

LES RESULTATS 2004 DU RESEAU EUROPEEN DE SUIVI DES DOMMAGES FORESTIERS

Jean-Pierre Renaud, IFN, Louis-Michel Nageleisen, DSF antenne spécialisée (Champenois)

2004 results from the European Network for Forest Damage Monitoring – *In 2004, the French forest condition survey included 10239 trees from 512 permanent plots. The growing season was marked by a dry summer, but without such extreme temperatures as in summer 2003. At the national level, several species have shown a slight increase in defoliation. Broad-leaved trees remained at a higher defoliation level than conifers. The amount of discoloured trees slightly decreased, remaining at a relatively low level. Less than 12 % of the trees were judged discoloured. The 2004 growing season was marked by a drastic increase in mortality rates. Among the conifers, spruce was particularly affected. For broad-leaves, young beech stands have also shown a significant increase in mortality (2.9 %). At the national scale, species that worsen the most were hornbeam, beech, and spruce. Nevertheless, these tendencies mask regional variabilities. Stressing agents were associated to 26 % of the trees. Insects were mostly mentioned (13 % of the reported problems) with *Coroebus bisfasciatus* on oaks, and *Orchestes fagi* on beech, as well as several other insects damages affecting crown condition. For pathogens, an increase in *Crumenulopsis sororia* on Aleppo pine was observed. *Cryphonectria parasitica* remains present on chestnut (affecting 10 % of the trees) and *Microsphaera alphitoides* on oaks (mainly on pedunculated ones). Drought damages were mentioned to a lower extent than in 2003, but mass fruiting and smaller leaves represented a significant part of the problems (respectively 9 and 16 %), affecting oaks, beech, and secondarily hornbeam, maples and birches. These results emphasises the importance of the European Network for monitoring annual changes in forest crown condition.*

Le réseau européen de suivi des dommages forestiers découle d'une obligation communautaire (règlement 2152/2003 « Forest Focus » dans la continuité du règlement initial CEE n° 3528/86). Il comprend deux dispositifs de placettes permanentes dites de "niveau 1" (suivi extensif) et de "niveau 2" (suivi intensif). Le niveau 1 est composé de placettes permanentes situées aux nœuds d'une maille carrée de 16 km x 16 km. Son objectif est principalement de déterminer les variations de l'état sanitaire des peuplements forestiers dans le temps et dans l'espace. Il fait l'objet d'une seule observation annuelle de l'état des cimes, en été. Le nombre de placettes françaises observées en 2004 est de 512. Le niveau 2 est constitué de placettes non systématiques, représentatives de grands écosystèmes forestiers, sur lesquelles de nombreux prélèvements et observations sont effectués. Son objectif est principalement d'étudier l'évolution des écosystèmes et de comprendre les relations entre causes et effets. En France, ce réseau de niveau 2 est dénommé "réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers" (RÉNÉCOFOR). Il comprend 102 placettes et est géré par l'Office national des forêts. Les résultats présentés ici ne concernent que le premier dispositif (niveau 1).

La mise en place de la partie française du réseau européen de suivi des dommages forestiers de niveau 1 a été achevée en 1989. 2004 est donc la 16^{ième} année d'observation. Ce réseau n'est cependant pas immuable, et cela pour de multiples raisons : opérations sylvicoles, en particulier coupes de régénération, évolution dans l'accessibilité des placettes, changements de vocation territoriale, tempêtes de 1999 (Landmann *et al.*, 2000) par exemple. Les nombres de placettes et d'arbres fluctuent légèrement chaque année. Ainsi sur 510 placettes implantées en 1989, 418 ont été observées tous les ans jusqu'en 2004, ce qui représente 82 % des placettes notées en 2004.



En ce qui concerne les arbres, sur les 10 239 tiges notées en 2004, seules 6 230, soit 61 %, ont fait l'objet d'une observation annuelle depuis 1989.

Des données nombreuses mais pas forcément simples à analyser, ni à interpréter

Classiquement depuis la création des réseaux de surveillance au début des années 1980, le déficit foliaire a été analysé en étudiant la répartition des tiges en 5 classes : 0 = 0–10 %, 1 = 15–25 %, 2 = 30–60 %, 3 = 65–95 %, 4 = arbres morts. A ces classes a été rapidement associée une notion de santé plus ou moins altérée (classe 0 = arbres sains, classe 1 = arbres légèrement endommagés, classe 2 = arbres modérément endommagés, classe 3 = arbres sévèrement endommagés). Cependant le seuil de 25 % de déficit foliaire retenu unanimement en Europe comme le seuil d'alerte entre un arbre en bonne santé et un arbre malade ne repose pas réellement sur des études écophysiologicals. Les quelques analyses robustes sur le lien entre vitalité (appréciée par la croissance radiale) et déficit foliaire révèlent que la réalité est sans doute complexe : seuil variable selon l'essence, la station ou l'âge des arbres, absence de seuil dans certains cas ...

Une autre difficulté dans l'interprétation des données des réseaux européens réside dans le fait que la notation de l'état des houppiers est réalisée sans l'aide d'instrument de mesures par des hommes qui malgré un protocole de notation (voir encadré) clair et simple dans son énoncé ont des difficultés certaines pour estimer quantitativement à 5 % près un critère donné comme le déficit foliaire par rapport à un arbre de référence. L'homogénéité des notations dans le temps et dans l'espace est assurée par des sessions de formation annuelles et des contrôles en cours de campagne de notation. Malgré cela, au cours des années 1990, un réajustement à la hausse des notations de déficit foliaire a été effectué pour des raisons essentiellement méthodologiques (Landmann *et al.*, 1999b). C'est pourquoi en France les évolutions de l'état des cimes des différentes essences représentatives de ce réseau sont analysées seulement à partir de 1997, année après laquelle la méthode de notation est considérée stable.

Protocole de notation

Entre le 1^{er} juillet et le 31 août, deux notateurs apprécient depuis le sol, par un examen attentif réalisé aux jumelles, le déficit foliaire (par classes de 5 %) et la coloration anormale (proportion du feuillage affecté appréciée en 5 grandes classes [0 : 0–10 %, 1 : 15–25 %, 2 : 30–60 %, 3 : 65–95 %, 4 : arbres morts]) de 20 arbres de l'étage dominant. Pour la première fois en 2004, afin de bien mesurer les conséquences éventuelles de la sécheresse-canicule de 2003 en terme de dépérissement, un nouveau critère a été pris en compte : la mortalité de branches. Elle est notée en classe de 10 %. Dans la mesure du possible, une identification des facteurs de dommages (champignons, insectes, stress climatiques, etc.) est effectuée par les notateurs, dont la plupart (environ 140 des 148 notateurs impliqués) sont également correspondants-observateurs du Département de la santé des forêts (DSF) et possèdent donc une bonne compétence phytosanitaire.

Enfin, la distribution des données de déficit foliaire ne suit pas une répartition gaussienne tant pour les feuillus que pour les résineux (fig. 1). Aussi, la moyenne est un descripteur synthétique à prendre avec prudence, d'autant plus que la note de déficit foliaire n'est pas une variable continue mais une variable discontinue en classes d'amplitude 5 % dont on peut voir sur les courbes de la figure 1 que certaines valeurs (multiples de 10) sont sur représentées (courbes en dent de scie). Les évolutions de la médiane (valeur pour laquelle 50 % des effectifs ont une valeur de déficit foliaire inférieure et 50 % des effectifs ont une valeur supérieure), du premier quartile (valeur pour laquelle 25 % des effectifs ont une valeur de déficit foliaire inférieure et 75 % des effectifs ont une valeur supérieure) et du troisième quartile (valeur pour laquelle 75 % des effectifs ont une valeur de déficit foliaire inférieure et 25 % des effectifs ont une valeur supérieure) permettent mieux de rendre compte de l'évolution réelle de l'état des cimes.

Les différences marquées de distribution et de valeur médiane ou moyenne du déficit foliaire entre essences résineuses et essences feuillues montrent également qu'il n'y a guère de sens à fournir des données globales toutes essences confondues.



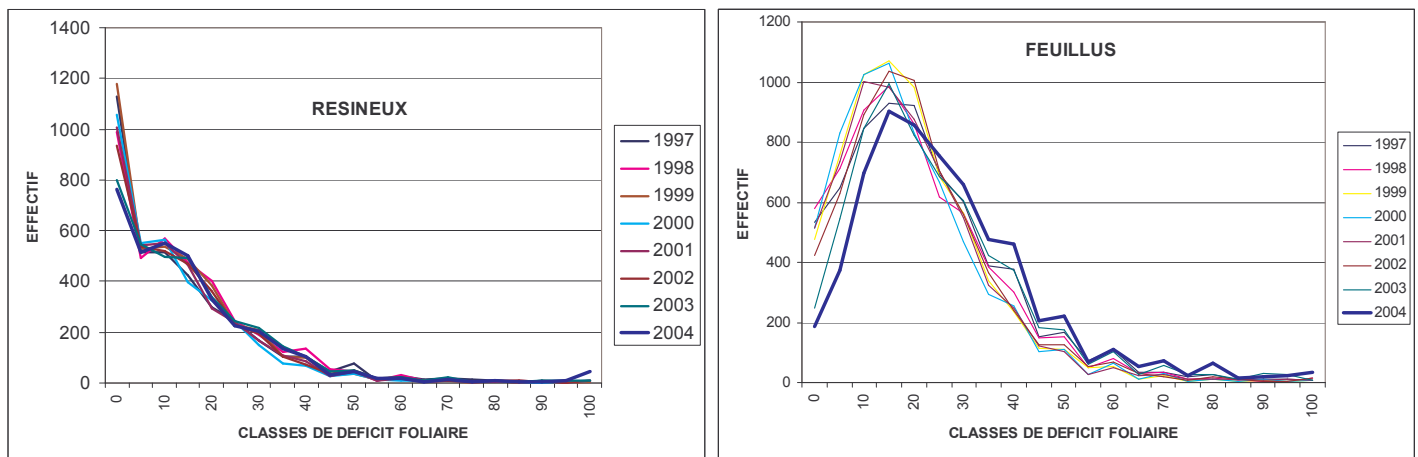


Figure 1 : répartition par classes de déficit foliaire des effectifs des arbres échantillons résineux (à gauche) et des arbres échantillons feuillus (à droite) dans le réseau européen systématique de suivi des dommages forestiers.
Distribution in crown conditions for coniferous (left) and broad-leaved (right) trees within the European Network for Forest Damage Monitoring.

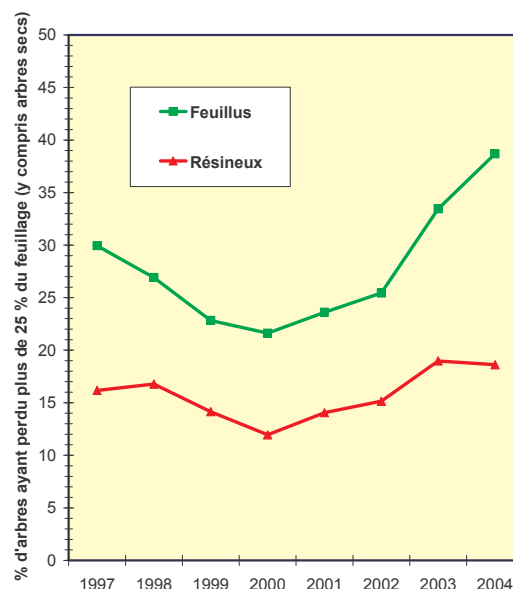


Figure 2 : Évolution du pourcentage d'arbres présentant un déficit foliaire supérieur à 25 % dans la partie française du réseau européen entre 1997 et 2004
Trends in the percentage of trees showing more than 25 % foliage loss in the French part of the European Network for Forest Damage Assessment from 1997 to 2004

À l'échelle nationale, les déficits foliaires augmentent globalement depuis 2001

Alors qu'une diminution des déficits foliaires a été globalement observée de 1998 à 2000 tant pour les essences résineuses que feuillues, une augmentation est constatée depuis quatre ans (Tabl. 1 et fig. 2 et 3) et ce plus particulièrement pour les feuillus, qui présentent toujours sensiblement plus de pertes de feuillage que les conifères. L'évolution des médianes et quartiles (fig. 3) révèle bien la plus grande stabilité des notations des résineux par rapport à celles des feuillus, ainsi que le décrochement marqué à partir de 2003. L'évolution interannuelle du déficit foliaire par placette entre les notations 2003 et 2004 a également été caractérisée. Pour ce faire, la différence entre les notations des deux dernières années a été calculée pour chacune des tiges. Ce critère est similaire à celui de la « première différence » des séries temporelles (McCune et Grace 2002) et permet d'éliminer une partie du biais d'observation. Cette donnée n'a toutefois pas une distribution normale. C'est pourquoi, la médiane a plutôt été choisie pour représenter l'évolution des placettes.



