



INVENTAIRE FORESTIER
NATIONAL

Les forêts françaises après les tempêtes de décembre 1999

Département du Puy-de-Dôme



Guy M. MERCIER

Année 2002

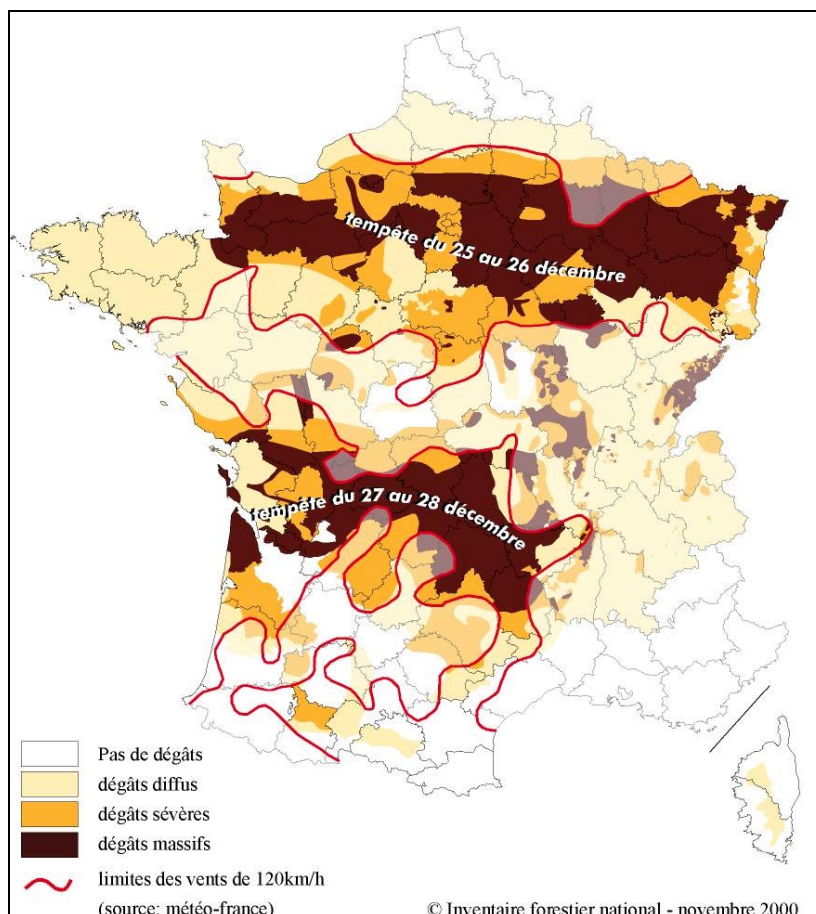
1	ÉVALUATION DES DÉGÂTS EN FRANCE	3
1.1	ESTIMATION NATIONALE.....	3
1.2	ESTIMATION RÉGIONALE.....	4
1.3	ESTIMATION PAR TYPE DE DÉGÂT	4
1.4	EXPOSITION DES FORÊTS AUX INTEMPÉRIES.....	5
1.5	HISTORIQUE DE LA PROCÉDURE D'ÉVALUATION	7
1.6	MÉTHODES MISES EN ŒUVRE	8
1.6.1	<i>Interprétation de photographies 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.....	12
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.....	20
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>	21
3.3.3	<i>Par région forestière et essence.....</i>	21
3.3.4	<i>Par classe de dégât.....</i>	22
3.3.5	<i>Par type de formation végétale.....</i>	23
3.4	CONCLUSIONS.....	23

