

Les résultats 2003 du réseau européen de suivi des dommages forestiers

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

2003 results from the European Network for Forest Damage Monitoring – In 2003, the crown condition of 10,298 trees was assessed on 515 plots of the French section of the European Network for Forest Damage Monitoring. The severity of foliar deficits increased in 2003, although tree mortality remained very low. At the level of the large-scale ecological regions, birch, hornbeam, wild cherry, chestnut, sessile oak and pines are among the species that deteriorated the most in 2003. However, crown condition showed a global deterioration over all the national territory. Plots of broadleaf trees and conifers were affected by the 2003 growing season that was mainly characterised by a drought and a heat wave that last for a long period. Nevertheless, some other factors might also have contributed to forest health. For example, mildew, insects and frost damages were all mentioned to be associated to changes in crown conditions. These results emphasise 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 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 2003 est de 515. 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, et 2003 a donc été la 15^{ème} 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. Le nombre de placettes et d'arbres observés fluctue légèrement chaque année. Ainsi sur 510 placettes implantées en 1989, 424 ont été observées tous les ans jusqu'en 2003, ce qui représente 82 % des placettes notées en 2003. En ce qui concerne les arbres, sur les 10 298 tiges notées en 2003, seules 6 312, soit 61 %, ont fait l'objet d'une observation annuelle depuis 1989.



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. 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 190 notateurs impliqués) sont également correspondants-observateurs du Département de la santé des forêts (DSF) et possèdent donc une bonne compétence phytosanitaire.

À la suite des tempêtes de décembre 1999, la notation de l'état des cimes a été effectuée sur des arbres répondant dans la mesure du possible aux spécifications du protocole (houppier indemne). Cependant, en raison de l'ampleur des dégâts, il n'a pas toujours été possible de recruter de tels arbres. Aussi, dans le cas d'une tige-échantillon dont le houppier avait été partiellement endommagé (bris d'une grosse branche par exemple), les observations ont été réalisées sur la partie restante du houppier.

Si le protocole de notation (voir encadré) est clair et simple dans son énoncé en ce qui concerne l'appréciation des deux critères de notation de l'état des cimes (déficit foliaire et coloration anormale), son application à l'identique depuis 1989 s'est révélée délicate. Ainsi, la période 1995–97 a été marquée par un réajustement à la hausse des notations de déficit foliaire, en particulier suite à une meilleure formalisation de l'arbre de référence, c'est-à-dire de l'arbre considéré comme non endommagé au vu du contexte écologique local (Landmann *et al.*, 1999b). Pour des raisons essentiellement méthodologiques, les évolutions de l'état des cimes des différentes essences représentatives de ce réseau sont donc présentées seulement pour la période récente 1997–2003, durant laquelle la méthode de notation est considérée stable.

À l'échelle nationale, les déficits foliaires, en régression constante de 1997 à 2000, ont continué en 2003 l'augmentation amorcée en 2001, bien que la mortalité soit restée très faible

Alors qu'une tendance à la diminution des déficits foliaires supérieurs à 25 % a été globalement observée de 1997 à 2000 tant pour les essences résineuses que feuillues, une légère augmentation est constatée depuis trois ans (fig. 1 et cf. en annexe tabl. 1a et 1b). Les feuillus présentent toujours sensiblement plus de pertes de feuillage que les conifères.

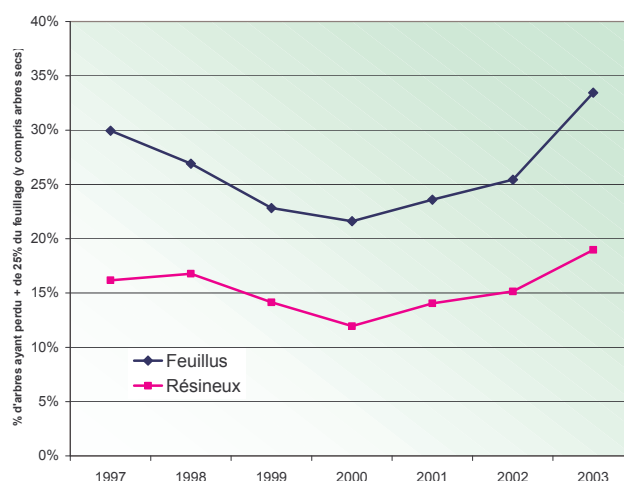


Figure 1 : Évolution du pourcentage d'arbres présentant un déficit foliaire supérieur à 25 % dans la partie française du réseau européen entre 1997 et 2003

Trends in the percentage of trees with more than 25 % foliage loss in the French part of the European Network for Forest Damage Assessment from 1997 to 2003



La situation se détériore globalement en ce qui concerne les colorations anormales observées d'une année sur l'autre (cf. annexes tabl. 1a et 1b) : en 2003, on note pour l'ensemble des feuillus, à l'exception des peupliers et des chênes verts, et pour la plupart des conifères, une augmentation du pourcentage d'arbres affectés. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale croît plus particulièrement brutalement pour les merisiers et le pin d'Alep. Ce critère est globalement à un niveau assez élevé, affectant entre 25 et 35 % des effectifs pour la plupart des essences.

Le nombre d'arbres-échantillons dont la mort a été constatée lors de la campagne estivale de notation est toujours resté faible (fig. 2). Indépendamment des dommages dus aux tempêtes, 20 arbres sont morts en 2003. Cependant d'autres ont été exploités sans que l'on connaisse leur état sanitaire. Au total, 224 arbres ont été remplacés en 2003. Il est donc difficile d'apprécier *a posteriori* le taux exact de mortalité à l'intérieur du réseau. Pour 14 tiges par exemple, on sait que l'exploitation a été justifiée en raison de dommages suite aux 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 (2,2 % en 2003).

