

Les forêts françaises après les tempêtes de décembre 1999

Département de la Loire



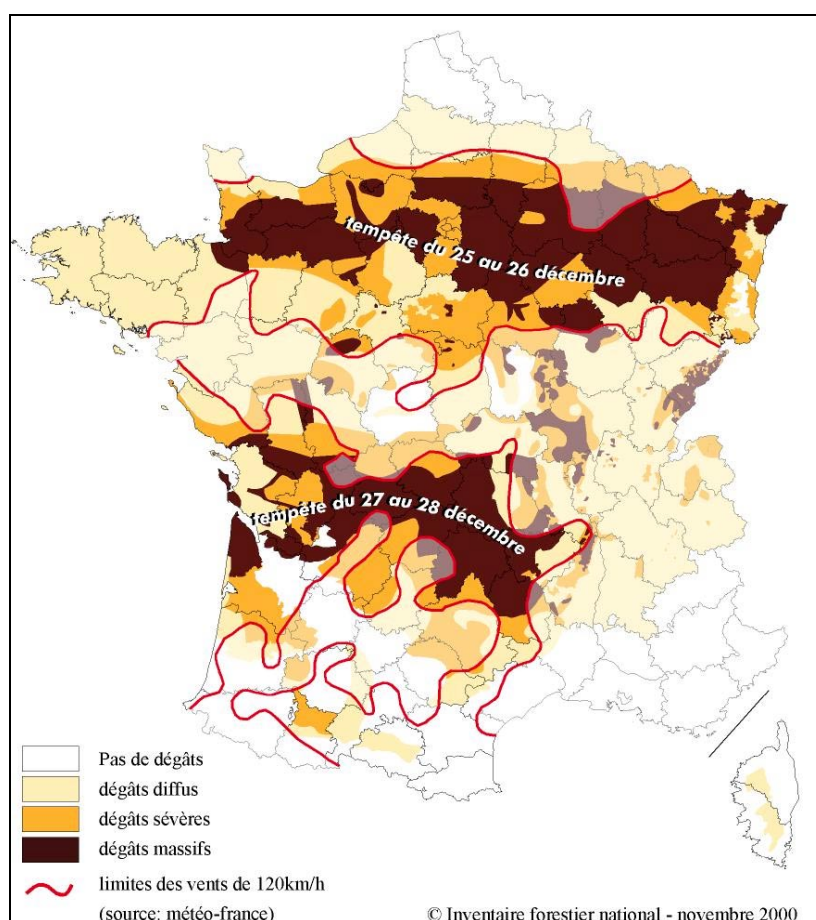
1	ÉVALUATION DES DÉGÂTS EN FRANCE	3
1.1	ESTIMATION NATIONALE.....	3
1.2	ESTIMATION RÉGIONALE.....	4
1.3	ESTIMATION PAR TYPE DE DÉGÂT	4
1.4	EXPOSITION DES FORÊTS AUX INTEMPÉRIES.....	5
1.5	HISTORIQUE DE LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION	6
1.6	MÉTHODES MISES EN ŒUVRE	8
1.6.1	<i>Interprétation de photographies aériennes.....</i>	8
1.6.2	<i>Interprétation d'images satellitaires.....</i>	9
1.6.3	<i>Retour sur le terrain des équipes de l'IFN.....</i>	9
1.6.4	<i>Interprétation de photographies aériennes et retour partiel sur le terrain.</i>	9
1.7	QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LES MÉTHODES D'ÉVALUATION DES CHABLIS ET LEUR PRÉCISION : LES ENSEIGNEMENTS DES RETOURS SUR LE TERRAIN.....	10
2	MÉTHODE UTILISÉE DANS LE DÉPARTEMENT	12
2.1	CARACTÉRISTIQUES DES PRISES DE VUES	12
2.2	CARACTÉRISTIQUES DE LA CARTOGRAPHIE DES DÉGÂTS.....	13
2.3	CROISEMENT AVEC LA BASE DE DONNÉES CARTOGRAPHIQUE.....	13
2.4	CROISEMENT AVEC LA BASE DE DONNÉES DENDROMÉTRIQUE	13
2.5	RETOUR SUR LE TERRAIN	14
2.6	RAPPEL DES CARACTÉRISTIQUES DU PRÉCÉDENT INVENTAIRE	14
2.7	ACTUALISATION DES DONNÉES D'INVENTAIRE	14
2.7.1	<i>Méthode d'actualisation.....</i>	14
2.7.2	<i>Résultats de l'actualisation.....</i>	16
3	CHABLIS DU DÉPARTEMENT	16
3.1	ESTIMATION DES SURFACES PAR CLASSE DE DÉGÂT	16
3.1.1	<i>Par propriété</i>	16
3.1.2	<i>Par essence principale et classe de propriété.....</i>	17
3.1.3	<i>Par région forestière.....</i>	18
3.1.4	<i>Par type de formation végétale.....</i>	18
3.2	CARTE DES DÉGÂTS.....	19
3.3	ESTIMATION DU VOLUME DE CHABLIS ET DU TAUX DE DÉGÂT	20
3.3.1	<i>Par propriété</i>	20
3.3.2	<i>Par essence.....</i>	20
3.3.3	<i>Par région forestière et essence.....</i>	21
3.3.4	<i>Par classe de dégât.....</i>	21
3.3.5	<i>Par type de formation végétale.....</i>	22
3.4	CONCLUSIONS.....	22

1 Évaluation des dégâts en France

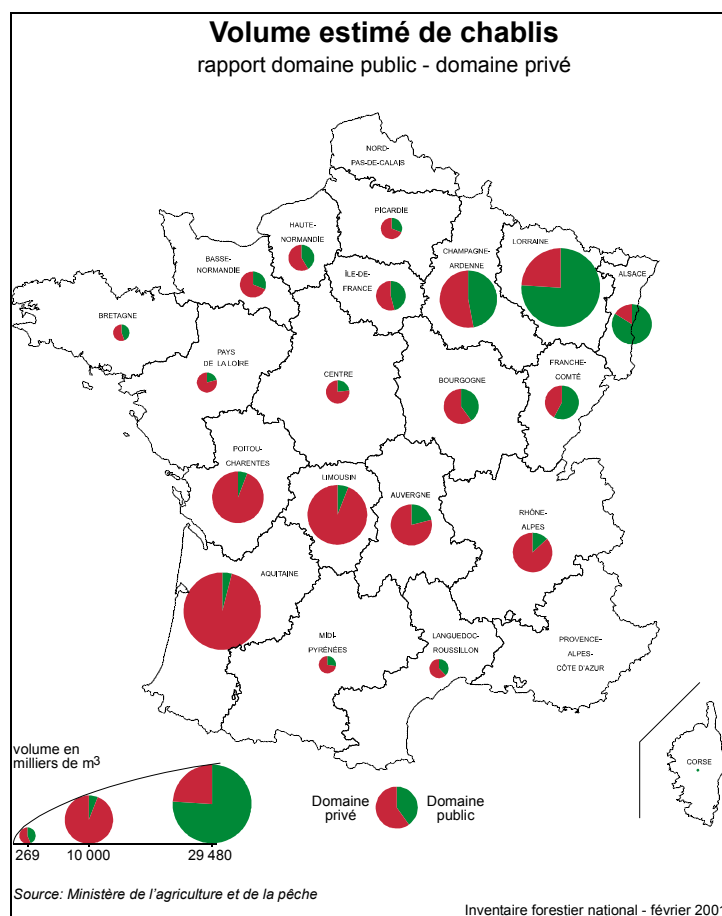
1.1 Estimation nationale

Les deux tempêtes successives, Lothar, le 26 décembre 1999 puis Martin, le 27 décembre 1999 ont causé d'importants dégâts forestiers. La première estimation de ces dégâts a été réalisée par les services régionaux de la forêt et du bois (SRFB) portant à 140 millions de m³ le volume de bois abattu (chablis) ou cassé (volis). La marge d'erreur de cette estimation est évaluée grossièrement à 30 %, soit une estimation comprise entre 98 et 182 millions de m³.