Ainsi, sur l'ensemble de 505 placettes notées à la fois en 2003 et 2004, on observe l'évolution suivante du déficit foliaire : environ 1 placette sur six (79) s'est détériorée, plus **des** trois quart (386) sont demeurés stables et 8 % (40 placettes) s'est amélioré (fig. 4).

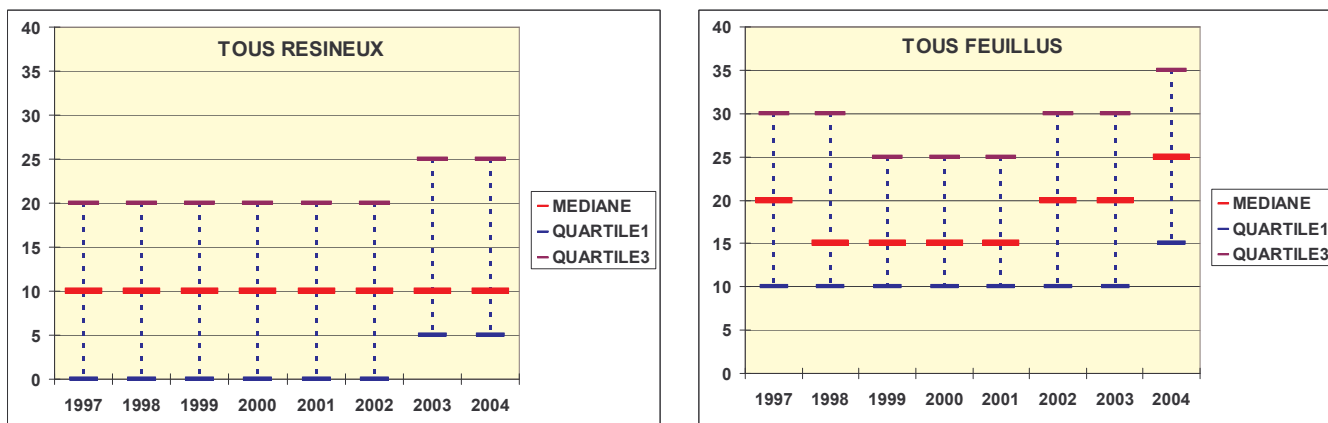


Figure 3 : Evolution de la médiane et des premier et troisième quartiles du déficit foliaire pour les essences résineuses (à gauche) et les essences feuillues (à droite) dans la partie française du réseau européen entre 1997 et 2004

Time trends in crown conditions for coniferous (left) and broad-leaved (right) trees showing the median, as well as the first and third quartiles.

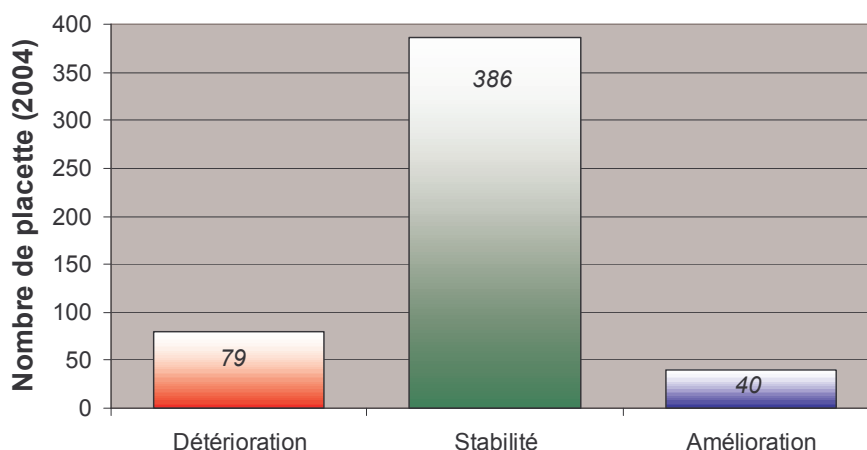


Fig. 4 : Répartition des placettes en fonction de l'évolution de leur déficit foliaire médian au cours des 2 dernières années, toutes essences confondues (la stabilité inclut un intervalle de $\pm 5\%$).

Plots distribution based on the evolution of their median difference in crown condition between the last two seasons (stability includes $\pm 5\%$).

L'effet de la canicule et de la sécheresse de 2003 est bien visible

L'évolution du déficit foliaire a également été calculée pour les principales essences du réseau. Comme il existe une forte variabilité interspécifique en terme de tolérance vis à vis des stress hydriques (Bréda *et al.* 2004), cette évolution est présentée pour deux périodes distinctes, soit 2003-2004 et 2002-2004. De cette façon, l'année 2002 peut servir de « référence », avant les années de fortes contraintes hydriques représentées par 2003 et 2004 (Belrose *et al.* 2004). La figure 5 illustre les résultats obtenus. Une évolution négative représente un accroissement du déficit foliaire pour la période considérée. En comparant l'évolution survenue au cours de la dernière année à celle survenue au cours de toute la période 2002-2004, on obtient un aperçu de la dynamique de chacune des essences. Ainsi, la majorité des feuillus semble répondre rapidement au stress de 2003. L'amplitude de l'évolution 2002-2004 n'est que faiblement recoupée par celle de la période 2003-2004. Ces essences (chênes, châtaignier) ont donc réagi fortement, subissant un accroissement important du déficit foliaire dès 2003. L'année 2003 se classe en effet pour les feuillus comme celle de plus forte contrainte hydrique jamais recensée depuis les 50



dernières années (Bréda *et al.* 2004). Pour les conifères, cette rapidité de réaction est moins nette et le pin d'Alep tend même à voir son déficit foliaire s'améliorer pour la période considérée. Pour cette essence, qui résiste bien aux stress hydriques (Bréda *et al.* 2004) mais qui est fortement touchée par le chancre (*Crumenulopsis sororia*), il est possible que les deux dernières années, plutôt sèches, aient limité l'impact de cette maladie, avec pour conséquence une amélioration du déficit foliaire. En peuplements mélangés, il est également possible que le pin d'Alep ait bénéficié d'une plus faible pression de compétition exercée par l'essence concurrente. Cette hypothèse mériterait d'être examinée plus en détail.

Par contre, il est intéressant de noter que la dégradation pour le hêtre et l'épicéa s'exprime surtout en 2004. Il est possible d'expliquer en partie cette réponse en considérant que la notation estivale de 2003 a eu lieu avant l'apparition des symptômes, qui se sont manifestés plutôt en automne sur ces essences (cf. analyses comparatives des observations réalisées à l'automne 2003 et de celles réalisées en 2004 sur le réseau de suivi des dommages forestiers et le réseau spécifique DSF de suivi des conséquences de la canicule (Pauly *et al.* 2005)). Néanmoins, le hêtre et l'épicéa semblent gérer différemment les contraintes hydriques et possèdent une certaine capacité à tamponner ces épisodes de stress. Dans le cas du hêtre, un effet différé d'un an des déficits hydriques a déjà été observé dans des études antérieures (Fritts 1976, Badeau *et al.* 1997, Badeau 1999a, 1999b). Pour l'épicéa, cet effet climatique différé semble pouvoir atteindre jusqu'à 2 ans (n-2) (Desplanque *et al.* 1998). Pour cette essence, la chaleur estivale associée à de faibles pluies favorise la croissance radiale (Desplanque *et al.* 1998). Pour les chênes sessile et pédonculé, ce type d'effets climatiques peut s'étendre sur plusieurs années (Becker *et al.* 1994, Bréda et Landmann 1995). Il serait donc intéressant de tirer avantage des données recueillies au cours des dernières saisons de croissance sur le réseau européen, pour approfondir les connaissances concernant les caractéristiques écophysologiques des principales essences forestières.

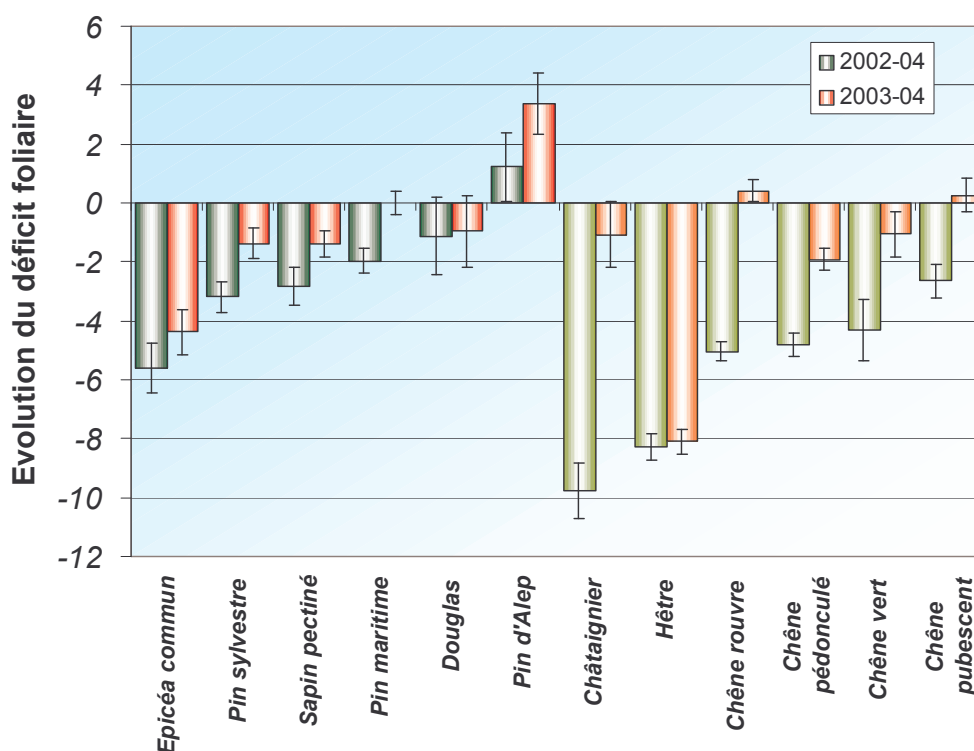


Figure 5 : Evolution du déficit foliaire par essence pour les périodes 2002-2004 (en vert) et 2003-2004 (en rouge). L'évolution est calculée sur la base de la différence de notation par tige, puis moyennée par essence. Les barres correspondent à \pm une erreur standard. Les peuplements de moins de 20 ans ne sont pas inclus. Evolution of the crown condition by species for 2002-2004 (green) and 2003-2004 (red). It is based on the differences in crown assessments on individual stems and then averaged by species. Too young stands are excluded (<20years).