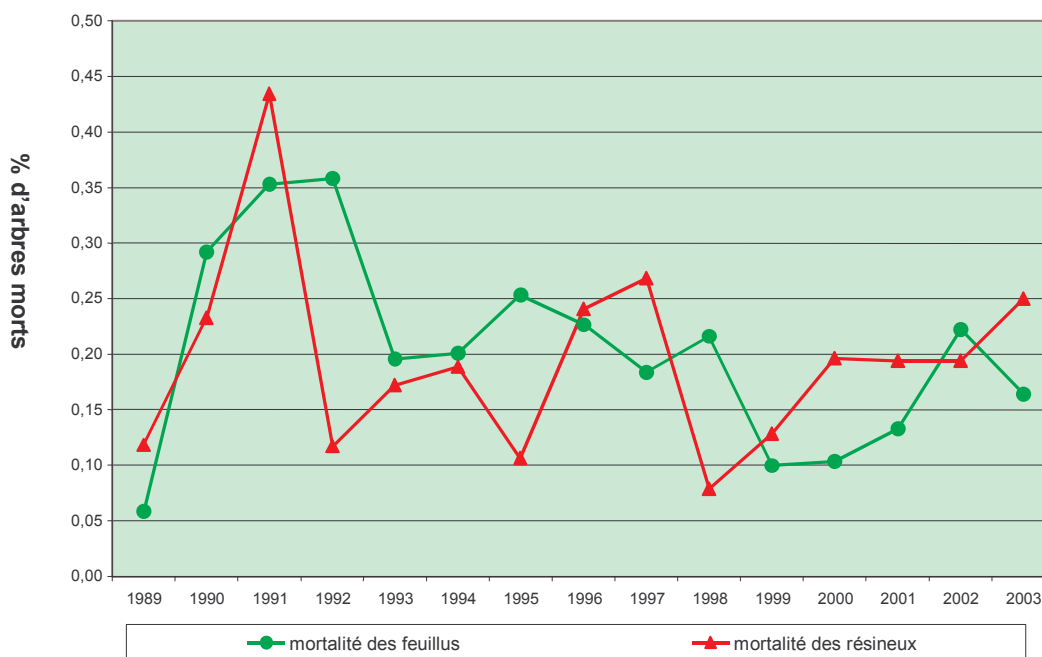


Figure 2 : Evolution de la mortalité sur la partie française du réseau européen entre 1989 et 2003
Mortality rates in the French part of the European Network for Forest Damage Assessment.

Des formations et des contrôles annuels pour s'assurer de la qualité des observations

Comme l'a montré l'exercice d'intercalibration des notateurs effectué en 1997 (Vandamme *et al.*, 1998), les sessions d'étalonnage ont un effet extrêmement positif. Elles sont réalisées annuellement avant chaque campagne estivale, de façon à ce que les notateurs se réapproprient les éléments de référence nécessaires à l'estimation du déficit foliaire de chaque essence. Au cours du mois de juin 2003, chaque notateur du réseau européen a ainsi suivi l'une des 13 sessions organisées par le Département de la santé des forêts. Les formateurs sont des notateurs expérimentés qui s'étalonnent entre eux préalablement, lors d'une session de deux jours qui a lieu début juin.

Lors de la campagne estivale, chaque équipe de notateurs est constituée obligatoirement de 2 personnes qui confrontent leurs estimations.

Enfin, chaque année, un contrôle est effectué au cours de l'été sur un pourcentage (5 % au minimum) de placettes tirées au sort. Les contrôleurs sont les "notateurs-experts" qui ont assuré les formations. Ils notent indépendamment les arbres de la placette, puis comparent leurs estimations avec celles de l'équipe de notateurs. En 2003, 44 placettes ont ainsi été contrôlées,



soit 9 % de l'effectif. 77 % des estimations des notateurs se situaient dans une fourchette de plus ou moins 5 % par rapport à celles des contrôleurs, et 92 % dans une fourchette de plus ou moins 10 %. Lorsque les effectifs sont suffisants (> 50 arbres) pour établir des statistiques fiables par essence, les moyennes des écarts de déficit foliaire entre notateurs et équipe de contrôle sont minimales. Lorsqu'un écart est constaté entre les notateurs et l'équipe de contrôle, aucun changement de note n'est effectué, sauf en cas d'erreur manifeste. Les écarts proviennent essentiellement d'une différence d'appréciation de l'arbre de référence ou de problèmes de visibilité du houppier. La notation de très jeunes arbres (< 2 m) est également problématique et représente une source importante de variabilité.

Ces contrôles montrent que les notations réalisées sont relativement fiables et que l'effet d'homogénéisation constaté pendant la formation de juin se maintient globalement durant la notation estivale.

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. 3) 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 (annexe 2). 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 (voir encadré page 9). À plus long terme, des analyses multifactorielles plus élaborées seront cependant indispensables.

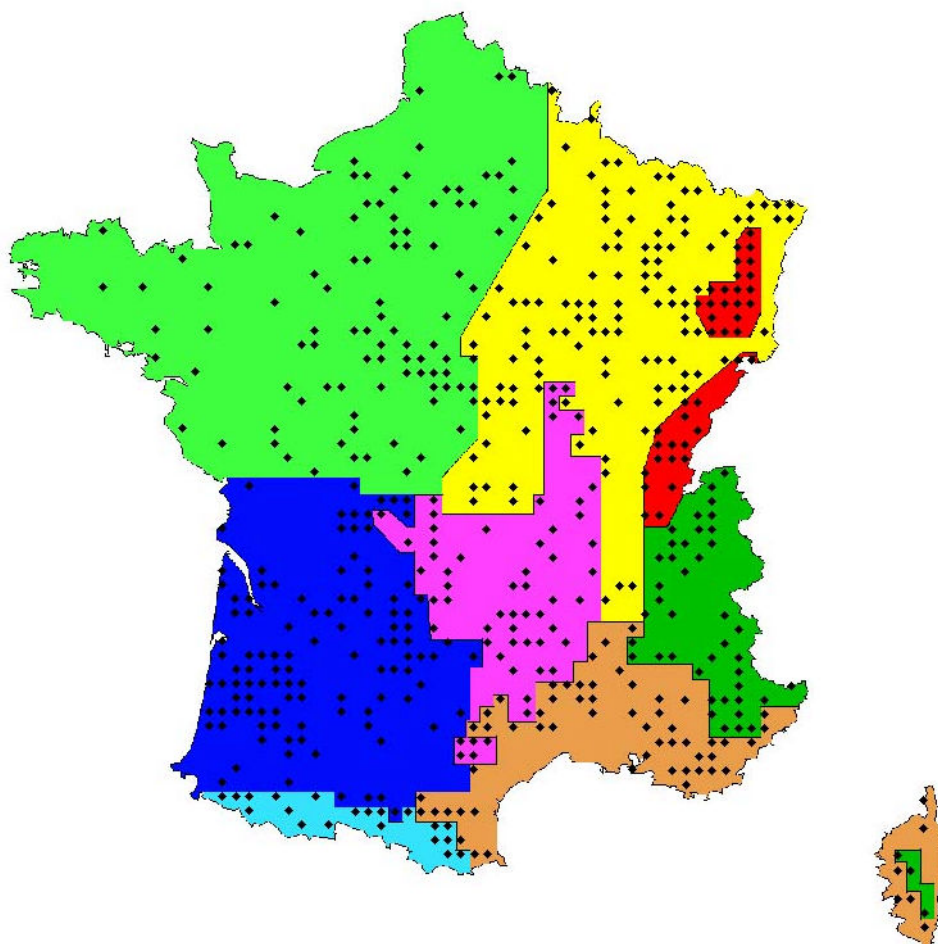


Figure 3 : Découpage écologique et localisation des placettes réseau européen (16 km x 16 km)
Ecological regions and distribution of the plots within the European Network for Forest Damage Assessment (16 km x 16 km)

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. JPR3).