1 Évaluation des dégâts en France

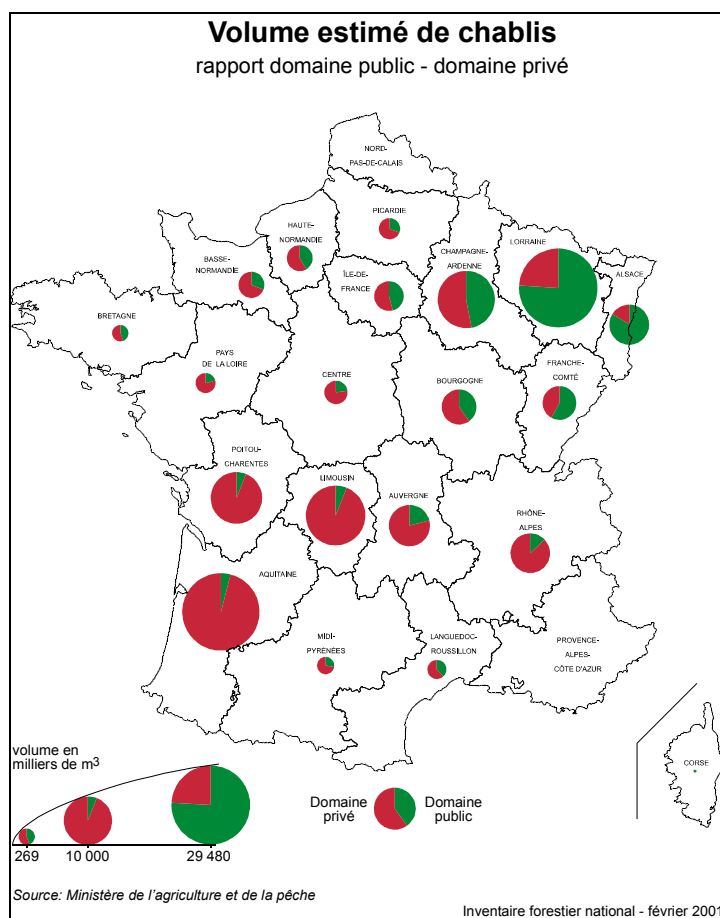
1.1 Estimation nationale

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.

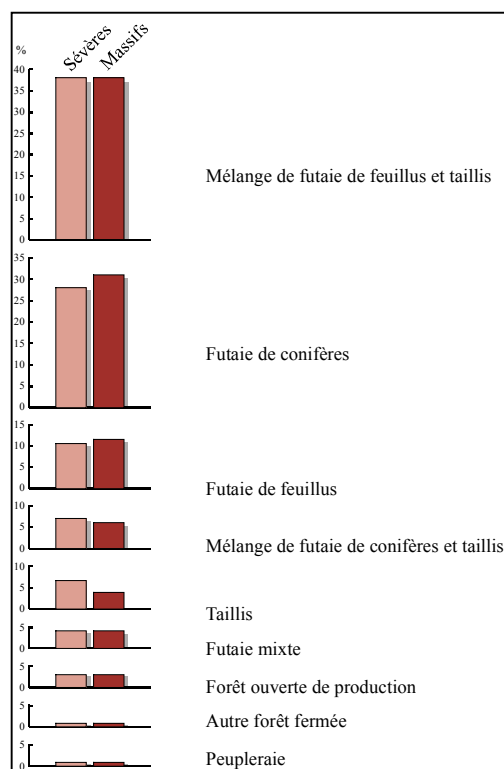
1.3 Estimation par type de dégât

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 Auvergne

Tempête des 25-26 décembre 1999

<i>(surfaces en hectare)</i>	<i>Vitesse maximale du vent (km/h)</i>			
Type de formation végétale	<i>50 à 80</i>	<i>80 à 100</i>	<i>100 à 120</i>	TOTAL
FUTAIE DE FEUILLUS	9 283	32 012	30 890	72 185
FUTAIE DE CONIFERES	81 112	182 946	24 117	288 175
FUTAIE MIXTE	2 964	29 647	3 986	36 597
MELANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	51 095	88 640	42 116	181 851
MELANGE DE FUTAIE DE CONIFERES ET TAILLIS	4 774	34 527	34	39 335
TAILLIS	5 312	11 681	19 192	36 185
FORET OUVERTE DE PRODUCTION	8 308	58 303	15 493	82 104
PEUPLERAIE		189	205	394
TOTAL	162 848	437 945	136 033	736 826

Tempête des 27-28 décembre 1999

<i>(surfaces en hectare)</i>	<i>Vitesse maximale du vent (km/h)</i>						
Type de formation végétale	<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>	TOTAL
FUTAIE DE FEUILLUS	291	7 344	28 780	16 405	18 759	604	72 183
FUTAIE DE CONIFERES	4 573	29 288	88 452	124 710	38 930	2 221	288 174
FUTAIE MIXTE		2 032	12 831	15 498	6 168	68	36 597
MELANGE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS		1 504	71 431	102 636	6 280		181 851
MELANGE DE FUTAIE DE CONIFERES ET TAILLIS			2 636	35 452	1 246		39 334
TAILLIS	108	2 207	13 582	9 218	10 973	96	36 184
FORET OUVERTE DE PRODUCTION	647	1 696	11 281	50 469	15 547	2 463	82 103
PEUPLERAIE			289	105			394
TOTAL	5 619	44 071	229 282	354 493	97 903	5 452	736 820

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.