Le lien entre évolution du déficit foliaire et facteurs du milieu reste difficile à analyser

L'évolution globale des déficits foliaires par essence (cf. fig. 3) peut conduire à formuler plusieurs



hypothèses : le risque de détérioration des houppiers peut dépendre des conditions stationnelles ; il peut également être supérieur pour les arbres qui présentaient déjà un déficit foliaire élevé en 2002. Afin de répondre à ces questions, une analyse multinomiale a été effectuée. Pour chaque arbre, l'évolution du déficit foliaire entre 2002 et 2004 a été regroupée en 3 classes (amélioration, stabilité, détérioration). Ensuite, le risque de détérioration lié aux conditions stationnelles a été modélisé en utilisant les valeurs de disponibilité en eau des placettes du réseau européen. Le risque associé à la vigueur initiale des arbres a été modélisé à partir des classes de déficit foliaire de 2002. Enfin, un effet interactif entre ces deux facteurs de risque a été ajouté au modèle. Les résultats obtenus indiquent des effets significatifs pour toutes les variables étudiées (tab. 1).

Source	DL	χ^2	Prob> χ^2
Essence	21	525.8	0.0000
CI défo 2002	3	7.8	0.0514
Disp Eau	2	21.9	0.0000
Disp Eau*CI defo	6	29.3	0.0001

Tableau 1 : Résultats de l'analyse multinomiale illustrant l'effet de l'essence, du déficit foliaire des arbres en 2002 (4 classes), de la disponibilité en eau des placettes (3 classes) et de l'interaction entre ces deux dernières variables sur la probabilité de détérioration des arbres pour la période 2002-2004.

Results of the multinomial analysis showing effects of species, crown condition in 2002 and water availability (including an interaction) on the probability of crown deterioration during 2002-2004.

La figure 6 présente les résultats de ce modèle pour le hêtre. La proportion d'arbres dont l'état du houppier se détériore en 2004 augmente en fonction de la classe de déficit foliaire à laquelle appartenaient ces arbres en 2002. Par contre, cet effet est nettement influencé par la disponibilité en eau de la station. La probabilité de détérioration des houppiers est la plus forte pour les arbres déjà en mauvais état en 2002 (déficit >60 %) et situés sur des stations ayant une alimentation en eau insuffisante. Dans de telles conditions, l'impact des stress climatiques de ces dernières années semble renforcé.

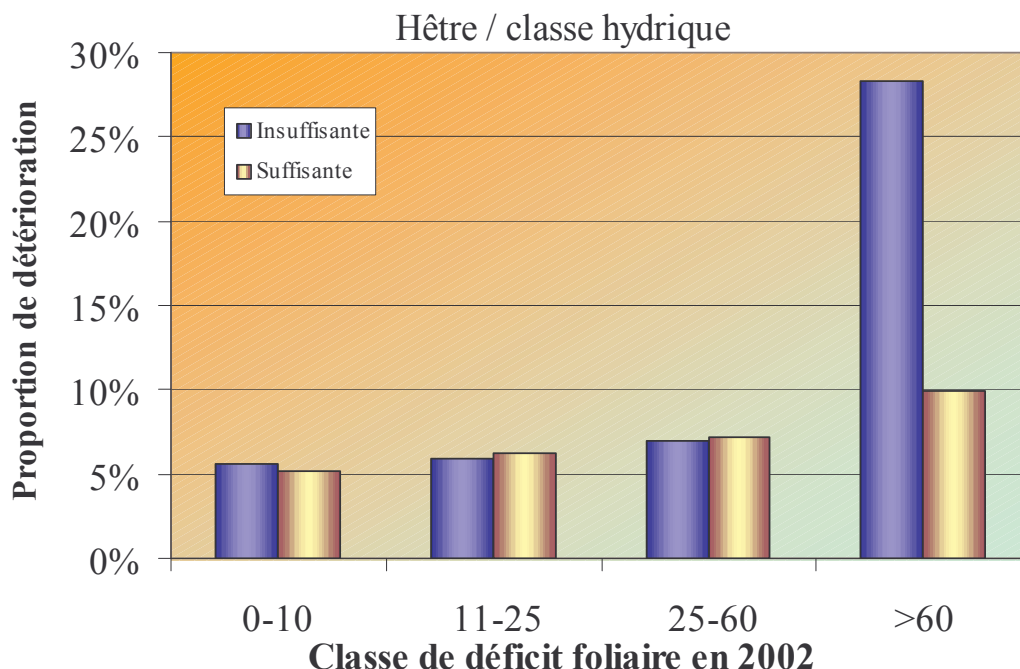


Figure 6 : Représentation graphique des résultats du modèle multinomial illustrant pour le hêtre la proportion d'arbres se détériorant en 2004 en fonction du déficit foliaire des arbres en 2002 et selon la disponibilité en eau des placettes.

Illustration of the model results for beech, showing the proportion of deteriorated trees according to their crown conditions in 2002 and the soil water regime (sufficient or not).

En plus des impacts directs sur les houppiers, les contraintes hydriques peuvent également avoir des répercussions indirectes sur la vigueur des arbres. Par exemple, un arbre affaibli ayant des réserves carbonées amoindries peut voir ses mécanismes de défense envers certains insectes ou



pathogènes profondément altérés. Peu de recherches ont porté sur les seuils de réactivité des arbres. Cet épisode climatique atypique pourrait donc être une opportunité d'acquérir des connaissances nouvelles et servir de point de départ à un certain nombre de travaux de recherche en ce domaine.

Les autres facteurs susceptibles de modifier la réponse des différentes essences envers les contraintes hydriques n'ont pas fait l'objet d'une analyse. L'âge, par exemple, peut jouer un tel rôle. Sur le réseau européen, les peuplements âgés ont toujours eu un déficit foliaire supérieur aux jeunes peuplements. Ainsi, en 2004, le déficit foliaire moyen des peuplements feuillus âgés de plus de 60 ans est de 28 % contre 24 % pour les peuplements plus jeunes. Pour les résineux, l'effet de l'âge paraît plus marqué. Les peuplements de plus de 60 ans ont un déficit foliaire moyen de 20 % contre 14 % pour les plus jeunes. Pour évaluer l'effet prédisposant de l'âge envers la sensibilité à la sécheresse, le réseau européen pourrait être utilisé, moyennant l'obtention de données climatiques locales qui font actuellement défaut.

Une analyse de redondance (RDA) a été également effectuée afin d'illustrer les relations existantes entre l'évolution du déficit foliaire des différentes essences du réseau européen et certaines variables stationnelles (disponibilité en eau, altitude) ou de peuplements (âge). Les résultats sont présentés à la figure 7. Les flèches associées aux essences pointent vers un accroissement de la détérioration des houppiers (estimée par la médiane par placette de l'évolution 2002-2004 du déficit foliaire). On observe donc une tendance à une détérioration accentuée avec l'altitude pour le pin sylvestre, l'épicéa, le sapin et les mélèzes. Pour les feuillus un effet similaire s'observe pour le hêtre. De plus, les chênes (rouvre et pédonculé) et le hêtre semblent se détériorer de façon plus marquée dans les vieux peuplements. Si la disponibilité en eau ne semble pas avoir un effet très marqué, il est possible que ce soit en raison du caractère rudimentaire de la variable utilisée dans les calculs. Une quantification des réserves utiles par placette aurait probablement constitué une variable plus informative à analyser.

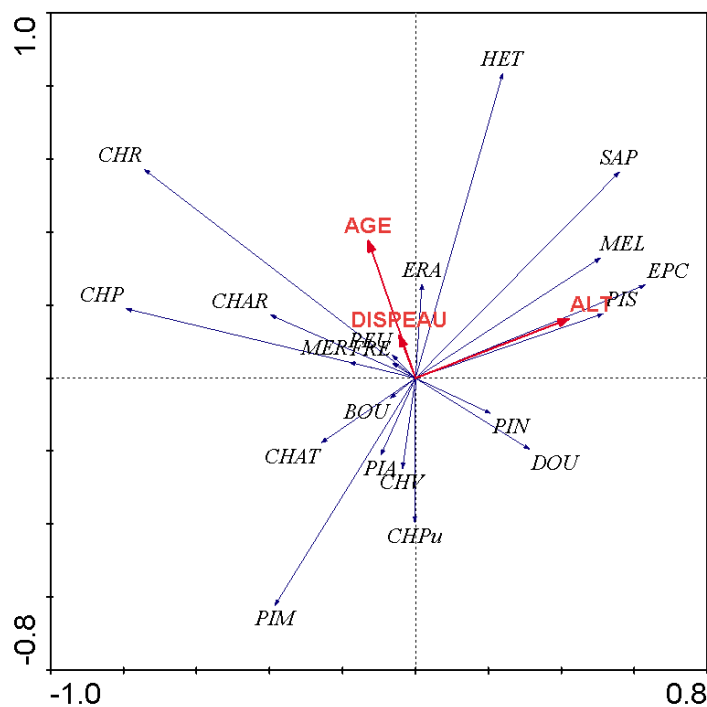


Figure 7. Biplot illustrant la relation entre l'augmentation du déficit foliaire pour la période 2002-2004 et 3 variables environnementales [l'âge des peuplements (8 classes); la disponibilité en eau (insuffisante, suffisante, excessive) et l'altitude (31 classes)] (Les définitions des différentes classes utilisées se trouvent dans le manuel « protocole du réseau de surveillance de l'état sanitaire des forêts » publié par le DSF). Ce plan factoriel exprime 7 % de la variance des essences et 91 % de la relation essence-environnement .

Biplot showing species and environmental variables. Species arrows are pointing toward an increase in crown deterioration for the 2002-2004 period.

Le pin maritime se situe dans la partie inférieure du graphique. Ceci s'explique en partie par le fait qu'il soit principalement présent dans les Landes donc à très faible altitude et par le type de sylviculture qui y est mené. En effet cette essence n'arrive que rarement à des âges supérieurs à



60 ans. Par conséquent, son houppier se dégrade alors qu'il est encore relativement jeune, comparé aux autres essences de cette analyse. Enfin, le chêne pubescent occupe également la partie inférieure du plan factoriel, ce qui indique que la dégradation du houppier de cette essence s'observe plutôt dans de jeunes peuplements pour la période 2002-2004.

La coloration anormale s'améliore en 2004

En ce qui concerne les colorations anormales, la situation s'améliore globalement comparativement à 2003 (annexe 1) : en 2004, on note sur l'ensemble des feuillus, à l'exception des peupliers, chênes verts, hêtres, érables et bouleaux, et pour les conifères autres que épicéas, sapins, pins maritimes et pins noirs, une diminution du pourcentage d'arbres affectés. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale est passée de 13,7 % en 2003 à 10,1 % en 2004 pour les résineux et de 14,8 % en 2003 à 12,5 % en 2004 pour les feuillus. Cette diminution est particulièrement brutale pour les mélèzes (qui sont passés de 20 % à moins de 0,1 % des tiges ayant une coloration anormale en 2004). Ce résultat traduit probablement un réajustement des houppiers suite à la canicule de 2003.

La mortalité est en forte hausse en 2004

Le nombre d'arbres-échantillons dont la mort a été constatée lors de la campagne estivale de notation est en nette augmentation en 2004, plus particulièrement pour les résineux (fig. 8). Indépendamment des dommages dus aux tempêtes, 81 arbres sont morts en 2004. Il s'agit de la plus forte valeur observée depuis la création du réseau.

Cependant d'autres arbres ont été exploités sans que l'on connaisse leur état sanitaire. Au total, 290 arbres ont été remplacés en 2004. Il est donc difficile d'apprécier *a posteriori* le taux exact de mortalité à l'intérieur du réseau. Pour 30 tiges par exemple, on sait que l'exploitation a été justifiée en raison de dommages suite à des chablis. Indépendamment d'événements majeurs comme les tempêtes de 1999, qui ont induit le remplacement de plus de 10 % de l'échantillon, le taux d'arbres remplacés chaque année reste stable et se situe entre 1 et 3 % depuis la création du réseau (2,8 % en 2004).