Ces chiffres sont à rapprocher des 2 milliards de m³ que compte la forêt française et d'une production annuelle de 90 millions de m³ par an. Les volumes de chablis ainsi estimés correspondraient donc à 7 % du volume total et à 1,6 fois la production de bois. La récolte de bois s'élève, en intégrant l'autoconsommation, à 51,4 millions de m³ par an (moyenne 1993-1997). Le volume estimé de chablis correspondrait donc à 2,7 fois la récolte annuelle.



1.2 Estimation régionale



La répartition des dégâts forestiers est très inégale d'une région à l'autre. Les régions les plus touchées sont (Source : Ministère de l'agriculture et de la pêche, février 2000) :

- la Lorraine avec 29 480 000 m³,
- l'Aquitaine avec 27 722 000 m³,
- le Limousin avec 16 300 000 m³.

Les dégâts estimés sont plus importants en valeur absolue, mais plus faibles en valeur relative en forêt privée qu'en forêt publique : 66 % du volume touché se situe en effet en forêt privée, alors que celle-ci occupe 74 % de la superficie forestière totale.

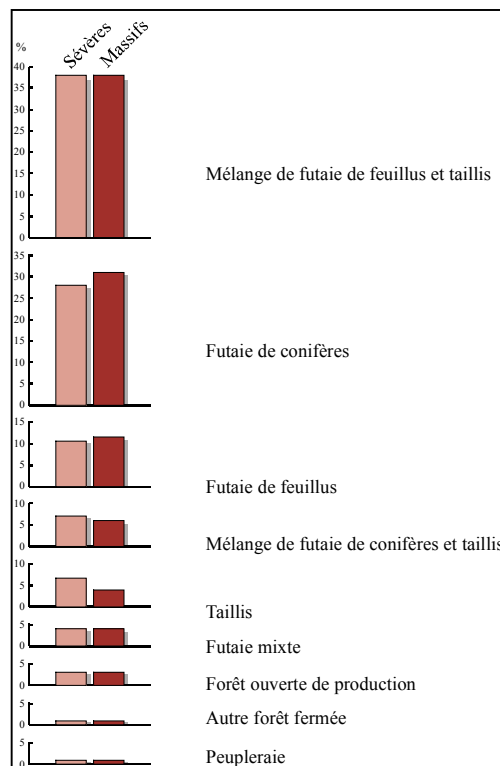
1.3 Estimation par type de dégât

Cette estimation a été réalisée en croisant les zones de dégâts délimitées par les SRFB avec la base de données cartographique de l'IFN.

Les dégâts sévères correspondent à la présence significative de surfaces détruites de plus de 5 ares, mais où les zones de dégâts de plus de 4 ha d'un seul tenant sont rares.

Les dégâts massifs correspondent à la présence significative de surfaces détruites de plus de 4 ha.

Pour rappel, les mélanges de futaie de feuillus et taillis représentent 27 % de la surface des types de peuplement cartographiés, les futaies de conifères représentent 21 %, les futaies de feuillus 9 % et les mélanges de futaie de conifères et taillis 6 %.



1.4 Exposition des forêts aux intempéries

Au niveau national, les types de peuplement les plus exposés aux deux tempêtes ont été le *mélange de futaie de feuillus et taillis* et la *futaie de conifères* :

Surface (ha) des types nationaux de peuplement exposée à la vitesse du vent				
	> 140 km/h	> 160 km/h	> 180 km/h	Total (ha) > 140 km/h
Futaie de feuillus	278 200	31 200	4 200	313 600
Futaie de conifères	325 400	28 300	6 400	360 100
Futaie mixte	99 300	4 800		104 100
Mélange de futaie de feuillus et taillis	805 100	66 200	700	872 000
Mélange de futaie de conifères et taillis	26 100	5 000	800	31 900
Taillis	64 000	7 800	400	72 200
Autre forêt fermée	23 800	2 200	700	26 700
Forêt ouverte de production	91 900	46 700	21 800	160 400
Autre forêt ouverte	5 000	4 000	2 700	11 700
Peupleraie	28 200	4 700		32 900
TOTAL	1 747 000	200 900	37 700	1 985 600

Source : Inventaire forestier national d'après les données de Météo France.

Au sein de chaque région, et grâce aux données fournies par Météo France, les types de peuplement ont également été croisés avec la vitesse des vents :

Surfaces forestières exposées au vent en Rhône-Alpes

Tempête des 25-26 décembre 1999

<i>(surfaces en hectare)</i>	<i>Vitesse maximale du vent (km/h)</i>					TOTAL
Type de formation végétale	<i>0 à 50</i>	<i>50 à 80</i>	<i>80 à 100</i>	<i>100 à 120</i>	<i>120 à 140</i>	
FUTAIE DE FEUILLUS	5 691	31 125	22 195	42		59 053
FUTAIE DE CONIFÈRES	83 423	238 188	145 370	10 022	323	477 326
FUTAIE MIXTE	10 927	70 893	85 060	9 469	445	176 794
MÉLANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	15 480	139 477	103 646	36 358	4 710	299 671
MÉLANGE DE FUTAIE DE CONIFÈRES ET TAILLIS	59 662	86 222	24 843	2 682	154	173 563
TAILLIS	79 690	122 580	46 070	25 204	3 515	277 059
AUTRE FORÊT FERMÉE	3 546	31 600	11 664	1 703	309	48 822
FORÊT OUVERTE DE PRODUCTION	59 397	92 810	37 554	4 986	878	195 625
AUTRE FORÊT OUVERTE	3 237	1 119	108			4 464
PEUPLERAIE	33	1 429	2 787	1 116	696	6 061
TOTAL	321 086	815 443	479 297	91 582	11 030	1 718 438

Tempête des 27-28 décembre 1999

<i>(surfaces en hectare)</i>	<i>Vitesse maximale du vent (km/h)</i>							TOTAL
Type de formation végétale	<i>0 à 50</i>	<i>50 à 80</i>	<i>80 à 100</i>	<i>100 à 120</i>	<i>120 à 140</i>	<i>140 à 160</i>	<i>160 à 180</i>	
FUTAIE DE FEUILLUS	164	12 900	6 527	38 833	448	176		59 048
FUTAIE DE CONIFÈRES	17 975	198 924	113 102	117 502	14 528	11 475	3 818	477 324
FUTAIE MIXTE	502	50 310	93 748	26 463	5 751			176 774
MÉLANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	4 353	60 406	110 549	102 623	20 224	1 490		299 645
MÉLANGE DE FUTAIE DE CONIFÈRES ET TAILLIS	13 750	90 160	30 331	32 802	4 952	1 476	90	173 561
TAILLIS	16 576	114 672	67 488	64 361	13 962			277 059
AUTRE FORÊT FERMÉE	2 768	29 910	10 943	3 853	1 346			48 820
FORÊT OUVERTE DE PRODUCTION	8 322	104 006	42 914	34 842	3 885	1 440	215	195 624
AUTRE FORÊT OUVERTE	437	3 200	423	404				4 464
PEUPLERAIE		263	956	3 639	1 203			6 061
TOTAL	64 847	664 751	476 981	425 322	66 299	16 057	4 123	1 718 380

Ces tableaux donnent pour chaque type de peuplement la surface exposée lors des tempêtes de fin décembre 1999 à des vents de la classe de vitesse indiquée.

Les vitesses résultent de l'interpolation des données relevées dans les stations de Météo France d'altitude inférieure à 500 m, sans correction d'altitude, exposition ou singularités topographiques.

