

Critère 1

**Conservation
et amélioration appropriée
des ressources forestières
et de leur contribution
aux cycles mondiaux
du carbone**

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

INDICATEUR 1.1

Surface de forêts et autres terres boisées par type de forêts et disponibilité pour la production de bois

Utilisation du territoire	1993		1998		2003		1993-2003 taux de variation annuel
	x1000 ha	%	x1000 ha	%	x1000 ha	%	
Forêts (y compris peuplières)	14 811	27,0%	15 220	27,7%	15 408	28,1%	0,4%
dont Feuillus	9 466	63,9%	9 715	63,8%	9 852	63,9%	0,4%
Résineux	4 052	27,4%	4 122	27,1%	4 090	26,5%	0,1%
Mixtes	1 292	8,7%	1 384	9,1%	1 466	9,5%	1,3%
Autres terres boisées	1 935	3,5%	1 825	3,3%	1 743	3,2%	-1,0%
Bosquets, haies et arbres épars	1 664	3,0%	1 563	2,8%	1 517	2,8%	-0,9%
Total Formations boisées et arborées	18 410	33,5%	18 608	33,9%	18 668	34,0%	0,1%
Autres	36 509	66,5%	36 311	66,1%	36 251	66,0%	-0,1%
Total	54 919	100,0%	54 919	100,0%	54 919	100,0%	0,0%

(Source : SCEES/Teruti 1993, 1998 et 2003 ; les forêts hors peuplières correspondent aux codes 18 à 21, les peuplières aux codes 24 et 25 ; les autres terres boisées au sens de la FAO correspondent aux landes-maquis-garrigues de Teruti, code 70 ; les bosquets, haies et arbres épars correspondent aux codes 22, 72, 23 et 26)

Commentaire : la surface des forêts françaises atteint aujourd'hui 15,4 millions d'hectares portant le taux de boisement à 28,1 % du territoire. L'extension de surface boisée observée de 1993 à 1998 s'est poursuivie au-delà mais à un rythme moindre, passant de 82 000 à 38 000 hectares par an. Ce tassement correspond essentiellement à une diminution des boisements des landes et friches et des terres agricoles. Il est lié à la baisse du rythme de la déprise agricole et à la diminution des aides au boisement des terres agricoles, mobilisées par les travaux de reconstitution après tempête (voir § 1.1.1). Les dynamiques d'extension les plus fortes s'observent aussi bien dans certaines régions faiblement boisées (Bretagne, Pays-de-la-Loire), qu'en région méditerranéenne où le taux de boisement dépasse déjà les 30 % (cartes 1 et 2).

La part des peuplements feuillus reste stable (64 %) tandis que celle des peuplements mixtes progresse régulièrement. Les surfaces résineuses semblent se stabiliser autour de 4,1 millions d'hectares.

La France est le 3^{ème} pays forestier de l'Europe des 25, derrière la Suède (27,1 millions d'hectares) et la Finlande (21,9 millions d'hectares).

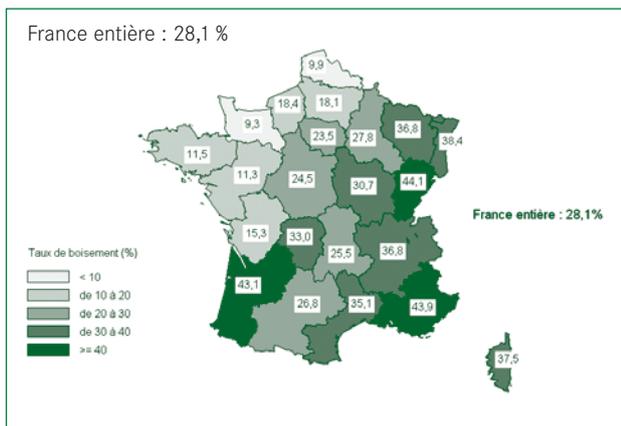
Les «autres terres boisées» au sens de la FAO correspondent en France à la catégorie des landes, maquis et garrigues de l'enquête Teruti du Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) et à une grande partie de ces formations pour l'Inventaire forestier national (IFN). Aucune donnée dendrométrique n'y est relevée par l'IFN, contrairement au cas des forêts. Ces

formations ne représentent que 3,2% du territoire français ; elles ont régressé de 16 000 hectares par an entre 1998 et 2003 contre 22 000 hectares par an pour les 5 années précédentes. Ce résultat est naturellement à rapprocher du précédent : les flux de surface des landes vers la forêt se poursuivent mais à un rythme plus faible. C'est également le cas pour les flux des landes vers les terres agricoles.

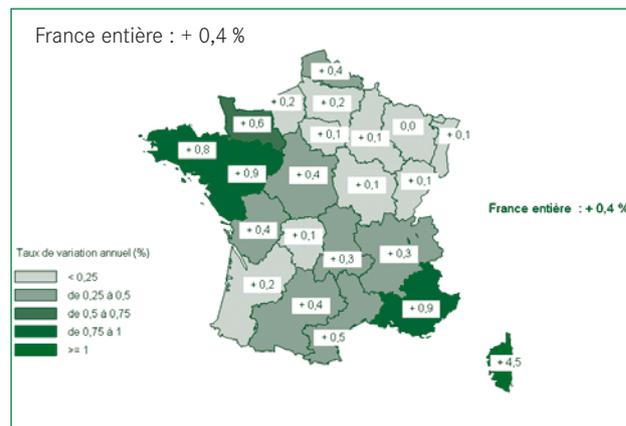
Les bosquets et arbres épars ont également régressé de 1998 à 2003 mais dans une moindre mesure que sur la période précédente : le bilan est cependant globalement positif pour la forêt puisque l'essentiel du flux profite à celle-ci (voir § 1.1.1).

Au total, la surface des formations boisées et arborées représente 34 % du territoire métropolitain avec 18,7 millions d'hectares.

Enfin, la comparaison des 2 derniers inventaires de l'IFN montre que les boisements par plantation ne couvrent que 16 % des nouvelles surfaces forestières sur la période moyenne 1984-96. Les données plus récentes de l'enquête Teruti du SCEES affichent la valeur de 13 % pour la période 1992-2002. On peut donc considérer que la dynamique d'extension de la forêt française reste essentiellement le fait d'une colonisation naturelle des landes et friches.



Carte 1 : Taux de boisement 2003 par région administrative (source : SCEES/Teruti)



Carte 2 : Taux de variation annuel de la surface boisée par région administrative de 1993 à 2003 (source : SCEES/Teruti)

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

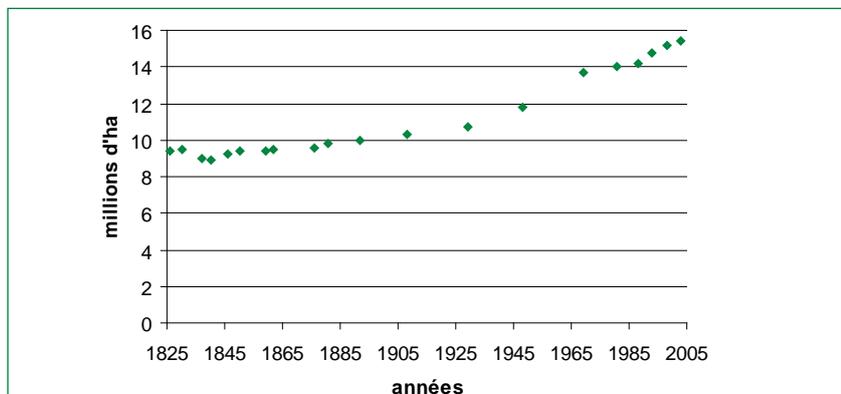


Figure 1 : Evolution de la surface forestière au cours des 2 derniers siècles (source : Cinotti à partir de sources variées pour les années antérieures à 1980 ; SCEES/Teruti au-delà)

➔ *Nota : même si le sens de l'évolution ne fait aucun doute, il faut néanmoins manipuler avec prudence les différentes valeurs de ce graphique, car jusqu'en 1960 il s'agit d'estimations d'origines diverses, dépendant souvent du cadastre qui est avant tout un instrument fiscal qui sous-évalue souvent les surfaces boisées. A partir de quelques sondages, on peut estimer qu'en période étale de boisement la sous-estimation du cadastre est généralement de l'ordre de 20 %, mais qu'en période d'intense activité de boisement la sous-estimation peut atteindre localement 50 %. La fiabilité des chiffres du cadastre s'est néanmoins très nettement améliorée au cours des années récentes. A partir des années 1960, l'utilisation de nouvelles méthodologies statistiques utilisant la photographie aérienne (enquête Teruti du Service central des enquêtes et études statistiques du Ministère de l'agriculture (SCEES), et l'inventaire permanent des ressources forestières réalisé par l'Inventaire forestier national (IFN) a amélioré l'évaluation des surfaces forestières.*

Encadré 1 : évolution de la surface forestière depuis deux siècles

Depuis le début du XIX^{ème} siècle, la surface forestière progresse fortement : elle s'est en effet accrue des 2/3 en près de deux siècles. Cette situation, commune à la plus grande partie des pays européens, traduit notamment les conséquences de l'augmentation des rendements agricoles et la diminution du besoin en terres pour la production alimentaire aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles. Elle a notamment permis la reconquête, volontaire ou naturelle, de terres marginales que la pression démographique avait conduit à défricher et à cultiver. La lutte contre l'érosion et les crues en a ainsi été facilitée, dans le cadre des politiques nationales. Cette évolution des surfaces peut être considérée comme très positive, la forêt étant reconnue d'un grand intérêt économique, écologique et social. Cette forte progression des surfaces forestières en deux siècles ne peut néanmoins faire oublier les défrichements causés par l'urbanisation et les infrastructures, notamment autour des grandes agglomérations, ni la réduction des surfaces de milieux forestiers très particuliers, comme les forêts alluviales à l'occasion de grands travaux de régularisation du cours des grands fleuves.

Forêts disponibles pour la production (y compris peupleraies)

Type de forêt	1993		1998		2003		1993-2003 taux de variation annuel
	x1000 ha	% disponible /total	x1000 ha	% disponible /total	x1000 ha	% disponible /total	
Feuillus	9 062	95,7%	9 272	95,4%	9 344	94,8%	0,3%
Résineux	3 875	95,6%	3 929	95,3%	3 874	94,7%	0,0%
Mixtes	1 236	95,6%	1 319	95,3%	1 388	94,7%	1,2%
Total	14 172	95,7%	14 520	95,4%	14 605	94,8%	0,3%

(Source : SCEES/Teruti 1993, 1998 et 2003 et IFN 1994, 1999, 2004 pour l'estimation de la part disponible pour la production représentée par les forêts de production accessibles y compris non inventoriées et peupleraies).

Commentaire : les forêts disponibles pour la production sont considérées par l'IFN comme l'ensemble des forêts de production accessibles et des peupleraies. Leur part est estimée

actuellement à 95 % de la surface totale boisée soit 14,6 millions d'hectares. Cette proportion est identique dans les 3 types de forêt : feuillue, résineuse et mixte. Elle diminue légèrement dans le

temps car la surface des forêts non disponibles pour la production progresse à un rythme plus rapide que celle des forêts de production (2,6 % contre 0,3 % par an).

