in situ*, un couvert arboré de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres. Elle n'inclut pas les terrains dont l'utilisation du sol prédominante est agricole. Les bosquets dont la surface est inférieure à 50 ares sont exclus.

La pinède désigne dans ce document les forêts de production dont l'essence principale est le pin maritime. La plupart des pinèdes aquitaines sont conduites en futaie régulière ; une analyse par classe d'âge est alors d'un grand intérêt.

L'IFN mesure les arbres dont le diamètre à 1,30 m du sol est supérieur à 7,5 cm. Selon la fertilité de la station, le pin maritime devient recensable entre 10 et 15 ans. Les peuplements non recensables ont été regroupés avec la classe d'âge « moins de 10 ans » en première approximation. Certaines placettes de lever, bien qu'en forêt, ne comportent pas d'arbres ; cette situation, qui reste rare, justifie la classe singulière « absence d'arbres ».

### 2.2.1. Ressource avant la tempête Klaus

Tableau 1 : surface et volume sur pied des pinèdes de la région Aquitaine par classe d'âge

Classe d'âge	Superficie (ha)	Volume (x 1.000 m <sup>3</sup> )	Volume à l'ha (m <sup>3</sup> /ha)
Moins de 10 ans ou non recensable	155 728 ± 22 507	1 069 ± 847	7
10 - 20 ans	169 218 ± 23 314	11 620 ± 2 280	69
20 - 30 ans	127 262 ± 20 537	17 819 ± 3 521	140
30 - 40 ans	118 933 ± 19 983	24 776 ± 5 136	208
40 - 50 ans	86 527 ± 17 037	21 501 ± 5 465	248
50 - 60 ans	85 308 ± 16 745	22 417 ± 5 152	263
60 ans et plus	80 012 ± 16 251	24 823 ± 6 326	310
Absence d'arbres	n.s.	n.s.	n.s.
Total	825 911 ± 35 097	124 025 ± 12 253	150

Les jeunes peuplements (moins de 20 ans) couvrent des surfaces importantes (325 000 ha). L'effort de reconstitution suite à la tempête Martin de décembre 1999 a été important puisque les peuplements de moins de dix ans et les peuplements non recensables couvrent 156 000 ha même si quelques peuplements chablis de 1999 n'ont pas fait l'objet de nouvelle plantation. Les surfaces des peuplements d'âge compris entre 10 et 20 ans sont légèrement supérieures à celles des peuplements plus jeunes.

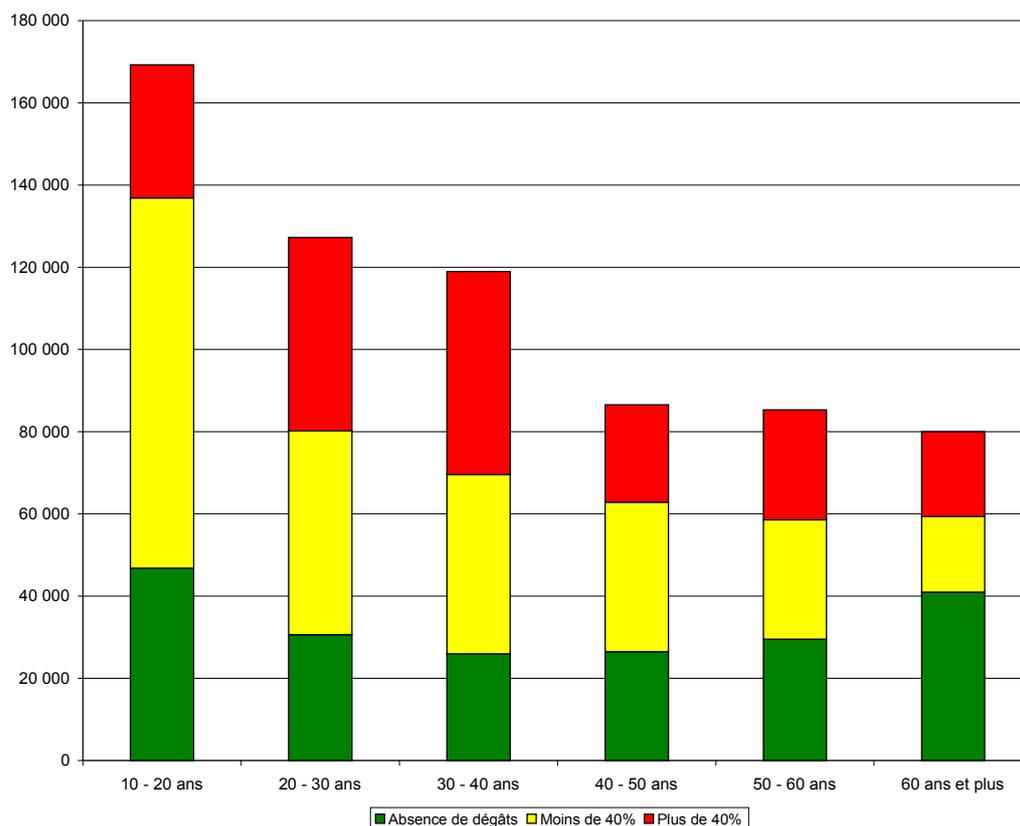
Les peuplements de plus de 50 ans couvrent une superficie de 165 000 ha ; cette surface s'élève même à 252 000 ha si on y inclut la classe 40 à 50 ans. L'âge d'exploitabilité des futaies régulières de pin maritime se situant entre 40 et 45 ans en moyenne, beaucoup de ces peuplements font plutôt l'objet d'une gestion à vocation patrimoniale plus que de production.

## 2.2.2. Dégâts de la tempête Klaus

Tableau 2 : surface des pinèdes de la région Aquitaine selon la classe d'âge et la classe de dégât

Classe d'âge	Classe de dégâts			Total
	Absence de dégâts	Moins de 40%	Plus de 40%	
Moins de 10 ans ou non recensable	130 201	22 327	3 200	155 728
10 - 20 ans	46 831	90 029	32 357	169 217
20 - 30 ans	30 621	49 594	47 047	127 262
30 - 40 ans	25 960	43 625	49 347	118 932
40 - 50 ans	26 471	36 408	23 649	86 528
50 - 60 ans	29 502	29 054	26 752	85 308
60 ans et plus	40 981	18 360	20 670	80 011
Absence d'arbres	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Total	333 491	289 397	203 022	825 910

Figure 1 : surface des pinèdes de la région Aquitaine selon la classe d'âge et la classe de dégât



L'ensemble des peuplements de moins de dix ans et des peuplements non recensables correspondent pour beaucoup à un sous-échantillon de placettes pour lesquelles les dégâts n'ont pas été observés car elles ne comportaient pas d'arbres levés. La fréquence des dégâts dans ce cas particulier est donc sous-estimée. Hormis cette classe singulière du fait de la méthode d'inventaire, on relève que toutes les classes d'âge ont été fortement atteintes par la tempête Klaus.