Les types de peuplement sont issus de la base de données cartographique de l'IFN, au seuil de représentation de 4 hectares. Il s'ensuit notamment qu'une part significative des peupleraies échappe à cette analyse.

1.5 Historique de la procédure d'évaluation

A partir des premières estimations des SRFB et de l'Office national des forêts, quarante-cinq départements ont été identifiés comme les plus touchés par les tempêtes.

Une cartographie aussi précise que possible devait alors être réalisée pour permettre une estimation plus exacte des volumes abattus, la révision des données de disponibilité forestière et la reconstitution des peuplements détruits.

Pour fournir des résultats rapidement, l'Inventaire forestier national a d'abord cherché à utiliser les images satellitaires pour délimiter les zones de dégâts.

Des images, prises après les tempêtes, du satellite SPOT (images optiques) et du satellite ERS-1 (images radar) furent testées pendant un mois sur deux sites bien distincts, l'un en Ile-de-France dans la forêt de Rambouillet et l'autre en Corrèze près d'Ussel. Les deux sites présentaient des caractéristiques différentes quant aux dégâts : petites parcelles (de 1 à 4 ha) et dégâts importants sur Ussel et davantage de grandes parcelles et de diversité de dégâts sur Rambouillet.

Les images satellitaires ont été comparées avec des photographies aériennes numériques prises à basse altitude (500 à 1000 m). Ces photographies ont été géoréférencées et orthorectifiées. Les zones servant de contrôle ont été ensuite photo-interprétées. Ces zones étaient d'environ 4 000 ha comprenant des surfaces de dégâts et des surfaces indemnes.

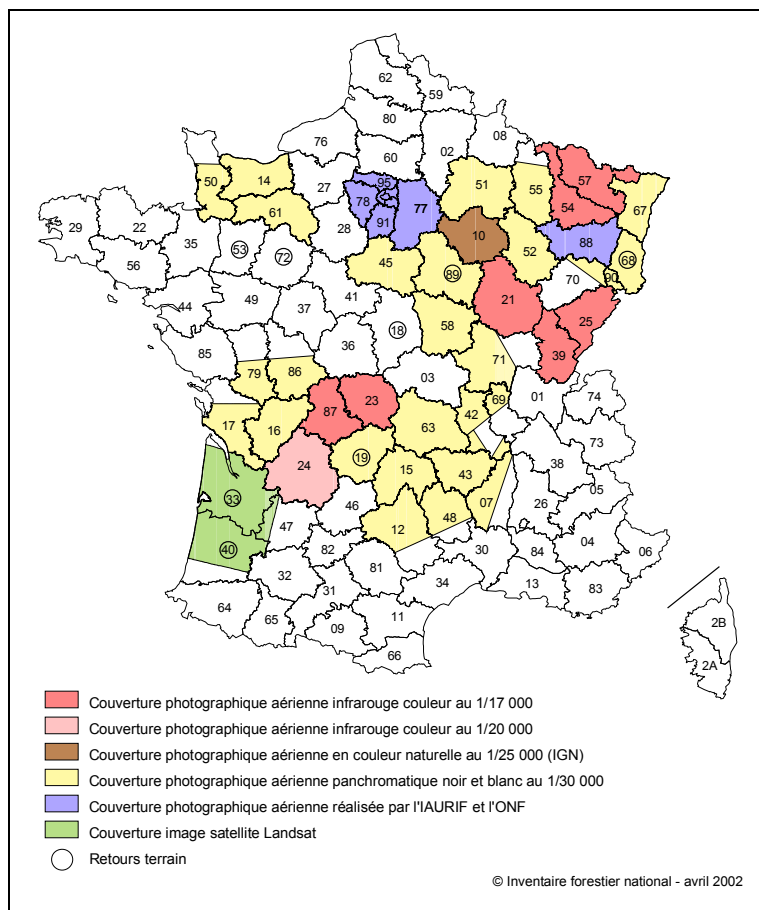
La comparaison des images satellitaires SPOT et ERS-1 avec la « vérité-terrain » des photographies numériques n'a pas donné de résultats encourageants : les erreurs de commission (zone indemne considérée comme une zone de dégâts) et les erreurs d'omission (non identification d'un dégât) étaient trop importantes pour considérer cette méthode comme fiable.

Ces mauvais résultats étaient principalement dus à des conditions particulièrement défavorables liées à la saison et influençant la qualité des images (soleil bas sur l'horizon, feuillus sans feuilles, présence de neige ou de gel...). L'utilisation d'images satellitaires n'a été jugée réalisable que sur le massif aquitain de pin maritime qui offre des conditions de milieu d'une grande simplicité : futaie régulière de pin maritime et absence de relief.

L'IFN a donc décidé de réaliser la cartographie des dégâts à partir de données de télédétection sur ce massif et à partir de photographies aériennes sur l'ensemble des autres départements touchés. Tous les résultats, de volume et de surface de chablis, ainsi que les cartes numériques à grande échelle, ont été publiés sur le site Web «www.ifn.fr» après validation par la DERF.

1.6 Méthodes mises en œuvre

L'IFN a utilisé 4 méthodes différentes pour la cartographie ou l'évaluation des dégâts des tempêtes. Le choix de la méthode a été principalement fonction de l'état d'avancement de l'inventaire dans le département.



1.6.1 Interprétation de photographies aériennes

L'interprétation de photographies aériennes au 1/30 000^e et en émulsion panchromatique noir et blanc a concerné 27 départements. Le 1/30 000^e est l'échelle minimale pour distinguer les dégâts. Une échelle supérieure aurait entraîné une plus grande quantité de photographies à interpréter.

L'émulsion infrarouge couleur, d'usage traditionnel à l'IFN, a été utilisée pour huit départements.

Les prises de vues ont commencé en février et se sont terminées en octobre 2000 (sauf pour les départements de l'Aube, de la Marne, de la Haute-Marne, de la Meurthe-et-Moselle, de la Moselle et une partie du Doubs, dont les photographies ont dû être reportées en 2001 pour des raisons météorologiques). Finalement pour l'Aube, l'IFN a bénéficié d'une mission IGN.

Les zones de dégâts ont été délimitées par photo-interprétation de ces photographies avec des contrôles sur le terrain. Quatre classes d'intensité de dégâts ont été distinguées.

Ce travail a été réalisé, soit par les photo-interprètes de l'IFN, soit par des prestataires extérieurs spécialisés en cartographie. Dans ce dernier cas, une vérification portant sur 5 % de la surface boisée a systématiquement été effectuée par l'IFN.

Les limites de dégâts ont été directement reportées sur des cartes numériques au 1/25 000^e (SCAN 25[®] de l'IGN) et ensuite croisées avec la base de données dendrométrique de l'IFN pour estimer les volumes par essence, classe de propriété et région forestière.

1.6.2 Interprétation d'images satellitaires

Deux départements, les Landes et la Gironde, ont été cartographiés par interprétation d'images satellitaires. Ces images étaient issues du satellite américain Landsat. L'IFN disposait des compétences et du savoir-faire nécessaires pour l'interprétation de ces images grâce à une étude menée depuis 1998 sur le suivi de la ressource en pin maritime en Aquitaine. Deux images ont été comparées, l'une datant du 18 octobre 1999 et l'autre du 20 janvier 2000.

Cinq classes d'intensité de dégât ont été distinguées. Cette technique a permis de fournir dans des délais satisfaisants (avril 2000) une première évaluation des dégâts. Une estimation plus précise a été obtenue ultérieurement par retour des équipes de terrain sur les placettes après que l'accès aux peuplements eut été rétabli sur l'ensemble du massif.