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

INDICATEUR 1.1.1

Gains et pertes de surface boisée

Commentaire : la matrice d'évolution de l'enquête Teruti du Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) permet d'analyser en détail les différents flux aboutissant à l'extension de surface boisée observée. Cette matrice concerne la période 1997-2003 qui chevauche celles citées dans le § 1.1 : c'est pourquoi les chiffres annoncés diffèrent légèrement.

La surface des forêts s'est accrue de + 40 200 hectares par an, en moyenne, pendant la période 1997-2003. Ce bilan est le résultat de 2 flux contraires : un gain de surface boisée de 84 700 hectares par an et une réduction de 44 500 hectares par an.

Les gains de surface boisée proviennent essentiellement des landes et friches (46 %), des terres agricoles (28 %) et des bosquets et arbres épars (18 %). Ce sont également ces 3 postes qui concentrent les réductions de surface boisée mais avec un bilan largement positif pour cette dernière, estimé à + 42 700 hectares par an. Le principal poste déficitaire reste les sols artificialisés - infrastructures et urbanisation - dont le bilan est estimé à - 3 200 hectares par an.

L'analyse détaillée de la matrice d'évolution 1997-2003 permet d'affiner ce diagnostic (voir annexe 11) :

➤ l'évolution des landes et friches confirme le schéma classique des flux observés en période de déprise agricole :

origine et destination des surfaces boisées	évolution de la surface boisée de 1997 à 2003 (ha/an)		
	gains de surface boisée	pertes de surface boisée	solde
eaux et zones humides	1 100	-1 100	0
sols à roche-mère affleurante	2 900	-1 200	1 700
sols agricoles utilisés	23 300	-12 200	11 100
bosquets et arbres épars	13 600	-7 300	6 300
haies	1 300	-1 500	-200
landes-maquis-garrigues et friches	38 800	-13 500	25 300
pelouses, chemins et jardins d'agrément	1 200	-2 000	-800
sols artificialisés bâtis et non bâtis, zones interdites	2 600	-5 800	-3 200
total	84 700	-44 500	40 200
% sur le total France	0,15%	-0,08%	0,07%

(Source : SCEES/Teruti, voir matrice d'évolution 1997/2003 en annexe ; la surface boisée regroupe les bois et forêts (18 à 21) et les peupleraies (24, 25))

terres agricoles ⇒ friches ⇒ landes ⇒ forêts. Le solde des flux montre que les terres agricoles deviennent des landes et friches au rythme de + 10 900 hectares par an et que les landes et friches évoluent vers la forêt à raison de + 25 300 hectares par an. Ces valeurs étaient estimées respectivement à + 26 600 et + 47 600 pour la période 1993-98 : ceci confirme l'hypothèse du lien entre la diminution des rythmes de déprise agricole d'une part et d'extension des forêts d'autre part.

➤ les bosquets et arbres épars évoluent globalement vers la forêt avec un solde de + 6 300 hectares par an. Ce bilan positif est lié à 2 flux contraires : d'une part les bosquets se densifient progressivement et passent la limite des

50 ares - qui les sépare de la forêt - à raison de 13 600 hectares par an, d'autre part la forêt se fragmente en bosquets au rythme de 7 300 hectares par an.

➤ la situation est différente avec les haies pour lesquelles le bilan des flux avec la forêt est quasi nul. Les haies ont progressé de + 800 hectares par an mais ce bilan masque des flux contraires importants. L'extension provient principalement des bosquets et arbres épars, ce qui reste difficile à expliquer et peut être lié à un problème de définition. La principale source de diminution des surfaces reste l'agriculture avec un solde de - 900 hectares par an : ce chiffre est cependant en amélioration, comparé à celui de la période 1993-98 évalué à - 3 200 hectares par an.

INDICATEUR 1.1.2

Surface par zone biogéographique ; surface par classe d'altitude

Forêts (y compris peupleraies)

Zone biogéographique	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
	x1000 ha	%							
Forêts de plaines et collines	8 924	63,1%	8 989	62,4%	9 152	62,0%	9 338	61,8%	0,4%
Forêts de montagne	4 040	28,6%	4 171	29,0%	4 274	29,0%	4 403	29,2%	0,5%
Forêts méditerranéennes	1 175	8,3%	1 234	8,6%	1 327	9,0%	1 357	9,0%	1,0%
Total	14 139	100,0%	14 394	100,0%	14 753	100,0%	15 098	100,0%	0,5%

(Source : IFN, pour l'ensemble des forêts y compris les peupleraies ; les 3 zones biogéographiques regroupent un ensemble de régions forestières IFN selon les limites figurant dans l'Atlas des forêts de France - Ed. de Monza - 1991 p 39)

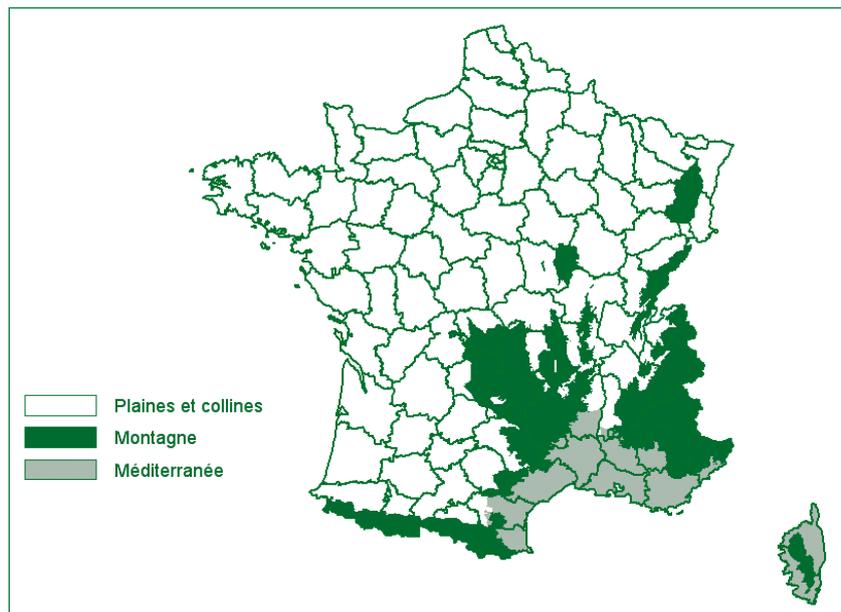
CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

Commentaire : les données de l'Inventaire forestier national (IFN) datées 1994-2004 correspondent en moyenne à la période 1986-1996 car l'inventaire de la France entière a été jusqu'à présent réalisé en 10 à 12 ans : elles ne peuvent donc pas être directement comparées aux données 1993-2003 de l'enquête Teruti du Service cen-

tral des enquêtes et études statistiques (SCEES) mentionnées dans le § 1.1.1 (voir avertissement).

Les forêts de plaines et collines représentent toujours plus de 60 % des forêts françaises ; cette proportion continue à diminuer légèrement au profit des autres catégories. En effet, ce sont les forêts méditerranéennes qui présentent le ryth-

me d'extension le plus élevé (+1 % par an), essentiellement du fait du boisement spontané des landes et friches par le pin d'Alep, le chêne pubescent et le chêne vert. Les forêts de montagne s'étendent également à un rythme non négligeable (+0,5 % par an) : leur proportion atteint aujourd'hui près de 30 % de la surface totale.



Carte 3 : Localisation des zones biogéographiques (source : IFN)

Forêts (y compris peupleraies)

Commentaire : la forêt française est constituée de forêts de basse altitude - inférieure à 500 mètres - sur les 2/3 de sa surface. Les forêts situées au-dessus de 750 mètres représentent cependant plus de 20 % de la surface soit 3,3 millions d'hectares sur lesquels une gestion adaptée à des contraintes climatiques spécifiques est nécessaire. Le taux de boisement cartographié progresse dans toutes les classes d'altitude à un rythme d'autant plus élevé que l'altitude est faible : ce résultat est à rapprocher du taux d'extension de la forêt méditerranéenne majoritairement située à basse altitude. Par ailleurs, le taux de boisement cartographié atteint 57 % entre 750 et 1 500 mètres.

classes d'altitude	1999			2004			1999-2004 Taux de variation annuel de la surface cartographiée
	surface cartographiée		taux de boisement cartographié (%)	surface cartographiée		taux de boisement cartographié (%)	
	x1000 ha	%		x1000 ha	%		
0 - 250 m	6 456	41,2%	19,5%	6 630	41,4%	20,0%	0,5%
250 - 500 m	3 913	25,0%	35,5%	4 005	25,0%	36,3%	0,5%
500 - 750 m	2 024	12,9%	49,9%	2 069	12,9%	51,0%	0,4%
750 - 1000 m	1 375	8,8%	52,3%	1 404	8,8%	53,4%	0,4%
1000 - 1500 m	1 437	9,2%	59,6%	1 455	9,1%	60,4%	0,2%
plus de 1500 m	454	2,9%	27,1%	459	2,9%	27,4%	0,2%
Total	15 659	100,0%	28,5%	16 023	100,0%	29,2%	0,5%

(Source : IFN 1999 et 2004, pour l'ensemble des forêts (y compris les peupleraies) de plus de 4 ha, à partir de la base de données cartographiques de l'IFN et de la BD Alti de l'IGN au pas de 50 m. Les surfaces observées sont supérieures à celles issues des données statistiques - 14 753 milliers d'ha pour 1999 et 15 098 milliers d'ha pour 2004 - car elles proviennent de traitements cartographiques - voir annexe 4)

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

INDICATEUR 1.1.3

Surface par structure forestière IFN

Forêts disponibles pour la production (y compris peupleraies)

Structure forestière (forêts hors peupleraies)	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
	x1000 ha	%							
futaie régulière	5 753	43,1%	6 021	44,8%	6 423	47,2%	6 768	49,0%	1,2%
futaie irrégulière	729	5,5%	707	5,3%	671	4,9%	639	4,6%	-1,0%
taillis	2 393	17,9%	2 258	16,8%	2 124	15,6%	2 098	15,2%	-0,7%
mélange futaie feuillue-taillis	3 685	27,6%	3 581	26,6%	3 494	25,7%	3 437	24,9%	-0,4%
mélange futaie résineuse-taillis	683	5,1%	741	5,5%	747	5,5%	764	5,5%	0,3%
momentanément déboisée*	93	0,7%	137	1,0%	139	1,0%	115	0,8%	-1,7%
Sous-total	13 337	100%	13 444	100%	13 597	100%	13 821	100%	0,3%
indéterminée	0		127		270		270		7,8%
Total	13 337		13 571		13 867		14 091		0,4%

* coupe rase ou accident datant de moins de 5 ans

Peupleraies : futaie régulière	202	202	207	220	0,9%
--------------------------------	-----	-----	-----	-----	------

(Source : IFN, critère déterminé pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production et pour les peupleraies (usage 5))

Commentaire : la sylviculture en futaie régulière a été fortement développée en France au cours des deux derniers siècles. La surface en futaie représente aujourd'hui 53 % de la surface boisée inventoriée contre 32 % dans les estimations de la statistique Daubrée de 1908-1913 (hors départements de l'Alsace-Lorraine).