La fréquence des dégâts est sensiblement la même pour les peuplements dont l'âge se situe dans une très large gamme comprise entre 10 et 50 ans. Pour toutes ces classes d'âge, la fréquence des peuplements comportant des dégâts se situe entre 65% et 80%. Il en était

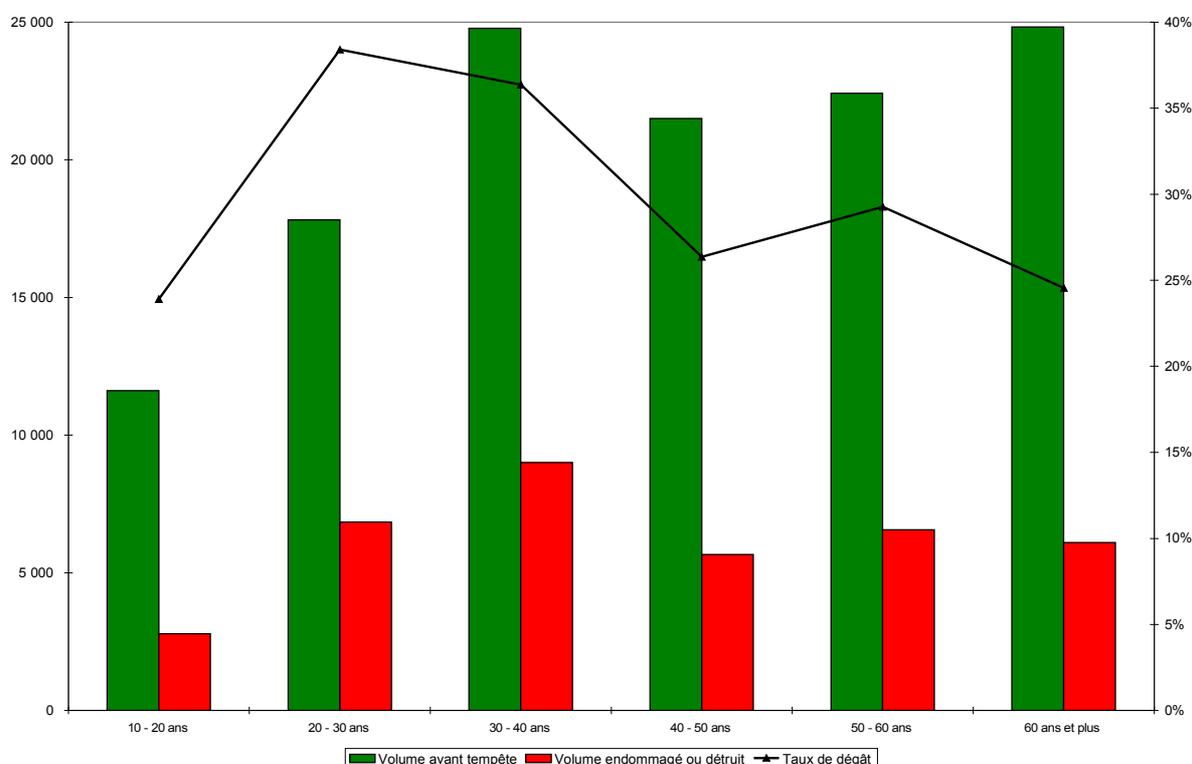
tout autrement en décembre 1999, la tempête Martin ayant quelque peu épargné les peuplements les plus jeunes et les moins hauts. De façon surprenante, les pinèdes âgées de plus de 60 ans auraient été proportionnellement moins affectées.

Si la fréquence des dégâts est quasiment indépendante de l'âge des peuplements, il en est différemment de leur intensité. L'intensité des dégâts est nettement plus faible pour les peuplements dont l'âge est compris entre 10 et 20 ans. Dans cette classe d'âge, la surface des peuplements endommagés à moins de 40% représente presque le triple des surfaces détruites à plus de 40% : 90 000 ha contre 32 000 ha. Les surfaces des pinèdes endommagées et âgées de plus de 20 ans se répartissent ensuite sensiblement à parts égales de part et d'autre du seuil de 40% de dégâts : 177 000 ha endommagés à moins de 40% contre 167 000 ha endommagés à plus de 40%.

Tableau 3 : volume sur pied avant tempête, volume endommagé ou détruit et taux de dégât des pinèdes aquitaines selon la classe d'âge

Classe d'âge	Volume avant tempête (x 1 000 m <sup>3</sup> )	Volume endommagé ou détruit (x 1 000 m <sup>3</sup> )	Taux de dégât
Moins de 10 ans ou non recensable	1 069 ± 847	Évalué partiellement	
10 - 20 ans	11 620 ± 2 280	2 777 ± 1 019	24%
20 - 30 ans	17 819 ± 3 521	6 843 ± 2 096	38%
30 - 40 ans	24 776 ± 5 136	9 009 ± 3 155	36%
40 - 50 ans	21 501 ± 5 465	5 666 ± 2 632	26%
50 - 60 ans	22 417 ± 5 152	6 561 ± 2 674	29%
60 ans et plus	24 823 ± 6 326	6 094 ± 2 946	25%
Total	124 025 ± 12 253	37 147 ± 5 869	30%

Figure 2 : volume sur pied avant tempête, volume endommagé ou détruit et taux de dégât des pinèdes aquitaines selon la classe d'âge



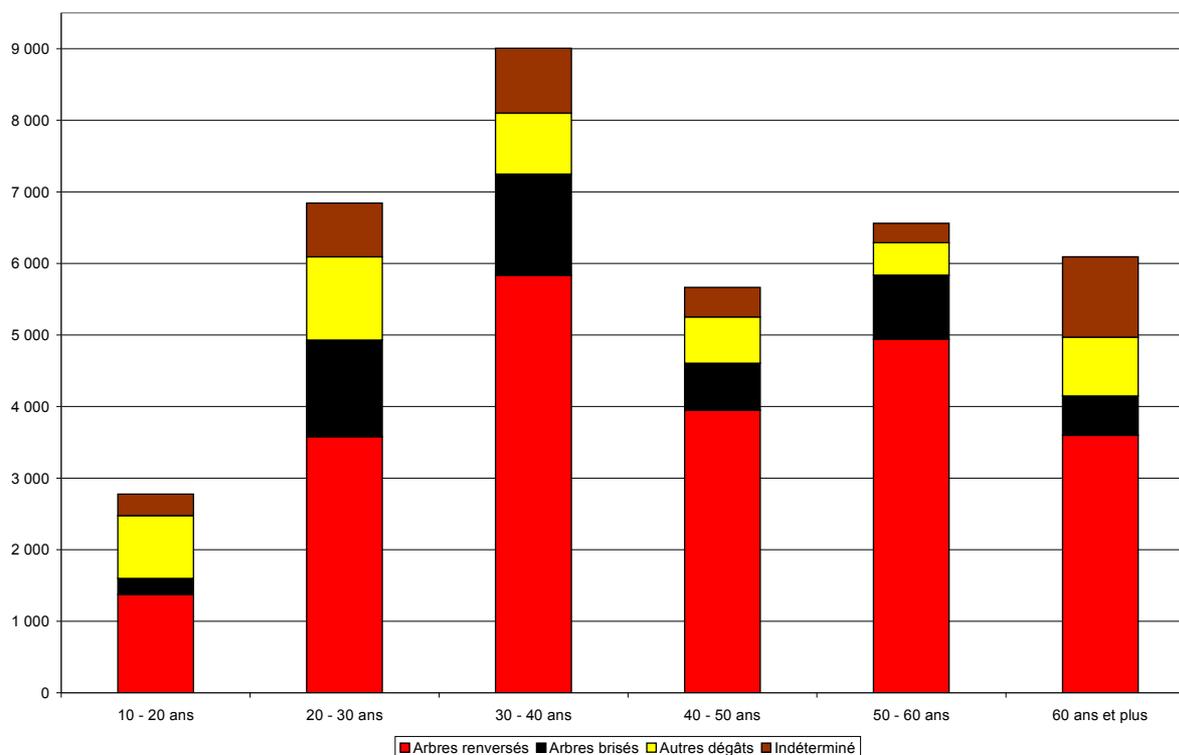
L'analyse des surfaces des pinèdes endommagées selon l'âge doit être complétée par l'analyse des volumes de pin maritime. Les volumes endommagés ou détruits et les taux de

dégâts les plus élevés concernent les classes d'âge qui devaient arriver prochainement à maturité. Les peuplements âgés entre 20 et 40 ans totalisent un volume endommagé ou détruit de 15,9 Mm<sup>3</sup> (43% du total) et les taux de dégât les plus élevés (37%). Les volumes endommagés et les taux de dégâts des jeunes peuplements sont sensiblement plus faibles (24% pour la classe 10 à 20 ans). Bien que les taux de dégâts dans les peuplements les plus âgés (40 ans et plus) soient légèrement inférieurs aux peuplements âgés entre 20 et 40 ans, les volumes endommagés correspondant s'élèvent tout de même à 18,3 Mm<sup>3</sup> (49% du total).