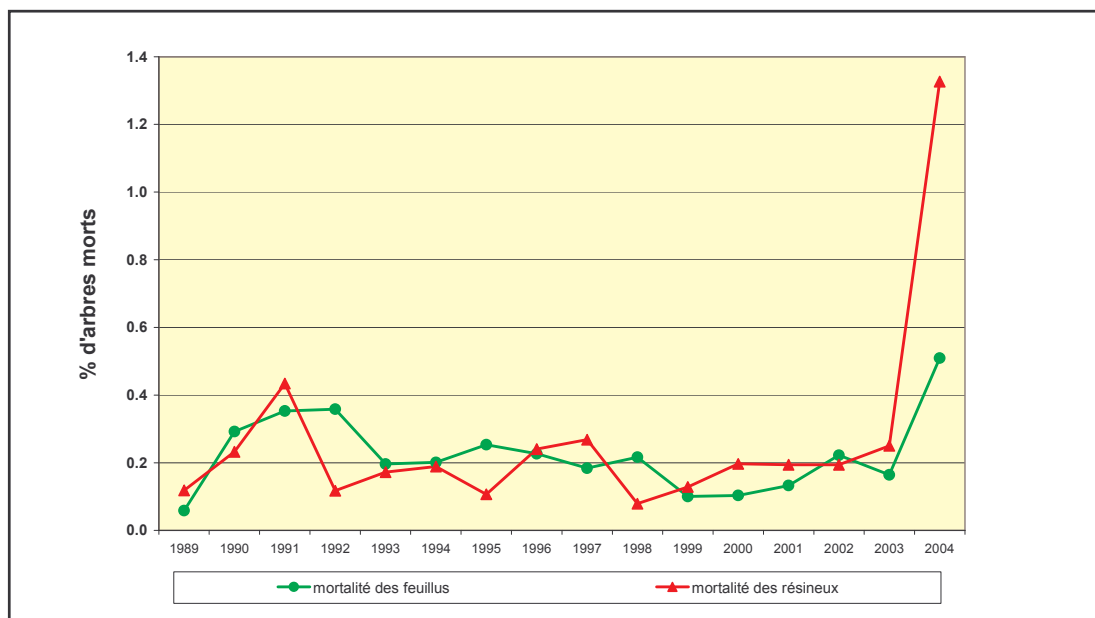


Figure 8 : Evolution de la mortalité sur la partie française du réseau européen entre 1989 et 2004 (N=81 en 2004). *Mortality rates in the French part of the European Network for Forest Damage Assessment during the 1989-2004 period.*

Si on examine le taux de mortalité par essence, le nombre d'arbres morts devient évidemment très faible et toute conclusion sur le sujet particulièrement hasardeuse. Il reste cependant intéressant de souligner que ce taux dépasse 2 % pour les peuplements matures d'épicéa (9.2 %), et de



châtaigner (4.5 %) ainsi que pour les jeunes plantations de hêtre (2.9 %) et de pin sylvestre (3 %) (fig. 9).

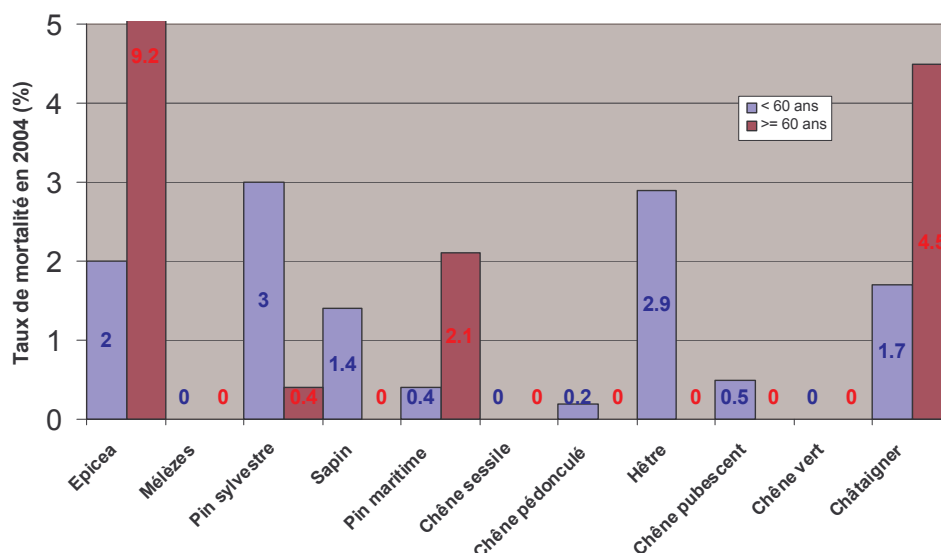


Fig. 9 : Taux de mortalité pour les principales essences du réseau en fonction de l'âge des peuplements (les placettes de moins de 60 ans sont illustrées en bleu, celles de plus de 60 ans, en rouge) (N total= 81 tiges mortes). *Mortality rates per species based on stand age (less than 60 years in blue; older in red).*

L'impact des facteurs biotiques reste faible

Depuis 1998, le niveau des attaques d'insectes au printemps sur les essences de l'étage dominant est faible. Cependant, il est en légère hausse depuis 2003 (10 % des arbres en 2003 et 13 % en 2004). Les signalements d'insectes concernent surtout les essences feuillues (97 % des cas). Sur les 2 418 chênes sessiles et pédonculés notés en 2004, des signalements d'insectes ont été faits sur plus du quart des tiges (26 %).

Le bupreste *Coroebus bifasciatus* est toujours observé sur 5 % des chênes, causant des dessèchements de branches. Les deux régions principalement touchées par cet insecte sont les plaines du Nord-Ouest (chênes sessile, pédonculé et pubescent) et la région méditerranéenne (chênes vert et pubescent).

Des attaques d'orcheste du hêtre (*Orchestes fagi*) ont à nouveau été signalées, surtout en montagne, en particulier dans le Massif Central et les Pyrénées. Depuis 1999, les signalements d'orcheste touchent chaque année environ 10 % des tiges de hêtre, mais 23 % en 2004.

Enfin, sur le mélèze dans les Alpes, la tordeuse grise (*Zeiraphera diniana*) est à un niveau endémique : aucun signalement n'a été effectué depuis 1999 sur le réseau. Seuls quelques signalements de dégâts de neige, de dessèchements de pousses, ou de fructifications abondantes ont été faits en 2004 sur des mélèzes.

Le taux de signalement de champignons pathogènes est trois fois plus faible que celui des insectes et correspond à seulement 4 % des tiges. Ce taux est stable, en particulier pour les essences feuillues. Le principal pathogène signalé en 2004 est l'oïdium du chêne (*Microsphaera alphitoides*). Il est présent sur près de 5 % des chênes, surtout sur les chênes pédonculés. Son impact sur l'état des cimes n'est pas négligeable : l'incidence de ce pathogène sur la défoliation est estimée moyenne à très forte dans près de la moitié des signalements. Le second pathogène en importance en 2004 est l'agent de chancre des rameaux du pin d'Alep (*Crumenulopsis sororia*). Le rougissement des aiguilles induit par ce pathogène a été signalé sur plus de 36 % des tiges de cette essence. Enfin, la rouille suisse du douglas (*Phaeocryptopus gaeumannii*) et le chancre du châtaigner (*Cryphonectria parasitica*) font également partie des maladies touchant une forte proportion de leur hôte en 2004 (respectivement 9 % et 8 %).

Un facteur pérenne signalé de façon abondante est également le gui (*Viscum album*). Il est surtout présent sur pin sylvestre dans les Alpes (observé sur 28 % des tiges) et sur sapin dans le Jura (12 % des tiges).



La fructification de nombreuses essences a été abondante en 2004

Une nette augmentation des mentions de fructification ou de floraison a été faite en 2004. Il en va de même pour la microphyllie, signalée sur 1,2 % des tiges. Ces facteurs semblent liés à la réponse de certaines essences aux fortes contraintes hydriques subies en 2003-2004.

L'évolution de l'état de la santé des forêts diffère légèrement selon les régions

Une vue d'ensemble de l'évolution 2002-2004 de l'état des houppiers de la forêt française est donnée à la figure 10. On y observe une dégradation plus importante des essences feuillues, principalement dans le quart Nord-Est, dans une partie de la Picardie et particulièrement dans le Lot. Les plaines du Nord-Ouest semblent très peu touchées. Néanmoins, suite à l'événement climatique assez exceptionnel que représente la période 2003-2004, il sera intéressant de suivre l'évolution des houppiers au cours des prochaines années.

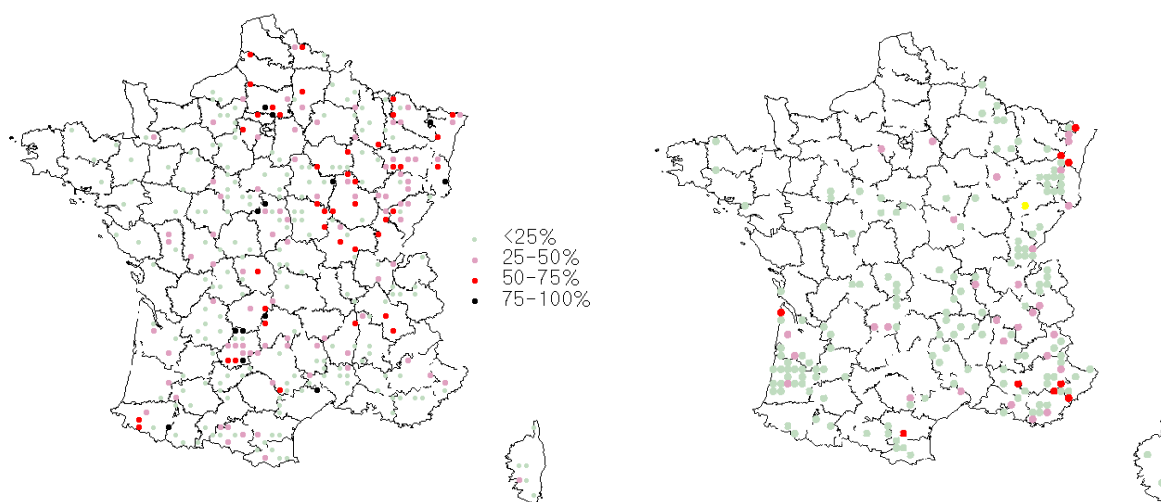


Figure 10 : Cartes représentant la proportion d'arbres par placette dont l'état du houppier s'est détérioré entre 2002 et 2004. On considère que l'état du houppier se détériore si l'écart de déficit foliaire entre 2004 et 2002 est supérieur à 5 %. (à gauche : placettes de feuillus ; à droite : placettes de résineux). Les jeunes peuplements de 20 ans et moins sont exclues de ces calculs.

Maps showing the proportion of trees per plot showing crown condition deterioration for the 2002-2004 period. (Broadleaves: left; conifers: right. Plots at the seedling stage (2à years old and less) were not included in the analysis.

Quantifier les stress subis permettrait de s'appuyer sur les données du réseau pour évaluer la résistance des arbres

L'analyse rapide des facteurs signalés lors de la campagne estivale révèle globalement une détérioration des houppiers. Celle-ci peut provenir de plusieurs facteurs, dont notamment la canicule de 2003 et les contraintes hydriques subies au cours des deux dernières années. Tandis que l'année 2003 a été marquée à la fois par une sécheresse et une canicule exceptionnelles, avec une contrainte hydrique parmi l'une des plus fortes des 50 dernières années (Bréda *et al.* 2004), 2004 se caractérise par une sécheresse édaphique en début de saison. Afin de faire la part des choses entre ces événements récents et d'autres sources de variabilité, il serait important de bien quantifier ces stress climatiques en termes de durée, d'amplitude et de répartition spatiale. De telles données font actuellement défaut à notre analyse.