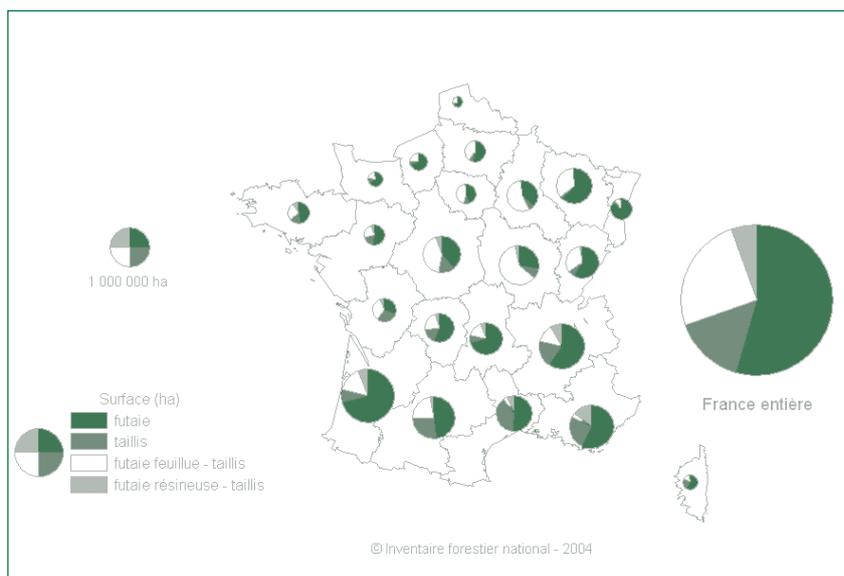
La progression de la futaie régulière déjà observée il y a 5 ans se poursuit. Cette évolution reste très majoritairement le fait des peuplements feuillus : elle provient principalement de la conversion active ou passive (par vieillissement) des taillis et mélanges futaie-taillis qui régressent fortement, et dans une moindre mesure de l'extension des accrus naturels. Ce phénomène est très net dans les régions Est/Nord-Est de la France (Alsace, Lorraine, Champagne-Ardenne, Franche-Comté et Rhône-Alpes) ainsi qu'en Normandie et dans les Pays de la Loire (voir annexe 11). Malgré cela, les taillis et mélanges futaie-taillis représentent encore près des 2/3 des peuplements feuillus, ce qui est une originalité française par rapport aux pays de tradition sylvicole germanique ou aux pays nordiques.

La diminution des surfaces classées en futaie irrégulière se poursuit également. Elle concerne principalement Rhône-Alpes, l'Auvergne et le Limousin pour lesquels les inventaires récents attestent d'une diminution sensible des futaies irrégulières au profit des futaies

régulières. Quant au faible niveau atteint par les structures irrégulières (4,6 %), il doit être interprété en gardant à l'esprit que la structure forestière notée par l'IFN est le constat objectif de l'état du peuplement - apprécié essentiellement par la structure verticale - et non l'expression du traitement appliqué par le propriétaire. C'est ainsi que les futaies jardinées vieilles ou régularisées, notamment dans le Jura et dans les Pyrénées, sont classées par l'IFN en futaie régulière même si le traitement sylvicole en cours s'efforce de ramener l'état jardiné.

L'ensemble des surfaces momentanément déboisées n'excède pas 1% de la surface totale des forêts inventoriées.

L'augmentation des surfaces déboisées suite aux tempêtes de 1999 n'a pu être prise en compte que partiellement puisque seules les données de 22 départements levés depuis 2000 ont pu être stockées dans la base de données de l'IFN (voir liste des départements et dates de lever dans l'annexe 3). Paradoxalement, c'est donc l'absence de prise en compte des surfaces déboisées par les tempêtes en Gironde et dans les Landes qui entraîne la diminution de ces surfaces dans les données 2004. En effet, les données 1994 et 1999 intégraient les dégâts du gel de 1985 subi par le pin maritime dans ces 2 départements, entraînant une forte hausse des surfaces déboisées comparées à la situation 1989. La nouvelle méthode annuelle de l'IFN devrait éviter à l'avenir ce genre de difficulté.



Carte 4 : Surface par région administrative et structure forestière IFN (source : IFN, 2004)

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

INDICATEUR 1.1.4 Surface par essence principale

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

essence principale	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
	x1000 ha	% de la surface totale							
chêne pédonculé	2 382	17,9%	2 424	17,9%	2 333	16,9%	2 200	15,7%	ND
chêne rouvre	1 762	13,2%	1 777	13,2%	1 868	13,6%	1 835	13,1%	ND
chênes indifférenciés*	0		0		0		148	1,1%	ND
pin maritime**	1 398	10,5%	1 383	10,2%	1 381	10,0%	1 365	9,8%	-0,1%
hêtre	1 231	9,2%	1 255	9,3%	1 291	9,4%	1 301	9,3%	0,4%
pin sylvestre	1 179	8,8%	1 154	8,5%	1 122	8,2%	1 127	8,0%	-0,2%
chêne pubescent**	846	6,3%	860	6,4%	920	6,7%	981	7,0%	ND
épicéa commun	717	5,4%	744	5,5%	740	5,4%	718	5,1%	-0,4%
sapin pectiné	544	4,1%	554	4,1%	566	4,1%	572	4,1%	0,3%
châtaignier**	515	3,9%	488	3,6%	492	3,6%	496	3,5%	0,2%
chêne vert**	367	2,8%	390	2,9%	432	3,1%	432	3,1%	1,0%
frênes	271	2,0%	309	2,3%	359	2,6%	398	2,8%	2,6%
Douglas	231	1,7%	296	2,2%	332	2,4%	368	2,6%	2,2%
pin d'Alep	232	1,7%	236	1,7%	241	1,8%	254	1,8%	0,8%
charme	202	1,5%	197	1,5%	198	1,4%	204	1,5%	0,3%
pin noir	183	1,4%	188	1,4%	179	1,3%	194	1,4%	0,3%
bouleaux	199	1,5%	163	1,2%	156	1,1%	164	1,2%	0,0%
pin laricio	92	0,7%	109	0,8%	133	1,0%	153	1,1%	3,4%
robinier faux-acacia	136	1,0%	134	1,0%	131	0,9%	131	0,9%	-0,2%
mélèze d'Europe	95	0,7%	94	0,7%	96	0,7%	109	0,8%	1,4%
grands aulnes	94	0,7%	85	0,6%	82	0,6%	83	0,6%	-0,2%
chêne-liège**	72	0,5%	79	0,6%	79	0,6%	79	0,6%	0,1%
saules	57	0,4%	52	0,4%	61	0,4%	71	0,5%	3,1%
tremble	60	0,5%	60	0,4%	61	0,4%	63	0,5%	0,5%
grands érables	27	0,2%	33	0,2%	38	0,3%	57	0,4%	5,8%
pin à crochets	55	0,4%	56	0,4%	55	0,4%	56	0,4%	0,0%
autres feuillus	264	2,0%	245	1,8%	268	1,9%	290	2,1%	1,7%
autres résineux	118	0,9%	139	1,0%	153	1,1%	148	1,1%	0,6%
total feuillus**	8 484	63,7%	8 552	63,3%	8 769	63,7%	8 935	63,8%	0,4%
total résineux**	4 845	36,3%	4 953	36,7%	4 999	36,3%	5 063	36,2%	0,2%
sous-total**	13 329	100,0%	13 505	100,0%	13 768	100,0%	13 998	100,0%	0,4%
indéterminée	8		66		99		93		
Total	13 337		13 571		13 867		14 091		0,4%

* chênes pédonculé, rouvre et pubescent

** y compris surface estimée dans les types de formation non inventoriés du midi méditerranéen en 1994, 1999 et 2004

(Source : IFN, hors peupleraies, critère déterminé pour les seules forêts disponibles pour la production de bois pour lesquelles une essence principale a pu être affectée. Le taux de variation de la surface des chênes rouvre, pédonculé et pubescent ne peut être calculé car ces 3 chênes ont été agrégés en 2004 lorsqu'il y avait un doute sur la détermination des espèces)

Commentaire : la forêt française est très diversifiée avec 136 essences représentées : 76 feuillus et 60 résineux. Parmi elles, 65 essences ou groupes d'essences sont suffisamment représentés pour que l'Inventaire forestier national (IFN) les prenne en compte dans ses relevés dendrométriques (voir annexes 5 et 6).

Les peuplements à feuillus prépondérants restent majoritaires avec 64 % de la surface boisée et 8,9 millions d'hectares

(figure 3). Leur taux de progression est désormais supérieur à celui des résineux (+0,4 % par an contre +0,2 %). Les différentes espèces de chêne représentent actuellement plus de 40 % de la surface forestière métropolitaine. Parmi eux, les chênes rouvre et pédonculé couvrent 4,2 millions d'hectares, surface globalement stable depuis 10 ans (figure 2).

Les principales essences qui ont progressé pendant la dernière décennie sont les frênes, le chêne pubescent, le chêne vert, le hêtre, le chêne rouvre, le

pin laricio, le Douglas, le pin d'Alep et le sapin pectiné. Parmi elles, on peut distinguer les essences pionnières dont la progression peut s'expliquer par la dynamique des boisements spontanés (frênes, chêne pubescent, pin d'Alep, chêne vert) des essences favorisées par la sylviculture : boisement et reboisement (Douglas, pin laricio, sapin pectiné), conversion en futaie régulière (hêtre, chêne rouvre), conduite des peuplements (chêne rouvre, hêtre, frênes, sapin pectiné). Les différentes explications ne s'excluent pas l'une l'autre : l'extension du hêtre est sans doute à la fois liée à sa tendance naturelle à occuper l'espace, à des pratiques sylvicoles qui le favorisent notamment dans les chênaies-hêtraies sur plateau calcaire du Nord-Est ainsi qu'à une moindre appétence pour les grands Ongulés. Par ailleurs, la légère progression du châtaignier est le bilan de 2 phénomènes contraires : d'une part, le châtaignier régresse suite à l'abandon des vieilles châtaigneraies à fruits et à la transformation de certains peuplements, notamment dans le Massif Central et le midi méditerranéen ; d'autre part, il tend à devenir l'essence principale dans les peuplements où il était en mélange avec le chêne pédonculé lorsque l'entretien de ce dernier est progressivement abandonné, comme par exemple dans le Limousin.

Concernant les principales essences dont la surface diminue, différentes explications peuvent être avancées. L'essence qui régresse le plus rapidement est l'épicéa commun avec - 0,4 % par an équivalent à une perte annuelle de 2 600 hectares. Ce phénomène témoigne de la substitution progressive de l'épicéa commun par d'autres essences de reboisement (Douglas, feuillus, ...). Les régions les plus concernées sont le Limousin, Rhône-Alpes et l'Alsace.

Le recul plus faible du pin sylvestre est le bilan d'une extension par colonisation naturelle dans les régions du Sud de la

CRITÈRE 1 - SURFACE FORESTIÈRE

France et d'une réduction des surfaces par substitution d'essences lors de reboisements dans les autres régions (au profit du Douglas, du pin laricio, des résineux blancs ou des feuillus). Quant à la réduction des surfaces du pin maritime, elle doit être analysée en tenant compte des dates d'inventaire concernées : elle correspond en effet pour l'essentiel aux problèmes phytosanitaires du pin maritime en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et aux conséquences de l'ouragan de 1987 en Bretagne.