Les inventaires de ces départements étaient récents (passage des équipes de terrain en 1998 en Gironde et en 1999 dans les Landes) et il est apparu particulièrement opportun de les mettre à jour.

Les équipes de terrain de l'IFN sont donc retournées durant l'été 2000 sur les points d'inventaire pour compter le nombre d'arbres chablis, cassés et indemnes (peuplements réguliers et mono-spécifiques) ou bien estimer un taux de dégât en couvert (autres peuplements).

1.6.3 Retour sur le terrain des équipes de l'IFN

Dans sept départements (dont les Landes et la Gironde précédemment cités), les équipes de terrain de l'IFN sont retournées sur les placettes d'inventaire. Dans le Cher, dans l'Yonne et dans la Mayenne, les inventaires étaient en cours en décembre 1999. Dans la Sarthe et dans le Haut-Rhin, les mesures et observations sur le terrain venaient de se terminer.

Les équipes ont noté, sur chaque placette, les dégâts au niveau de l'arbre lorsque cela était possible ; le volume a ensuite été évalué selon une méthode usuelle : mesures complètes ou tarif de cubage.

Dans le cas contraire, une estimation a été faite globalement sur la placette en notant le taux de dégât en effectif pour les peuplements réguliers, en couvert pour les peuplements irréguliers. Ce taux est ensuite appliqué au volume sur pied préalablement calculé.

1.6.4 Interprétation de photographies aériennes et retour partiel sur le terrain

Dans le département de la Corrèze (traité comme décrit au § 1.6.1), un retour des équipes sur les placettes a été réalisé, bien que l'inventaire soit relativement ancien (1990), afin de quantifier l'importance des dégâts diffus non cartographiés.

En présence de chablis modérés, les équipes ont mesuré diamètre et hauteur des arbres chablis (éventuellement circonférence à la souche), données utilisées pour estimer le volume à l'aide de tarifs de cubage. Lorsque les chablis étaient trop importants pour permettre la mesure des arbres, un taux de dégât par groupe d'essences a été évalué puis appliqué au volume actualisé de la placette.

1.7 Quelques considérations sur les méthodes d'évaluation des chablis et leur précision : les enseignements des retours sur le terrain

Les premiers résultats délivrés par l'IFN et issus de l'interprétation de photographies aériennes sont apparus sensiblement inférieurs à l'estimation effectuée par les SRFB, jetant le doute sur la fiabilité de la méthode appliquée et parfois sur la sincérité de l'évaluation initiale.

L'organisation du retour des équipes de l'IFN sur les placettes dans quelques départements, et les données qui ont été collectées à cette occasion, ont permis une analyse détaillée de la validité des différentes estimations.

L'estimation du volume des chablis issue de ces retours terrain est pratiquement exempte de biais. L'utilisation de données anciennes introduit néanmoins une sous-estimation en raison de la capitalisation générale observée dans les forêts françaises. A l'exception de la Corrèze, les retours ou les mesures sur le terrain ont concerné des inventaires départementaux en cours ou très récents, et ce biais est alors négligeable ou faible.

En ce qui concerne la Corrèze, une actualisation effectuée selon la procédure décrite en § 2.7 a permis de le réduire d'une manière jugée satisfaisante.

Un premier intérêt de ces retours sur le terrain est de fournir une estimation de la précision statistique des évaluations du volume des chablis (Tableau 1).

On retiendra que la précision moyenne pour un volume départemental de chablis de l'ordre de 2 à 3 millions de m³ est d'environ 10 % au niveau de confiance de 66 % (départements du Haut-Rhin et de l'Yonne). Comme pour l'ensemble des données de l'IFN, la précision augmente avec l'importance de l'objet considéré.

Département	Volume de chablis (m ³)	Erreur au niveau de confiance de 66 %
Gironde	20 824 664	3.6 %
Landes	5 271 049	8.7 %
Yonne	3 719 071	7.3 %
Haut-Rhin	2 320 998	11.5 %
Cher	461 588	20.0 %
Sarthe	392 018	14.8 %
Mayenne	38 522	19.4 %
Total	33 027 909	2.9 %

Tableau 1 : erreur statistique sur le volume des chablis
(estimation à partir du retour sur les placettes IFN)

La réalisation conjointe dans quatre départements (19, 33, 40 et 89) d'une cartographie des dégâts et d'un retour sur les placettes de 3^e phase de l'IFN a permis d'évaluer les biais inhérents à la méthode dite cartographique (1.6.1 et 1.6.2 ci-dessus ; procédure de calcul décrite aux § 2.3 et 2.4 ci-après).

A cet effet, on a affecté à chaque placette la classe de dégât de la plage cartographique dans laquelle elle est localisée. Cette donnée a ensuite été utilisée comme critère de ventilation a posteriori, ce qui permet de répartir les chablis évalués sur le terrain par classe de dégât cartographiée.

Les résultats fournis par la méthode cartographique sont très nettement inférieurs à l'estimation obtenue par le retour sur le terrain (Tableau 2).

Département	Estimation terrain	Estimation cartographique	Est. cartogr. /est. terrain
Corrèze	6 939 673	1 731 561	25 %
Gironde	20 824 664	14 335 019	69 %
Landes	5 271 049	1 605 153	30 %
Yonne	3 719 071	1 868 406	50 %
Total	29 814 784	17 808 578	60 %

Tableau 2 : volume des chablis.
Comparaison des estimations terrain et cartographiques

L'analyse des données, résumée par le Tableau 3, montre que les écarts observés s'expliquent avant tout par l'importance des «**chablis diffus**», c'est-à-dire dont la superficie est inférieure à 1 ha, seuil de prise en compte cartographique. Si on excepte le cas particulier du département de la Gironde, caractérisé par des dégâts massifs sur des surfaces importantes, les chablis diffus représentent plus de 50 % du volume total dévasté, et même jusqu'à 75 % dans le département de l'Yonne.

Les **chablis dans les petits massifs** (bosquets et boqueteaux), également négligés par l'approche cartographique, n'ont un poids réellement significatif, pour les départements étudiés, que dans le cas de la Corrèze, avec environ 13 % du volume total de chablis.

Si on examine maintenant les estimations portant sur la zone cartographiée comme ayant subi des dégâts (destruction à plus de 10 % du couvert et superficie affectée supérieure à 1 ha), il apparaît que la méthode cartographique surestime, dans 3 cas sur 4, la valeur calculée à partir du retour terrain. L'écart moyen entre les deux évaluations se situe généralement entre 10 et 20 %. Cet écart résulte de deux facteurs qui se compensent mais seulement en partie :

- d'une part le volume des peuplements ayant subi les dégâts les plus importants au sein des domaines cartographiés est supérieur au volume moyen utilisé pour le calcul,
- d'autre part les taux de dégât moyen observés dans chacune des classes de dégât sont généralement inférieurs aux valeurs théoriques utilisées (médiane pour les classes intermédiaires).

Département	19	33	40	89
Omission petits massifs	13,3 %	0.5 %	0.4 %	1.6 %
Omission chablis diffus	55.0 %	33.3 %	76.7 %	53.2 %
Ecart sur zone de dégât cartographiée : (carto-terrain)/terrain	-21.2 %	+14.8 %	+33.6 %	+11.0 %

Tableau 3 : analyse de la comparaison des estimations IFN par retour sur le terrain et cartographique
(les omissions sont en pourcentage de l'estimation du volume total des chablis sur le terrain)

En conclusion de cette analyse, il ressort que :

- les **chablis diffus**, c'est-à-dire ayant une superficie inférieure à 1 ha et non pris en compte par la méthode cartographique, sont la principale explication des écarts constatés : ils représentent un volume très important, couramment supérieur à la moitié du volume des chablis.
- en ce qui concerne les dégâts de plus d'un hectare, les deux estimations sont relativement **cohérentes**, avec (sauf exception) un écart de l'ordre de 10 à 20 %.
- enfin si on compare les estimations issues du retour sur le terrain avec l'évaluation initiale réalisée par les SRFB (Tableau 4), on observe que dans 6 cas sur 9 l'estimation IFN est

supérieure à l'évaluation initiale. Sur l'ensemble des 9 départements pour lesquels cette comparaison est possible, **l'écart relatif est de + 21 % en faveur de l'estimation IFN terrain**. Il est difficile d'apprécier la représentativité de cette valeur par rapport à l'ensemble du territoire national ; néanmoins l'évaluation initiale de 140 millions de m³ de chablis pourrait être plutôt une estimation par défaut qu'une estimation par excès.