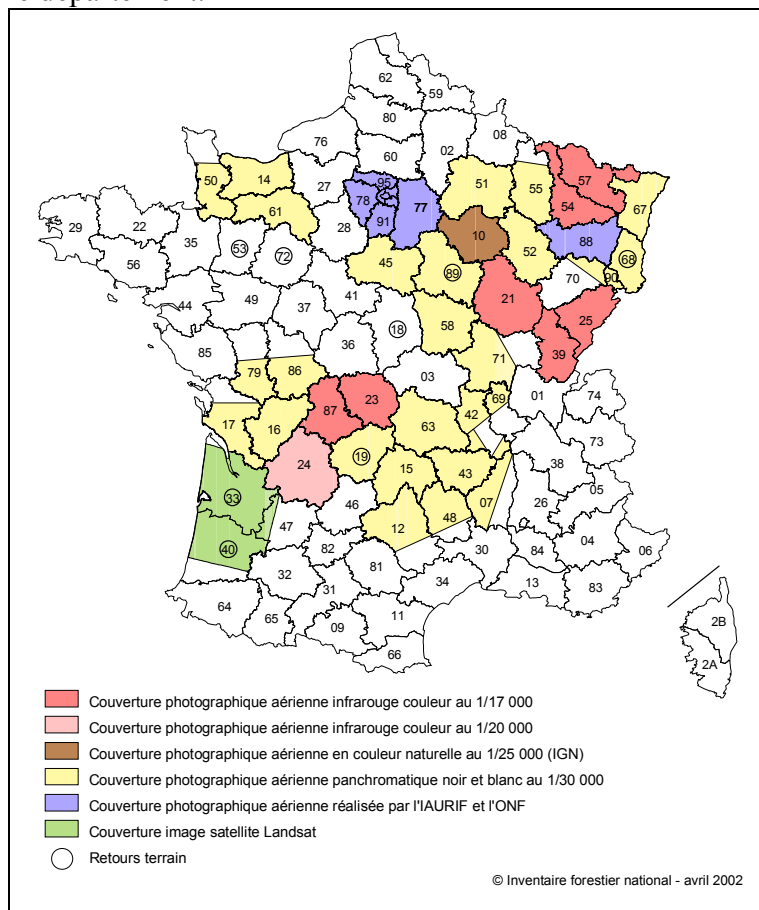
La comparaison des images satellitaires SPOT et ERS-1 avec la « vérité-terrain » des photographies numériques n'a pas donné de résultats encourageants : les erreurs de commission (zone indemne considérée comme une zone de dégâts) et les erreurs d'omission (non identification d'un dégât) étaient trop 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 en 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 du Puy-de-Dôme 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°

En outre, une mission IRC au 1/17 000^e avait été programmée en 1999 et le quart sud-ouest avait été photographiée juste avant la tempête ; le reste de cette mission est donc postérieur à la tempête (été 2000).

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. Ce n'est pas le cas dans le Puy-de-Dôme puisqu'au contraire, le prochain inventaire est enclenché (voir point 2.5 ci-dessous). Pour ce département donc, 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 le Puy-de-Dôme car l'inventaire précédent (3^{ème}) est trop ancien (1988).

Le 4^e inventaire est en phase de photo-interprétation.

2.6 Rappel des caractéristiques du précédent inventaire

Le 3^e inventaire du Puy-de-Dôme a débuté par une mission aérienne réalisée par l'IGN pendant l'été 1986, en IRC à l'échelle de 1/15 000^e.

La photo-interprétation s'est déroulée entre 1986 et 1987 avec l'examen de 8 100 points en formations boisées, 2 417 points de landes et 16 449 points dans les autres formations. En outre, 2 574 points du 2^e inventaire ont été réexaminés ainsi que 2 621 carrés pour les alignements et 1 182 points en peupleraie.