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 ;
- les “pertes légères de feuillage” ou “déficits foliaires légers” correspondent au pourcentage d'arbres présentant 15 à 25 % de déficit foliaire ;
- 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 2003 par rapport aux valeurs observées en 2002. Elles sont quelquefois suivies de leur écart-type ;
- sans indication de la ou des régions écologiques, les chiffres concernent l'échantillon national.

Chêne pédonculé : globalement, le déficit foliaire moyen a augmenté en 2003 ($+2,7 \pm 0,3$ %) par rapport à celui de 2002. Les pertes foliaires sévères touchent une proportion importante des tiges de chênes pédonculés, soit 47 %. Cette proportion, ainsi que les colorations anormales qui atteignent 21 % des arbres, représentent pour cette essence des proportions encore jamais atteintes depuis la création du réseau. Par contre, dans les plaines du Nord-Ouest et du Sud-Ouest, la situation est toujours relativement stable voire à l'amélioration pour cette essence. Le déficit foliaire moyen se détériore légèrement en 2003 dans les plaines du Nord-Est, ainsi que depuis environ cinq ans dans le Massif Central. Les différences entre régions écologiques ne sont pas très marquées pour cette essence.

Des insectes ont été signalés sur plus du quart des tiges-échantillons (27 % contre 29 % en 2002). Comme en 2002, le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) a été fréquemment observé (41 % des signalements d'insectes sur cette essence en 2003), en particulier dans les plaines du Nord-Ouest. Après une baisse en 2002, la fréquence des signalements de champignons augmente (passant de 4 % des tiges en 2001 à 10 % en 2003). Il s'agit principalement d'oïdium (*Microsphaera alphitoides*), dont la gravité des attaques a également augmenté (près des deux tiers des signalements correspondaient en 2003 à des attaques de forte intensité, alors que la moitié des signalements correspondaient en 2002 à des attaques de faible intensité).

Chêne sessile : en 2003, le déficit foliaire moyen est en nette augmentation ($+5,3 \pm 0,3$ %) par rapport à celui de 2002. De même, les pertes sévères de feuillage (>25 %) ont été observées sur 37 % des arbres. Cette proportion est la plus élevée jamais enregistrée depuis la création du réseau européen. Les colorations anormales sont également élevées, atteignant une proportion similaire à celle de 1993 et 1997 soit 9,3 % des arbres. Parmi les chênes, c'est pour le chêne sessile que la détérioration du déficit foliaire est la plus importante en 2003. Le déficit foliaire



moyen présente peu de changements entre régions écologiques en 2003. Une légère accentuation s'observe dans les plaines du Sud-Ouest et du Nord-Est.

Comme par le passé, les signalements de facteurs explicatifs ont été moins importants que pour le chêne pédonculé : des insectes défoliateurs ont été signalés sur un cinquième des tiges-échantillons (20 % en 2003) et des champignons sur 3 % des arbres. Comme pour le chêne pédonculé, le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) a représenté une part importante des signalements d'insectes identifiés.

Chêne pubescent : le chêne pubescent se dégrade également en 2003 par rapport à 2002 (+2,6 ± 0,5 %). Près de la moitié des signalements de problèmes sur cette essence sont associés à la sécheresse ou à la canicule. Une augmentation des arbres ayant plus de 25 % de déficit foliaire est observée par rapport à 2001, passant de 31 à 42,2 % des arbres. La coloration anormale diminue pourtant et revient aux niveaux de 1999-2000. Elle touche 10% des arbres. Le déficit foliaire moyen du chêne pubescent se situe entre 25 et 35 % dans les plaines du Nord-Ouest, du Sud-Ouest, ainsi que dans la région méditerranéenne. Alors que la situation est stable depuis 5 ans dans cette dernière zone, on assiste en 2003 à une détérioration des conditions des houppiers de cette essence dans les plaines du Sud-Ouest, et dans les plaines du Nord-Ouest ces deux dernières années.

La présence de champignons, en particulier l'oïdium (*Microsphaera alphitoides*), a diminué entre 2001 et 2003 (7 % des tiges en 2001 contre 3 % en 2003). Des insectes ont été signalés sur environ une tige sur sept. Dans la majorité des cas, il s'agissait comme en 2002 d'attaques de bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*).

Chêne vert : une dégradation presque continue depuis 1993 se poursuit en 2003. Les pertes foliaires sévères comme le déficit foliaire moyen sont ainsi à leur plus haut niveau, respectivement 51 % et 29 %. La coloration anormale diminue comparativement à 2002. Elle touche 5,5 % des tiges.

Le bupreste du chêne (*Coroebus bifasciatus*) est régulièrement observé sur cette essence en région méditerranéenne (représentant en 2003 26 % des tiges sur lesquelles un problème a été signalé). Le bombyx disparate (*Lymantria dispar*) a également été observé en 2003 (1 % des signalements ; voir Flot, 2004), de même que des dégâts dus à la sécheresse et à la chaleur estivale dans plusieurs placettes (plus de 70 % des signalements).

Hêtre : le déficit foliaire reste globalement stable en 2003 de même que la proportion d'arbres (20 %) ayant un déficit foliaire supérieur à 25 %. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale reste faible (11 % des arbres) quoiqu'en légère augmentation par rapport à 2002. Depuis 5 ans, le déficit foliaire moyen du hêtre évolue de façon contrastée selon les régions. Il est relativement stable pour les Alpes, les plaines du Sud-Ouest, et les Pyrénées. A contrario, il augmente légèrement dans le Massif Central, les plaines du Nord-Est et le Jura. Il diminue également de façon sensible dans les plaines du Nord-Ouest. En 2003, le déficit moyen est le plus faible dans les Alpes (11 %) et les plaines du Sud-Ouest (12 %) – cette répartition est constante depuis 1997 - et est plus élevé dans le Jura (24 %), les Vosges (21 %) et les plaines du Nord-Est (21 %).