Département	Estimation IFN terrain	Estimation SRFB (février 2000)	Ecart IFN/estim. SRFB
Gironde	20 824 664	17 618 000	18 %
Corrèze	6 939 673	7 444 200	-7 %
Landes	5 271 049	3 500 000	51 %
Yonne	3 719 071	1 590 400	134 %
Haut-Rhin	2 320 998	1 101 940	111 %
Lot-et-Garonne	1 007 323	2 004 000	-50 %
Cher	461 588	251 800	83 %
Sarthe	392 018	223 000	76 %
Mayenne	38 522	51 500	-25 %
Total	40 974 905	33 784 840	21 %

Tableau 4 : comparaison de l'estimation IFN retour terrain et de l'évaluation initiale par les SRFB du volume de chablis.

2 Méthode utilisée dans le département

2.1 Caractéristiques des prises de vues

Les prises de vues sont des couvertures stéréo-photogrammétriques. Compte tenu de l'ampleur du programme, certaines spécifications dérogent aux règles de l'art afin de faciliter son exécution, subordonnée aux aléas météorologiques et aux autorisations des services de contrôle du trafic aérien.

L'Armée a réalisé, à la demande de l'IFN, des axes de prise de vues sur 5 % de la surface, aux fins de contrôle. Ces photographies ont les mêmes spécifications sauf l'échelle (1/20 000^e au lieu de 1/30 000^e). Elles ont aussi été prises plus rapidement.

Les spécifications des prises de vues du département de la Loire (couverture partielle, hors partie centrale et centre-est) sont :

Echelle :	1/30 000 ^e
Tolérance échelle :	10 %
Focale :	150 mm
Recouvrement longitudinal	60 %
Recouvrement latéral	20 %
Emulsion	panchromatique
Nébulosité	< 10 %
Hauteur solaire	> 30°

2.2 Caractéristiques de la cartographie des dégâts

Les normes suivantes ont été adoptées :

- géoréférencement Lambert 2 étendu
- référentiel SCAN 25[®] de l'IGN[®]
- précision géométrique : 50 m
- seuil de représentation : 1 ha
- typologie des dégâts en 4 classes d'intensité :
 - 1 : 0-10 % de couvert détruit
 - 2 : 10-50 % de couvert détruit
 - 3 : 50-90 % de couvert détruit
 - 4 : 90-100 % de couvert détruit

La carte est réalisée avec le masque des types nationaux de l'IFN (6 types de forêt fermée, forêt ouverte, peupleraie, autre). La classe 1 est obtenue par différence et n'a pas été cartographiée.

Le recours à des documents auxiliaires (photos IFN, photos IGN[®], images satellitaires avant tempête) ou à des visites de terrain s'est avéré toujours nécessaire pour calibrer l'interprétation et lever les doutes.

En effet, l'exercice est rendu extrêmement difficile par la très grande variété des peuplements et de leur comportement face à la tempête : arbres déracinés, enchevêtrés, cassés, penchés, etc. La distribution spatiale des dégâts est aussi très irrégulière, avec l'omniprésence de dégâts diffus difficilement identifiables.

Les photo-interprètes de l'IFN ont reçu une formation à la cartographie et au contrôle de cartographie des dégâts. Cette session a permis de mettre au point la technique d'interprétation, laquelle a fait l'objet d'une deuxième session à l'intention des photo-interprètes proposés par les prestataires de services en cartographie, session sanctionnée par un examen d'agrément.

2.3 Croisement avec la base de données cartographique

La carte des dégâts est une couverture de polygones avec une donnée attributaire DEGAT identifiant la classe de taux de couvert détruit dans la typologie demandée.

Cette carte est croisée avec celle des domaines d'étude cartographiés (DEC = type départemental de formation végétale par classe départementale de propriété et par région forestière départementale) du dernier inventaire forestier. On obtient alors la répartition du territoire du DEC dans chaque classe de taux de dégât, dont on déduit des états consolidés de surface : par région forestière départementale, par département et par région administrative, après regroupement selon la région forestière nationale, la classe nationale de propriété et le type national de formation végétale.

2.4 Croisement avec la base de données dendrométrique

Le point de départ est, pour chaque département (traité en tout ou partie), l'état de surface par DEC et par classe de dégât obtenu précédemment.

Une première étape consiste à consolider les surfaces par domaine d'étude statistique (DES, regroupement de DEC, support du sondage par points de l'inventaire forestier).

Une deuxième étape consiste à calculer les volumes détruits par DES et essence, par application d'un taux de volume détruit par classe de dégât au volume sur pied estimé lors de l'inventaire forestier. On en déduit des états consolidés de volume détruit par région forestière

départementale, par département, par région administrative, après regroupement selon la classe nationale de propriété.

Le taux de volume détruit appliqué à chaque classe de dégât peut être estimé assez précisément avec des mesures de terrain, envisageables lorsque le dernier inventaire forestier départemental est très récent. A défaut, et c'est le cas de ce département, des taux forfaitaires ont été arrêtés : taux de destruction nul pour la classe inférieure de dégâts (0-10 % de couvert détruit) ; taux de destruction de 100 % pour la classe supérieure (90-100 %) ; taux égal à la médiane de la classe pour les classes intermédiaires.

Ce traitement présente diverses imperfections :

- la restriction aux massifs cartographiés conduit à négliger les dégâts dans les bosquets et boqueteaux et dans une partie des peupleraies dont le volume peut être significatif dans les secteurs où ces formations sont bien représentées.
- l'application du taux 0 à la classe inférieure conduit à négliger les dégâts diffus dont le volume peut être significatif dans les secteurs où la surface correspondante est importante.
- l'application du taux de couvert détruit de la classe à l'ensemble des arbres des peuplements en cause peut conduire à biaiser l'estimation dans les peuplements mélangés (en structure ou composition) lorsque les dégâts y sont différenciés.
- l'application de ce taux au volume moyen à l'hectare du peuplement sur pied dans les peuplements cartographiés peut conduire à biaiser l'estimation dans les domaines cartographiés sans distinction des classes d'âge, étant admis que l'âge est probablement corrélé à la fois au volume à l'hectare et à la vulnérabilité du peuplement.
- enfin, l'application du volume sur pied évalué lors du dernier inventaire peut aussi conduire à biaiser l'estimation lorsque cet inventaire est ancien (voir 2.7 ci-dessous).

2.5 Retour sur le terrain

Il n'y a pas eu de retour sur le terrain dans la Loire, l'inventaire précédent (3^{ème}) étant trop ancien (1993). Le quatrième est programmé pour la fin de la décennie.

2.6 Rappel des caractéristiques du précédent inventaire

Le 3^e inventaire de la Loire, millésimé de 1993, a débuté par une mission aérienne en émulsion IRNB à l'échelle du 1/17 000^e exécutée pendant l'été 1990.

La première phase a consisté en l'analyse de 16 224 points, dont 4 926 en formations boisées, 744 en landes, ainsi que 1 133 points levés lors du 2^e inventaire. Cette phase s'est déroulée en 1992.