Enfin, de nombreux travaux sont en cours pour évaluer l'impact du changement climatique sur la répartition spatiale future des essences forestières. Parmi eux, on peut citer l'un des volets du projet Carbofor (voir § 1.4) intitulé : «Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières». Il a été mené sur 67 essences par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) en collaboration avec l'IFN, de 2002 à 2004. Les principaux résultats concluent à une possible extension de l'aire potentielle des essences atlantiques et méditerranéennes et à la régression de celle des essences montagnardes.

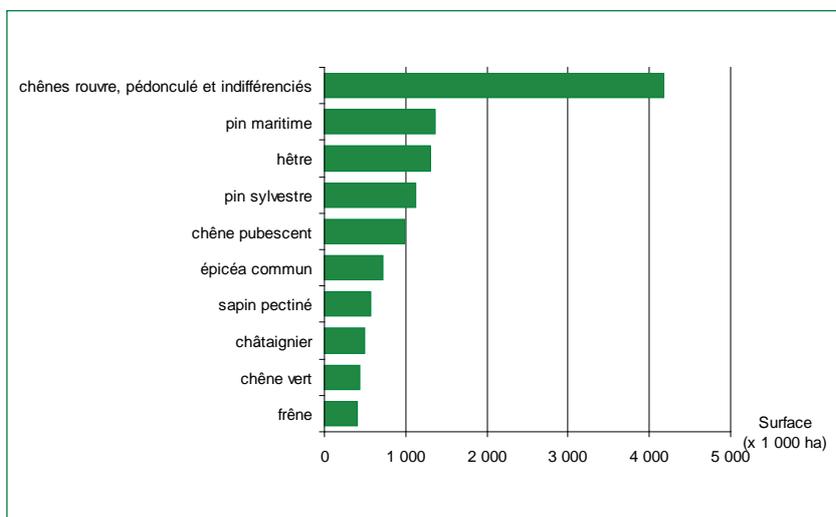


Figure 2 : Surface des 10 premières essences (source : IFN, 2004)

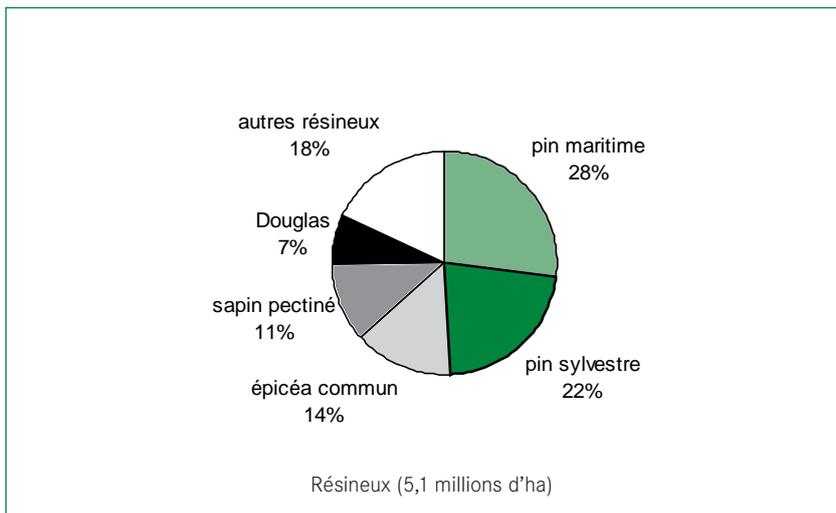
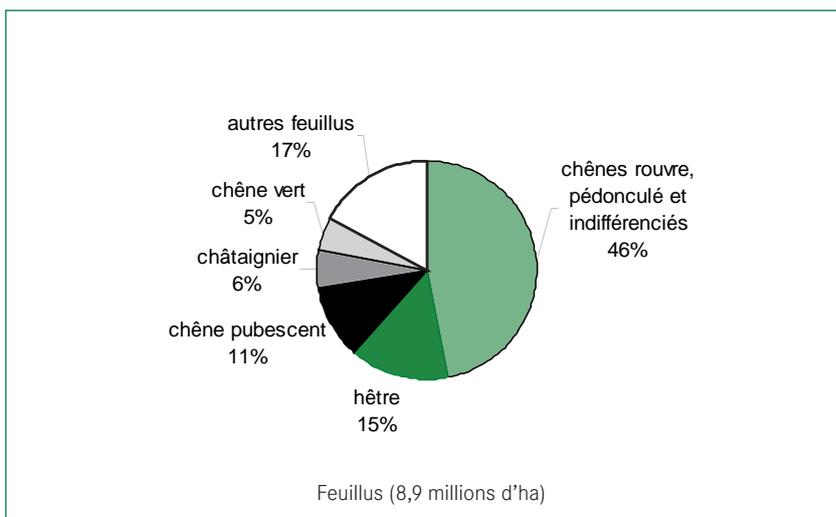


Figure 3 : Surface par essence principale (source : IFN, 2004)

INDICATEUR 1.2

VOLUME SUR PIED DES FORÊTS ET AUTRES TERRES BOISÉES, CLASSÉ PAR TYPE DE FORÊTS ET PAR DISPONIBILITÉ POUR LA PRODUCTION DE BOIS

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

VOLUME BOIS FORT IFN (découpe fin bout 7 cm)

Type de forêt	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
	milliers m³	%							
Feuillus	1 003 991	58,3%	1 069 993	57,7%	1 147 815	57,7%	1 219 036	57,3%	1,3%
Résineux	558 873	32,4%	612 343	33,0%	648 956	32,6%	696 938	32,8%	1,3%
Mixtes	159 687	9,3%	171 394	9,2%	194 093	9,7%	211 226	9,9%	2,1%
Total	1 722 550	100%	1 853 730	100%	1 990 864	100%	2 127 201	100%	1,4%

	m³/ha	m³/ha	m³/ha	m³/ha	%
Feuillus	119	126	133	139	1,0%
Résineux	150	163	172	184	1,2%
Mixtes	137	145	158	164	1,2%
Total	129	138	146	154	1,1%

(Source : IFN, hors peupleraies, pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois, à partir du volume tige sur écorce arrondi à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm)

Par ailleurs, l'augmentation du volume sur pied dans les peuplements feuillus est liée à la fois à l'extension de la surface feuillue et au vieillissement de certains peuplements, notamment en région Centre, en Midi-Pyrénées et en Rhône-Alpes.

Les peupleraies cultivées ont été traitées à part car le volume sur pied n'est estimé que dans les principaux départements concernés et reste donc sous-évalué (voir § 1.2.1).

Commentaire : le volume sur pied inventorié en forêt de production hors peupleraies atteint actuellement 2,1 milliards de m³ (exprimé en volume bois fort tige IFN). Son taux de progression est de +1,4 % par an et reste très supérieur à celui de la surface boisée : le volume moyen par ha est désormais de 154 m³/ha - contre 138 m³/ha il y a 10 ans : la capitalisation des bois sur pied déjà observée en 1999 se poursuit.

Cette évolution est observée dans la plupart des grands pays forestiers européens. Elle résulte à la fois d'une récolte inférieure à l'accroissement et de l'augmentation générale de productivité des peuplements forestiers constatée par ailleurs (voir § 3.1).

Les peuplements feuillus concentrent 57 % du volume sur pied contre un tiers pour les peuplements résineux et 10 % pour les peuplements mixtes (figure 4). Mais ce sont ces derniers qui voient leur volume sur pied progresser le plus rapidement, au rythme de +2,1 % par an. Ce phénomène est lié à la fois au rythme d'extension en surface des peuplements mixtes et à une forte capitalisation, notamment en montagne (Alpes, Jura et Pyrénées).

Les peuplements résineux présentent le plus fort volume à l'hectare, estimé actuellement à 184 m³/ha. Celui-ci progresse rapidement à la fois du fait de l'entrée en production de nombreux boisements et reboisements et d'une capitalisation dans certains peuplements âgés de montagne.

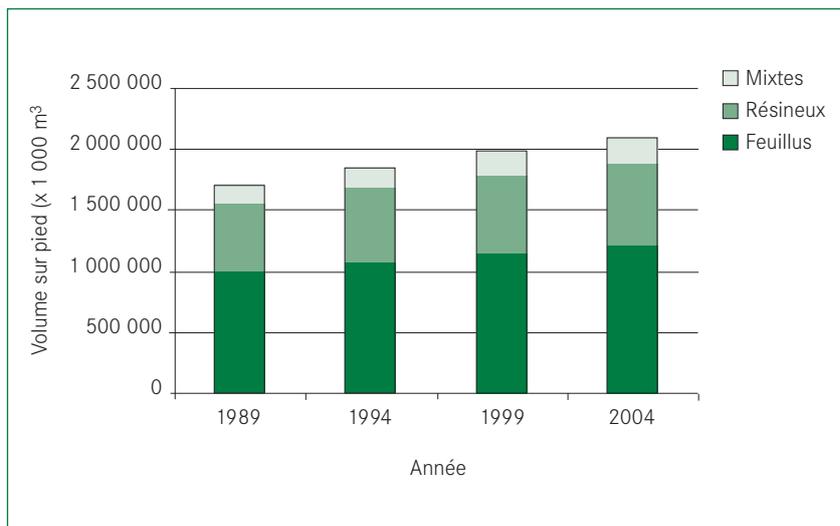


Figure 4 : Evolution du volume sur pied par type de forêt (source : IFN)

CRITÈRE 1 - VOLUME SUR PIED

INDICATEUR 1.2.1

Volume sur pied par structure forestière IFN

Forêts disponibles pour la production (y compris peupleraies)

Volume bois fort IFN (découpe fin bout 7 cm)

Structure forestière (hors peupleraies)	Année	Volume (x 1000 m ³)	% du volume	Volume par ha (m ³ /ha)	Taux de variation annuel Volume total 1994-2004
futaie régulière	1989	932 260	54,1%	162	2,1%
	1994	1 046 411	56,4%	174	
	1999	1 163 922	58,5%	181	
	2004	1 285 378	60,4%	190	
futaie irrégulière	1989	108 661	6,3%	149	-0,2%
	1994	108 891	5,9%	154	
	1999	111 892	5,6%	167	
	2004	107 198	5,0%	168	
taillis	1989	138 463	8,0%	58	0,2%
	1994	137 194	7,4%	61	
	1999	137 725	6,9%	65	
	2004	139 865	6,6%	67	
mélange futaie feuillue-taillis	1989	475 119	27,6%	129	0,5%
	1994	483 897	26,1%	135	
	1999	496 214	24,9%	142	
	2004	509 338	23,9%	148	
mélange futaie résineuse-taillis	1989	68 047	4,0%	100	1,0%
	1994	77 337	4,2%	104	
	1999	81 111	4,1%	109	
	2004	85 422	4,0%	112	
Total	1989	1 722 550		129	1,4%
	1994	1 853 730		138	
	1999	1 990 864		146	
	2004	2 127 201		154	

(Source : IFN, hors peupleraies, pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois, à partir du volume tige sur écorce arrêté à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm)

peupleraies en plein	1994	22 761		149	-2,2%
	1999	20 592		137	
	2004	18 273		121	

(Source : IFN, inventaire spécial des peupleraies en plein limité aux principaux départements concernés, à partir du volume tige sur écorce arrêté à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm ; l'état 1989 n'a pas pu être reconstitué)

Commentaire : le phénomène de capitalisation observé dans les forêts françaises concerne presque toutes les structures forestières. Il reste cependant plus marqué pour les futaies régulières dont le volume à l'hectare atteint aujourd'hui 190 m³/ha : d'une part, la poursuite de la conversion des mélanges futaie feuillue-taillis entraîne un flux de volume important vers les futaies régulières ; d'autre part, l'entrée en production des boisements et reboisements résineux aboutit à une véritable explosion des volumes sur pied, notam-

ment de Douglas (+6,8 % par an en futaie régulière). La progression des volumes résineux s'observe également dans les peuplements mêlés de taillis au rythme de 1 % par an. Par ailleurs, malgré les opérations de conversion, la capitalisation des bois sur pied se poursuit dans les mélanges futaie feuillue-taillis et les taillis. Ces derniers présentent actuellement un volume de 67 m³/ha.