Les principaux facteurs signalés ces dernières années sur le hêtre sont le chancre (*Nectria ditissima*) et l'orcheste *Rhynchaenus fagi* (voir Douzon, 2004). Par contre en 2003, l'orcheste n'a pratiquement pas été signalé, cédant la place aux mentions de chancres et aux symptômes de sécheresse et de canicule.

Charme : le déficit foliaire moyen du charme, qui est de 17 % en 2003, progresse de +4,4 ± 1,1 % par rapport à 2002. Cette progression est régulière depuis 2000. La proportion d'arbres sévèrement défoliés (>25 % de feuillage manquant) est également passée de 3 % en 2000 à 20 % en 2003. La proportion de charmes ayant une coloration anormale a également augmenté en 2003, atteignant 20 % des tiges. Une tendance à la détérioration est observée pour cette essence en 2003, plus particulièrement dans les plaines du Nord-Est. Par contre, dans les plaines du Nord-Ouest, le déficit foliaire du charme est plutôt stable depuis 1997. Les principales mentions de problèmes liés au charme concernent la sécheresse et la chaleur de 2003.

Châtaignier : le déficit foliaire moyen du châtaignier (20 %) a légèrement augmenté en 2003, et les pertes foliaires sévères touchent près de 20 % des arbres. Globalement, et malgré des fluctuations



antérieures en dents de scie, la coloration anormale a pour sa part, plus que quintuplé en 2003 par rapport à l'année précédente. Sur les cinq dernières années, le déficit foliaire moyen est relativement stable dans les plaines du Nord-Ouest, alors qu'une tendance à la détérioration est observée dans le Sud-Ouest. Pour le Massif Central, une amélioration graduelle est observée depuis 1997. En 2003, une placette (1473) des Alpes, s'est subitement et violemment détériorée suite à la canicule. Sur les 20 châtaigniers de cette placette, qui étaient tous sains (<15 % de déficit foliaire) en 2002, 19 avaient un déficit foliaire supérieur à 90 % en 2003. Pour cette essence, les principaux problèmes mentionnés en 2003 sont liés à la sécheresse et au chancre (*Cryphonectria parasitica*).

Frêne : le déficit foliaire moyen du frêne (19 %) progresse de $+3,4 \pm 0,7$ % en 2003. Cette légère progression ramène le déficit moyen aux valeurs de 1997. De 1999 à 2003, la proportion de tiges de frêne sévèrement défoliées est passée de 11 à 24 %. La proportion de frênes présentant une coloration anormale est pratiquement nulle (5 %). Le nombre de frênes dans l'échantillon de 2003 est de 286 tiges.

Peupliers : le déficit foliaire moyen des peupliers ne progresse pas significativement en 2003. Le nombre d'arbres ayant plus de 25 % de déficit foliaire atteint 27 % en 2003. La proportion d'arbres décolorés est très faible et évolue en dents de scie. La taille de l'échantillon de peupliers est faible (139 tiges). C'est, avec les érables et les merisiers, l'essence dont l'effectif est le plus faible du réseau.

Parmi les autres feuillus, le **merisier** et les **bouleaux** se sont détériorés, de façon plus marquée pour ces derniers.

Épicéa commun : la situation demeure toujours satisfaisante, à un bas niveau de déficit foliaire moyen (7 % en 2003), et ne semble pas évoluer depuis 1997. Depuis la création du réseau, l'épicéa est toujours l'essence pour laquelle les plus faibles déficits foliaires moyens sont observés. Les colorations anormales sont également très faibles (2 % en 2003). Cette stabilité générale cache cependant une dégradation de l'état des cimes dans le Jura qui se poursuit depuis plus de 5 ans. Les écarts entre régions écologiques sont particulièrement importants : dans le Jura, le déficit foliaire moyen oscille entre 10 et 25 % depuis 1989, alors qu'il est quasiment nul dans les plaines du Nord-Est, les Vosges et le Massif Central. Dans les Alpes, le déficit foliaire reste autour de 10 %. De manière cohérente, très peu de facteurs explicatifs sont signalés sur cette essence. Les principaux problèmes mentionnés sont la microphyllie, les dégâts d'origine sylvicole et les dommages dus au vent.

Sapin pectiné : l'ensemble des critères concernant la masse foliaire est stable pour le sapin. Les pertes foliaires sévères sont passées de 8 à 9 % ; le déficit foliaire moyen est passé de 10 à 11 % ; la coloration anormale, qui atteignait 23 % des tiges en 1997, n'en affecte plus que 13 % en 2003. La situation de cette essence est donc particulièrement stable dans l'ensemble des régions écologiques. Les écarts entre régions restent toutefois importants. Dans les Alpes et le Massif Central, on observe les taux les plus bas (<10 %) de déficit foliaire. À l'opposé, les Pyrénées présentent le plus fort déficit (19 %). Le gui (*Viscum album*), le *Rhizophœra* et la dorger (*Melampsorella caryophyllacearum*) sont régulièrement observés sur sapin (à eux trois, ils représentent 50 % des problèmes mentionnés en 2003). Ces signalements, qui touchent principalement les placettes en régions montagneuses, ne représentent cependant qu'un faible pourcentage de l'échantillon total (moins de 20 % des arbres).

Pin maritime : le déficit foliaire moyen du pin maritime progresse légèrement ($+2,0 \pm 0,3$ %) en 2003 et atteint 15 %. Ce déficit reste toutefois inférieur à celui de 1998 (18%), qui représente le maximum atteint par cette essence depuis la création du réseau. En ce qui concerne les pertes foliaires sévères et les colorations anormales, elles n'atteignent qu'une faible proportion d'arbres (18 % et 6 % respectivement). Depuis 1997, le déficit foliaire du pin maritime reste relativement stable dans les plaines du Nord-Ouest et du Sud-Ouest, mais progresse légèrement en région méditerranéenne. Les écarts entre régions sont plus particulièrement marqués entre les plaines du Sud-Ouest (12 %) et la région méditerranéenne (25 %). Très peu de facteurs biotiques ou abiotiques sont signalés sur cette essence (taux inférieur à 2 %). Seuls quelques dommages d'insectes (principalement de processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa*) et de pyrale du tronc



(*Dioryctria sylvestrella*) et la maladie des bandes rouges (*Scirrhia pini*) ont été signalés en 2003.