Les levers qui ont suivi, d'avril à décembre 1993, ont porté sur 1 330 points en formations boisées de production et 350 landes ainsi que le retour sur 88 points levés lors du 2^e inventaire.

2.7 Actualisation des données d'inventaire

2.7.1 Méthode d'actualisation

Le taux de prélèvement dans la forêt française, défini comme le rapport du volume de bois prélevé à la production courante, est voisin de 65 %. Il en résulte que le volume sur pied total se situe actuellement dans une phase d'accumulation. Les résultats des inventaires successifs

montrent que le volume par ha progresse également de manière tendancielle. Cette situation est observée au niveau départemental sur l'intégralité du territoire, à l'exception du département de la Moselle où le taux de prélèvement est très proche de 100 %.

L'utilisation des résultats d'inventaires forestiers datant de quelques années conduit par conséquent à une sous-estimation systématique du volume des chablis. Pour éliminer ce biais, une actualisation du volume sur pied à fin 1999 a été effectuée.

Les principes de cette actualisation sont les suivants :

- on ajoute au volume inventorié la production courante cumulée de la date d'inventaire jusqu'à fin 1999, et on soustrait les prélèvements effectués pendant la même période.
- la production courante a été supposée augmenter de 1% par an. Il s'agit là du taux de variation moyen observé par l'IFN depuis une vingtaine d'années. L'application systématique de cette valeur moyenne introduit vraisemblablement un léger biais dans la répartition par essence : surestimation pour des essences plutôt constituées de peuplements âgés (feuillus), sous-estimation pour les essences majoritairement présentes sous forme de peuplements jeunes, situés en deçà de l'âge de productivité maximale (douglas, pin laricio, épicéa commun...). Cette hypothèse apparaît néanmoins comme un compromis acceptable compte tenu de la simplicité de sa mise en œuvre.
- Le prélèvement de bois a été évalué en plusieurs étapes :
 - Evaluation du prélèvement total entre les deux derniers inventaires forestiers, selon la méthode aujourd'hui bien rodée du bilan (résultats par département, classe de propriété et groupe d'essences).
 - Estimation de l'autoconsommation par différence entre ce prélèvement total et celui évalué pour la même période à partir des données de l'enquête annuelle de branche (EAB). Cette autoconsommation est ensuite supposée invariante dans le temps.
 - Estimation des prélèvements postérieurs à l'inventaire par addition de l'autoconsommation et de l'évaluation des prélèvements à partir de l'EAB.

Quelques précisions techniques :

Ces traitements nécessitent :

- 1) de répartir certaines données de l'EAB par essence ou groupe d'essences : cela a été fait au prorata du volume sur pied du dernier inventaire,
- 2) de répartir ces données par catégorie de propriété : cela a été effectué par essence en utilisant la répartition du prélèvement par type de propriété fournie par le bilan inter-inventaires,
- 3) de répartir les prélèvements par essence et propriété ainsi obtenus par DES , ce qui a été fait au prorata du volume sur pied.

L'impact de cette actualisation sur les estimations du volume sur pied et du volume des chablis dépend principalement de deux facteurs : l'ancienneté de l'inventaire et le taux de prélèvement moyen local.

Sur l'ensemble de la zone couverte par les travaux tempête, les volumes ont été réévalués d'environ 15 %, avec des valeurs départementales extrêmes de l'ordre de 30 %.

2.7.2 Résultats de l'actualisation

Essence	Volume 1993 3 ^{ème} inventaire (m ³)			Volume actualisé 1999 (avant tempête) (m ³)		
	Public	Privé	Total	Public	Privé	Total
CHÊNES	107 240	3 069 051	3 176 290	117 374	3 398 812	3 516 186
HÊTRE	53 923	1 251 685	1 305 608	72 593	1 574 365	1 646 957
CHÂTAIGNIER	26 300	519 359	545 659	36 410	654 442	690 852
FRÊNE	637	344 273	344 910		395 496	395 496
CHARME	4 337	175 834	180 171	3 610	199 710	203 320
GRAND ÉRABLE	1 477	111 443	112 921	1 765	161 281	163 046
AUTRE FEUILLU	16 204	704 980	721 184	18 787	747 170	765 957
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>210 118</i>	<i>6 176 626</i>	<i>6 386 744</i>	<i>250 538</i>	<i>7 131 276</i>	<i>7 381 814</i>
SAPIN PECTINÉ	582 443	6 203 054	6 785 497	625 110	6 936 307	7 561 418
PINS	204 190	5 320 409	5 524 599	202 100	5 839 739	6 041 839
DOUGLAS	157 980	2 526 279	2 684 258	222 041	3 469 195	3 691 236
ÉPICÉA COMMUN	324 623	2 419 355	2 743 977	307 625	3 205 932	3 513 557
AUTRE CONIFÈRE	18 264	299 007	317 270	29 205	468 907	498 113
<i>SOUS-TOTAL CONIFÈRES</i>	<i>1 287 500</i>	<i>16 768 102</i>	<i>18 055 602</i>	<i>1 386 082</i>	<i>19 920 081</i>	<i>21 306 162</i>
TOTAL DÉPARTEMENTAL	1 497 617	22 944 728	24 442 346	1 636 620	27 051 356	28 687 977

Ces volumes se rapportent à l'ensemble des formations boisées de production du département de la Loire et non pas aux seules formations photographiées en avril 2000 et ayant fait l'objet d'une cartographie des chablis.

3 Chablis du département

3.1 Estimation des surfaces par classe de dégât

3.1.1 Par propriété

Classe de propriété	Surface cartographiée par classe de dégât (ha)				
	0-10 %	10-50 %	50-90 %	90-100%	Total
Domanial	0	0	0	0	0
Communal	4 684	247	272	439	5 642
<i>Total relevant du régime forestier</i>	<i>4 684</i>	<i>247</i>	<i>272</i>	<i>439</i>	<i>5 642</i>
Privé	81 668	10 884	7 725	5 099	105 376
Total	86 353	11 131	7 996	5 538	111 018

Dans les éléments ci-dessus, la seule forêt domaniale du département a été négligée car elle n'a pas été inventoriée compte tenu de sa faible surface (4 ha).

Globalement, les forêts publiques représentent 3,9 % de la surface dévastée (classes 2 à 4) contre 5,1 % de la surface totale cartographiée ; elles ont donc un peu moins souffert en moyenne que les forêts privées. On retrouve cette conclusion dans l'analyse du rapport de la surface dévastée à la surface totale de forêt : il est de 16,9 % en public contre 22,5 % en privé.

On notera aussi la part très importante de surface en classe 4 qui traduit la présence de dégâts massifs de grande taille.

3.1.2 Par essence principale et classe de propriété

Essence	Surface boisée de production par classe de dégât (ha)							
	0 - 10 %		10 - 50 %		50 - 90 %		90 - 100 %	
	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé
CHÊNES	520	14 847	17	2 472	9	1 280	10	668
HÊTRE	90	4 447	8	463	3	281	21	201
FRÊNE		2 364		313		201		134
CHÂTAIGNIER	20	698	1	79		37	1	39
BOULEAU		532		35		13		23
AUTRE FEUILLU	32	2 164	1	282	1	184	1	120
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>662</i>	<i>25 052</i>	<i>26</i>	<i>3 644</i>	<i>13</i>	<i>1 998</i>	<i>33</i>	<i>1 184</i>
PINS	837	14 543	53	3 356	76	3 013	63	1 377
SAPIN PECTINÉ	1 635	17 309	68	1 003	90	732	147	953
DOUGLAS	502	9 379	31	1 063	21	656	66	663
ÉPICÉA COMMUN	797	6 543	58	729	57	660	115	474
AUTRE CONIFÈRE	24	613	2	40	5	30	1	29
<i>SOUS-TOTAL CONIFÈRES</i>	<i>3 795</i>	<i>48 388</i>	<i>212</i>	<i>6 191</i>	<i>249</i>	<i>5 091</i>	<i>393</i>	<i>3 496</i>
<i>ESSENCE INDÉTERMINÉE ¹</i>		308		29		14		18
TOTAL	4 457	73 747	238	9 864	262	7 102	426	4 699

La proportion de surface feuillue dans les peuplements dévastés (30,5 %) est un peu plus faible que pour la surface totale des formations boisées (35,6 %).