Tableau 4 : volume endommagé ou détruit dans les pinèdes aquitaines selon l'âge et le type de dégât (x 1 000 m<sup>3</sup>)

Classe d'âge	Arbres renversés	Arbres brisés	Autres dégâts	Indéterminé	Total
Moins de 10 ans ou non recensable	Évalué partiellement				
10 - 20 ans	1 375 ± 652	224 ± 141	878 ± 461	301 ± 358	2 777 ± 1 019
20 - 30 ans	3 579 ± 1 369	1 350 ± 685	1 164 ± 525	750 ± 800	6 843 ± 2 096
30 - 40 ans	5 833 ± 2 006	1 416 ± 827	849 ± 422	910 ± 1 167	9 009 ± 3 155
40 - 50 ans	3 948 ± 1 878	659 ± 491	647 ± 461	413 ± 874	5 666 ± 2 632
50 - 60 ans	4 940 ± 2 132	898 ± 640	451 ± 461	271 ± 1 023	6 561 ± 2 674
60 ans et plus	3 598 ± 2 135	550 ± 501	820 ± 568	1 126 ± 1 950	6 094 ± 2 946
<b>Total</b>	<b>23 433 ± 3 939</b>	<b>5 100 ± 1 260</b>	<b>4 842 ± 1 183</b>	<b>3 772 ± 2 522</b>	<b>37 147 ± 5 869</b>

Figure 3 : volume endommagé ou détruit dans les pinèdes aquitaines selon l'âge et le type de dégât (x 1 000 m<sup>3</sup>)



Le type de dégât occasionné par la tempête Klaus a été déterminé précisément pour un volume total estimé à 33,4 Mm<sup>3</sup> soit pour 90% du volume endommagé ou détruit dans les pinèdes.

La majorité des arbres ont été renversés : 63% des volumes chablis soit encore plus des deux tiers des dégâts dont la nature a été identifiée. Les arbres brisés sont moins importants que ne laissait supposer l'impression visuelle lors de tournées sur le terrain (14%). L'importance des autres dégâts (arbres encroués, courbés, dégâts dans le houppier) est similaire à celle des arbres brisés (13%).

La proportion d'arbres renversés croît progressivement avec l'âge des peuplements : 49% d'arbres renversés pour les peuplements dont l'âge est compris entre 10 et 20 ans contre 75% pour les peuplements dont l'âge est compris entre 50 et 60 ans.

La proportion d'arbres brisés est la plus importante pour les peuplements d'âge intermédiaire. Avec 2,8 Mm<sup>3</sup> de volis, les peuplements âgés entre 20 et 40 ans comptabilisent 54% des dégâts de ce type en volume.

Les peuplements les plus jeunes comportent la plus forte proportion de dégâts ne correspondant ni à des arbres renversés, ni à des arbres brisés. Une proportion importante de ces dégâts correspond à des arbres courbés dont l'avenir sylvicole est compromis.

### 2.2.3. Ressource après tempête

En première approximation, on estime le volume restant sur pied après tempête de la façon suivante :

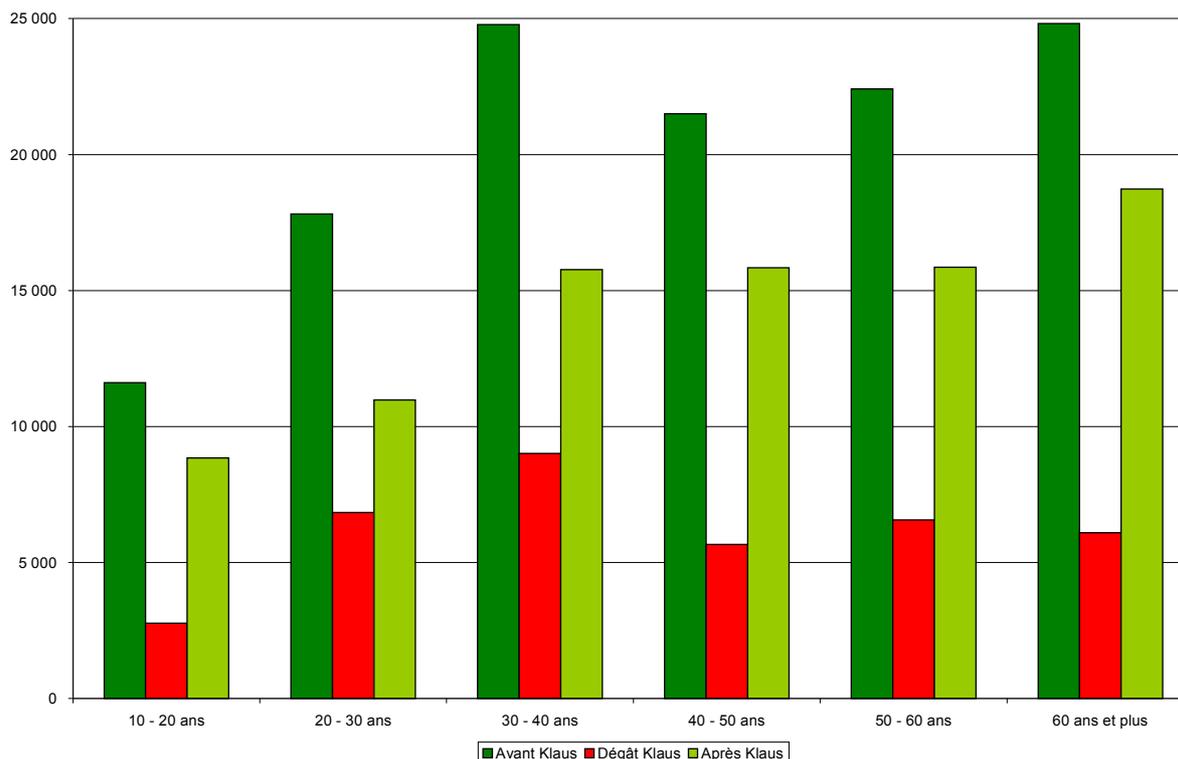
Volume sur pied avant tempête – Volume endommagé ou détruit

Il s'agit bien d'une approximation car cette estimation ne prend en compte ni l'accroissement biologique, ni le recrutement entre les leviers et la tempête (période comprise entre 0 et 4 ans selon la campagne). Ces deux flux seront quantifiés dans le cadre de la première phase de l'étude de ressource et de disponibilité forestières suite à la tempête.

Tableau 5 : volume sur pied avant tempête, volume endommagé ou détruit par la tempête et volume restant sur pied après tempête dans les pinèdes aquitaines (x 1 000 m<sup>3</sup>)

Classe d'âge	Volume sur pied avant Klaus	Volume endommagé ou détruit	Volume sur pied après Klaus
Moins de 10 ans ou non recensable	1 069 ± 847	Évalué partiellement	Indéterminé
10 - 20 ans	11 620 ± 2 280	2 777 ± 1 019	8 843 ± 2 898
20 - 30 ans	17 819 ± 3 521	6 843 ± 2 096	10 976 ± 9 437
30 - 40 ans	24 776 ± 5 136	9 009 ± 3 155	15 767 ± 11 002
40 - 50 ans	21 501 ± 5 465	5 666 ± 2 632	15 834 ± 13 918
50 - 60 ans	22 417 ± 5 152	6 561 ± 2 674	15 857 ± 15 417
60 ans et plus	24 823 ± 6 326	6 094 ± 2 946	18 729 ± 15 399
<b>Total</b>	<b>124 025 ± 12 253</b>	<b>37 147 ± 5 869</b>	<b>86 878 ± 23 465</b>

Figure 4 : volume sur pied avant tempête, volume endommagé ou détruit par la tempête et volume restant sur pied après tempête dans les pinèdes aquitaines (x 1 000 m<sup>3</sup>)



Avec la tempête Klaus, les pinèdes aquitaines se trouvent amputées de 30% de leur matériel sur pied.