Enfin, seules les peupleraies cultivées voient leur volume total et leur volume à l'hectare diminuer : cette évaluation est

liée au renouvellement récent des peupleraies cultivées qui entraîne un fort déséquilibre des classes d'âge (voir § 3.1). Elle correspond également à la diminution des surfaces, notamment en Champagne-Ardenne, Centre et Picardie qui ont perdu au total 6 000 hectares en 10 ans. L'extension de surface observée dans d'autres régions n'apporte bien entendu que de faibles volumes. Précisons à nouveau que les mesures dendrométriques des peupleraies cultivées ne concernent que les départements français les plus représentatifs.

CRITÈRE 1 - VOLUME SUR PIED

INDICATEUR 1.2.2

Volume sur pied par essence

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

Volume bois fort IFN (découpe 7 cm)

Essence	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
	volume total sur pied (x1000 m ³)	% du volume total	volume total sur pied (x1000 m ³)	% du volume total	volume total sur pied (x1000 m ³)	% du volume total	volume total sur pied (x1000 m ³)	% du volume total	
chênes rouvre et pédonculé	434 356	25,0%	467 151	25,2%	499 795	25,0%	524 989	24,6%	1,2%
hêtre	214 044	12,4%	222 683	12,0%	234 972	11,8%	241 727	11,3%	0,8%
pin maritime*	164 565	9,6%	186 395	10,0%	188 855	9,5%	200 267	9,4%	0,7%
sapin pectiné	145 114	8,4%	147 789	8,0%	156 560	7,8%	164 737	7,7%	1,1%
épicéa commun	124 454	7,2%	137 649	7,4%	152 197	7,6%	164 380	7,7%	1,8%
pin sylvestre	136 376	7,9%	137 574	7,4%	140 467	7,0%	142 736	6,7%	0,4%
châtaignier*	85 911	5,0%	90 150	4,9%	97 622	4,9%	101 091	4,7%	1,2%
charme	61 620	3,6%	67 575	3,6%	75 801	3,8%	81 917	3,8%	1,9%
chêne pubescent*	40 955	2,4%	46 230	2,5%	54 340	2,7%	67 937	3,2%	3,9%
frêne	40 875	2,4%	45 663	2,5%	51 764	2,6%	57 556	2,7%	2,3%
Douglas	15 454	0,9%	27 974	1,5%	41 256	2,1%	53 619	2,5%	6,7%
bouleau	38 555	2,2%	39 103	2,1%	39 524	2,0%	38 561	1,8%	-0,1%
pin noir	21 927	1,3%	23 369	1,3%	23 629	1,2%	25 609	1,2%	0,9%
tremble	21 210	1,2%	22 054	1,2%	22 443	1,1%	22 328	1,0%	0,1%
pin laricio	12 021	0,7%	15 274	0,8%	18 877	0,9%	21 738	1,0%	3,6%
robinier faux-acacia	16 789	1,0%	17 788	1,0%	18 190	0,9%	20 281	1,0%	1,3%
mélèze d'Europe	15 542	0,9%	15 309	0,8%	15 265	0,8%	19 740	0,9%	2,6%
grands aulnes	17 002	1,0%	17 151	0,9%	17 452	0,9%	19 464	0,9%	1,3%
grands érables	10 024	0,6%	11 433	0,6%	13 367	0,7%	16 074	0,8%	3,5%
cerisier ou merisier	10 875	0,6%	12 482	0,7%	14 223	0,7%	15 796	0,7%	2,4%
chêne vert*	10 714	0,6%	13 019	0,7%	14 421	0,7%	15 734	0,7%	1,9%
petits érables	10 568	0,6%	11 298	0,6%	13 004	0,7%	14 770	0,7%	2,7%
pin d'Alep	10 464	0,6%	10 976	0,6%	11 181	0,6%	13 543	0,6%	2,1%
tilleul	9 797	0,6%	10 992	0,6%	12 083	0,6%	12 931	0,6%	1,6%
autres feuillus	39 172	2,3%	38 540	2,1%	41 807	2,1%	45 424	2,1%	1,7%
autres résineux	14 166	0,8%	20 944	1,1%	27 247	1,4%	29 732	1,4%	3,6%
total feuillus*	1 062 468	61,7%	1 133 311	61,0%	1 220 810	61,2%	1 296 580	60,8%	1,4%
total résineux*	660 082	38,3%	723 253	39,0%	775 533	38,8%	836 101	39,2%	1,5%
Total*	1 722 550	100,0%	1 856 564	100,0%	1 996 343	100,0%	2 132 680	100,0%	1,4%

* y compris volume estimé dans les types de formation non inventoriés en 1994, 1999 et 2004

(Source : IFN, hors peupleraies, critère déterminé pour les seules forêts disponibles pour la production de bois, à partir du volume tige sur écorce arrêté à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm)

Commentaire : comme pour les autres données de l'IFN, les tempêtes de 1999 ne sont prises en compte que partiellement dans les chiffres annoncés pour 2004 (voir liste des départements et dates de lever dans l'annexe 3). Il est possible qu'elles aient modifié de façon significative le volume de certaines essences, notamment du hêtre et du pin maritime.

Les feuillus représentent plus de 60 % du volume sur pied avec 1,3 milliards de m³. Ils restent majoritaires dans la plupart

des régions françaises, à l'exception de l'Aquitaine, Rhône-Alpes, l'Auvergne, le Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur (carte 5).

Les 10 premières essences regroupent plus de 80 % du volume de bois sur pied en France (figure 5). Parmi elles, les chênes rouvre et pédonculé présentent actuellement un stock sur pied de 525 millions de m³ soit un quart du total.

Pratiquement toutes les essences ont vu leur volume progresser dans la dernière décennie, y compris celles dont la surfa-

ce a diminué comme l'épicéa commun, le pin sylvestre ou le pin maritime.

Les progressions les plus spectaculaires parmi les résineux sont celles du Douglas (+6,7 % par an) et du pin laricio (+3,6 %) dont les jeunes reboisements sont aujourd'hui en pleine croissance. Le volume d'épicéa commun augmente également de façon significative : il est actuellement de 187 m³/ha contre 152 m³/ha il y a 10 ans. La capitalisation se poursuit donc dans les pessières âgées. Par ailleurs, la faible progression des volumes

CRITÈRE 1 - VOLUME SUR PIED

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

de sapin pectiné observée en 2000 n'est pas confirmée par la mise à jour des données : les volumes à l'hectare continuent à augmenter et atteignent aujourd'hui 239 m³/ha.

Quant au pin maritime, c'est toujours la première essence résineuse française avec plus de 200 millions de m³ sur pied : la progression des volumes peut être directement reliée à l'arrivée à maturité de peuplements plus productifs issus de la ligniculture du massif landais.

Le volume des essences feuillues a également augmenté de façon significative dans la dernière décennie. Ce stock s'accroît chaque année de 16 millions de m³ dont 6 millions pour les seuls chênes rouvre et pédonculé. Compte tenu de la relative stabilité des surfaces de ces 2 essences, ce phénomène correspond uniquement à une capitalisation, liée à la conversion en futaie et au vieillissement des taillis : en effet, les peuplements à chênes rouvre et pédonculé prépondérants sont passés de 96 à 103 m³/ha en 10 ans. La forte augmentation du volume de chêne pubescent (+ 3,9 % par an) paraît liée à la fois au vieillissement des taillis et aux boisements spontanés.

essence principale	volume à l'ha de l'essence principale (m ³ /ha)			
	1989	1994	1999	2004
chênes rouvre et pédonculé	90	96	102	103
hêtre	130	131	134	136
pin maritime	113	130	132	142
sapin pectiné	228	226	230	239
épicéa commun	141	152	170	187
pin sylvestre	99	101	105	105
châtaignier	87	89	99	100
charme	55	57	64	67
chêne pubescent	41	46	50	56
frênes	73	75	76	76
Douglas	54	82	109	129
bouleaux	46	47	49	51
pin noir	108	110	116	117
tremble	64	65	69	68
pin laricio	119	124	127	129
robinier faux-acacia	64	71	73	78
mélèze d'Europe	129	128	127	146
grands aulnes	95	98	104	115
grands érables	53	56	60	66
cerisier ou merisier	35	37	35	38
chêne vert	23	26	28	30
petits érables	30	28	28	27
pin d'Alep	42	44	44	51
tilleuls	71	74	75	83
autres feuillus	45	48	48	48
autres résineux	63	84	104	116
total feuillus	83	88	93	94
total résineux	119	128	135	143
Total	96	102	108	112

(Source : IFN, hors peupleraies, critère déterminé pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois, à partir du volume tige sur écorce arrêté à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm. Seul le volume de l'essence principale est pris en compte et rapporté à la surface inventoriée de cette essence.)

La situation est différente pour les essences comme le hêtre ou les frênes, pour lesquels le volume total augmente plus vite que le volume à l'hectare. En effet, celui-ci est passé respecti-

vement de 131 à 136 m³/ha et de 75 à 76 m³/ha en 10 ans : c'est sans doute dans les peuplements où ces essences sont secondaires que la progression du volume sur pied est la plus significative.

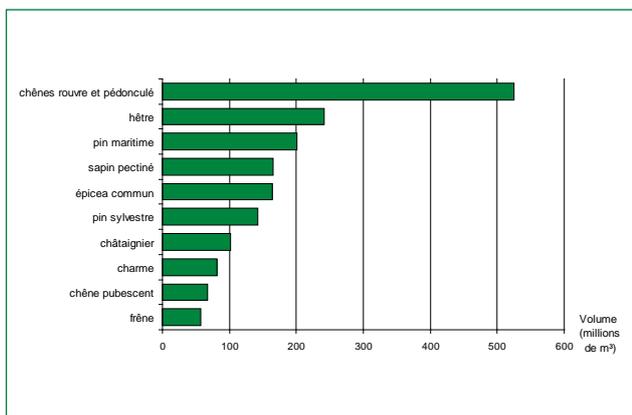
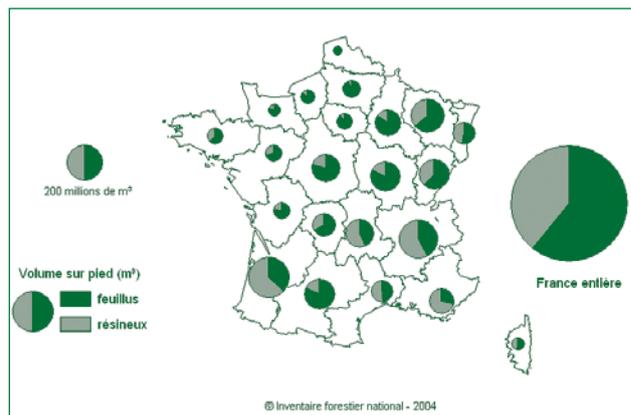


Figure 5 : Volume sur pied des 10 premières essences (source : IFN, 2004)



Carte 5 : Volume sur pied par région administrative et groupe d'essences (source : IFN, 2004)

CRITÈRE 1- STRUCTURE PAR CLASSE D'ÂGE ET/OU CLASSE DE DIAMÈTRE

INDICATEUR 1.3

Structure par classe d'âge et/ou classe de diamètre des forêts et autres terres boisées, classées par type de forêts et par disponibilité pour la production de bois

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

Classes d'âge des futaies régulières

Commentaire : plus de la moitié des futaies régulières ont aujourd'hui moins de 60 ans ; la classe d'âge la plus représentée est la classe 20-40 ans avec 20 % de la surface.