Une analyse plus complète intégrant les paramètres stationnels, des données climatiques et les facteurs biotiques observés sur le réseau, ou plus largement en intégrant des données d'autres dispositifs d'observation (Données Météo France, réseau DSF, RENECOFOR...) est donc indispensable pour affiner les modèles de résistance des forêts envers les stress. Une telle analyse pourrait permettre d'évaluer la résilience des peuplements vis-à-vis de l'amplitude des stress, des conditions stationnelles, ou des caractéristiques des peuplements (p. ex. : leur degré de mélange).



Résultats détaillés par essence :

À l'échelle des grandes régions écologiques, les essences évoluent de façons diverses

L'analyse globale des résultats du réseau à l'échelle nationale nivelle fortement les tendances observées pour chacune des grandes régions écologiques (fig. 11) qui sont parfois très différentes pour une essence donnée. C'est pourquoi nous commentons essentiellement les tendances par essence pour ces grandes régions écologiques, quand les effectifs d'arbres-échantillons le permettent (fig. 12). Des facteurs explicatifs simples sont mis en exergue lorsque des agents biotiques ou abiotiques ont été signalés par les notateurs comme pouvant intervenir dans le déficit foliaire observé.

Les grandes régions écologiques

Huit grandes régions écologiques ont été définies en essayant de respecter les grandes zones climatiques et phytogéographiques françaises, donc sans tenir compte de limites administratives, et en s'appuyant sur la caractérisation écologique des placettes réalisée en 1994 et 1995.

Trois grands domaines phytogéographiques ont été définis. Les deux premiers sont basés sur un critère altitudinal qui sépare les plaines des montagnes. Le troisième correspond à la région méditerranéenne, limitée au pourtour de la Méditerranée.

Les plaines sont subdivisées géographiquement en trois zones : Nord-Est, Nord-Ouest et Sud-Ouest. Les montagnes sont subdivisées en quatre massifs : montagnes du Nord-Est (Vosges et Jura), Alpes, Pyrénées et Massif central, avec une limite altitudinale plus élevée pour les montagnes du sud (fig. 11).

Les résultats sont présentés pour les différentes essences selon ces huit régions écologiques ou, quand les échantillons sont trop faibles (< 50 arbres), selon des regroupements pertinents.

Dans la suite, les critères d'analyse retenus sont les suivants :

- le "déficit foliaire moyen" est la moyenne arithmétique des notations de déficit foliaire de l'ensemble des arbres de l'échantillon considéré ;
- les "pertes sévères de feuillage" ou "déficits foliaires sévères" correspondent au pourcentage d'arbres présentant plus de 25 % de déficit foliaire ;
- la médiane, le premier quartile et le troisième quartile
- les "colorations anormales" correspondent au pourcentage d'arbres présentant une coloration anormale ;
- les variations de ces critères signalées dans le texte sont des variations absolues des valeurs observées en 2004 par rapport aux valeurs observées en 2003. Elles sont quelquefois suivies de l'erreur standard ;
- sans indication de la ou des régions écologiques, les chiffres concernent l'échantillon national.

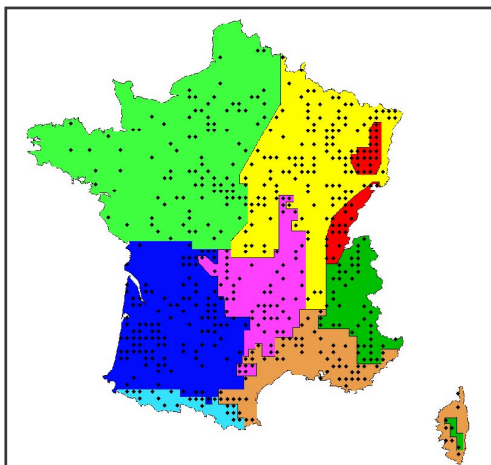
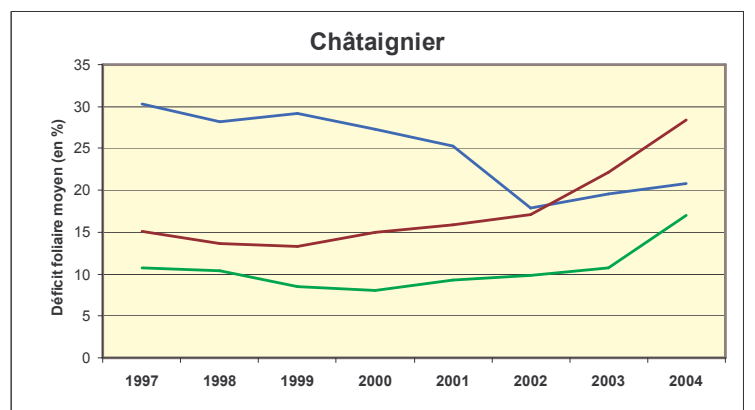
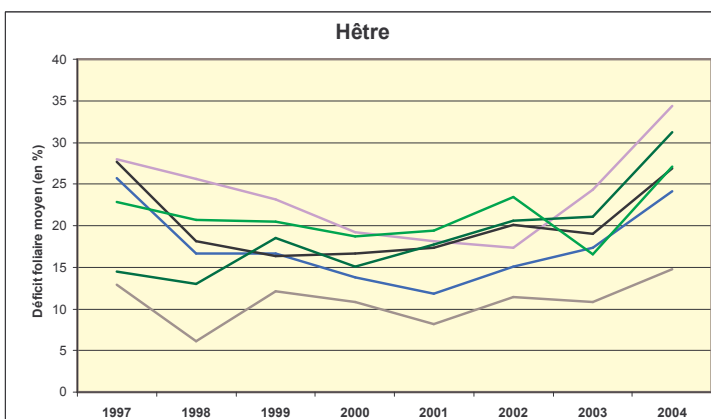
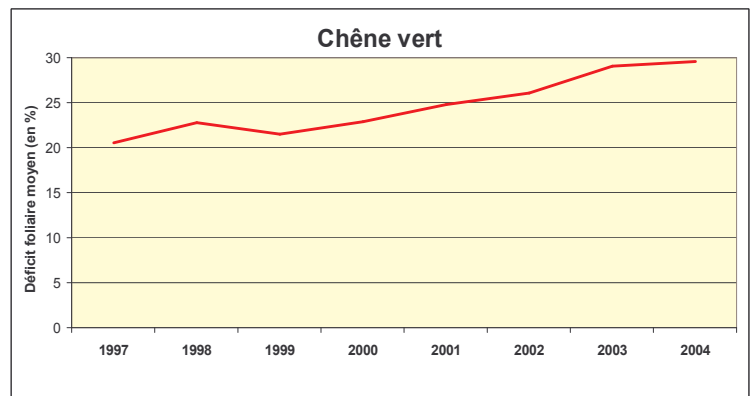
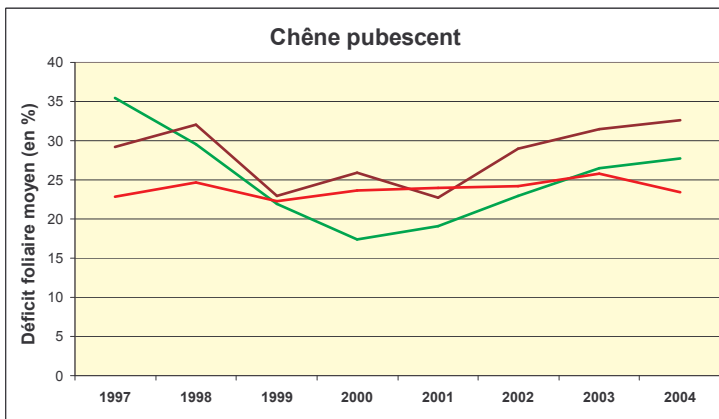
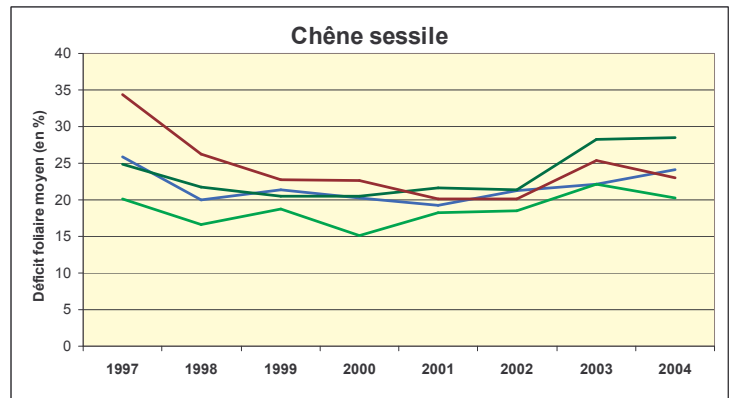
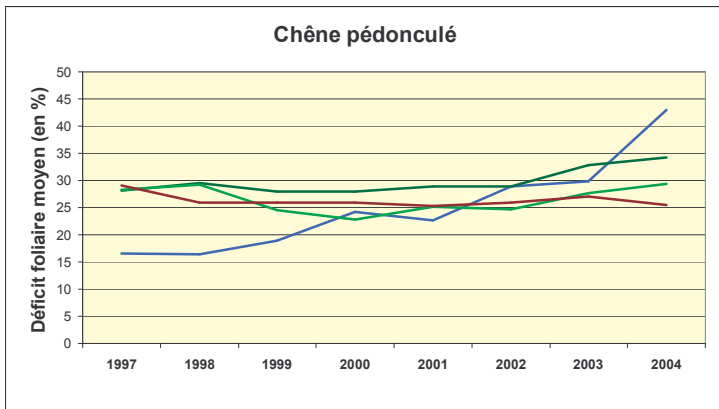
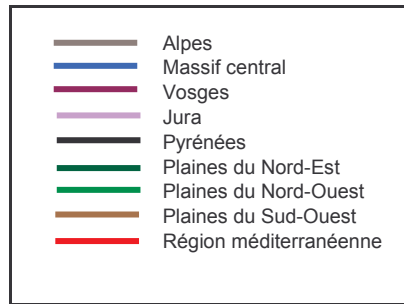


