



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
DE L'AGROALIMENTAIRE  
ET DE LA FORÊT

Département de la santé des forêts  
mai - 2013

## BILAN DE LA SANTE DES FORETS EN 2012

### DEPERISSEMENT DU CHENE PEDONCULE EN LORRAINE : DES CRISES QUI SE SUCCEDENT...

Louis-Michel Nageleisen<sup>1</sup>, Hubert Schmuck<sup>2</sup>, Myriam Legay<sup>3</sup>, Nathalie Bréda<sup>4</sup>,

La chênaie représente en Lorraine la principale ressource forestière feuillue avec près de 200 000 ha et 37 millions de m<sup>3</sup> sur pied (IFN, 2010). Elle est composée essentiellement de chêne pédonculé et de chêne sessile, globalement à part égale en surface et volume à l'échelle régionale et souvent en mélange au sein des peuplements. Les chênaies sont localisées principalement dans la dépression argileuse du Plateau lorrain et de la Woëvre, sur les sols délaissés par l'agriculture (fig. 1).



Figure 1 : régions naturelles de Lorraine

Comme partout en France, la chênaie lorraine a été historiquement affectée de multiples crises sanitaires, notamment à la suite de grandes sécheresses (1921, 1947-49, 1976, 1989-91) (Nageleisen, 2005). Dans tous les cas récents les mieux documentés, le **chêne pédonculé est l'espèce très majoritairement concernée** par ces phénomènes, en particulier sur les sols à engorgement temporaire où il est souvent l'essence prépondérante et sur lesquels les déficits

<sup>1</sup> Département de la Santé des Forêts

<sup>2</sup> Office National des Forêts, Correspondant- Observateur DSF

<sup>3</sup> Office National des Forêts, Département Recherche et Développement

<sup>4</sup> INRA, UMR1137 Ecologie et Ecophysiologie Forestières



hydriques estivaux sont sévères. Le processus de dépérissement répond alors au schéma désormais classique mis en évidence à Tronçais après la sécheresse de 1976 (Becker et Lévy, 1983) : une crise sanitaire du chêne pédonculé, essence vulnérable à la sécheresse, à la suite d'un stress hydrique intense (aléa climatique déclenchant), sur des sols à faible réserve utile en eau au cours de l'été (sols acides à engorgement temporaire limitant l'enracinement dans le cas de la forêt de Tronçais).

### Une crise complexe au cours des années 2000

Au cours de la décennie 2000-2009, une nouvelle vague de dépérissement s'est manifestée notamment après la sécheresse de 2003. Cet événement climatique d'une intensité rare (Bréda et al., 2004), survenant dans un contexte de questionnement général des forestiers sur l'impact du changement climatique sur les écosystèmes forestiers, a poussé les instances nationales (ONF, CNPF, INRA, DSF...) à étudier la vulnérabilité des forêts aux stress climatiques et biotiques dans le cadre du projet Dryade, piloté par l'INRA de Nancy (UMR EEF, Nathalie Bréda) et financé par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche). Le massif forestier composé des forêts domaniales du Pays des Etangs près de Sarrebourg, affecté par des dépérissements (27 000 m<sup>3</sup> récolté sur 6850 ha entre 2002 et 2008 ; fig. 2) a été alors choisi comme un des massifs pilotes du projet. Il a fait l'objet d'une étude pluridisciplinaire. Ce massif a été sélectionné en raison d'interactions fortes connues entre aléas biotiques et climatiques, puisqu'il est soumis (1) aux attaques récurrentes d'une population endémique de processionnaires du chêne et (2) à des contraintes hydriques alternant entre excès et déficit hydrique en raison des propriétés hydrodynamiques des sols (pélosols différenciés, luvisol rédoxiques et rédoxisols).