Le tableau confirme les tendances déjà enregistrées en 1999 : d'une part, une réduction de la surface des peuplements de moins de 20 ans et de plus de 180 ans ; d'autre part, une progression pour les classes 20 à 180 ans. Exprimées en proportion (figure 6), ces tendances sont accentuées pour les jeunes peuplements qui passent de 20 % à 16,5 % du total en 15 ans et pour les peuplements âgés dont la part diminue dès 140 ans.

La ventilation de ces résultats par groupe d'essences montre en fait une situation contrastée selon qu'il s'agit des feuillus ou des résineux. Ainsi, la réduction de la classe 0-20 ans est uniquement le fait des résineux et atteste du ralentissement du rythme de boisement et de reboisement, essentiellement en épicéa et en pin sylvestre. A contrario, les jeunes peuplements feuillus progressent, sans doute autant du fait des régénérations et conversions que des accrus naturels.

La progression des classes d'âge entre 20 et 180 ans ne peut s'expliquer uniquement par les flux mécaniques entre classes d'âge. Elle est évidemment à rapprocher de la conversion des taillis et mélanges futaie-taillis en futaie régulière observée au § 1.1.3 qui entraîne un apport important, notamment dans les classes 40 à 120 ans pour les chênes rouvre et pédonculé.

Enfin, la régression des futaies âgées de plus de 180 ans est surtout le fait du chêne pédonculé, du hêtre et du châtaignier (voir § 4.3.1).

Classe d'âge (ans)	1989		1994		1999		2004		taux de variation annuel
	x1000 ha	%							
0-19	1 163	20,2%	1 133	18,8%	1 105	17,2%	1 118	16,5%	-0,1%
20-39	1 152	20,0%	1 190	19,8%	1 356	21,1%	1 351	20,0%	1,3%
40-59	881	15,3%	930	15,4%	1 001	15,6%	1 134	16,8%	2,0%
60-79	753	13,1%	817	13,6%	882	13,7%	956	14,1%	1,6%
80-99	585	10,2%	644	10,7%	715	11,1%	779	11,5%	1,9%
100-119	397	6,9%	432	7,2%	468	7,3%	519	7,7%	1,9%
120-139	330	5,7%	363	6,0%	383	6,0%	395	5,8%	0,8%
140-159	292	5,1%	309	5,1%	308	4,8%	313	4,6%	0,1%
160-179	61	1,1%	69	1,1%	76	1,2%	71	1,0%	0,3%
180-199	47	0,8%	48	0,8%	48	0,7%	46	0,7%	-0,4%
200-219	36	0,6%	34	0,6%	33	0,5%	35	0,5%	0,3%
220-239	36	0,6%	34	0,6%	33	0,5%	35	0,5%	0,3%
240 et plus	18	0,3%	18	0,3%	15	0,2%	16	0,2%	-1,2%
Indéterminée	2	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	
Total	5 753	100,0%	6 021	100,0%	6 423	100,0%	6 768	100,0%	1,2%

(Source : IFN, hors peupleraies, pour les seules futaies régulières des forêts inventoriées disponibles pour la production, à partir de la mesure de l'âge par classe de 20 ans dans les peuplements réguliers équiennes, par classe de 30 à 80 ans dans les peuplements réguliers inéquiennes)

Rappelons pour conclure que les futaies régulières ne concernent que 49 % de la surface inventoriée et que cette étude

doit être complétée par une analyse par classe de diamètre qui permet de s'affranchir des structures forestières.

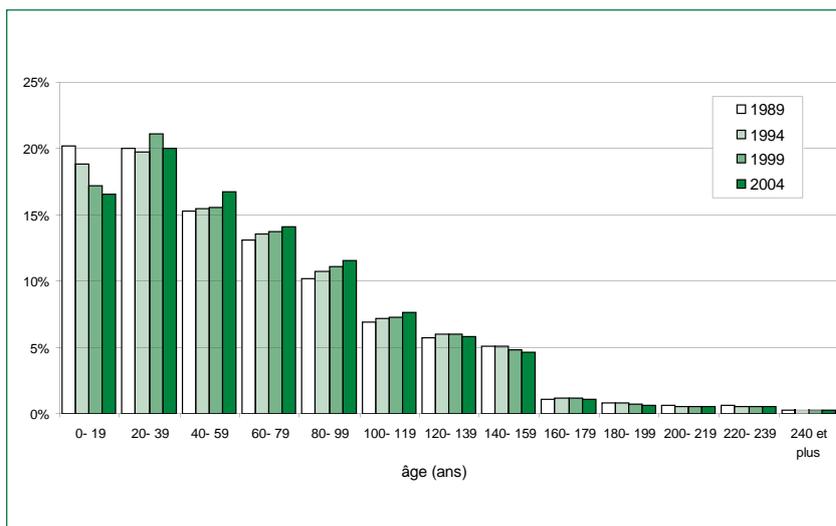


Figure 6 : Evolution de la surface des futaies régulières par classe d'âge (source : IFN, France entière)

CRITÈRE 1 - STRUCTURE PAR CLASSE D'ÂGE ET/OU CLASSE DE DIAMÈTRE

Classes de diamètre (toutes structures confondues)

Volume bois fort IFN (découpe 7 cm)

Type de forêt	classe de diamètre	1989		1994		1999		2004		1994-2004 taux de variation annuel
		volume (x1000 m ³)	% volume							
Feuillus	10-25 cm	467 329	46,6%	489 208	45,7%	515 941	45,0%	536 165	44,0%	0,9%
	30-55 cm	431 611	43,0%	466 916	43,6%	503 265	43,9%	540 050	44,3%	1,5%
	60-85 cm	93 970	9,4%	103 093	9,6%	116 886	10,2%	130 445	10,7%	2,4%
	90-115 cm	8 946	0,9%	9 005	0,8%	9 759	0,9%	10 637	0,9%	1,7%
	120 cm et plus	1 872	0,2%	1 615	0,2%	1 833	0,2%	1 738	0,1%	0,7%
Somme Feuillus		1 003 728	100,0%	1 069 836	100,0%	1 147 684	100,0%	1 219 034	100,0%	1,3%
Résineux	10-25 cm	211 842	37,9%	233 798	38,2%	253 056	39,0%	256 946	36,9%	0,9%
	30-55 cm	307 865	55,1%	336 007	54,9%	352 144	54,3%	390 584	56,0%	1,5%
	60-85 cm	36 807	6,6%	39 971	6,5%	41 004	6,3%	47 004	6,7%	1,6%
	90-115 cm	2 038	0,4%	2 100	0,3%	2 321	0,4%	2 320	0,3%	1,0%
	120 cm et plus	147	0,0%	116	0,0%	86	0,0%	85	0,0%	-3,1%
Somme Résineux		558 699	100,0%	611 993	100,0%	648 611	100,0%	696 938	100,0%	1,3%
Mixtes	10-25 cm	61 811	38,7%	65 613	38,3%	74 365	38,4%	79 980	37,9%	2,0%
	30-55 cm	83 376	52,2%	89 417	52,2%	100 449	51,8%	109 299	51,7%	2,0%
	60-85 cm	13 377	8,4%	14 780	8,6%	17 456	9,0%	20 468	9,7%	3,3%
	90-115 cm	824	0,5%	1 129	0,7%	1 419	0,7%	1 321	0,6%	1,6%
	120 cm et plus	259	0,2%	234	0,1%	186	0,1%	158	0,1%	-3,9%
Somme Mixtes		159 647	100,0%	171 174	100,0%	193 875	100,0%	211 226	100,0%	2,1%
Tous types	10-25 cm	740 983	43,0%	788 620	42,6%	843 362	42,4%	873 090	41,0%	1,0%
	30-55 cm	822 852	47,8%	892 339	48,2%	955 858	48,0%	1 039 933	48,9%	1,5%
	60-85 cm	144 153	8,4%	157 844	8,5%	175 346	8,8%	197 916	9,3%	2,3%
	90-115 cm	11 808	0,7%	12 234	0,7%	13 500	0,7%	14 277	0,7%	1,6%
	120 cm et plus	2 278	0,1%	1 966	0,1%	2 104	0,1%	1 981	0,1%	0,1%
Sous-total		1 722 074	100,0%	1 853 003	100,0%	1 990 171	100,0%	2 127 198	100,0%	1,4%
indéterminée		476		727		693		3		
Total		1 722 550		1 853 730		1 990 864		2 127 201		1,4%

(Source : IFN, hors peupleraies, critère déterminé pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois, à partir du volume tige sur écorce arrêté à la découpe 7 cm et pour les tiges de diamètre à 1,30 m supérieur à 7,5 cm ; la classe de diamètre A désigne les tiges de diamètre compris entre A-2,5cm et A+2,5cm)

Commentaire : les tempêtes de 1999 ne sont prises en compte que partiellement dans les chiffres annoncés pour 2004. Différentes études ayant montré que les bois ont été d'autant plus affectés que leur diamètre était élevé, la répartition par classe de diamètre pourrait avoir été sensiblement modifiée.

L'augmentation des volumes sur pied touche toutes les classes de diamètre à l'exception de la classe 10 cm qui diminue et de la classe 120 cm et plus, qui reste quasiment stable (figure 7). Malgré la diminution du nombre de tiges de 10 cm, le volume sur pied des petits

bois (10-25 cm) augmente dans tous les types de forêt. La ventilation par essence montre que cette progression est surtout le fait du Douglas, des résineux blancs et des feuillus autres que le chêne et le hêtre (voir annexe 11). Le volume des bois moyens (30-55 cm) augmente également, particulièrement pour le Douglas et les autres feuillus.

La progression du volume des gros bois (60-85 cm) est surtout marquée dans les peuplements feuillus, notamment les chênaies et dans les peuplements mixtes. Quant au volume des 120 cm et plus, il diminue dans les peuplements

résineux et mixtes mais la précision des données reste faible vu les volumes considérés.

Rapportés au volume total, ces résultats montrent que la capitalisation observée est concentrée dans les bois moyens qui représentent aujourd'hui près de 50 % du total et dans les gros bois qui passent de 8,5 % à 9,3 % en 10 ans. La part des très gros bois (90 cm et plus) reste stable.