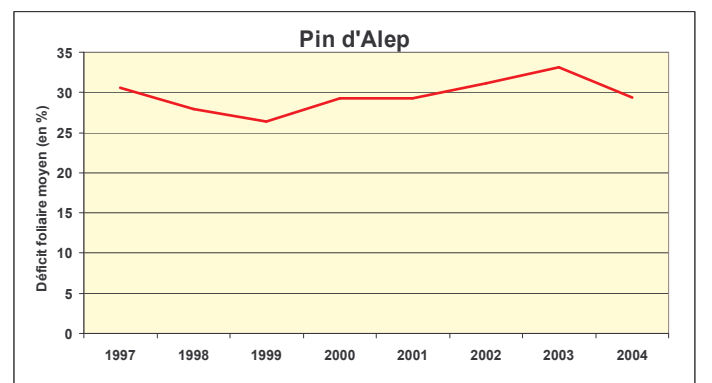
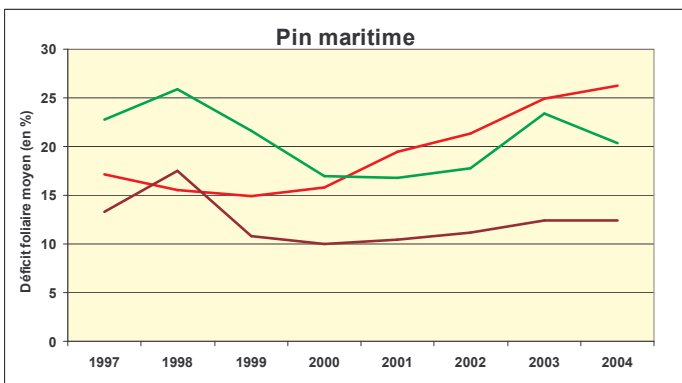
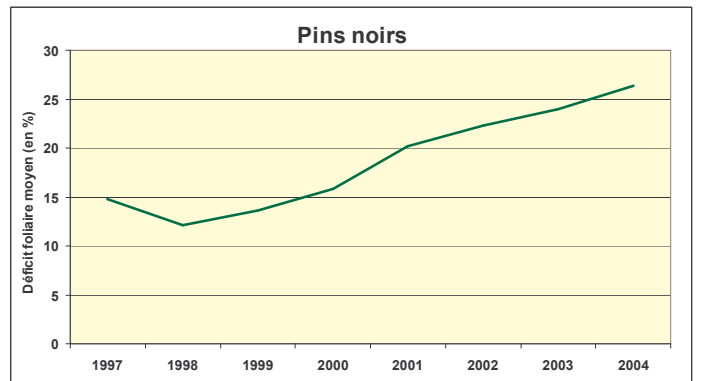
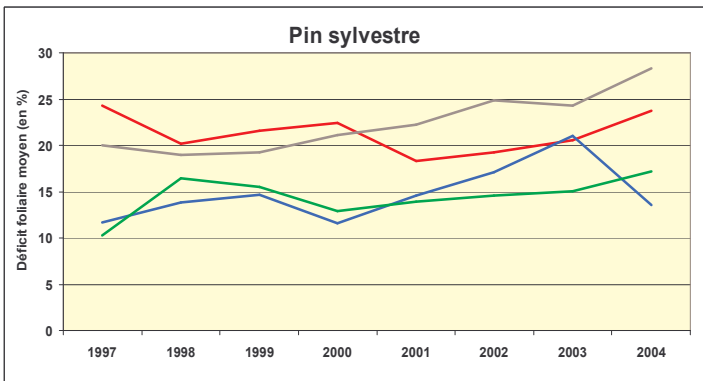
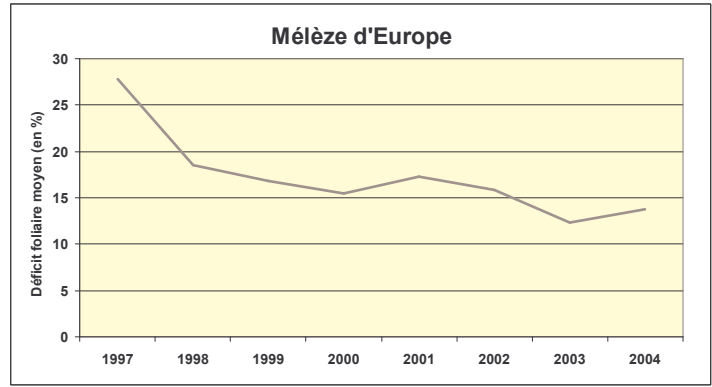
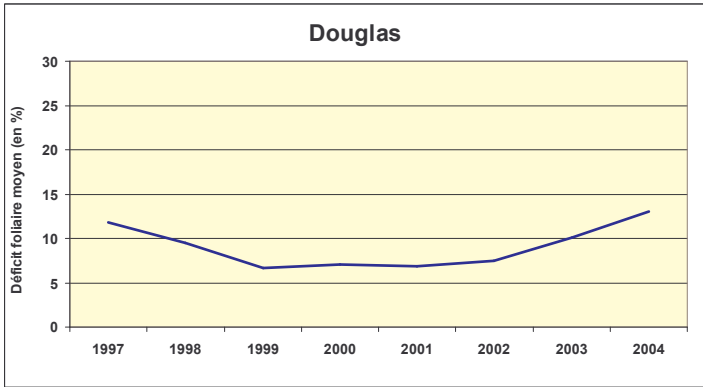
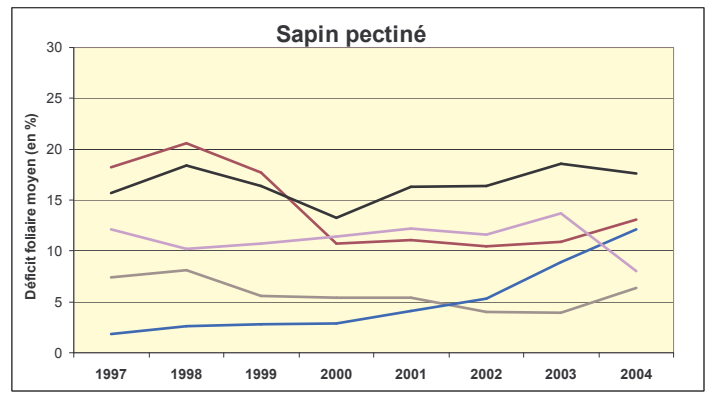
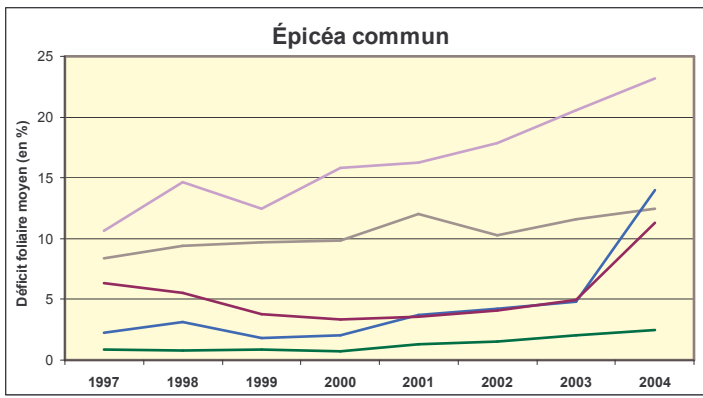
Figure 11 : Découpage écologique et localisation des placettes du réseau européen (16 km x 16 km)
Ecological regions and distribution of the plots within the European Network for Forest Damage Assessment (16 km x 16 km).



Figure 12 : Évolution du déficit foliaire moyen entre 1997 et 2004 pour les différentes essences et régions écologiques. Pour les graphiques, seuls ont été retenus les couples essence x région correspondant à un effectif d'au moins 50 arbres en 2004.

Changes in crown condition between 1997 and 2004 for the different species by ecological regions. Results for the combined "species x region" are shown when there were at least 50 trees involved in 2004.





Chêne pédonculé globalement, le déficit foliaire moyen a légèrement augmenté en 2004 (+1,7 ± 0,4 %) par rapport à celui de 2003. Les pertes foliaires sévères touchent une proportion importante des tiges de chêne pédonculé, soit 49 %. Mais globalement (voir fig. 13a), le chêne pédonculé reste relativement stable depuis 1997. Les colorations anormales qui atteignent 17 % des arbres sont globalement en baisse par rapport à 2003, sauf pour les plaines du Nord-Ouest où une légère hausse est observée. Les différences entre régions écologiques ne sont pas très marquées pour cette essence, sauf dans le Massif central où l'accroissement du déficit foliaire est particulièrement marqué et dépasse en moyenne les 40 %.

Des insectes ont été signalés sur plus du quart des tiges-échantillons (27 %). Comme en 2003, le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) a été fréquemment observé (18 % des signalements d'insectes sur cette essence en 2004), en particulier dans les plaines du Nord-Ouest et du Sud-Ouest. Après une augmentation en 2003, la fréquence des signalements de champignons reste stable (passant de 10 % des tiges en 2003 à 8 % en 2004). Il s'agit principalement d'oïdium (*Microsphaera alphitoides*) et de collybie (*Collybia fusipes*) qui représentent respectivement 71 et 25 % des signalements de pathogènes sur cette essence.

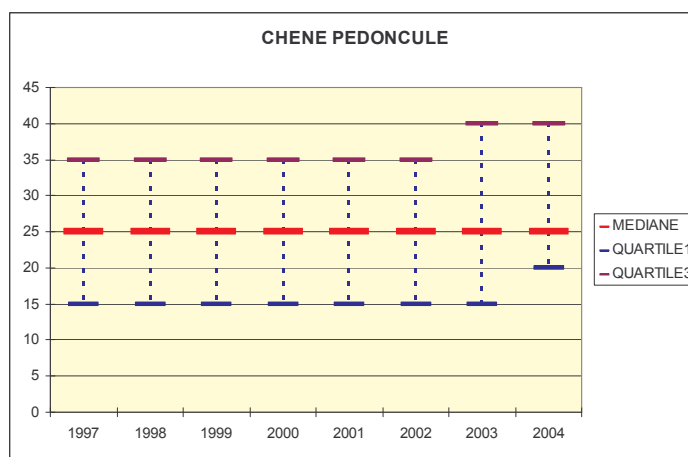


Figure 13a : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du chêne pédonculé depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for pedonculate oak since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Chêne sessile en 2004, le déficit foliaire moyen est stable par rapport à celui de 2003. Il en est de même pour les pertes sévères de feuillage (>25 %) observées sur 35 % des arbres. Cette proportion est élevée par rapport au déficit foliaire généralement observé pour la période 2000-02 (environ 20 %). La figure 13b révèle bien cette dégradation récente. Les colorations anormales sont en baisse et ne touchent que 4 % des tiges de cette essence. Le déficit foliaire moyen du chêne sessile présente peu de changements entre régions écologiques (entre 20 % et 29 % selon les régions). Les houppiers dans les plaines du Nord-Ouest et du Sud-Ouest semblent s'améliorer légèrement par rapport à l'été 2003.

Comme par le passé, les signalements de facteurs explicatifs ont été moins importants que pour le chêne pédonculé : des insectes ont été signalés sur près du quart des tiges-échantillons (23 % en 2004) et des champignons sur 2 %. Comme pour le chêne pédonculé, le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) a représenté une part importante des signalements (19 % des mentions d'insectes sur cette essence).



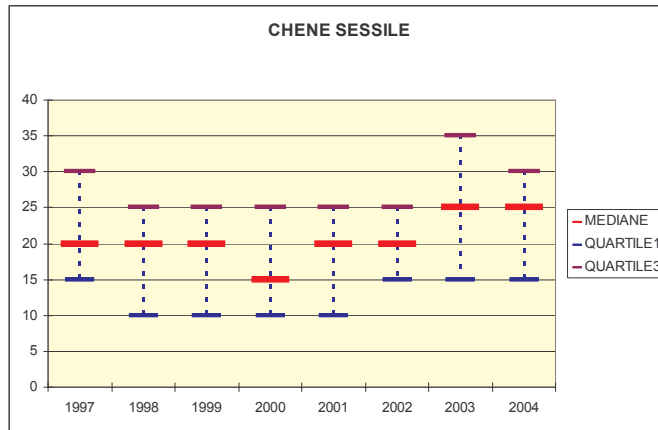


Figure 13b : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du chêne sessile depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for sessile oak since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Chêne pubescent le chêne pubescent est également stable en 2004 par rapport à 2003 (fig.13c). Une légère augmentation de la proportion d'arbres présentant plus de 25 % de déficit foliaire est observée depuis 2001, passant de 31 à 43 %. La coloration anormale diminue légèrement en région méditerranéenne et dans les plaines du Sud-Ouest, mais est en nette augmentation dans les plaines du Nord-Ouest où elle touche plus d'une tige sur quatre. Le déficit foliaire moyen du chêne pubescent se situe entre 23 % et 33 % dans les plaines du Nord-Ouest, les plaines du Sud-Ouest et la région méditerranéenne. On assiste depuis l'année 2000 à une détérioration graduelle des conditions des houppiers de cette essence dans les plaines du Nord-Ouest et du Sud-Ouest. La présence de champignons, en particulier l'oïdium, a diminué entre 2001 et 2004 (7 % des tiges en 2001, contre une seule mention en 2004). Des insectes ont été signalés sur environ une tige sur six. Dans la majorité des cas, il s'agissait d'attaques de bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*). Le bombyx disparate (*Lymantria dispar*) n'a pas été signalé sur cette essence en 2004.