Les mesures sur le terrain ont porté sur un échantillon de 2 070 points en formation boisée de production, 519 points en lande, 132 pour les alignements, 485 pour les chablis de la tempête de 1982 et 1 182 reconnaissances de peupleraies dont 210 ont fait l'objet de mesures.

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 essences : 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 1988 (dernier inventaire) (m ³)			Volume actualisé 1999 (avant tempête) (m ³)		
	Public	Privé	Total	Public	Privé	Total
CHENES	418 330	5 320 297	5 738 626	693 086	6 373 767	7 066 854
HETRE	654 610	4 582 500	5 237 110	722 160	5 656 020	6 378 181
FRENE	31 093	696 718	727 812	53 678	939 180	992 859
BOULEAU	62 118	654 078	716 196	56 526	565 570	622 095
CHATAIGNIER	17 784	331 537	349 321	34 762	404 924	439 686
ROBINIER FAUX ACACIA	394	266 275	266 669		361 028	361 028
GRAND AULNE	10 496	298 014	308 510	21 139	318 508	339 647
TILLEUL	18 240	164 636	182 877	28 910	300 320	329 231
AUTRE FEUILLU	116 952	1 302 317	1 419 269	168 772	1 521 060	1 689 831
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>1 330 018</i>	<i>13 616 373</i>	<i>14 946 391</i>	<i>1 779 034</i>	<i>16 440 378</i>	<i>18 219 412</i>
PINS	752 400	6 072 784	6 825 183	101 703	6 369 701	6 471 404
SAPIN PECTINE	1 610 631	7 371 922	8 982 553	1 872 683	9 167 126	11 039 810
EPICEA COMMUN	1 369 934	5 525 441	6 895 375	1 779 121	9 364 413	11 143 534
DOUGLAS	90 174	2 319 843	2 410 017	192 823	3 987 972	4 180 796
SAPIN AMERICAIN	11 365	338 028	349 393	29 071	716 741	745 812
MELEZES	32 175	457 032	489 207	34 967	559 422	594 389
AUTRE CONIFERE	904	96 548	97 451	2 319	182 491	184 811
<i>SOUS-TOTAL CONIFERES</i>	<i>3 867 583</i>	<i>22 181 597</i>	<i>26 049 180</i>	<i>4 012 687</i>	<i>30 347 868</i>	<i>34 360 555</i>
TOTAL DEPARTEMENTAL	5 197 601	35 797 969	40 995 571	5 791 721	46 788 245	52 579 967

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	3 174	89	14	10	3 286
Communal	28 036	1 468	580	440	30 525
<i>Total relevant du régime forestier</i>	<i>31 210</i>	<i>1 557</i>	<i>594</i>	<i>450</i>	<i>33 811</i>
Privé	215 296	8 508	2 303	1 325	227 432
Total	246 506	10 065	2 897	1 775	261 243

Le pourcentage de surface touchée (classes de dégâts de 10 % à 100 %) s'établit à 7,7 % de la surface publique (c'est-à-dire relevant du régime forestier) contre 5,3 % en forêt privée.

Exprimée autrement, l'incidence de la tempête concerne en forêt publique 18 % de la surface dévastée totale (82 % en privé) alors que la forêt publique ne représente que 13 % de la surface boisée totale (87 % en forêt privée).

La fréquence des dégâts est donc approximativement moitié plus forte en public qu'en privé.

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
CHENES	3 105	44 422	78	2 057	21	417	8	162
HETRE	3 776	20 651	73	438	26	113	21	61
FRENE	48	3 678	3	75	3	13	3	3
BOULEAU	106	2 854	10	172	1	56		34
NOISETIER		2 354		47		13		3
AUTRE FEUILLU	280	6 445	10	161	2	40	5	13
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>7 315</i>	<i>80 403</i>	<i>174</i>	<i>2 949</i>	<i>54</i>	<i>652</i>	<i>37</i>	<i>277</i>
PINS	3 147	28 674	270	1 201	88	369	40	198
SAPIN PECTINE	6 519	24 182	347	1 188	143	279	87	223
EPICEA COMMUN	8 753	26 710	559	1 243	223	400	221	309
DOUGLAS	1 555	13 737	61	594	21	216	6	98
AUTRE CONIFERE	258	3 476	9	151	2	48	1	37
<i>SOUS-TOTAL CONIFERES</i>	<i>20 232</i>	<i>96 779</i>	<i>1 248</i>	<i>4 377</i>	<i>477</i>	<i>1 313</i>	<i>355</i>	<i>866</i>
ESSENCE INDETERMINEE ¹	201	133	13	15	11	7	2	4
TOTAL	27 748	177 315	1 434	7 341	542	1 972	394	1 146