### 2.3. La pinède du Massif des Landes de Gascogne

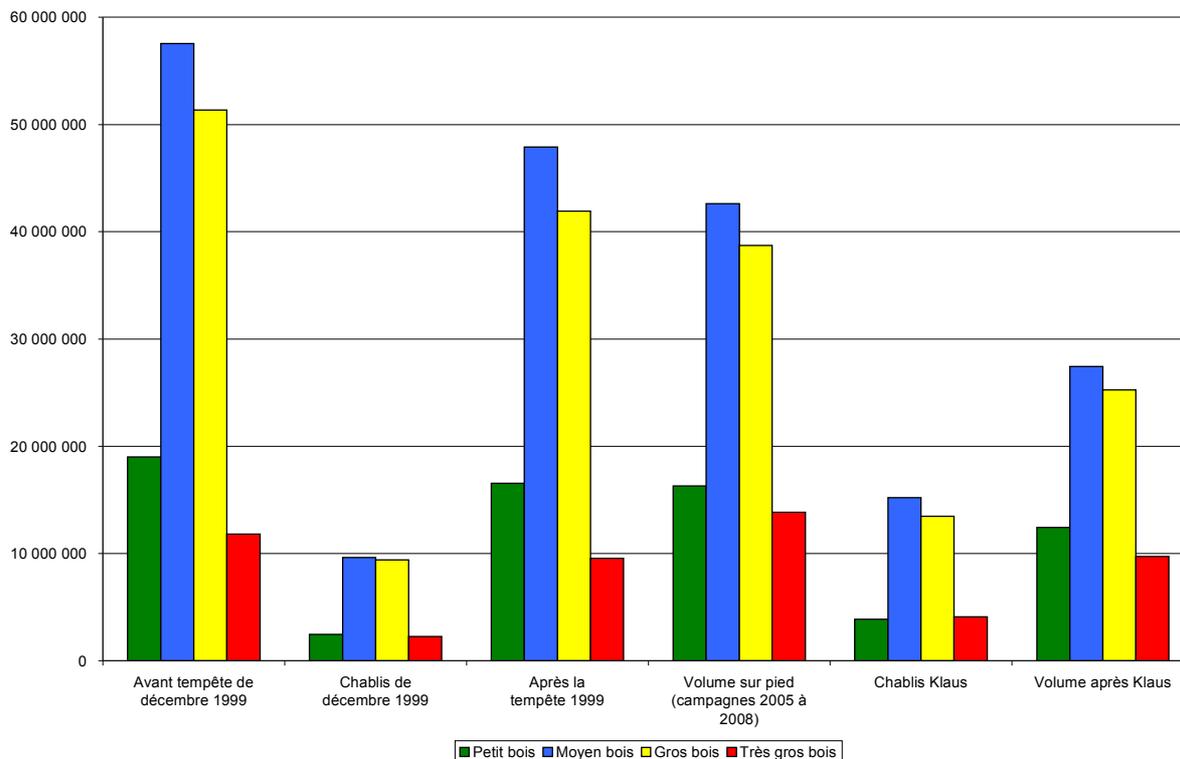
Le Massif des Landes de Gascogne est défini comme l'ensemble des quatre régions forestières nationales suivantes : Plateau Landais, Dunes littorales de Gascogne, Marensin et Bazadais.

Tableau 6 : volume sur pied et volume chablis de pin maritime dans le Massif des Landes de Gascogne selon la classe de grosseur avant et après les tempêtes Martin et Klaus

Classe de dimension	Avant tempête de décembre 1999	Chablis de décembre 1999	Après la tempête 1999
Petit bois (Ø 10 à 20)	19 019 626	2 466 252	16 553 374
Moyen bois (Ø 25 à 35)	57 544 534	9 633 604	47 910 930
Gros bois (Ø 40 à 50)	51 357 861	9 416 746	41 941 115
Très gros bois (Ø 55 et +)	11 812 614	2 268 641	9 543 973
<b>Total</b>	<b>139 734 635</b>	<b>23 785 244</b>	<b>115 949 392</b>

Classe de dimension	Volume sur pied (campagnes 2005 à 2008)	Chablis de janvier 2009	Après la tempête 2009
Petit bois (Ø 10 à 20)	16 301 828	3 871 822	12 430 006
Moyen bois (Ø 25 à 35)	42 632 922	15 206 043	27 426 879
Gros bois (Ø 40 à 50)	38 723 594	13 466 906	25 256 688
Très gros bois (Ø 55 et +)	13 855 615	4 118 089	9 737 526
<b>Total</b>	<b>111 513 959</b>	<b>36 662 860</b>	<b>74 851 099</b>

Figure 5 : volume sur pied et volume chablis de pin maritime dans le Massif des Landes de Gascogne selon la classe de grosseur avant et après les tempêtes Martin et Klaus



Les volumes de pin maritime endommagés par la tempête Klaus dans le Massif des Landes de Gascogne s'élèvent à 36,7 Mm<sup>3</sup> contre 23,8 Mm<sup>3</sup> pour la tempête Martin. Le facteur entre les deux tempêtes est donc de 150%.

Le volume sur pied de pin maritime s'élevait à 139,7 Mm<sup>3</sup> avant la tempête Martin ; il est descendu à 74,8 Mm<sup>3</sup> après la tempête Klaus. Il a donc diminué de près de la moitié en dix ans (-46%). Ce constat doit être tempéré par le fait qu'il est biaisé de comparer une situation avant tempête à une situation après tempête. Le volume sur pied juste après la tempête Martin (115,9 Mm<sup>3</sup>) est similaire au volume sur pied inventorié lors du nouvel inventaire (111,5 Mm<sup>3</sup>). Ceci signifie qu'entre les deux tempêtes les prélèvements dans les pinèdes ont représenté des volumes similaires à la production biologique.

### 3. Ressource et disponibilité d'aujourd'hui et de demain

Aujourd'hui, trois ou quatre grands types de ressource en bois – et partant de là de disponibilités – méritent d'être distingués dans le Massif Landais.

#### 3.1. Les chablis de la tempête Klaus

Cette ressource est à la fois importante et relativement bien connue à partir de différentes sources. Une partie néanmoins des chablis n'a pas été évaluée : c'est celle des peuplements non recensables (13% de la surface). Or ces peuplements peuvent fournir de la ressource en bois énergie si ces peuplements sont broyés.

La qualité de cette ressource chablis peut être appréhendée à partir de l'inventaire statistique IFN (distinction entre arbre au sol, arbre brisé, encroué, courbé) mais également à partir du retour d'expérience de la tempête Martin. Cette ressource, mobilisable immédiatement, est périssable. Elle devra donc être utilisée rapidement voire très rapidement selon les usages (bois d'œuvre en particulier). Il s'agit donc d'une disponibilité à

court terme ; la frontière entre ressource et disponibilité est ici très étroite. Les acteurs de la filière disposent d'une maîtrise importante sur cette ressource. En particulier, ils peuvent organiser son stockage pour un usage différé dans le temps ou son transport pour un usage différé dans l'espace.

### **3.2. Les bois stockés**

Parmi les différentes stratégies de mobilisation des bois chablis, la création d'aires de stockage pour de grandes quantités de bois ronds a été une priorité. Cette ressource a atteint le niveau de 4 millions de m<sup>3</sup> en fin 2009 (objectif de 10 millions de m<sup>3</sup>). D'un point de vue qualitatif, à cause du retard pris dans le démarrage de l'opération de stockage, le ratio bois d'œuvre/bois d'industrie est nettement inférieur à celui escompté. Les souches quant à elles peuvent être stockées directement sur les parcelles.

La ressource en bois stockés est directement mobilisable. Il s'agit d'une variable d'ajustement permettant de lisser l'approvisionnement dans le temps. Les bois stockés constituent en fait un sous-ensemble des chablis.

### **3.3. La ressource sur pied après Klaus**

Même si les chablis représentent des volumes énormes, une partie importante de la ressource préexistante à la tempête Klaus est restée debout.

La poursuite des scénarios sylvicoles sur les peuplements peu ou pas touchés par la tempête va déterminer l'évolution de la ressource et de la disponibilité. La différence entre la récolte nécessaire pour répondre quantitativement et qualitativement aux besoins et la production brute du stock va déterminer l'évolution de ce dernier et donc sa disponibilité à moyen et long terme.