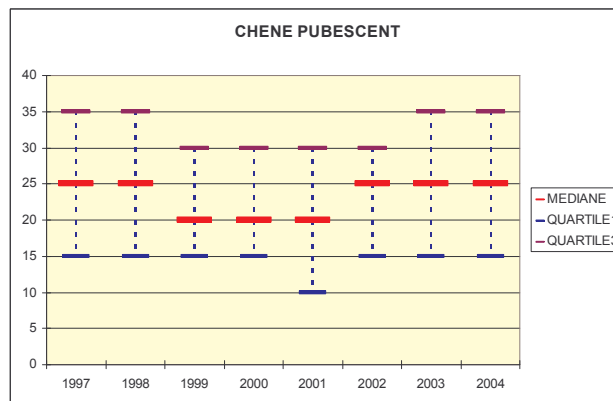


Figure 13c : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du chêne pubescent depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for pubescent oak since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Chêne vert une dégradation presque continue depuis 1993 se poursuit en 2004. Les pertes foliaires sévères comme le déficit foliaire moyen sont à un niveau élevé, respectivement 47 % et 30 %. La coloration anormale a doublé par rapport à 2003 et touche 12 % des tiges.

Le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) est régulièrement observé sur cette essence en région méditerranéenne (en 2004, il touche 46 % des tiges sur lesquelles un problème a été signalé). Le bombyx disparate (*Lymantria dispar*) a été peu observé en 2004 et les signalements de dégâts dus à la sécheresse sont en nette diminution (29 % des signalements) par rapport à 2003.



Hêtre chez les feuillus, le hêtre est une des essences qui s'est le plus détériorée en 2004 (fig. 13d). Le déficit foliaire a augmenté de façon importante, de même que la proportion d'arbres ayant un déficit foliaire supérieur à 25 % (43 % des tiges). Ces observations sont conformes aux analyses réalisées sur l'incidence d'un stress hydrique sur l'état des houppiers de hêtre (Badeau, 1999). La proportion d'arbres ayant une coloration anormale reste faible (14 % des tiges) quoiqu'en augmentation et ce plus particulièrement dans les plaines du Nord-Ouest, où plus de 2 tiges sur 5 sont affectées. Depuis 2002, le déficit foliaire moyen du hêtre s'est dégradé sur l'ensemble du territoire, et plus particulièrement dans le Jura. En 2004, il est faible dans les Alpes (15 %) et plus élevé dans le Jura (34 %), les plaines du Nord-Est (31 %), les Vosges (30 %) et les Pyrénées (27 %).

Les principaux facteurs signalés de façon récurrente sur le hêtre sont le chancre (*Nectria ditissima*) et l'orcheste (*Rhynchaenus fagi*). Cependant, en 2004 l'orcheste ne représente que 23 % des mentions, cédant la place aux signalements de fructifications abondantes et de microphyllie (48 % des mentions).

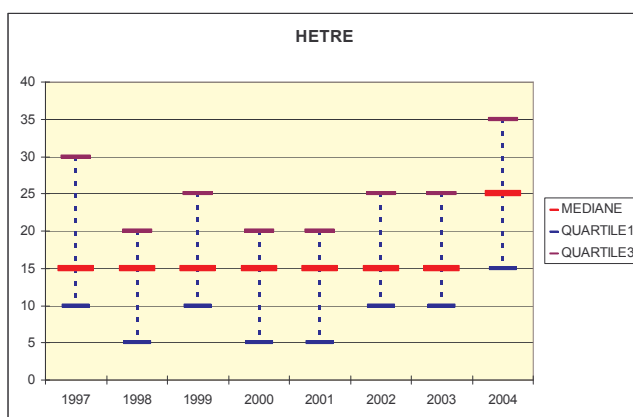


Figure 13d : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du hêtre depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for beech since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Charme le déficit foliaire moyen du charme, a quasiment doublé, passant de 17 % en 2003 à 33 % en 2004. Cette progression est, avec celle des bouleaux, l'une des plus marquées du réseau (fig. 13e). La proportion d'arbres sévèrement défoliés (>25 % de feuillage manquant) est de 50 %, ce qui est la proportion la plus élevée en 2004. Seul les chênes pédonculé (49 %) et vert (47 %), ainsi que le pin d'Alep (47 %) ont des proportions similaires d'arbres sévèrement défoliés. La coloration anormale du charme qui touchait 20 % des tiges en 2003, n'en touche plus que 9 % en 2004. Les principales mentions de problèmes liés au charme en 2004 concernent les insectes (33 % des mentions) et la fructification abondante (52 %).

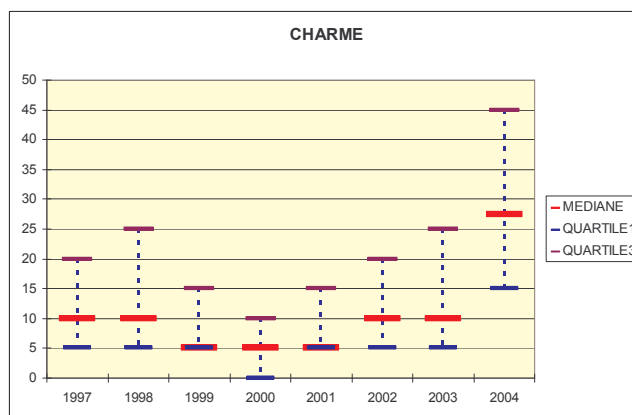


Figure 13e : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du charme depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for hornbeam since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).



Châtaignier le déficit foliaire du châtaignier a légèrement augmenté en 2004 : médiane stable, augmentation du premier et troisième quartile d'une classe, augmentation du déficit foliaire moyen de 0,6 (cf. fig. 13f et tab. 1). Les pertes foliaires sévères touchent près de 22 % des arbres. La coloration anormale, qui avait presque quadruplé en 2003, s'est réduite légèrement en 2004. Cependant, dans les plaines du Nord-Ouest, la coloration anormale touche 25 % des tiges, ce qui est 5 fois plus élevé qu'en 2002. Pour cette essence le principal problème mentionné en 2004 est le chancre (*Cryphonectria parasitica*), avec 29 % des mentions.

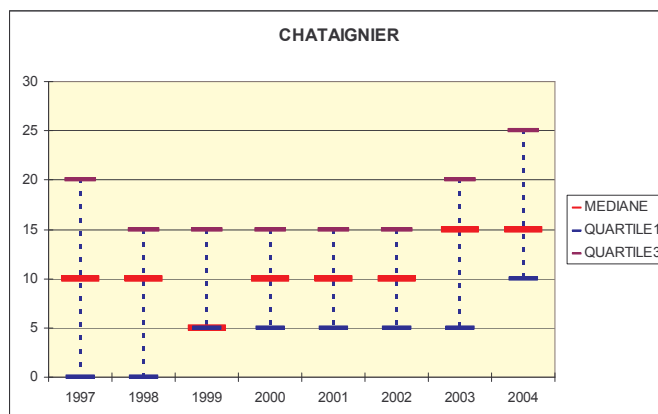


Figure 13f : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du châtaignier depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for chestnut since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Peupliers le déficit foliaire moyen des peupliers est stable en 2004. Le nombre d'arbres ayant un déficit foliaire sévère atteint 35 %. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale est de 26 %, ce qui représente une augmentation par rapport à 2003 (8 %). La taille de l'échantillon de peupliers reste faible : 139 tiges seulement. C'est, avec les érables, le merisier, le mélèze et les bouleaux, l'essence dont l'effectif est le plus faible du réseau.

Les signalements les plus fréquents sur cette essence sont les insectes (50 % des mentions) et la sécheresse (35 %).

Épicéa commun chez les résineux, l'épicéa est l'essence pour laquelle le déficit foliaire moyen a le plus progressé en 2004. Cependant, on constate que la médiane est toujours stable à 0 ce qui fait de l'épicéa l'essence au déficit foliaire le plus faible de toutes les essences observées sur le réseau depuis sa création. Seul le troisième quartile progresse d'une classe (fig. 13g). Par contre le fait marquant est la mortalité qui a atteint en 2004 la valeur record de 3,5 % (tab. 1). Cette mortalité est liée à des foyers de scolytes (*Ips typographus*) sur un certain nombre de placettes. C'est essentiellement ce critère de mortalité (un arbre mort est compté 100 en déficit foliaire) qui fait progresser le déficit foliaire moyen. La situation est toutefois variable selon les régions. Le déficit le plus faible s'observe dans les plaines du Nord-Est (2 %) alors que le plus élevé s'observe dans le Juras (23 %). Les Vosges, le Massif Central et les Alpes ont un déficit intermédiaire (11 à 14 %). Les colorations anormales sont en nette augmentation dans les Vosges et le Massif Central, où elles touchent environ 10 % des tiges.

Très peu de facteurs explicatifs sont signalés sur cette essence en dehors des scolytes pour les arbres morts. Les principaux phénomènes mentionnés sont la microphyllie et les fructifications abondantes.



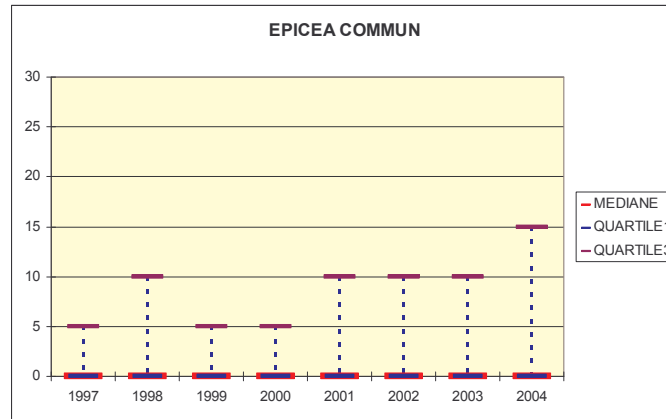


Figure 13g : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire de l'épicéa commun depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for Norway spruce since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Sapin pectiné le déficit foliaire du sapin augmente légèrement en 2004 (fig. 13h), plus particulièrement dans le Massif Central. Les pertes foliaires sévères sont stables à 9 % ; le déficit foliaire moyen est de 11 %. La coloration anormale qui atteint 15 % des tiges en moyenne, est en forte hausse dans les Pyrénées où elle atteint 55 % des tiges.

Le gui (*Viscum album*) et la dorge du sapin (*Melampsorella caryophyllacearum*) sont régulièrement observés sur sapin. Ils représentent près du tiers des problèmes mentionnés sur cette essence en 2004. Ces signalements touchent principalement les placettes en régions montagneuses (Vosges et Jura) et ne représentent qu'un faible pourcentage de l'échantillon total (5 % des sapins). En 2004, des cas de fructification abondante et de pou blanc du sapin (*Mindarus abietinus*) ont été signalés (40 % des mentions), principalement dans les Vosges.

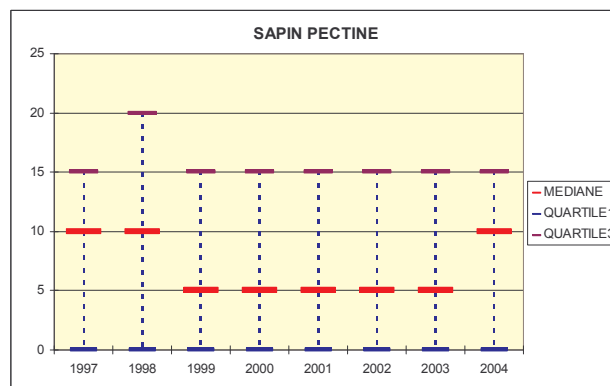


Figure 13h : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du sapin pectiné depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for silver fir since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Pin maritime le déficit foliaire du pin maritime est stable en 2004 (fig. 13i) : médiane identique depuis 1999, diminution du déficit foliaire moyen de 0,5 en 2004. Il progresse toutefois en région Méditerranéenne, où il dépasse 25 %. En ce qui concerne les pertes foliaires sévères et les colorations anormales, elles n'atteignent qu'une faible proportion d'arbres (15 % et 7 % respectivement).