Le tableau ci-dessus ventile par essence principale la surface boisée de production, qui est un peu inférieure à la surface cartographiée décrite dans les autres tableaux.

La fraction touchée par la tempête (classes de dégâts de 10 % à 100 %) se répartit à raison d'un tiers pour les feuillus et deux tiers pour les conifères alors que la surface totale est à 42 % feuillue et à 58 % en conifères : ce sont donc les peuplements de conifères qui concentrent les dégâts, et tout particulièrement les pins, le sapin et surtout l'épicéa ; les surfaces où ces essences sont principales sont dévastées sur une partie variant entre un quart et un tiers, ce qui est considérable.

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 %	Total
LIVRADOIS	45 560	1 056	324	132	47 073
BRIVADOIS	16 818	295	56	22	17 192
ARTENSE	2 693	53	12	1	2 759
MONTS DORE - CEZALLIER	25 367	991	351	435	27 145
MONTS DOME	16 175	374	151	149	16 849
BASSE-COMBRAILLE	1 931	137	32	4	2 105
HAUTE-COMBRAILLE	16 143	485	157	62	16 847
MOYENNE COMBRAILLE	43 427	3 392	1 177	601	48 598
MONTS DU FOREZ	48 175	1 582	345	107	50 209
PLATEAU DU FOREZ	7 010	664	172	232	8 078
LIMAGNES	23 208	1 035	119	28	24 389
TOTAL	246 507	10 065	2 897	1 775	261 243

La Moyenne Combraille porte à elle seule le tiers des dégâts ! Sont aussi fortement touchées les régions Monts du Forez, Monts Dore et Livradois, en surface totale dévastée. Par contre, c'est dans le Plateau du Forez que les dégâts sont les plus concentrés : un hectare sur sept y a été ravagé.

La carte du § 3.2 ci-après confirme cette analyse.

3.1.4 Par type de formation végétale

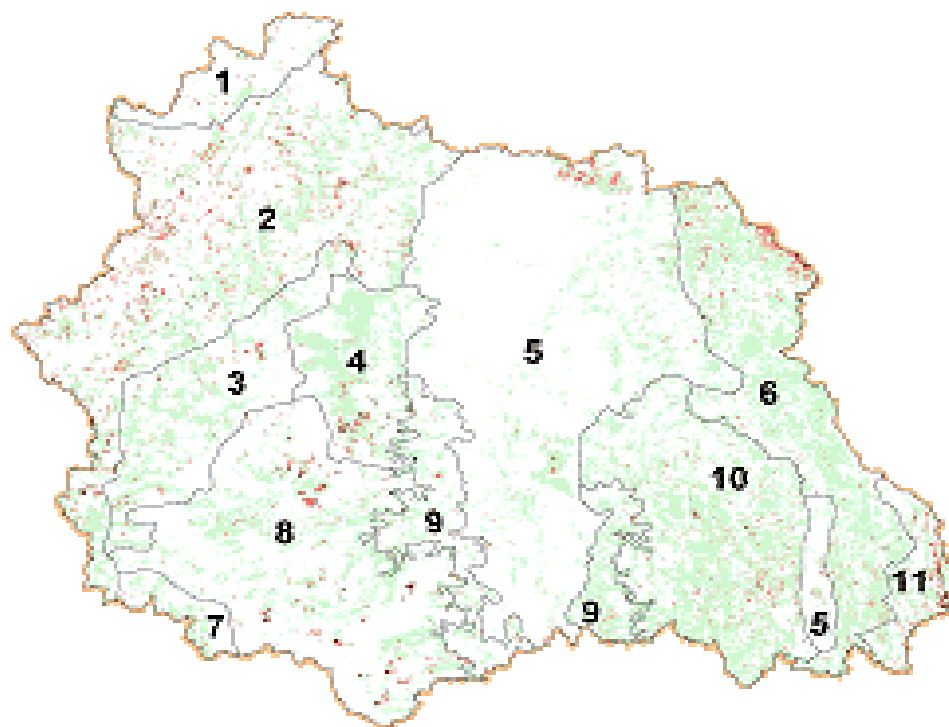
Tous les types de formation végétale dont les essences prépondérantes sont des conifères présentent un taux de dégât supérieur à la moyenne ; c'est spécialement le cas des boisements morcelés de conifères, de la futaie de conifères et des peuplements à pin sylvestre majoritaire.