Pin sylvestre : depuis la création du réseau (1989), le déficit foliaire moyen du pin sylvestre semble se détériorer de façon progressive. Il atteint 21 % en 2003. Cette progression est de $+2,1 \pm 0,3$ % comparativement à 2002. Les pertes foliaires sont ainsi à leur plus haut niveau depuis 1989. La proportion d'arbres ayant des pertes foliaires sévères est également légèrement à la hausse (+4 %) en 2003 comparativement à 2002. La coloration anormale touche 21 % des arbres, ce qui est plus élevé qu'en 1997. Elle reste tout de même très inférieure aux taux constatés entre 1989 et 1993. Au cours des 5 dernières années, aucune tendance forte n'apparaît pour les différentes régions écologiques, mise à part une légère détérioration dans le Massif Central et les Alpes. Des insectes et maladies ont été signalés sur respectivement 3 et 10 % des tiges de pin sylvestre en 2003, principalement dans les régions montagneuses des Alpes et du Massif Central. Le principal insecte mentionné a été la Cécidomye des aiguilles du pin (*Contarinia baeri*). Les signalements de gui (*Viscum album*) sont également assez fréquents. Quelques attaques de processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) ont également été signalées et représentent 2 % des problèmes mentionnés sur cette essence (voir Bouhot-Delduc, 2004).

Pins noirs : tout comme pour le pin sylvestre, le déficit foliaire moyen des pins noirs progresse de façon régulière depuis 1989. Il atteint 22 % en 2003, ce qui représente une détérioration de $+6,1 \pm 1,0$ % par rapport au déficit de 2002. Les pertes foliaires sévères atteignent 25 % des arbres, ce qui représente plus qu'un doublement depuis 1997, alors que la coloration anormale reste faible, touchant seulement 9 % des tiges. Parmi les pins, ce sont les pins noirs qui se sont le plus détériorés en 2003. Depuis 3 ans, le déficit foliaire augmente de façon marquée dans le Nord-Est (plaines et Jura), ainsi que dans les plaines du Nord-Ouest. Les écarts entre régions sont importants, en particulier entre les plaines du Nord-Ouest qui possèdent le déficit moyen le plus faible (12 %) et le Nord-Est (39 % dans le Jura).

Les signalements de facteurs explicatifs ont été très rares, notamment pour les insectes. Seules les observations de champignons concernent une proportion notable (3 %) des tiges en 2003. La principale maladie mentionnée est *Sphaeropsis sapinea*.

Pin d'Alep : le déficit foliaire moyen du Pin d'Alep est élevé. Il atteint 33 % en 2003, ce qui correspond à une hausse de $2,3 \pm 0,6$ % par rapport à l'année précédente. La proportion d'arbres ayant une coloration anormale suit une évolution en dents de scie. Elle est de 35 % en 2003. Cette proportion ainsi que celle d'arbres sévèrement défoliés sont les plus fortes enregistrées depuis 1997.

Douglas : bien que le déficit foliaire moyen de 2003 (14 %) soit légèrement supérieur à celui de 2002 ($+2,2 \pm 0,5$ %), la tendance générale du déficit foliaire depuis 1997 est à l'amélioration. La proportion d'arbres ayant subi une défoliation sévère reste relativement élevée (16 %), mais bien inférieure à celle observée en 1997 (34 %). Les colorations anormales augmentent en 2003, touchant 26 % des arbres. En 2003, c'est donc, parmi les résineux, le douglas qui détient le record de coloration anormale. Le taux de signalement de champignons, principalement l'agent de la rouille suisse (*Phaeocryptopus gaeumannii*), est assez fort (76 % des mentions sur cette essence), en particulier dans le Sud-Ouest (Pyrénées et plaines du Sud-Ouest). Il atteint 16 % des tiges en 2003, ce qui reste cependant très inférieur au niveau de 1997 (36 %). Le chermès du douglas (*Gilletteella cooleyi*) est également mentionné, mais sur moins de 1 % des tiges. Des symptômes de sécheresse ont été observés sur 11 % des tiges.

Mélèze : le déficit foliaire moyen du mélèze de 2003 (13 %) semble s'améliorer légèrement par rapport à l'année précédente ($-3,5 \pm 0,6$ %). Il reste inférieur à celui observé en 1997 (26 %). D'une façon globale, mis à part un épisode de défoliation important qui a culminé en 1997, le déficit foliaire du mélèze a tendance à progresser depuis plus de 10 ans. Toutefois, la proportion d'arbres subissant des pertes foliaires sévères est en régression depuis 1997 ; seuls 12 % des arbres sont sévèrement défoliés en 2003. Par contre, la proportion d'arbres ayant une coloration anormale progresse depuis 1999, elle atteint actuellement 20 % des arbres. Aucun champignon n'a été signalé sur cette essence en 2003. Par contre, le Chermès (*Adelges laricis*) du mélèze a été observé sur 4 % des tiges.



Les facteurs de dommages aisément identifiables mieux pris en compte

Dès le début du réseau européen, en 1988, il a été demandé aux notateurs d'identifier chaque fois que possible les facteurs (insectes, champignons, ...) qui pouvaient intervenir dans le déficit foliaire ou la coloration anormale observés. Cependant, cette information était relativement succincte, en l'absence d'identification précise des facteurs en cause et de standardisation de l'observation. À partir de 1994, les équipes de notateurs ont comporté au moins un correspondant-observateur du département de la santé des forêts (souvent deux), ce qui a permis de garantir la fiabilité et la précision du diagnostic phytosanitaire. En outre, depuis 1997, en cohérence avec les observations réalisées par ailleurs pour le département de la santé des forêts, le signalement des facteurs explicatifs observés sur les placettes du réseau européen est effectué de façon standardisée (codes à 7 lettres : les 4 premières lettres du nom de genre et les 3 premières lettres du nom de l'espèce).

Les études récentes menées sur le réseau européen (Badeau, 1999 ; Landmann *et al.*, 1999a) ont montré tout l'intérêt de cette identification pour interpréter les variations du déficit foliaire et, plus largement, pour apprécier la santé des forêts, en complément des observations réalisées "à l'avancée" (sans plan d'échantillonnage) par les correspondants-observateurs.