La proportion de petits bois continue par contre à régresser, tant en nombre de tiges qu'en volume. Ce phénomène

CRITÈRE 1- STRUCTURE PAR CLASSE D'ÂGE ET/OU CLASSE DE DIAMÈTRE

est surtout marqué dans les chênes rouvre et pédonculé dont le nombre de tiges de 10 cm a diminué de 25 % en 10 ans. Compte tenu de la progression des jeunes classes d'âge en futaie régulière, il peut être attribué pour l'essentiel aux taillis-sous-futaie : leur conversion en futaie entraîne une forte diminution des tiges de taillis de chêne et de charme.

Par ailleurs, l'ampleur des évolutions observées dans les densités et les volumes paraît différente pour une même classe de diamètre : ceci est dû à la progression du volume de l'arbre moyen, elle-même liée pour l'essentiel à une augmentation de sa hauteur moyenne. Il est cependant difficile de conclure quant à un éventuel impact de la sylvi-

culture ou de l'augmentation de productivité sur la forme des arbres ; en effet, un changement de méthode de calcul des diamètres par l'Inventaire forestier national (IFN) pourrait avoir entraîné un léger biais, nécessitant une analyse plus approfondie.

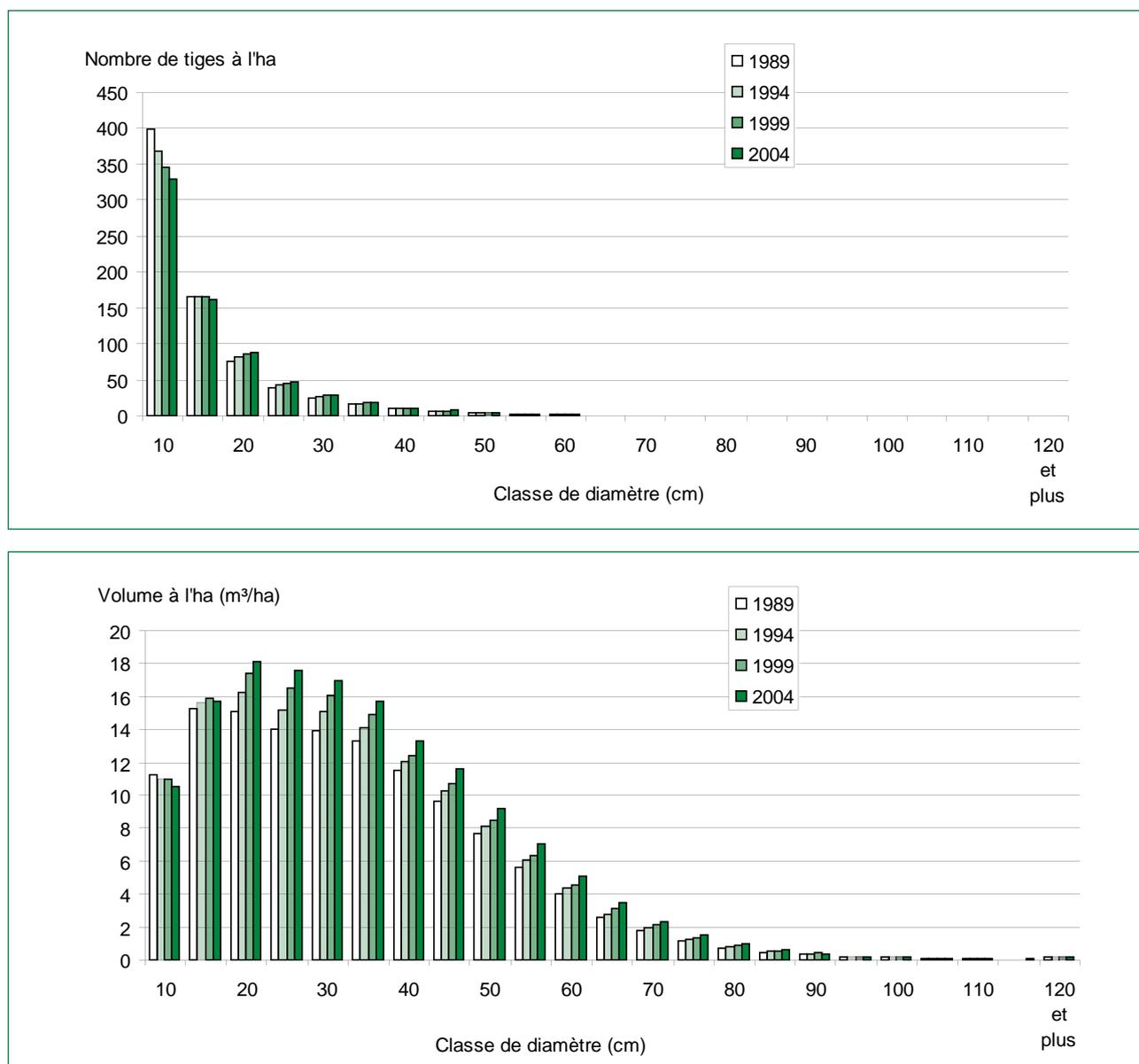


Figure 7 : Evolution du nombre de tiges et du volume sur pied à l'ha par classe de diamètre (source : IFN, France entière)

CRITÈRE 1 - STOCK DE CARBONE

INDICATEUR 1.4

Stock de carbone de la biomasse ligneuse et des sols des forêts et autres terres boisées

Forêts disponibles pour la production (hors peupleraies)

Compartiment	Stock de carbone (millions de tonnes)				Puits de carbone (millions de tonnes/an)
	1989	1994	1999	2004	1994-2004
Biomasse aérienne des arbres	603	654	714	765	11,1
Biomasse souterraine des arbres	172	187	204	219	3,2
Sous-total Biomasse forestière	775	841	917	984	14,3
rapporté à l'ha (t C/ha)	58	63	67	71	0,9
Sols forestiers (litière incluse)	ND	ND	1 074	1 074	ND
Total	ND	ND	1 991	2 058	ND
rapporté à l'ha (t C/ha)	ND	ND	146	149	ND

(Source : IFN, hors peupleraies, pour les seules forêts inventoriées disponibles pour la production de bois, en utilisant les tarifs de cubage du LERFOB et les coefficients "facteurs d'expansion racines", "densité du bois" et "taux de carbone" cités dans le Rapport final du projet CARBOFOR France - 2004; DSF 1993-94 pour l'estimation du stock de carbone dans les sols forestiers à partir des analyses de sols du réseau européen de suivi des dommages forestiers (540 placettes) ; l'estimation comprend le carbone de la litière et de l'horizon 0-30 cm ; la mise à jour n'étant pas disponible avant 2006, on a conservé la valeur 1999 en 2004).

⇒ Nota : ce tableau relève d'une approche physique qui ne préjuge pas des règles de comptabilisation relatives au suivi des engagements de la France dans le cadre du Protocole de Kyoto.

Commentaire : la forêt est le plus important des écosystèmes terrestres pour le stockage de carbone ; c'est pourquoi elle constitue un levier important de la politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

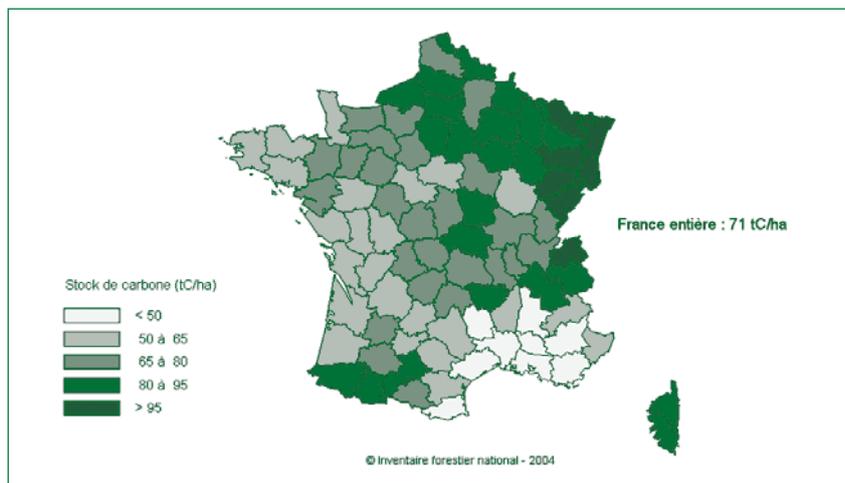
Le stock de carbone en forêt est réparti pour l'essentiel entre la matière organique des sols et la biomasse des arbres. Le stock de carbone des sols forestiers a été évalué en 1993-94 sur les 540 placettes du réseau européen de suivi des dommages forestiers (voir § 2.3). Estimé à 79 tonnes par hectare, il représente 54 % du stock total évalué en forêt. Cette proportion est légèrement inférieure à celle annoncée en 1999 (60 %), du fait de la réévaluation à la hausse du stock dans la biomasse des arbres. La mise à jour des données étant prévue pour 2006, l'évolution dans le temps reste méconnue : s'il semble acquis que le carbone du sol augmente avec l'âge dans les nouveaux peuplements (colonisation naturelle ou boisement de terres agricoles et de landes), les variations sont plus incertaines dans les forêts constituées de longue date. Par ailleurs, la mise en place d'un Réseau de mesure de la qualité des sols devrait permettre d'estimer les stocks et flux de carbone des sols dans les autres terres boisées (voir § 2.2).

Le carbone contenu dans la biomasse des arbres est à l'image du volume sur pied en progression régulière : il atteint désormais 984 millions de tonnes dans les forêts de production inventoriées

hors peupleraies, soit 71 tonnes par hectare. La biomasse souterraine des arbres représente plus de 20 % de ce total. Le stockage annuel net ou « puits » est évalué à 14,3 millions de tonnes de carbone par an pour la période 1986-96 (données disponibles 1994-2004). Ce puits représente 13 % des émissions brutes de carbone hors prise en compte de la forêt, de l'utilisation des terres et de leur changement (voir § 1.4.1). Ces estimations révisent assez sensiblement à la hausse les évaluations publiées dans les Indicateurs 2000 : les valeurs datées 1994 et 1999 du stock de carbone, estimées à 51 et 55 tonnes par hectare sont aujourd'hui réévaluées respectivement à 63 et 67 tonnes. Elles résultent des conclusions du rapport final

du projet CARBOFOR, publié en 2004 qui a notamment modifié les proportions de branches et de racines applicables aux volumes IFN (encadré 2).

Les stocks de carbone les plus importants sont localisés dans le Nord-Est de la France (Alsace, Lorraine, Franche-Comté), dans le Nord des Alpes et dans la partie occidentale du massif pyrénéen (carte 6). Les régions méditerranéennes présentent les valeurs les plus faibles. Ces résultats sont liés à la fois aux volumes des tiges (volumes IFN) et aux proportions de branches. C'est pourquoi les peuplements feuillus présentent un stock de carbone par hectare supérieur à celui des résineux bien que leur volume IFN par hectare soit inférieur (76 t C/ha contre 62 t C/ha pour les résineux).