Type de formation végétale	Surface cartographiée par classe de dégât (ha)				
	0-10 %	10-50 %	50-90 %	90-100 %	Total
FUTAIE DE FEUILLUS (HETRE MAJORITAIRE)	19 127	136	31	34	19 328
FUTAIE DE CONIFERES (PIN SYLVESTRE MAJORITAIRE)	13 684	924	312	135	15 056
FUTAIE DE CONIFERES (SAPIN MAJORITAIRE)	27 324	1 706	580	440	30 051
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	24 170	749	181	82	25 182
REBOISEMENT DE CONIFERES	19 257	1 133	424	489	21 302
MELANGE NORMAL DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	11 647	457	79	10	12 192
MELANGE RICHE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	4 170	536	19	2	4 727
TAILLIS	21 083	465	78	24	21 651
BOISEMENT MORCELE DE FEUILLUS	24 210	1 098	218	47	25 572
BOISEMENT MORCELE DE CONIFERES	50 042	2 273	832	457	53 605
BOISEMENT LACHE	25 816	360	104	43	26 324
PEUPELEMENT DETRUIT (CHABLIS DE 1982)	5 814	224	38	11	6 088
LANDE	23				23
AUTRE	138	3	1		143
TOTAL	246 507	10 065	2 897	1 775	261 243

Le tableau suivant donne les mêmes indications en % relatif par rapport à la surface totale du type de formation végétale.

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 FEUILLUS (HETRE MAJORITAIRE)	98,96 %	0,70 %	0,16 %	0,18 %
FUTAIE DE CONIFERES (PIN SYLVESTRE MAJORITAIRE)	90,89 %	6,14 %	2,07 %	0,90 %
FUTAIE DE CONIFERES (SAPIN MAJORITAIRE)	90,93 %	5,68 %	1,93 %	1,47 %
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	95,98 %	2,98 %	0,72 %	0,33 %
REBOISEMENT DE CONIFERES	90,40 %	5,32 %	1,99 %	2,29 %
MELANGE NORMAL DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	95,52 %	3,75 %	0,65 %	0,08 %
MELANGE RICHE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	88,23 %	11,34 %	0,39 %	0,04 %
TAILLIS	97,38 %	2,15 %	0,36 %	0,11 %
BOISEMENT MORCELE DE FEUILLUS	94,67 %	4,29 %	0,85 %	0,18 %
BOISEMENT MORCELE DE CONIFERES	93,35 %	4,24 %	1,55 %	0,85 %
BOISEMENT LACHE	98,07 %	1,37 %	0,40 %	0,16 %
PEUPLEMENT DETRUIT (CHABLIS DE 1982)	95,51 %	3,68 %	0,63 %	0,19 %
LANDE	100,00 %			
AUTRE	96,64 %	2,33 %	1,03 %	
TOTAL	94,36 %	3,85 %	1,11 %	0,68 %

3.2 Carte des dégâts



- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1. BASSE-COMBRAILLE | 6. MONTS DU FOREZ |
| 2. MOYENNE COMBRAILLE | 7. ARTENSE |
| 3. HAUTE-COMBRAILLE | 8. MONTS DORE - CEZALLIER |
| 4. MONTS DOME | 9. BRIVADOIS |
| 5. LIMAGNES | 10. LIVRADOIS |
| | 11. PLATEAU DU FOREZ |