Très peu de facteurs biotiques ou abiotiques sont signalés sur cette essence (taux inférieur à 3 %). Seuls quelques dommages d'insectes (principalement de processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*)) ont été signalés en 2004.



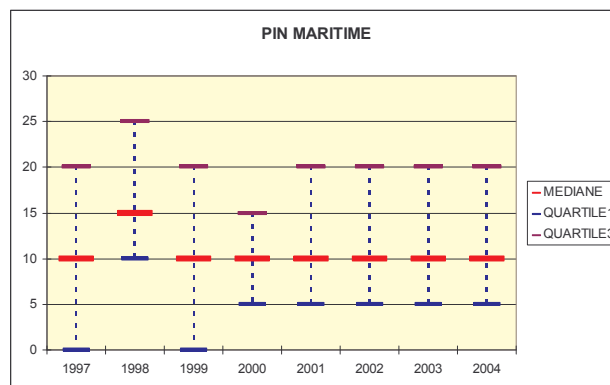


Figure 13i : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du pin maritime depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for maritime pine since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Pin sylvestre le déficit foliaire moyen du pin sylvestre atteint 21 % en 2004, ce qui représente une légère détérioration par rapport à 2003. Cependant la proportion d'arbres ayant des pertes foliaires sévères est stable (25 %) et la médiane présente une stabilité remarquable depuis 1997. La coloration anormale touche 21 % des arbres, ce qui reste tout de même très inférieur aux taux constatés entre 1989 et 1993. Parmi les différentes régions écologiques, seul le Massif Central se distingue avec une baisse du déficit foliaire et de la coloration anormale.

Parmi les problèmes signalés sur cette essence (9 % des tiges), le gui (*Viscum album*) est le plus souvent mentionné (56 % des mentions), principalement dans les Alpes et les Pyrénées.

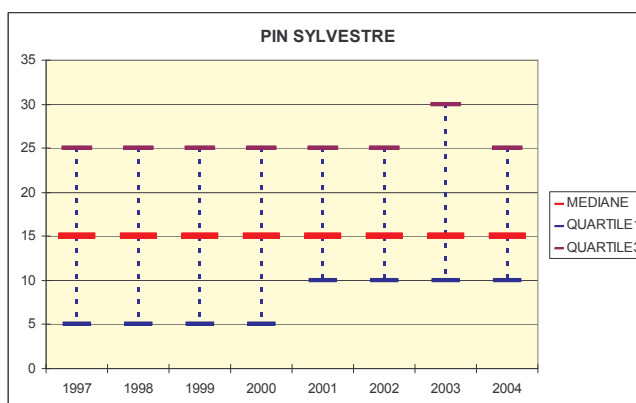


Figure 13j : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du pin sylvestre depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for Scot pine since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Pins noirs les pins noirs ont un déficit foliaire qui s'est nettement dégradé depuis 1997. Le déficit foliaire moyen atteint 21 % en 2004. Les notations sont cependant relativement stables sur les deux dernières années (fig. 13k). Les pertes foliaires sévères touchent 25 % des arbres, ce qui représente plus qu'un doublement depuis 1997. Pour sa part, la coloration anormale reste faible, touchant 13 % des tiges.

Les signalements de facteurs explicatifs ont été très rares pour cette essence. Seuls quelques dégâts de neige ont été signalés dans les Alpes sur 1 % des tiges. Une seule mention de *Sphaeropsis sapinea* a été faite en 2004, dans les plaines du Sud-Ouest.



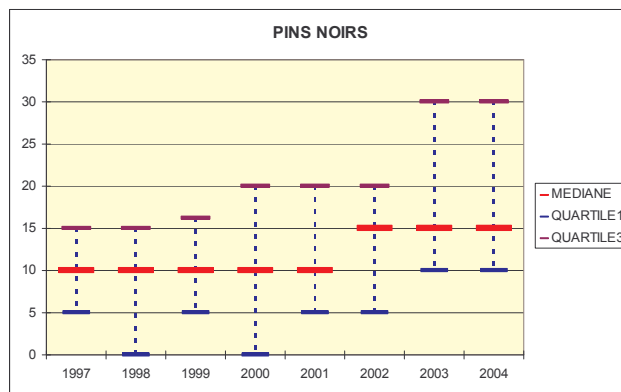


Figure 13k : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire des pins noirs depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for black pines since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Pin d'Alep le déficit foliaire moyen du Pin d'Alep est de 30 % en 2004, ce qui correspond à une baisse de $3,3 \pm 1,1$ % par rapport à 2003. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale suit une évolution en dents de scie. Elle est de 16 % en 2004.

Pour cette essence, des signalements de chancre à *Crumenulopsis* (*Crumenulopsis sororia*) concernent 10 % des tiges.

Douglas le déficit foliaire moyen du douglas est stable en 2004. Cependant, dans le Massif Central, où est située la majeure partie des placettes de cette essence, la tendance générale du déficit foliaire est à la détérioration depuis les 5 dernières années. La proportion d'arbres ayant subi une défoliation sévère est élevée (18 %) bien qu'inférieure à celle observée en 1997 (34 %). Les colorations anormales diminuent en 2004, ne touchant plus que 11 % des arbres.

Le taux de signalement de champignons, principalement l'agent de la rouille suisse (*Phaeocryptopus gaeumannii*), est assez fort (75 % des mentions sur cette essence), en particulier dans le Sud-Ouest (Pyrénées et plaines du Sud-Ouest). Ce taux atteignait 9 % des tiges en 2004, ce qui reste cependant très inférieur au niveau de 1997 (36 %).

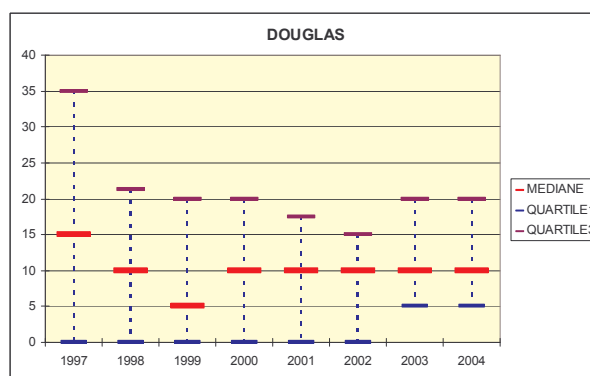


Figure 13l : Evolution de la médiane, du premier quartile et du troisième quartile pour le déficit foliaire du douglas depuis 1997 (totalité de l'échantillon français).

Time trends in crown condition for Douglas fir since 1997 (whole French sample; median, first and third quartiles are shown).

Mélèze le déficit foliaire moyen du mélèze (14 %) reste stable par rapport à 2003. Il est largement inférieur à celui observé en 1997 (26 %). D'une façon globale, et mis à part un épisode de défoliation importante qui a culminé en 1997, les conditions de houppier du mélèze semblent s'améliorer depuis plus de 10 ans. La proportion d'arbres subissant des pertes foliaires sévères est en régression depuis 1997 : seulement 20 % des arbres sont sévèrement défoliés en 2004.

Aucun insecte ou champignon n'a été signalé sur cette essence en 2004. Par contre des dégâts de neige, des dessèchements de pousses, ainsi que d'importantes fructifications ont été observés sur près de 10 % des tiges.



Les activités de suivi des dommages forestiers sont coordonnées par le département de la santé des forêts et financées par la Commission Européenne (règlement 2152/2003 “Forest Focus”) et le ministère de l’agriculture, de l’alimentation, de la pêche et de la ruralité ; les différents organismes parties prenantes (ONF, CRPF, services de l’État) y contribuent par la mise à disposition de leurs agents.

Remerciements : nous tenons à remercier l’équipe de formateurs qui s’est constituée autour de Jean-Michel Letz et Albert Depierre pour la formation des notateurs et leur participation au contrôle des placettes, ainsi que l’ensemble des notateurs du réseau européen.

Badeau V., Bréda N., Landmann G. (1997). La récente crise de vitalité du hêtre en plaine semble largement liée aux déficits hydriques. *Les Cahiers du DSF*, 1–1996 (La Santé des Forêts [France] en 1996), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 60-63.

Badeau V. (1999a). Etude des relations entre l’état sanitaire des peuplements forestiers et les conditions de l’environnement. Premiers résultats de l’analyse spatio-temporelle de la partie française du réseau européen de suivi des dommages forestiers. Rapport final à la CE et à la DERF, INRA Nancy, 172 p.+annexes.

Badeau V. (1999b). Causes des variations de l’état des cimes : quelques enseignements tirés du réseau européen de suivi des dommages forestiers. *Les Cahiers du DSF*, 1–1999 (La Santé des Forêts [France] en 1998), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 70–74

Becker M., Nieminen, T.M., Gérémia F. (1994). Short-term variations and longterm changes in oak productivity in northeastern France . The role of climate and atmospheric CO₂. *Ann. Sci. For.* 51 : 477-492.

Belrose V., Nageleisen L.-M., Renaud J.-P. (2004) Les conséquences de la canicule et de la sécheresse sur la santé des forêts : bilan à la fin de l’année 2003. La Santé des Forêts [France] en 2003. http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/canicule_secheresse.pdf

Bréda N., Landmann G. (1995). Santé des forêts et contraintes environnementales : éléments d’interprétation. Les contraintes hydriques : leur rôle dans les variations interannuelles de l’état des cimes de chênes. *Les Cahiers du DSF*, 1–1995 (La Santé des Forêts [France] en 1994), Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur. (DGFAR), Paris, pp. 57-59.

Desplanque C., Rolland C., Michalet R. (1998). Dendroécologie comparée du sapin (*Abies alba*) et de l’épicéa commun (*Picea abies*) dans une vallée alpine de France. *Can. J. For. Res.* 28 : 737-748.

Fritts, H.C. (1976). *Tree-rings and climate*. Academic Press, London.

Landmann G., Bouhot-Delduc L., Renaud J.-P., Nageleisen L.-M., Badeau V., Ulrich E. (2000). Tempêtes sur les forêts françaises : les réseaux de surveillance sanitaires témoignent. *Les Cahiers du DSF*, 1–2000 (La Santé des Forêts [France] en 1999), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 20–26

Landmann G., Nageleisen L.-M., Flot J.-L. (1999a). Le réseau systématique 16 x16 km et la veille phytosanitaire : deux approches complémentaires de l’état sanitaire des forêts. *Les Cahiers du DSF*, 1–1999 (La Santé des Forêts [France] en 1998), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 66–69

Landmann G., Pierrat J.-C., Nageleisen L.-M. (1999b). 1995–1997 : période de réajustement à la hausse de la notation de l’état des cimes des arbres forestiers en France. *Les Cahiers du DSF*, 1–1999 (La Santé des Forêts [France] en 1998), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 63–66

McCune B. , Grace J.B. (2002). *Analysis of ecological communities*. MJM Software Design. 300p.

Pauly H., Belrose V. (2005). Sécheresse et canicule de l’été 2003 : observation des conséquences en 2004 sur les peuplements forestiers adultes. La Santé des Forêts [France] en 2004. http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/reseaux_2004_suite_secheresse_canicule.pdf

Vandamme M., Pierrat J.-C., Badeau V., Nageleisen L.-M. (1998). Intérêts et limites des sessions de réétalonnage des notateurs de l’état des cimes. *Les Cahiers du DSF*, 1–1998 (La Santé des Forêts [France] en 1997), Min. Agri. Pêche (DERF), Paris, pp. 76–78