Certaines caractéristiques de cette ressource ont été mises en exergue dans les recommandations des différents groupes parmi lesquelles :

- Le type de peuplement : pinède vs peuplement feuillu (diversification, biodiversité) ;
- Le taux de dégâts : les subventions de l'Etat sont conditionnées à un seuil de dégât de 40% pour l'aide au nettoyage. Les coupes de régularisation dépendront également de ce taux de dégâts ;
- L'âge (et dimension) des peuplements : les peuplements surannés font l'objet d'une attention particulière car ils représentent une disponibilité à moyen terme intéressante. Les leviers de leur mobilisation restent cependant à identifier et mettre en place ; cette disponibilité n'est donc pas acquise.

### **3.4. Les peuplements futurs**

Ils seront constitués d'une part par les jeunes peuplements non recensables et ne faisant pas partie de la catégorie « chablis » et, d'autre part, pour la quasi-totalité, par des reconstitutions suite à la tempête Klaus (et peut-être pour une surface restreinte suite à la tempête Martin). En effet, contrairement à de nombreuses autres régions françaises, la forêt ne s'étend pas en Aquitaine du fait de la pression pour les autres usages du sol (urbanisation, agriculture, infrastructures de transport, énergies renouvelables).

Cette ressource et cette disponibilité sont à la fois les plus lointaines (long terme) et les plus incertaines. Cette ressource est directement dépendante des scénarios de reconstitution. En effet, il ne faut pas perdre de vue que plusieurs dizaines de milliers d'hectares n'ont pas été reconstitués suite à la tempête Martin.

## 4. Analyse des options et des scénarios

L'état des lieux de la forêt aquitaine suite aux deux tempêtes consécutives Klaus et Martin montre une très forte diminution du potentiel de production du pin maritime. Les différents scénarios de nettoyage, régularisation, reconstitution et de gestion vont avoir un rôle prépondérant quant à la disponibilité en bois du massif landais.

Les différentes options proposées par les groupes de travail ont été analysées. L'expertise consiste à évaluer les conséquences de ces options sur les différentes formes de ressource forestière : chablis (dont chablis stockés), bois sur pied et peuplements futurs. Seules les options induisant des modifications de tout ou partie de ces formes de ressource sont reprises par la suite. Les variables clés d'une étude ressource sont ainsi identifiées.

### 4.1. Stratégie de sortie de crise et anticipation des risques

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Amélioration substantielle du niveau de l'organisation		↗		Effet probable mais indéterminé
Système combinant marché de l'assurance et intervention d'Etat				Incitation à la reconstitution : augmentation de la quantité de la ressource.

### 4.2. Itinéraires sylvicoles

#### 4.2.1. Nettoyage

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	DE	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Exploitation du bois chablis	↘	↗			Accélère le retour à une parcelle productive
Extraction des souches		Ressource utilisable à des fins énergétiques (stockage sur les parcelles)			Limite la propagation du <i>fomes</i> par voie racinaire. Permet un reboisement plus rapide après coupe rase, en réduisant les attaques d'hylobe au moment du reboisement (l'insecte se reproduisant sur les souches fraîches)

D'après le groupe itinéraire, les parcelles ayant subi plus de 40% de dégâts doivent être systématiquement nettoyées<sup>1</sup> (exploitation totale). Pour celles ayant subi entre 20% et 40% de dégâts, le nettoyage nécessite une étude au cas par cas (exploitation partielle possible). Concernant le pin maritime, 203 000 ha sont dans le premier cas et 290 000 ha dans le second cas.

<sup>1</sup> Les conditions d'éligibilité aux aides pour le nettoyage indiquent une surface minimale de 4 ha et un taux de destruction supérieur ou égal à 40% (même taux de dégât qu'en 1999).

D'un point de vue ressource, la diminution du stock « chablis » implique une augmentation de la ressource sous forme de « bois stockés » en forêt, qui seront soit exportés, soit stockés sur plate forme, soit abandonnés bord de route. D'un point de vue qualitatif, les bois de dimensions satisfaisantes qui ont été stockés assez tôt pourront servir de ressource de bois d'œuvre. Les bois stockés tardivement et atteints de bleuissement (à partir de l'automne 2009) ou de faibles dimensions constitueront une ressource de bois d'œuvre de faible valeur (caissage, canter) et de bois d'industrie.

L'estimation de la diminution des chablis en forêt à partir des volumes de chablis exploités devra prendre en considération des rendements vraisemblablement plus mauvais que lors des exploitations dans un contexte hors-tempête. Le groupe filière insiste sur la possibilité d'utiliser des chablis pendant 2 à 3 ans pour le sciage et plus de 5 ans pour la pâte et les panneaux. L'industrie locale a donc intérêt à maximiser l'utilisation de ces chablis afin de préserver le stock sur pied.

Les préconisations du groupe filière sont d'augmenter les volumes stockés, y compris de bois d'industrie afin de préserver les conditions d'approvisionnement des usines à court et moyen terme.

Par ailleurs, le groupe itinéraire a mis en avant que les souches peuvent constituer une ressource supplémentaire de bois énergie. La conservation des souches dépend des conditions de stockage : fragmentées, andainées et mieux encore stockées bord de route, les souches doivent pouvoir être conservées 5 à 10 ans si elles ont été correctement conditionnées. L'expertise de la ressource nécessite donc de faire un état des lieux des modèles de biomasses disponibles afin d'évaluer au mieux le potentiel de ce compartiment (cf. 7.2 Outils et modèles disponibles pour une étude ressource). Enfin, encore pour cet usage de bois énergie, il faut considérer les peuplements non recensables lors de l'inventaire des chablis et estimer la part de ces peuplements touchés qui pourraient être broyés et ces rémanents exploités. Cependant le taux de valorisation des peuplements nettoyés par broyage lourd risque d'être limité.

#### 4.2.2. Choix des essences de production

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Pin maritime				↗
Pin taeda Robinier Eucalyptus Autres résineux				Diminution de la ressource en pin maritime. Diversification de la ressource. Modification de la productivité suivant les essences et stations considérées.

Reconstitution en peuplement de pin maritime : le groupe itinéraire expose 6 scénarios de reconstitution pour le pin maritime. Ces scénarios vont permettre d'assurer la ressource et la disponibilité en pin maritime. En fonction des scénarios, la productivité va varier ainsi que la date et la fréquence de la disponibilité des produits. En effet, la productivité du pin maritime est maximale entre 15 et 20 ans en général. Ces prévisions concernent essentiellement la ressource à moyen terme pour les scénarios courts et la ressource à long terme pour les scénarios longs. **Les hypothèses de répartition du territoire selon les différents scénarios sont essentielles pour une étude ressource.**

Reconstitution à l'aide d'autres essences productives : le groupe itinéraire propose également de remplacer le pin maritime par d'autres essences productives comme l'eucalyptus ou le pin à encens (*Pinus taeda*). Destinées aux landes fertiles, ces essences plus productives devraient augmenter les disponibilités à moyen et long termes. Elles vont également diversifier cette disponibilité et les répartitions des surfaces suivant l'une ou l'autre des essences va modifier les proportions de bois d'industrie et de bois d'œuvre sur le massif. Dans le cadre d'une étude ressource, il sera nécessaire d'estimer les surfaces potentiellement utilisables pour cette diversification, leur productivité et la qualité de cette ressource pour les usages industriels.

Concernant le pin taeda, les études antérieures (Abraham *et al.*, 2003, Moreau *et al.*, 2003, AFOCEL 2004) ont montré une substitution possible aux usages traditionnels du pin maritime, ce qui devrait peu affecter les proportions de BO /BI à volume unitaire donné. En revanche, l'eucalyptus est cultivé en taillis à courte rotation, et destiné uniquement au bois d'industrie ou au bois énergie.

Diversification feuillus : le groupe territoire suggère d'introduire jusqu'à 30% de feuillus dans le massif<sup>2</sup>. Le groupe itinéraire propose également des modes de gestion des feuillus. Généralement les feuillus sont moins productifs comparativement au pin maritime. Les conséquences du développement de feuillus sont donc une diminution de la disponibilité et du stock sur pied d'une part mais une diversification qualitative de la ressource. La qualité de cette ressource mérite d'être étudiée pour envisager leur valorisation possible.