- | | |
|---|--|
| | Peuplement indemne (de 0 à 10% de dégâts) |
| | Peuplement avec dégâts faibles à moyens (de 10 à 50 % de dégâts) |
| | Peuplement avec dégâts importants (de 50 à 90% de dégâts) |
| | Peuplement rasé (de 90 à 100% de 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	9 723	1,75
Communal	249 313	4,92
<i>Total relevant du régime forestier</i>	<i>259 037</i>	<i>4,61</i>
Privé	1 140 520	2,53
Total	1 399 557	2,76

Comme pour les surfaces, on voit que les forêts publiques, et parmi elles surtout les forêts des collectivités, ont été plus sévèrement touchées que les forêts privées, alors que, paradoxalement, les forêts privées portent en moyenne un stock sur pied (206 m³/ha) supérieur à celui des forêts publiques (171 m³/ha). Globalement, la forêt publique supporte 18,5 % du volume des chablis sur 13 % de la surface boisée.

3.3.2 Par essence

Essence	Volume de chablis (m ³)		
	Public	Privé	Total
CHENES	13 060	131 349	144 408
HETRE	18 489	87 771	106 260
FRENE	2 036	11 514	13 550
BOULEAU	1 911	11 177	13 088
AUTRE FEUILLU	7 557	54 039	61 596
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>43 053</i>	<i>295 849</i>	<i>338 902</i>
PINS	2 908	148 851	151 759
SAPIN PECTINE	76 067	274 683	350 749
EPICEA COMMUN	126 623	275 426	402 048
DOUGLAS	6 156	103 822	109 979
AUTRE CONIFERE	4 230	41 889	46 119
<i>SOUS-TOTAL CONIFERES</i>	<i>215 984</i>	<i>844 671</i>	<i>1 060 654</i>
TOTAL	259 037	1 140 520	1 399 557

Ce tableau met particulièrement en évidence l'importance des chablis résineux, qui touchent surtout le sapin et l'épicéa, puis, à un degré moindre, le pin sylvestre et le douglas.

A titre d'illustration, on remarquera que l'épicéa, dont la forêt publique porte un quart de la surface et un sixième du volume actualisé avant tempête, concentre un tiers des chablis dans cette essence.

3.3.3 Par région forestière et essence

On peut faire pour les volumes les mêmes remarques et commentaires que pour les surfaces touchées dans les différentes régions forestières avec l'importance totale des dégâts en Moyenne Combraille, Monts Dore, Monts du Forez et Plateau du Forez.

Région forestière	Volume de chablis (m ³) par essence					
	Epicéa commun	Sapin pectiné	Pin sylvestre	Douglas	Hêtre	Autres essences
LIVRADOIS	63 352	81 293	25 696	15 607	7 691	16 610
BRIVADOIS	1 755	1 348	10 619	1 655	1 040	7 037
ARTENSE	172	4 044			2 067	540
MONTS DORE - CEZALLIER	136 145	35 312	4 847		18 133	13 957
MONTS DOME	27 959	5 554	5 402		8 526	19 321
BASSE-COMBRAILLE	1 033		59		379	4 944
HAUTE-COMBRAILLE	22 709	18 029	1 050	1 081	5 790	12 169
MOYENNE COMBRAILLE	96 100	15 712	53 870	55 307	42 840	133 863
MONTS DU FOREZ	24 544	94 427	11 824	29 043	11 705	23 093
PLATEAU DU FOREZ	27 055	93 430	21 328	594	7 195	1 787
LIMAGNES	1 224	1 600	13 887	6 692	894	48 617
TOTAL	402 048	350 749	148 583	109 979	106 260	281 938

3.3.4 Par classe de dégât

Essence	Volume de chablis par classe de dégât (m ³)			
	10 – 50 %	50 – 90 %	90 – 100 %	Total
CHENES	81 150	38 458	24 800	144 408
HETRE	50 152	31 057	25 051	106 260
FRENE	7 529	3 734	2 288	13 550
BOULEAU	6 224	4 191	2 673	13 088
AUTRE FEUILLU	33 938	15 963	11 695	61 596
<i>SOUS-TOTAL FEUILLUS</i>	<i>178 994</i>	<i>93 402</i>	<i>66 507</i>	<i>338 902</i>
PINS	70 020	46 265	35 475	151 759
SAPIN PECTINE	140 656	98 422	111 671	350 749
EPICEA COMMUN	146 713	120 008	135 327	402 048
DOUGLAS	45 314	40 535	24 130	109 979
AUTRE CONIFERE	18 837	14 072	13 210	46 119
<i>SOUS-TOTAL CONIFERES</i>	<i>421 540</i>	<i>319 301</i>	<i>319 812</i>	<i>1 060 654</i>
TOTAL	600 534	412 704	386 319	1 399 557