La saison à laquelle la tempête est survenue explique facilement que les surfaces principalement en chênes aient plus souffert que celles en hêtre, dont la ramure fine et souple offre moins de prise au vent et ce raisonnement peut être tenu aussi pour expliquer la répartition entre surface en feuillus et surface en conifères, ces dernières étant légèrement sur-représentées.

¹ sur des points momentanément déboisés (coupes rases de moins de 5 ans), dont l'essence principale avant la coupe n'a pas été déterminée.

3.1.3 Par région forestière

Région forestière	Surface cartographiée par classe de dégât (ha)			
	0-10 %	10-50 %	50-90 %	90-100 %
MONTS DU BEAUJOLAIS	5 072	155	71	62
MONTS DU LYONNAIS	294			
BASSIN STÉPHANOIS	737	2		
COTEAUX DU NORD-VIVARAIS	3 549	189	144	19
PLAINE DE ROANNE	2 024	491	14	9
PLAINE DU FOREZ	2 330	792	828	222
CHAROLAIS ET PLATEAU DE NEULISE	6 111	649	111	40
MONTS DU FOREZ	28 066	2 191	1 299	2 133
PLATEAU DU FOREZ	21 168	6 130	5 109	2 637
MONT PILAT	17 000	532	421	417
TOTAL	86 353	11 131	7 996	5 538

On retrouve ici, pour certaines régions, l'expression de la concentration des dégâts sur des zones quelquefois très étendues, comme le montre la proportion de dégâts de classe 4 dans les régions des Monts du Forez et du Plateau du Forez. Dans cette dernière région, les surfaces dévastées (classes 2 et 4) occupent 56 % de celles du département ou 40 % de celle de la région.

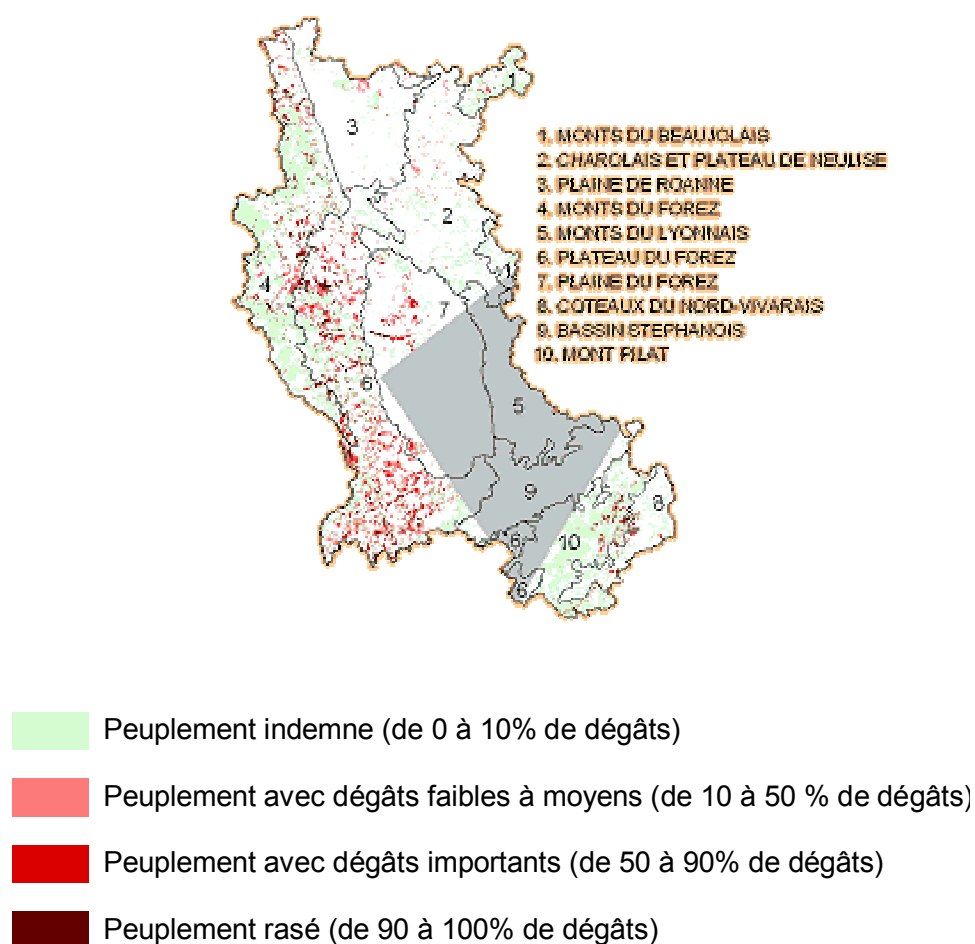
3.1.4 Par type de formation végétale

Type de formation végétale	Surface cartographiée par classe de dégât (ha)			
	0-10 %	10-50 %	50-90 %	90-100 %
FUTAIE DE CONIFÈRES (PIN SYLVESTRE MAJORITAIRE)	5 415	1 558	1 348	628
FUTAIE DE CONIFÈRES (SAPIN MAJORITAIRE)	20 399	962	777	1 179
REBOISEMENT DE CONIFÈRES	20 608	1 992	1 232	1 642
MÉLANGE DE FUTAIE DE CHÊNES ET TAILLIS DE PLAINE	7 775	1 325	456	225
MÉLANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS DE MONTAGNE	6 326	410	169	147
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	8 185	1 772	1 144	602
BOISEMENT MORCELÉ DE PIN SYLVESTRE	4 259	1 581	2 030	502
AUTRE BOISEMENT MORCELÉ	5 035	926	684	452
BOISEMENT MARGINAL	8 073	590	150	151
AUTRE	275	15	7	9
TOTAL	86 353	11 131	7 996	5 538

Comme souvent dans la région, ce sont les peuplements à base de pin sylvestre qui ont souffert du plus fort taux de dégâts. Les reboisements, à forte teneur en douglas, ont aussi proportionnellement plus été touchés que les futaies de conifères à sapin majoritaire. Les boisements morcelés, très exposés connaissent une forte proportion de surface dévastée (environ 40 % contre 22 %).

Type de formation végétale	Proportion de la surface dévastée par classe de dégât sur la surface dévastée totale			
	0-10 %	10-50 %	50-90 %	90-100 %
FUTAIE DE CONIFÈRES (PIN SYLVESTRE MAJORITAIRE)	60,51%	17,41%	15,06%	7,02%
FUTAIE DE CONIFÈRES (SAPIN MAJORITAIRE)	87,49%	4,12%	3,33%	5,06%
REBOISEMENT DE CONIFÈRES	80,90%	7,82%	4,84%	6,45%
MÉLANGE DE FUTAIE DE CHÊNES ET TAILLIS DE PLAINE	79,49%	13,55%	4,66%	2,30%
MÉLANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS DE MONTAGNE	89,71%	5,81%	2,39%	2,08%
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	69,93%	15,14%	9,78%	5,15%
BOISEMENT MORCELÉ DE PIN SYLVESTRE	50,88%	18,89%	24,24%	6,00%
AUTRE BOISEMENT MORCELÉ	70,95%	13,05%	9,64%	6,36%
BOISEMENT MARGINAL	90,06%	6,58%	1,67%	1,68%
AUTRE	89,78%	4,87%	2,39%	2,95%
TOTAL	77,78%	10,03%	7,20%	4,99%

3.2 Carte des dégâts



3.3 Estimation du volume de chablis et du taux de dégât

3.3.1 Par propriété

	Volume de chablis (m ³)	Taux de dégât (%)
Domanial	0	0,00
Communal	182 975	13,13
<i>Total relevant du régime forestier</i>	<i>182 975</i>	<i>13,13</i>
Privé	2 963 329	13,09
Total	3 146 304	13,09

La forêt publique, plus riche en conifères que la forêt privée (85 % en volume selon l'actualisation du dernier inventaire, contre 74 % en privé) est à peine plus touchée que la forêt privée, comme le confirme le taux de dégâts très homogène. En effet, le volume de chablis se répartit en 6 % public et 94 % privé, presque exactement comme les proportions du volume total actualisé. Au total, les dégâts représentent 11 % du volume sur pied actualisé, ce qui est considérable.