Ces notations restaient cependant qualitatives. À partir de la campagne estivale 2000, il a donc été demandé d'adjoindre aux codes à 7 lettres une note d'intensité selon les six classes suivantes : 0 = trace ; 1 = faible ; 2 = modéré ; 3 = fort ; 4 = total ; ? = ne sait pas, appréciation impossible. Pour tous les facteurs qui agissent sur les feuilles (insectes phyllophages, champignons foliaires, gel, grêle...), cette note d'intensité reflète directement la part relative du facteur dans le déficit foliaire global. En revanche, pour les observations réalisées sur le tronc (dorge du sapin, chancre du châtaignier, ...) ou au collet (collybie, armillaire...), la liaison avec le déficit foliaire est souvent réelle mais non quantifiable par cette méthode. La note d'intensité correspond donc simplement dans ce cas à une note d'abondance du facteur sur le tronc ou au collet.

Cette note d'intensité permet par exemple de comprendre pourquoi le déficit foliaire diminue alors que le nombre de signalements d'insectes impliqués progresse, comme cela a été le cas entre 1999 et 2000 pour le chêne sessile. Elle permet également de mieux apprécier l'incidence d'un facteur sur l'état des cimes.

Ce type de notation des facteurs biotiques, initialement mis en place par la France, sera systématisé à toute l'Europe à partir de 2005.

Les stress survenus en 2003 pourront se répercuter sur plusieurs années, d'où l'importance de suivre l'évolution de la santé des forêts pour mieux comprendre sa dynamique

Pour la plupart des essences, la sécheresse de 2003, associée à une période de canicule, a été un facteur de stress important permettant d'expliquer une grande partie des variations de la défoliation observées (voir Belrose, 2004). Cependant, comme la notation des arbres s'effectue majoritairement en début d'été, peu de symptômes ont été observés sur le réseau en 2003. Il est possible que l'impact de l'épisode climatique de 2003 se manifeste de façon plus marquée en 2004. De plus, les facteurs influençant la masse foliaire et la coloration du feuillage sont nombreux et peuvent varier à l'échelle locale : des paramètres sylvicoles et stationnels, des facteurs climatiques ou biotiques, des causes anthropiques telles que la pollution atmosphérique. Des fluctuations interviennent dans l'échantillon du fait de l'exercice normal de la sylviculture dans les peuplements, du changement d'affectation des terrains, ou en raison d'événements majeurs comme les tempêtes de fin décembre 1999. Enfin, des changements méthodologiques progressifs dans l'appréciation de l'état des cimes comme cela s'est produit en France durant quelques années (entre 1994 et 1997) peuvent également induire des biais difficilement décodables. Les séries de données de perte foliaire sont soumises à l'ensemble de ces paramètres et l'établissement de liens de cause à effet entre les fluctuations des déficits foliaires et les différents facteurs causaux possibles est par conséquent un exercice complexe.

Aussi, en raison des difficultés évoquées ci-dessus, ne seront cités ci-après que certains **facteurs d'influence éventuelle signalés en 2003** par les notateurs ou à l'intérieur du dispositif national de



surveillance phytosanitaire (réseau de correspondants-observateurs du Département de la Santé des Forêts).

Facteurs climatiques : l'année 2003 a été marquée par une longue sécheresse associée à une période de canicule durant la première quinzaine du mois d'août. En raison de son ampleur, ce stress a eu des répercussions directes sur les forêts. Une description plus poussée de ce stress est donnée par Belrose *et al.* Un stress peut également avoir des répercussions indirectes. Un épisode de sécheresse peut ainsi affaiblir les arbres et les rendre plus susceptibles à d'autres stress normalement considérés ainsi secondaires. Par exemple, un arbre affaibli peut voir ses mécanismes de défense envers certains insectes ou pathogènes profondément altérés. Le niveau de ses réserves carbonées peut également être amoindri par un épisode de stress important.

Facteur âge : depuis la création du réseau, le facteur âge a toujours été un facteur important, les peuplements âgés ayant toujours un déficit foliaire supérieur aux jeunes peuplements. Ainsi, en 2003, le déficit foliaire moyen des tiges-échantillons d'essences feuillues situées dans des peuplements de plus de 60 ans est de 26 % alors qu'il n'est que de 21 % pour les tiges appartenant à des peuplements de moins de 60 ans. Dans le cas des résineux, les valeurs du déficit foliaire moyen sont respectivement de 20 % et 14 %.

Facteurs biotiques : depuis 1998, le niveau des attaques d'insectes au printemps sur les essences de l'étage dominant est faible, en légère baisse même depuis 2002 (12 % des arbres en 2002, 10 % en 2003). Les signalements d'insectes concernent essentiellement les essences feuillues (97 %). Sur les 2409 chênes sessiles et pédonculés, des signalements d'insectes ont été effectués sur près du quart des tiges (24 %). Sur ce nombre, 40 % des arbres avaient un taux de déficit foliaire supérieur à 25 %.

Le bupreste (*Coroebus bifasciatus*) est toujours observé sur près de 8 % des chênes comme responsable de dessèchements de branches (fig 4). Les deux régions principalement touchées sont les plaines du Nord-Ouest sur les chênes sessile, pédonculé et pubescent et la région méditerranéenne sur les chênes vert et pubescent (fig. 5).

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 environ 10 % des tiges de hêtre (fig 4).

Sur le mélèze dans les Alpes, la tordeuse grise (*Zeiraphera diniana*) est à un niveau endémique : aucun signalement depuis 1999 sur le réseau. Enfin, sous réserve de la faible représentation du frêne dans le réseau, le *Stereonychus fraxini* fait partie des insectes touchant une forte proportion de tiges (fig. 4).

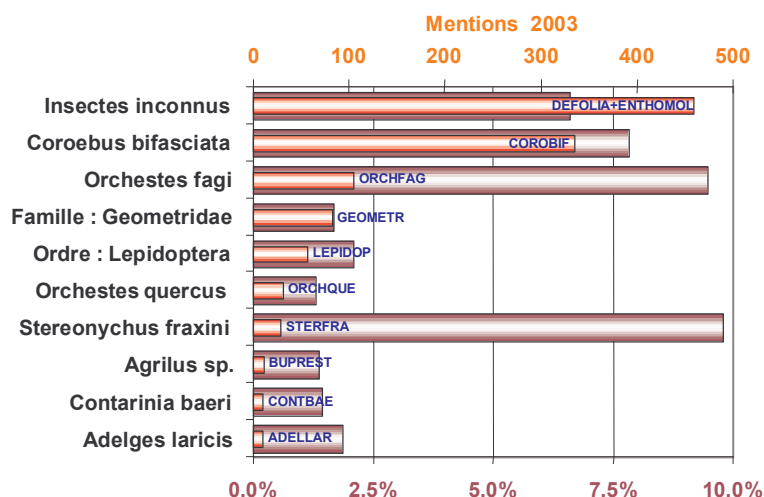


Figure 4 : Répartition de la fréquence de mention des principaux insectes associés à la défoliation de 2003. Le nombre de mentions est présenté, ainsi que la proportion que représentent ces mentions par rapport au nombre de tiges de la plante hôte. *Distribution of the main insects signaled in 2003 and playing a role in defoliation. The number of mentions, as well as the proportion of affected stems of host species are presented.*