On remarquera juste dans ce tableau la très forte proportion de dégâts de classe 4 (destruction totale) pour les conifères très touchés, et spécialement pour le sapin et l'épicéa dont les volumes détruits se distribuent presque à égalité dans les trois classes de dégâts, alors que pour la plupart des essences, la majorité des chablis provient de la colonne relative aux dégâts faibles (10 % à 50 %).

3.3.5 Par type de formation végétale

Type de formation végétale	Volume de chablis et taux de destruction					
	Public		Privé		Total	
	(m ³)	(%)	(m ³)	(%)	(m ³)	(%)
FUTAIE DE FEUILLUS (HETRE MAJORITAIRE)	2 383	0,41	17 767	0,53	20 150	0,51
FUTAIE DE CONIFERES (PIN SYLVESTRE MAJ.)	15 751	4,52	86 237	2,98	101 988	3,14
FUTAIE DE CONIFERES (SAPIN MAJORITAIRE)	136 071	6,91	293 767	3,66	429 838	4,30
FUTAIE MIXTE DE PIN SYLVESTRE ET FEUILLUS	8 967	3,43	69 342	1,65	78 309	1,75
REBOISEMENT DE CONIFERES	71 461	6,01	138 732	5,00	210 193	5,30
MELANGE NORMAL DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	2 351	1,05	34 499	1,70	36 850	1,63
MELANGE RICHE DE FUTAIE DE FEUILLUS ET TAILLIS	622	0,61	31 744	4,14	32 365	3,72
TAILLIS	1 566	0,59	28 861	1,06	30 427	1,02
BOISEMENT MORCELE DE FEUILLUS	1 332	2,04	76 787	2,19	78 119	2,20
BOISEMENT MORCELE DE CONIFERES	17 200	4,14	347 716	2,68	364 916	2,73
BOISEMENT LACHE	169	0,27	13 472	0,80	13 641	0,78
PEUPLEMENT DETRUIT (CHABLIS DE 1982)	1 164	0,89	1 583	2,57	2 747	1,43
AUTRE			14	1,69	14	1,69
TOTAL	259 037	4,61	1 140 520	2,53	1 399 557	2,76

Les pourcentages de destruction calculés ci-dessus mènent aux mêmes conclusions que plus haut, à savoir l'intensité supérieure des dégâts en forêt publique, qui est une constante pour tous les types bien représentés, ainsi que la forte valeur de ces taux pour les types constitués principalement à base d'essences conifères.

On notera qu'à l'inverse, tous les types à faible taux de dégât sont plus touchés en forêt privée, mais l'analyse porte sur des volumes plus réduits, d'une précision statistique inférieure.

L'analyse des résultats du 4^e inventaire qui commence permettra de confirmer ces éléments et d'en élucider la raison.

3.4 Conclusions

Au total, les forêts du Puy-de-Dôme paient un lourd tribut à la tempête : 1,4 millions de m³, soit 2,7 % du volume sur pied ou environ deux récoltes annuelles normales et les 4/5^e de la production annuelle brute estimée par l'IFN lors du dernier inventaire.

Evidemment, ce total ne comprend pas les dégâts diffus dont l'importance est très variable suivant les conditions locales mais qui, dans certains départements, peuvent représenter autant que les dégâts concentrés.

L'IFN a calculé que le biais qui consiste à négliger les dégâts dans les petits massifs pouvait être majoré par une estimation à hauteur de 920 000 m³, ce qui est très important et laisse penser que le total IFN est annoncé par défaut. Le 4^e inventaire permettra prochainement de préciser toutes ces estimations.

On rappellera aussi que les dégâts de la tempête de 1982 avaient été estimés à environ 5 millions de m³. Compte tenu de ce qui précède, la tempête de 1999 a eu une incidence du même ordre de grandeur sur les formations boisées départementales, même si l'estimation actuelle, limitée aux dégâts concentrés, est à un peu moins de la moitié.