Carte 6 : Stock moyen de carbone à l'hectare dans la biomasse forestière par département au dernier inventaire (source : IFN, 2004)

CRITÈRE 1 - STOCK DE CARBONE

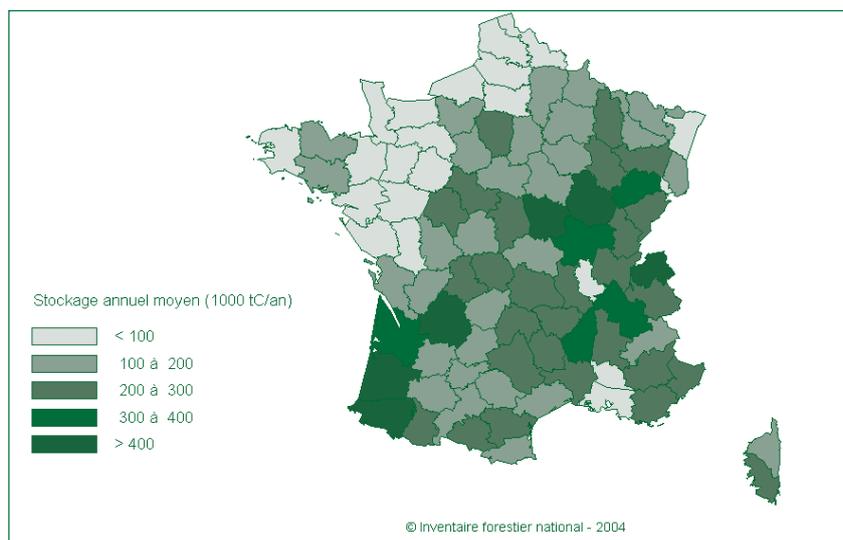
Les puits les plus importants se situent sur une large diagonale Sud-Ouest / Nord-Est, où ressortent les régions Aquitaine et Bourgogne (carte 7). Cette situation a sans doute été modifiée par les tempêtes de 1999 qui ne sont prises en compte que partiellement en 2004. En effet, la plupart des inventaires départementaux réalisés à partir de 2000 l'ont été dans des régions peu affectées par les tempêtes. La nouvelle méthode d'inventaire annuel devrait permettre de mettre à jour prochainement ces estimations.

Les résultats observés en Aquitaine doivent être analysés avec prudence : s'ils peuvent être reliés à la forte augmentation de productivité du pin maritime, il reste à vérifier si le changement de méthode de mesure des diamètres n'est pas également en cause (impact sur les tarifs de cubage utilisés). En effet, les Landes et la Gironde restent caractérisés par un taux de prélèvement de bois important qui tend à contredire ces résultats.

Ces estimations ne concernent que les forêts de production inventoriées hors peupleraies, pour lesquelles des données fiables sont disponibles. Par ailleurs, d'autres compartiments n'ont pu être pris en compte dans cet indicateur, faute d'éléments fiables : le bois mort et la part de biomasse vivante constituée par le sous-bois ligneux ou non et le feuillage. Un travail important reste donc à accomplir pour une évaluation complète du stockage de carbone en forêt par compartiment :

- biomasse vivante : prise en compte des autres formations boisées, des peupleraies et des autres terres boisées (landes) ; dans toutes les formations, prise en compte des tiges non recensables, des ligneux bas, de la végétation non ligneuse et du feuillage
- bois mort : prise en compte dans toutes les formations
- sols et litière : prise en compte des peupleraies et des autres terres boisées (landes).

La contribution de la forêt à la prévention d'un accroissement de l'effet de serre ne se limite pas au stock de carbone en forêt. L'utilisation du bois produit à partir du CO₂ atmosphérique permet non seulement d'augmenter le carbone stocké de



Carte 7 : Variation annuelle du stock de carbone dans la biomasse forestière par département, entre les 2 derniers inventaires (source : IFN, 2004)

manière durable dans les produits forestiers (bâtiment, construction) mais aussi de réaliser des économies d'énergies fossiles. En effet, d'une part, l'usage du bois comme combustible permet d'éviter l'utilisation d'énergie fossile ; d'autre part, la

mise en œuvre du bois requiert à performance équivalente une consommation énergétique moindre que celle de matériaux concurrents (acier, béton, PVC, etc.). Cette dernière contribution reste cependant difficile à quantifier.

Encadré 2 : le projet CARBOFOR

Le projet CARBOFOR sur la séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France a été mené de 2002 à 2004 par de nombreux partenaires et financé par le Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) et le Ministère chargé des forêts (MAP) via le Gip Ecofor. Cette étude a permis de comparer les réponses des écosystèmes à un scénario climatique régionalisé 1960-2100 en terme de cycle du carbone, de biogéographie et de vulnérabilité aux pathogènes majeurs. L'Institut national de la recherche agronomique (INRA), l'Inventaire forestier national (IFN) et le Laboratoire d'études des ressources forêt-bois (LERFOB) ont notamment proposé une nouvelle méthode de calcul des stocks de carbone dans la biomasse des arbres à l'échelle nationale. Les modifications par rapport à la version 2000 des Indicateurs sont les suivantes :

- le volume aérien total des arbres est basé sur les tarifs de cubage construits par le LERFOB à partir des archives de la recherche forestière française : il en résulte un facteur d'expansion branches moyen de 1,61 pour les feuillus et 1,33 pour les résineux contre respectivement 1,40 et 1,30 (coefficients moyens FAO/UNECE) ;

- les facteurs d'expansion racines, la densité du bois et le taux de carbone ont été modifiés à partir d'une analyse bibliographique. Les premiers ont été réévalués de 1,14 à 1,28 pour les feuillus et de 1,15 à 1,30 pour les résineux. La densité du bois, initialement fixée à 0,53 pour les feuillus et 0,39 pour les résineux a été estimée respectivement à 0,55 et 0,44. Enfin, le taux de carbone a été fixé à 0,475 au lieu de 0,5.

Ces modifications aboutissent à un ratio global (t C/m³ IFN) de 0,53 pour les feuillus et 0,36 pour les résineux, contre respectivement 0,42 et 0,30 dans les Indicateurs 2000. Elles sont liées pour l'essentiel à l'utilisation des tarifs de cubage par grands types d'essences du LERFOB. Ceux-ci restent à confirmer mais paraissent d'ores et déjà plus satisfaisants que l'application de coefficients globaux feuillus/résineux.

CRITÈRE 1 - STOCK DE CARBONE

INDICATEUR 1.4.1

Emissions annuelles de carbone

Commentaire : le gaz carbonique (CO₂) est l'un des principaux gaz à effet de serre : en 2002, il contribuait pour plus de 70% au pouvoir de réchauffement global net observé en France. L'indicateur proposé permet de replacer le rôle des forêts et de l'utilisation des terres dans les émissions globales de carbone en France.

Les émissions annuelles brutes de carbone sont estimées en 2002 à 107 millions de tonnes si l'on exclut les flux liés à l'utilisation des terres, à leur changement et à la forêt (UTCF). Elles sont liées pour l'essentiel à la consommation d'énergie fossile, ce qui entraîne une grande sensibilité des données aux variations climatiques. Les principaux secteurs concernés sont le transport routier, le résidentiel/tertiaire, l'industrie manufacturière et la transformation d'énergie. La comparaison avec 1990, année de référence du Protocole de Kyoto, montre une quasi-stabilité des émissions brutes hors UTCF en France métropolitaine. Ce phénomène est lié notamment à l'augmentation du trafic routier qui réduit les efforts accomplis dans d'autres domaines comme la transformation d'énergie par exemple.

Les émissions nettes de carbone affichent une réduction plus sensible avec 94 millions de tonnes en 2002. Rapportées à la population française, elles représentent 1,58 tonnes par habitant en 2002 contre 1,75 en 1990. Ces résultats mettent en évidence l'importance du puits forestier dans la politique de réduction des gaz à effet de serre en France. En effet, le puits net de carbone est passé de 7 à 13 millions de tonnes depuis 1990 et a progressé de 2 millions de tonnes sur les 5 dernières années. Ce puits est lié pour l'essentiel au différentiel entre accroissement et récolte de bois en forêt qui s'est accru pendant cette période. Cette tendance lourde peut être inversée de manière conjoncturelle lors d'événements accidentels de grande ampleur, comme les tempêtes de 1999. La répétition de tels événements n'est par ailleurs pas exclue dans le contexte du changement climatique en cours. Ces chiffres ne sont pas directement comparables à ceux du § 1.4 car les méthodes utilisées

	Unités	1990	1992	1997	2002	Taux de variation annuel 1992-2002
émissions annuelles brutes de CO ₂ hors UTCF (hors utilisation des terres, leur changement et la forêt)	en millions de tonnes-équivalent carbone	106	110	107	107	-0,3%
puits net de CO ₂ (UTCF : utilisation des terres, leur changement et la forêt)	en millions de tonnes-équivalent carbone	7	7	11	13	6,4%
émissions annuelles nettes de CO ₂	en millions de tonnes-équivalent carbone	99	103	96	94	-0,9%
	en tonnes-équivalent carbone par habitant	1,75	1,79	1,64	1,58	-1,3%

(Source : Citepa/Coralie/format UNFCCC - France métropolitaine - mise à jour au 19/12/2003 et INSEE/Recensement général de la population ; le puits net de CO₂ est le bilan du déstockage (émissions) et du stockage de carbone (puits brut) observés lors des changements d'utilisation des terres et en forêt (UTCF) ; la principale émission concerne la récolte de bois en forêt et dans les formations arborées hors forêt ; l'accroissement en volume de la biomasse des arbres constitue inversement l'essentiel du puits brut de carbone ; la différence entre émissions brutes hors UTCF et puits net représente les émissions nettes).

et les champs concernés sont en partie différents (voir encadré 3).

Les mesures à mettre en œuvre pour limiter les émissions de CO₂ en France ont été décrites dans le Plan Climat 2004 et prévoient d'économiser 54 millions de tonnes d'équivalent CO₂ par

an à l'horizon 2010 soit 15 millions de tonnes-équivalent carbone. Concernant le secteur forestier, les principales mesures concernent la valorisation des produits issus de la biomasse (bois-énergie et bois-construction) et l'accroissement du puits de carbone forestier.

Encadré 3 : estimation du puits net de carbone par le CITEPA

Le puits net de carbone lié à l'utilisation des terres, à leur changement et à la forêt (UTCF) est estimé chaque année par le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (CITEPA). Il est basé sur différentes estimations :

➤ les variations de stocks forestiers sont calculées à partir :

- d'une estimation de l'accroissement de la biomasse des arbres en forêt et hors forêt, issue des données de l'Inventaire forestier national (IFN) ; cette estimation constitue un puits brut ;

- d'une évaluation de la récolte basée sur les données du Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) pour ce qui est de la récolte commercialisée et de l'Observatoire de l'Énergie pour ce qui concerne l'autoconsommation. La récolte totale constitue une émission brute ;

➤ les défrichements (émission brute)

➤ les variations de stock de carbone provenant du changement d'affectation des sols : conversion des prairies et terres agricoles non cultivées en forêts et des prairies en terres agricoles non cultivées d'une part (puits), conversion des forêts et des prairies en terres agricoles d'autre part (source). Le bilan est négatif, ce qui induit une émission nette.

Concernant les variations de stocks forestiers, la méthode du CITEPA consiste à estimer directement les flux de carbone en forêt (accroissement et récolte). Elle diffère donc de la méthode exposée au § 1.4 qui repose sur une comparaison de stocks à différentes dates et reste limitée aux forêts de production inventoriées par l'IFN. Par ailleurs, les coefficients d'expansion utilisés par le CITEPA pour corriger l'accroissement sont différents de ceux utilisés par l'IFN dans le § 1.4.

Enfin, les émissions nettes de carbone par le sol pendant 15 à 30 ans suite à une coupe forte ou rase ne sont pas prises en compte actuellement.