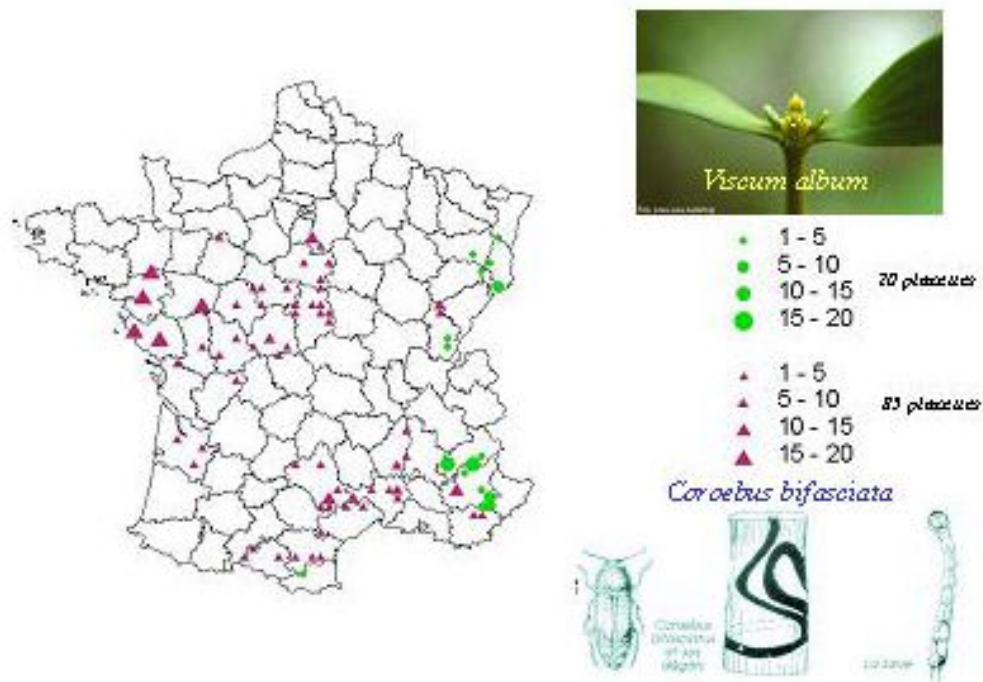


Figure 5 : Répartition géographique des mentions de gui (*Viscum album*) et de bupreste (*Coroebus bifasciata*) en 2003. Map showing the distribution of mistletoe and buprest sightings in 2003.

Le taux de signalement de champignons pathogènes est 3 fois plus faible que celui des insectes (on signale un pathogène sur 4 % des tiges). Il est stable en particulier pour les essences feuillues. Une représentation des principaux pathogènes signalés en 2003 est donnée à la figure 6. L'oïdium du chêne (*Microsphaera alphitoides*) figure parmi les principaux, étant signalé sur près de 5 % de l'ensemble des chênes, en particulier sur les chênes pédonculés. L'impact sur l'état des cimes n'est pas négligeable car l'incidence de ce pathogène sur la défoliation est estimée moyenne à très forte dans 43 % des signalements. L'écart de déficit foliaire moyen entre les chênes pédonculés avec oïdium ou sans oïdium est également assez important (29 % sans oïdium, 32 % avec oïdium). En 2003, il n'y a pas eu de signalement de rouilles du peuplier (*Melampsora sp.*) contrairement à 2002. Pour le pin d'Alep, l'agent de chancre des rameaux (*Crumenulopsis sororia*) n'a pas été signalé en 2003, contrairement aux années antérieures où le rougissement des aiguilles induit par ce pathogène était signalé sur plus de 70 % des tiges. En termes de taux d'attaque, la rouille suisse du douglas (*Phaeocryptopus gaeumannii*) et le chancre du châtaigner (*Cryphonectria parasitica*) font partie des maladies touchant une forte proportion de leur plante hôte en 2003 (fig. 6).



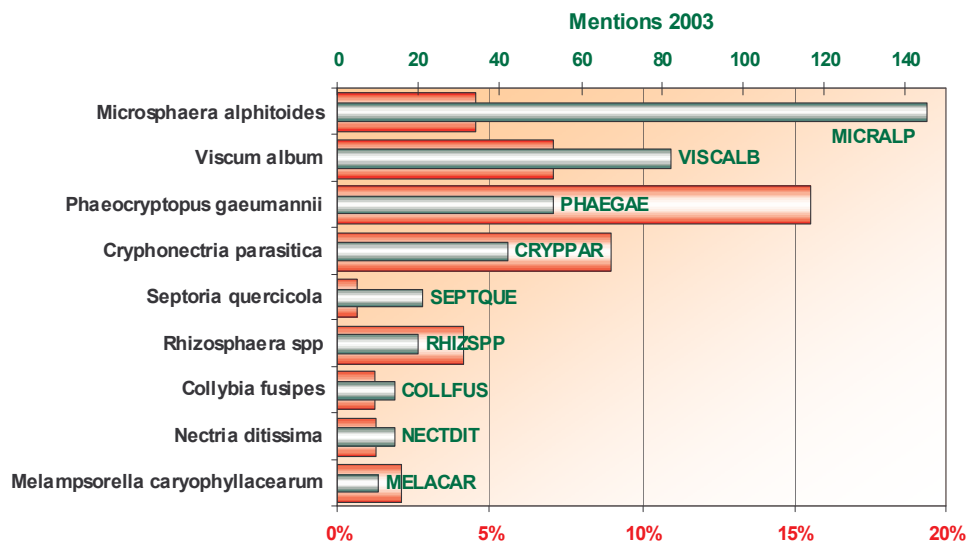


Figure 6 : Répartition de la fréquence de mention des principaux pathogènes associés à la défoliation de 2003. Le nombre de mentions est présenté, ainsi que la proportion que représentent ces mentions par rapport au nombre de tiges de la plante hôte. *Distribution of the main pathogens signaled in 2003 and playing a role in defoliation. The number of mentions, as well as the proportion of affected stems of host species are presented.*

Facteur pérenne, l'abondance du gui (*Viscum album*) sur pin sylvestre dans les Alpes (observation sur 28 % des tiges) est toujours observée. Le gui est aussi signalé, mais dans une moindre mesure, sur sapin dans le Jura (12 % des tiges) (fig. 5).