3.3.2 Par essence

Essence	Volume de chablis (m ³)		
	Public	Privé	Total
CHÊNES	2 947	284 248	287 195
HÊTRE	12 093	131 861	143 954
CHÂTAIGNIER	1 247	45 453	46 700
FRÊNE		41 270	41 270
TREMBLE	26	18 104	18 130
GRAND ÉRABLE	50	15 641	15 692
CERISIER OU MERISIER	181	15 357	15 538
CHARME	18	14 452	14 471
AUTRE FEUILLU	1 136	44 112	45 247
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>17 699</i>	<i>610 499</i>	<i>628 198</i>
PINS	24 874	1 009 420	1 034 295
SAPIN PECTINÉ	66 920	554 078	620 998
DOUGLAS	30 924	378 361	409 285
ÉPICÉA COMMUN	40 599	365 825	406 423
AUTRE CONIFÈRE	1 959	45 146	47 105
<i>SOUS-TOTAL CONIFÈRES</i>	<i>165 276</i>	<i>2 352 830</i>	<i>2 518 106</i>
TOTAL	182 975	2 963 329	3 146 304

On retrouve ici les mêmes conclusions que pour l'analyse en surface : le pin sylvestre représente à lui seul près d'un tiers des chablis ; le sapin, le douglas et l'épicéa représentent une petite moitié en volume, mais une grosse moitié en valeur, car il s'agit de la ressource noble des forêts ligériennes. Pour le pin sylvestre, c'est le sixième de la ressource qui disparaît ; pour le sapin, l'épicéa et le douglas, c'est le dixième, voire plus.

3.3.3 Par région forestière et essence

Région forestière	Volume de chablis (m ³) par essence						TOTAL
	Pin sylvestre	Sapin pectiné	Douglas	Épicéa commun	Chêne rouvre	Autres essences	
MONTS DU BEAUJOLAIS	4 761	16 784	9 174	2 275	2 481	5 476	40 951
BASSIN STÉPHANOIS	35	11			37	55	138
COTEAUX DU NORD-VIVARAIS	15 952	461	4 062		1 607	12 870	34 951
PLAINE DE ROANNE	382		82		12 505	9 353	22 322
PLAINE DU FOREZ	33 626		694		4 729	78 929	117 979
CHAROLAIS ET PLATEAU DE NEULISE	1 244	2 337	7 765	262	18 657	8 988	39 253
MONTS DU FOREZ	97 173	242 996	259 097	123 405	72 154	127 622	922 447
PLATEAU DU FOREZ	833 203	221 030	114 452	237 083	88 053	226 733	1 720 554
MONT PILAT	28 062	137 379	13 961	43 399	2 037	22 872	247 710
TOTAL	1 014 438	620 998	409 285	406 423	202 260	492 899	3 146 304

3.3.4 Par classe de dégât

Essence	Volume de chablis par classe de dégât (m ³)			
	10 – 50 %	50 – 90 %	90 – 100 %	Total
CHÊNES	88 983	110 526	87 687	287 195
HÊTRE	32 470	50 573	60 912	143 954
CHÂTAIGNIER	10 581	15 901	20 218	46 700
FRÊNE	10 203	16 012	15 055	41 270
TREMBLE	4 999	8 981	4 150	18 130
GRAND ÉRABLE	3 467	5 320	6 904	15 692
CERISIER OU MERISIER	3 780	6 969	4 789	15 538
AUTRE FEUILLU	16 098	21 585	22 036	59 719
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>170 580</i>	<i>235 867</i>	<i>221 751</i>	<i>628 198</i>
PINS	225 265	495 493	313 537	1 034 295
SAPIN PECTINÉ	101 489	174 943	344 566	620 998
DOUGLAS	81 687	108 999	218 599	409 285
ÉPICÉA COMMUN	74 510	154 374	177 539	406 423
SAPIN AMÉRICAIN	4 847	8 017	13 529	26 394
AUTRE CONIFÈRE	4 052	5 654	11 005	20 711
<i>SOUS-TOTAL CONIFÈRES</i>	<i>491 850</i>	<i>947 480</i>	<i>1 078 775</i>	<i>2 518 106</i>
TOTAL	662 430	1 183 347	1 300 527	3 146 304

On remarque surtout ci-dessus les très fortes proportions de chablis en classe 4 correspondant à des dégâts massifs de grande envergure.

3.3.5 Par type de formation végétale

Type de formation végétale	Volume de chablis et taux de destruction					
	Public	Public	Privé	Privé	Total	Total
	(m ³)	(%)	(m ³)	(%)	(m ³)	(%)
FUTAIE DE CONIFÈRES (PIN SYLVESTRE MAJORITAIRE)	22 672	18,17	451 341	22,66	474 013	22,40
FUTAIE DE CONIFÈRES (SAPIN MAJORITAIRE)	77 657	11,82	600 093	8,74	677 750	9,01
REBOISEMENT DE CONIFÈRES	74 940	17,34	717 853	11,77	792 793	12,14
MÉLANGE DE FUTAIE DE CHÊNES ET TAILLIS DE PLAINE	450	0,47	121 160	10,29	121 609	9,55
MÉLANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS DE MONTAGNE	178	1,02	68 149	5,39	68 328	5,33
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	1 365	4,26	309 840	17,00	311 205	16,78
BOISEMENT MORCELÉ DE PIN SYLVESTRE	5 293	21,73	479 424	29,03	484 716	28,93
AUTRE BOISEMENT MORCELÉ			187 956	16,96	187 956	16,96
BOISEMENT MARGINAL	412	4,43	27 441	4,20	27 853	4,20
AUTRE	8	35,64	72	6,03	80	6,57
TOTAL	182 975	13,13	2 963 329	13,09	3 146 304	13,09

Les taux très élevés calculés ci-dessus montrent l'intensité considérable des dégâts. Il convient de noter que les dégâts dans les boisements morcelés sont sous-estimés par la méthode employée. On a évalué la correction maximale à 239 000 m³ soit un supplément de chablis de presque 8 %, toujours sans intégrer les dégâts diffus.

3.4 Conclusions

La forêt du département de la Loire perd d'un seul coup près de 11 % de son volume de bois sur pied, hors dégâts diffus. Dans les peuplements touchés, la proportion est encore plus importante puisque l'on se rapporte au volume sur pied de l'ensemble de département ; si on rapporte les dégâts aux seuls volumes sur pied des peuplements concernés, les taux seront plus élevés.

Ces dégâts représentent aussi près de trois années de production brute et plus de sept années de récolte moyenne. La précédente tempête, en novembre 1982, avait abattu environ 300 000 m³ soit dix fois moins.

Globalement, par son ampleur exceptionnelle, la tempête de décembre 1999 revêt l'allure d'une catastrophe écologique et économique pour les forêts du département de la Loire.