#### **4.2.3. Choix des essences d'accompagnement**

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Feuillus indigènes, feuillus exotiques				Diminution de la productivité de la parcelle.

La production de bois est faible quand ces feuillus se trouvent en mélange pied à pied avec les pins. Dans le cas d'une utilisation des feuillus en îlots ou en lisière, la production peut être plus conséquente et pourra être approchée par l'utilisation des valeurs de productivité actuelle des feuillus recensés par l'IFN dans ses inventaires.

Dans une étude ressource, on peut se poser la question de la prise en compte du rôle phytosanitaire de protection de ces feuillus dans le calcul réel de la productivité totale d'un massif.

<sup>2</sup> Précédemment, dans les circulaires sur l'aide à la reconstitution, était proposé que 30% maximum de la surface pouvait être consacrés à la diversification.

#### 4.2.4. Stratégie sylvicole pour le pin maritime

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPLEMENT FUTUR
Haute qualité en 45-60 ans			Voir ci-dessous	Augmente la quantité de bois d'œuvre. Diminution de l'accroissement moyen annuel du fait d'une révolution longue
Qualité standard en 35 à 45 ans				Évolution de la productivité de ce scénario selon l'utilisation ou non de variétés améliorées, de techniques d'installation adaptées et de l'évolution de la productivité des stations forestières
Courte révolution en 30-35 ans Courte révolution en 25 ans				Diminue la proportion de bois d'œuvre, notamment BOCQ et augmente l'accroissement moyen annuel. Le niveau de ces conséquences dépend de la surface consacrée à ces peuplements
Semi dédié biomasse (9/35 ans)				Le manque de données sylvicoles oblige à se fonder sur des estimations « à dire d'expert » dans une étude ressource.
Dédié biomasse (8-12 ans)				Annule la production de bois d'œuvre. Limite les débouchés. L'exploitation intervient avant le maximum de la productivité du pin maritime ; l'impact sur la production globale est donc difficile à déterminer.

**Là encore les hypothèses de répartition selon les différents scénarios sylvicoles sont primordiales pour réaliser une étude de ressource et de disponibilité forestières.**

#### 4.2.5. Mode de régénération du pin maritime

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPLEMENT FUTUR
Régénération naturelle				Diminution de la productivité et du stock
Semis/Plantation				Comparable à la situation récente.

Les différentes hypothèses de répartition du territoire consacré à ces différentes méthodes d'installation sont essentielles pour affiner les résultats d'une étude ressource.

Au sein des formations forestières du massif et dans des zones fortement touchées par la tempête, comme en 1999, on pourra assister à une régénération sans intervention. Cette

régénération par absence d'intervention a été observée sur certaines parcelles suite à la tempête Martin. Le propriétaire laisse en l'état sa parcelle nettoyée ou non. Le devenir de ces parcelles doit être étudié de plus près afin de quantifier l'impact sur la ressource. D'un point de vue qualitatif nous pouvons signaler une grande hétérogénéité des parcelles ayant suivi ce type de gestion : sur certaines une régénération naturelle s'est installée et elles présentent une grande densité de tiges, d'autres au contraire présentent de très faibles densités. Enfin ces parcelles connaissent le plus souvent une plus grande diversité d'essences. Les conséquences prévisibles de cette option sur la ressource sont vraisemblablement une diminution du stock sur pied, une diminution de la disponibilité et une augmentation de l'hétérogénéité. Il y aura également des impacts sur la vulnérabilité et par conséquent sur la disponibilité des peuplements de production (mitage de la ressource disponible, risque d'incendie accru, augmentation des populations de gibier...).

#### 4.2.6. Autres travaux

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Assainissement Débroussaillage Fertilisation Travail du sol				Les différents travaux de préparation et d'entretien conduisent généralement à améliorer la productivité du peuplement.

### 4.3. Filière : pérennité de la ressource forestière en regard des besoins

#### 4.3.1. Destination des bois endommagés

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Utilisation des bois différée dans l'espace (exportation)	↘	Pas de stockage	Surexploitation de la ressource sur pied si l'on veut répondre localement à la demande	
Utilisation des bois différée dans le temps		↗	Les bois stockés sont un paramètre d'ajustement permettant de maintenir la capacité de production du massif.	
Abandon des bois en forêt	Ressource en bois chablis qui décroît lentement à mesure de la décomposition des	Fortes pertes en regard des autres options	Diminution liée à l'augmentation des risques phytosanitaires et d'incendies	Diminution de la productivité du fait d'une reconstitution moins importante

	bois			
--	------	--	--	--

### 4.3.2. Bois ayant dépassé l'âge d'exploitabilité

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Déstockage des gros bois			Diminution de la ressource sur pied.	Augmentation de la productivité par rajeunissement du massif
Maintien des gros bois			La réponse à la demande en bois risque d'entraîner une surexploitation des classes les plus productives et donc une diminution de la ressource sur pied	

Afin de répondre à la demande de bois d'œuvre et de bois verts dans les prochaines années, les vieux bois de plus de 50 ans constituent une réserve potentielle de 34,5 Mm<sup>3</sup>. Ces bois présentent également de faibles niveaux d'accroissement courant annuel. Ils constituent donc une ressource intéressante dont la mobilisation permettrait d'augmenter la disponibilité du massif à moyen terme et son niveau de productivité futur.

### 4.3.3. Age d'exploitabilité des peuplements

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Raccourcissement de l'âge d'exploitabilité			Diminution de la ressource à moyen terme.	Augmentation de la productivité. Changements qualitatifs de la ressource au profit de bois de petites dimensions et de bois d'industrie.
Maintien de l'âge d'exploitabilité			Augmentation à moyen terme mais risque de ne pas pouvoir répondre à la demande.	

### 4.3.4. Bois fragilisés par la tempête

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Réalisation de coupes de régularisation		Augmentation des stocks si réalisées tôt	Diminution de la ressource	Augmentation de la productivité donc de la ressource

Les coupes de régularisation sont des coupes rases intervenant quelques années après la tempête dans les peuplements endommagés et nettoyés. Le volume sain lié des peuplements détruits à plus de 60% s'élève à 7,0 Mm<sup>3</sup> ; celui des peuplements détruits entre

40% et 60% est de 5,4 Mm<sup>3</sup>. Les coupes de régularisation constituent donc un moyen de compléter la disponibilité en bois vert. Ces surfaces ne seront donc que progressivement réintégrées dans les surfaces de production au fur et à mesure de leur renouvellement, renouvellement qui sera conditionné au choix de l'espèce et du scénario sylvicole. De plus, tous ces peuplements ne seront pas à terme nécessairement dédiés à la production de pin maritime car le sylviculteur pourra faire le choix d'une gestion différente sur une partie de ces surfaces.

#### 4.3.5. Importation de bois vers le massif landais

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPELEMENT FUTUR
Développement de filières d'importation			Dans un contexte de demande en bois supérieure à la production annuelle brute en pin maritime, le développement de filières d'importation permettrait de limiter l'exploitation locale et donc entraînerait une augmentation de la ressource sur pied des peuplements actuels et à venir.	

#### 4.3.6. Accroissement de l'utilisation des produits de recyclage

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPELEMENT FUTUR
Mesures visant à accroître l'utilisation des produits de recyclage			Par effet de substitution, l'augmentation du recyclage entraîne une diminution de la demande en bois, à niveau de production industrielle donné, donc une augmentation de la ressource sur pied.	Peu d'effet <i>a priori</i> . Augmenter l'usage de fibres recyclées permet d'augmenter la capacité de production sans forcément réduire la demande en bois d'industrie. De même augmenter la part de bois recyclés dans le panneau ou l'énergie ne signifie pas <i>ipso facto</i> une baisse de consommation de petits bois ou de PCS.