Facteurs phénologiques : en 2003, aucun phénomène phénologique notable n'a été relevé. Un effet de la fructification ou de la floraison n'est noté que sur 0,7 % des tiges. De même, la microphyllie n'est signalée que sur 1,2 % de l'effectif total.

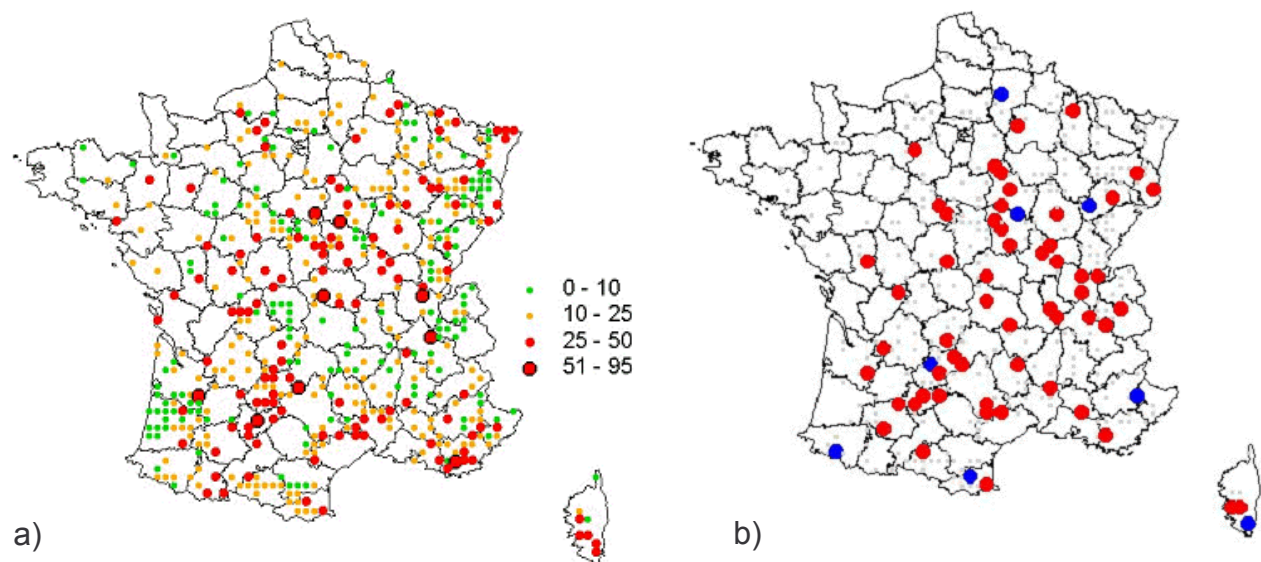
Conclusion sur les facteurs aisément identifiables :

L'analyse rapide des facteurs signalés lors de la campagne estivale révèle globalement un effet sécheresse-canicule pour l'été 2003. Il est à prévoir que cet effet soit plus marqué lors de la campagne de notation 2004. Une analyse plus complète intégrant les paramètres stationnels, les facteurs climatiques et les facteurs biotiques observés sur le réseau, ou plus largement par les données des autres dispositifs d'observation (Données Météo France, réseau DSF, RENECOFOR...) pourrait servir à affiner les différents modèles de résistance des forêts aux stress.

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

Une vue d'ensemble de l'état des houppiers de la forêt française est donnée figure 7a. On y observe des phénomènes de défoliation assez sévères sur tout le territoire national, avec peut être une sévérité un peu plus forte dans la zone méditerranéenne et dans la portion plus continentale de la France. Une illustration de l'évolution de la défoliation entre 2002 et 2003 est également présentée pour les placettes où cette évolution est supérieure à $\pm 10\%$ (fig. 7b). On observe ainsi une détérioration assez générale sur tout le territoire national, avec toutefois 8 placettes où une amélioration est notée. En Bretagne, l'état des houppiers reste stable et ne semble pas avoir été particulièrement touché par la saison de végétation 2003. Suite à cet événement climatique assez exceptionnel, il sera toutefois intéressant de suivre son évolution au cours des prochaines années.





Figures 7 : Cartes représentant certains aspects de l'évolution de la santé des forêts sur les placettes du réseau européen (les placettes en cours de régénération sont exclues de l'analyse) : a) note médiane de défoliation par placette ; b) médiane par placette de l'évolution de la défoliation des arbres (différence entre les notes de défoliation 2002 et 2003). Les écarts supérieurs à 10% sont illustrés en bleu, les autres en rouge.

Maps showing certain trends in forest health on plots in the European Network (plots being regenerated were not included in the analysis). a) median defoliation score per plot ; b) trends in median defoliation per plot (difference between the 2002 and 2003 scores). Differences larger than 10% are shown in blue, those lower than 10% in red.

Les activités de suivi des dommages forestiers sont coordonnées par le département de la santé des forêts et financées par la Commission Européenne (règlement 3528/86 “ Protection de la forêt contre la pollution atmosphérique ”) 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.

Bibliographie

Badeau V. (1999). 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

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/ressources.themes.foretbois.protectiondelaforet.santedesforets_r314.html

Bouhot-Delduc L. (2004). Le développement de la gradation de la chenille processionnaire du pin s'est poursuivi lors des hivers 2001–2002 et 2002–2003. *Les Cahiers du DSF*, 1–2003 (La Santé des Forêts [France] en 2002), Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur. (DGFAR), Paris

Douzon G. (2004). Dessèchements spectaculaires du feuillage dus à l'orchestre du chêne en 2002, et attaques plus classiques de l'orchestre du hêtre en 2001 et 2002. *Les Cahiers du DSF*, 1–2003 (La Santé des Forêts [France] en 2002), Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur. (DGFAR), Paris

Flot J.-L. (2004). Les défoliateurs des feuillus en 2002 : des dommages causés par la processionnaire du chêne et le bombyx disparate. *Les Cahiers du DSF*, 1–2003 (La Santé des Forêts [France] en 2002), Min. Agri. Alim. Pêche Aff. Rur. (DGFAR), Paris



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

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