#### 4.3.7. Maîtrise de la demande énergétique quant à ses répercussions sur la filière bois locale.

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPELEMENT FUTUR
Pas de régulation particulière de la demande bois-énergie en Aquitaine.			Diminution de la ressource sur pied pour répondre à cette demande. Risques forts de tensions sur la ressource dans la mesure où la demande	Modification qualitative des peuplements futurs avec multiplication d'itinéraires dédiés ou semi-dédiés pour la biomasse Diminution par conséquent de la ressource en bois

			énergétique s'ajoute aux besoins actuels	d'œuvre de qualité, à surface forestière, et bassin d'approvisionnement identiques.
--	--	--	--	---

#### 4.4. Territoire, eau et biodiversité

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Restauration du couvert forestier à l'échelle du territoire	Diminution des chablis suite au nettoyage	Augmentation des stocks si ceux-ci sont utilisés pour accueillir les bois des parcelles nettoyées	Diminution temporaire de la ressource sur pied si les coupes de régularisation sont réalisées	Reconstitution de la ressource en bois si la restauration est réalisée à partir d'essences de production.
Diversification des types de couverts forestiers				Risques de diminution de la productivité selon les diversifications choisies.
Moyens de surveillance et de détection			Favorable à la prévention, donc à préserver la production forestière	
Augmentation ou conservation de la diversité des habitats				Diminution de la productivité par diminution de la surface totale consacrée aux peuplements de production
Introduction d'espèces envahissantes			Risques de concurrence avec la ressource en place et de limitation de la productivité de cette dernière.	S'il s'agit d'espèces d'arbres, la qualité et la productivité vont varier en fonction des espèces retenues.
Restauration du système hydraulique			Amélioration de la productivité.	

## 4.5. Patrimoine et société

OPTION	CHABLIS	STOCKS DE BOIS	RESSOURCE SUR PIED	PEUPEMENT FUTUR
Mieux organiser la fréquentation du public			Le développement de l'accueil du public détournera pour partie des forêts de la fonction de production ; l'impact sera d'autant plus important que le choix des forêts ne tiendra pas compte de leur niveau de productivité. La fréquentation des forêts par le public peut être à l'origine d'incendies provoquant simultanément la diminution de la ressource sur pied ainsi que de son potentiel de production. Deux inconnues importantes demeurent afin de quantifier précisément l'impact du développement de la multifonctionnalité des forêts : sa répartition (spécialisation de certains secteurs vs multifonctionnalité répartie sur l'ensemble du massif) et son niveau absolu <sup>3</sup> .	
Maintien de l'équilibre sylvo-cynégétique			Une pression cynégétique mal maîtrisée est néfaste à la régénération des peuplements et donc à la productivité globale du massif.	
Mise en place d'un système équilibré de financement de la fonction sociale			Les conséquences de ce financement sur les choix des propriétaires en terme de sylviculture sont à étudier : il peut permettre d'une part d'assurer un revenu forestier et inciter à la reconstitution donc au maintien voire à l'accroissement de la ressource. D'autre part le propriétaire pourra opter pour des itinéraires moins productifs, ce qui aura des conséquences sur la quantité et la qualité de la ressource.	

## 5. Adéquation de l'offre et de la demande

Les volumes de chablis provoqués par la tempête Klaus sont considérables comparativement aux prélèvements annuels dans le Massif Landais. La disponibilité juste après la tempête est de ce fait nettement supérieure à la demande. Cependant, comme nous l'avons vu, cette ressource – qui doit être exploitée prioritairement – est périssable.

Le volume sur pied ayant pratiquement diminué de moitié en dix ans avec les tempêtes Klaus et Martin, le potentiel de production du massif landais est fortement atteint et un déficit de production par rapport aux niveaux pré-tempête est à prévoir dans le futur. Cependant, la date, la durée et l'ampleur de ce déficit dépendent du scénario retenu. Par conséquent, il est essentiel d'étudier également les options et scénarios sous l'angle de l'adéquation entre

<sup>3</sup> La surface forestière du Massif Landais s'élevait à 987 950 ha lors du 4e inventaire du Massif des Landes de Gascogne. La forêt de production couvrait 965 458 ha contre 22 491 ha seulement pour la forêt avec un autre usage. Par ailleurs, 14 562 ha occultés par l'autorité militaire correspondaient pour beaucoup à de la forêt.

l'offre et la demande – afin d'orienter les choix vers ceux qui limitent l'impact économique pour la filière. Ceci suppose :

- de pouvoir simuler une large palette de scénarios sylvicoles pour combler le trou de production à court terme, et pour cela d'élaborer une méthodologie couplant les modèles de croissance, les scénarios sylvicoles et les données d'inventaire ;
- de passer d'une analyse de la disponibilité à une analyse de l'offre de produits bois. Une analyse des disponibilités selon le type de produit (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois énergie) sera notamment incontournable. Il est donc essentiel de disposer de modèles de compartimentation des arbres, et pour la grume de ventilation des types de produits par classe de diamètre. Dans cette perspective, un premier état des lieux est fourni en annexe. Par ailleurs, la mobilisation de la ressource à l'extérieur du massif (Limousin, Massif Central, région centre par exemple) permettrait de préserver la ressource locale. L'offre potentielle et l'opportunité économique de sa mobilisation pourront être analysées ;
- d'analyser la demande et son évolution prévisible dans le temps ;
- de confronter les scénarios d'offre et de demande.

## 6. Conclusion

Les multiples options proposées par les différents groupes de travail peuvent avoir des effets opposés sur la ressource, que se soit en termes de quantité (volumes et surfaces), de qualité (bois d'œuvre, bois d'industrie, bois énergie) et de diversité (pin maritimes, autres essences productives, essences peu productives). **Afin d'évaluer précisément la ressource et la disponibilité – avec distinction des types de produits potentiels – à court, moyen et long termes, chaque option devra être quantifiée ; la répartition des surfaces selon les différents scénarios devra être définie.**

De plus, nous ne pouvons pas faire un bilan qualitatif des variables clés d'une étude de ressource sans évoquer certains aspects qui pourraient avoir un impact notable sur la productivité future d'un massif forestier :

- les causes biotiques de dommages évoluent en même temps que la vulnérabilité du massif ;
- les aléas abiotiques (sécheresse, tempête) ;
- les niveaux de récolte et les types de produits récoltés ;

et, à plus long terme :

- les conditions pédoclimatiques évoluent et par conséquent la productivité du pin maritime et, avec elle, celle des autres essences (diversification).

Enfin, il est nécessaire de prendre en considération l'aspect dynamique de la problématique. Nous avons présenté de façon qualitative dans ce document les conséquences sur la ressource des différentes options. Cependant une option choisie à une date donnée aura pour conséquence de limiter les choix ultérieurs possible. Au-delà de l'étude de chaque option, il serait donc intéressant d'approfondir cette expertise par l'analyse globale des différentes politiques de gestion du massif.

## 7. Annexes

### 7.1. Définitions IFN

**Forêt et forêt de production** (nouvelle méthode) : Un espace est qualifié de forêt s'il répond à un certain nombre de critères :

- avoir un couvert arboré supérieur à 10 % ;
- s'étendre sur une superficie supérieure à 50 ares ;
- avoir une largeur minimale de 20 m ;
- posséder des essences forestières capables de dépasser 5 m de haut.

Une forêt de production est une forêt dont la vocation principale ou secondaire est la production de bois.

**Volume** : Le volume de bois sur pied correspond au volume bois fort, écorce comprise, des arbres appartenant à des essences forestières et mesurant plus de 7,5 cm de diamètre à 1,30 m. Dans ce volume, seul est pris en compte le tronc jusqu'à une découpe fin bout de 7 cm. La souche et les branches ne sont pas comptabilisées.

**Production courante annuelle brute**: Elle correspond à l'augmentation du volume de bois vif sur pied par an. Elle est la moyenne annuelle de la production courante brute évaluée sur la période de 5 ans précédant les mesures sur le terrain. La production brute courante annuelle correspond à la somme de l'accroissement courant annuel et du recrutement courant annuel.

**Accroissement courant annuel** : L'accroissement courant annuel est calculé sur la période de 5 ans précédant l'année du sondage. Il tient compte de deux composantes : l'accroissement des arbres recensables (diamètre supérieur à 7,5 cm à 1,30 m) et l'accroissement des arbres coupés ou déracinés pendant la période durant laquelle ils étaient encore sur pied. L'accroissement en hauteur et en circonférence, mesurés sur le terrain, servent au calcul de l'accroissement courant annuel.

**Recrutement courant annuel** : C'est la moyenne annuelle du volume des arbres devenant recensables au cours de la période de 5 ans définie plus haut. Le diamètre de recensabilité des arbres est fixé à 7,5 cm.

**Ressource** : c'est la quantité totale de bois existant dans une zone et à une date donnée.

**Disponibilité** : c'est la quantité totale de bois qui pourra être prélevée pendant une période et dans une zone donnée, si l'on applique des règles raisonnables de gestion. Celles-ci doivent être entendues aujourd'hui comme aptes à assurer la gestion durable des forêts de la zone étudiée. Elles doivent ainsi intégrer les différents objectifs de production, d'accueil du public et de protection générale des milieux et paysages ainsi que les contraintes liées à la structure actuelle des peuplements et foncière de la forêt privée.

## 7.2. Outils et modèles disponibles pour une étude ressource

Sauf mention contraire les outils, modèles, paramètres suivants concernent le Pin maritime.

	Entrée	Sortie	Références
<b>Biomasse</b>			
Biomasse totale aérienne	Circonférence; Circonférence + Age	Biomasse totale aérienne poids sec (kg)	Meredieu et al. 2009 Rapport Carbofor
Biomasse du tronc			INRA non publié
Biomasse de branches vivantes			INRA non publié
Biomasse d'aiguilles			INRA non publié
Biomasse de souches	Diamètre	Biomasse	Bert et Danjon, 2005 ; Modèle FCBA ; Drexhage et Colin, Estimating root system biomass from breast-height diameter, 2001
Branches : Données poids, humidité, dendrométrie			FCBA ; INRA
Mesures d'épaisseur d'écorces, dendrométrie			FCBA
<b>Densité du bois</b>			
Densité du tronc : bois + écorce	Age	densité du bois	Equation INRA
Densité du tronc : bois + écorce			Valeur par défaut de l'IPCC : 0.44 tons Dry Matter / m3 fresh volume (toutes essences)
Densité du bois + écorce			Valeur par défaut INRA : (Pin maritime)
<b>Volume</b>			
Tarif de cubage volume total aérien	Circonférence, hauteur	Volume total aérien	Vallet et al, 2006. Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France
Volume tige total ou découpe	Circonférence, hauteur, âge	Volume tige avec ou sans découpe	INRA - Modèle de profil de tige
Tarif de cubage volume tige bois fort	Circonférence, hauteur	Volume bois fort tige sur écorce(découpe fin bout de 7 cm)	IFN, 2000
Tarif de cubage	Circonférence, Hauteur	Volume tige avec découpe	Tarif de cubage Lapasse

Volume tronc	Fertilité, densité, hauteur, circonférence, scénario	Volumes, effectifs, données économiques, données en contexte de risque	Sylveco : Logiciel FCBA
Modèle Maugé			Maugé, J.P., 1961. Une nouvelle méthode de cubage du Pin maritime pour la région landaise. Annales de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts, tome XVIII, fascicule 1, 73-95 ; Maugé, J.P., 1975. Modèle de croissance et de production des peuplements modernes de Pin maritime. Rapport annuel de l'AFOCEL, 227-249.
<b>Taux de carbone</b>			
teneur en carbone - Pin maritime Landes			Bert et Danjon, 2005
Teneur en carbone - Pin maritime			Ritson & Sochacki, 2003 (Australie); Balboa et al, 2005 (Portugal)
Teneur en carbone - Conifère			Carbofor (pour les conifères en France) ; IPCC (valeur toutes espèces)
<b>Facteur d'expansion</b>			
facteur d'expansion branches			Carbofor
facteur d'expansion racines			Carbofor
<b>Utilisation du bois</b>			
Algorithme de découpe de tige	Hauteur, Circonférence, cahier des charges	Billons (effectif et volume) dans chaque catégorie	outil interne FCBA; outil de simulation basé sur une équation de profil de tige sur écorce dans Capsis/PP3 - INRA
Estimation de la ventilation BI/BO	Volume unitaire	proportion de BI et BO	outil interne FCBA
<b>Synthèse bibliographique</b>			
Niveau européen			Muukkonen, P. & Mäkipää, R., Biomass Equations for European Trees, Silva Fennica, 2006
Presse francophone			Même travail en cours de réalisation à l'INRA UMR LERFOB dans le cadre du projet ANR EMERGE

## 8. Bibliographie

- Abraham G., Chantre G., Fraysse J.Y., Liarçou J.R., 2003. Le pin taeda : un potentiel de production prometteur sur les bonnes stations en Aquitaine. Fiche information Forêt n°672, AFOCEL, 6p.
- AFOCEL, 2004. Schémas sylvicoles pour le pin taeda en Aquitaine, 99p.
- Bélouard T., Vidal C., Hervé J.C., Nicolas R. 2005. Le nouvel inventaire forestier de l'IFN – Un sondage systématique et annuel. Colloque « De l'observation des écosystèmes forestiers à l'information sur la forêt ». page 14-25. Paris 2 et 3 février 2005. Accès décembre 2009 <http://www.symposcience.org/exl-doc/colloque/ART-00002046.pdf>
- Bélouard T., Meredieu C., Najar M., 2009. Construire un système d'analyse permanent de la ressource. Tache 2.3. du Contrat de recherche Sylvogène. Rapport final 199-220.
- Cemagref, 2007. Biomasse forestière disponible pour de nouveaux débouchés énergétiques et industriels. <http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/etudes/biomasse-forestiere>
- Costa S., Lecocq M., Drouineau S., Peyron J.L. 2009. Évaluation du préjudice monétaire subi par les propriétaires forestiers suite à la tempête Klaus : le cas des dégâts subis par le Pin maritime. RFF vol LXI, 44-66
- Inventaire forestier national, 2001. Suivi de la ressource pin maritime en Aquitaine.
- Inventaire forestier national, 2003. Massif des Landes de Gascogne 1998-1999-2000. Résultats et commentaires, 69 p. [http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/IFN\\_MASSIF\\_LANDAIS-2.pdf](http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/IFN_MASSIF_LANDAIS-2.pdf)
- Inventaire forestier national, 2005. Bois-énergie : les forêts ont de la ressource. L'IF n° 9, septembre 2005, 8 p. [http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/L\\_IF\\_no09\\_bois-energie.pdf](http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/L_IF_no09_bois-energie.pdf)
- Inventaire forestier national, 2006. Les indicateurs de gestion durable des forêts françaises, édition 2005. <http://www.ifn.fr/spip/spip.php?article416>
- Inventaire forestier national, 2008. La forêt française – Résultats des campagnes d'inventaire 2005 à 2007.
- Inventaire forestier national, 2009. Tempête Klaus du 24 janvier 2009. L'IF, n° 21, 1er trimestre 2009, 8 p. [http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/IF21\\_internet.pdf](http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/IF21_internet.pdf)
- Inventaire forestier national, 2009. La forêt française – Résultats des campagnes d'inventaire 2005 à 2008.
- Lafitte J.J., Lerat J.F. 2009. Rapport – Reconstitution des peuplements forestiers détruits par la tempête du 24 janvier 2009 dans le massif forestier des Landes de Gascogne. CGAAER n° 1928. 81p. <http://agriculture.gouv.fr/sections/publications/rapports/repeuplements-forestiers/view>
- Lesgourgues et al, 2009. Tempête du 24 janvier 2009 : éléments de réflexion pour aborder la reconstitution forestière du Massif des Landes de Gascogne, CRPF Aquitaine.
- Moreau J., Doirat G., Chantre G., 2003. Le pin taeda en Aquitaine : un premier aperçu de la qualité du bois. Fiche information Forêt n°678, AFOCEL, 6p.
- Stach N, Deshayes M, 2009. Estimation des dégâts de tempête : l'œil, l'avion et le satellite *in* La forêt face aux tempêtes, éd. Quæ.
- Thivolle-Cazat A., Chantre G., Najar M., Sergent Y., Després V. 2002. Incidence de la tempête de décembre 1999 sur la disponibilité en pin maritime en Aquitaine, à court, moyen et long terme Paris: FCBA. 34 pages.