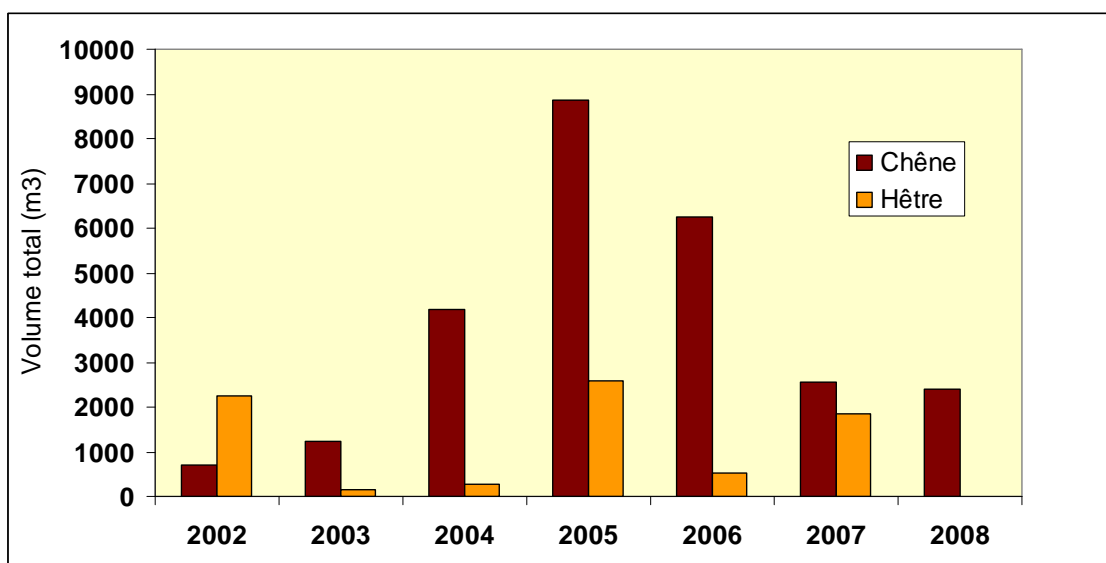


Figure 2 : volumes annuels récoltés en bois secs et dépérissants (volume commercial total) sur marnes du Keuper (6850 ha) en forêt domaniale du Pays des Etangs (source ONF)

Les résultats de cette étude sont en 2013 encore en cours de publication mais on peut en tirer les éléments suivants.

Le massif forestier du Pays des Etangs est constitué de peuplements issus de taillis sous futaie en conversion (40%), et de futaie régulière. Il compte 65% de chênes pédonculés et sessiles (respectivement 80 et 20%). La proportion de pédonculés diminue avec la maturation des peuplements et apparaît significativement plus élevée dans les stations les plus engorgées.

Une succession d'événements biotiques et abiotiques a eu lieu au cours de la décennie précédant le dépérissement : des défoliations précoces par la tordeuse verte, *Tortrix viridana*, et les géométrides, essentiellement la cheimatobie, *Operophtera brumata*, (1998, 2005) et des défoliations tardives par la processionnaire du chêne, *Thaumetopoea processionea*, (1997, 2001, 2002 et 2003), des déficits hydriques (1989-1991, 1996, 2003 et 2004 ; Bréda et al., 2004) et des excès d'eau printaniers (1995, 1997, 1999, 2000). Ces séquences montrent des périodes



particulièrement défavorables avec conjonctions de défoliations et de contraintes hydriques (1996-1997, 2003-2004).

Le dépérissement a été décrit d'une part sur un réseau de 760 placettes par notation des taux de branches mortes et d'autre part à travers les volumes de chênes secs et dépérissants récoltés.

Il apparaît que **le facteur le plus significativement corrélé avec le zonage et l'intensité des dépérissements (évalué en croisant le taux de branches mortes des arbres présents et la récolte de chênes secs et dépérissants) est la présence d'au moins une ou plusieurs défoliations par la chenille processionnaire**, dont les variations spatiales ont été reconstituées à dire d'expert de manière cumulée (période 2002-2005), d'une part, et par analyse des variations inter annuelles du NDVI sur une série d'images satellitales SPOT, d'autre part.

Le second facteur corrélé avec le dépérissement est l'interaction entre la dimension de l'arbre moyen et la proportion de chêne pédonculé. Ce terme d'interaction peut être interprété comme l'expression de la **vulnérabilité croissante du pédonculé avec la maturation du peuplement**. A l'échelle de l'arbre, l'essence est le second facteur explicatif, avec une **vulnérabilité supérieure des chênes pédonculés**, tandis que le troisième facteur est la dimension de l'arbre – ce facteur n'étant significatif que pour les chênes pédonculés, ce qui confirme les résultats obtenus à l'échelle de la placette.

A ce stade des analyses, aucune variable de description du sol n'a pu être mise en relation avec la variabilité spatiale du taux de branches mortes ou des prélèvements de chênes secs. De même, les aléas climatiques liés au bilan hydrique (sécheresse, excès d'eau) ont été calculés rétrospectivement pour chaque placette ; ils ne sont pas explicatifs des variations spatiales de taux de branches mortes ou prélèvement de chênes secs. Dans ce cas de dépérissement, le facteur déclenchant principal est donc l'aléa biotique de défoliation par la chenille processionnaire. Aucun lien entre la distribution des défoliations et les types de sols ou contraintes édaphiques n'a été observé, ce qui tend à penser que l'attaque par le ravageur est indépendante du milieu, ce qui est cohérent avec l'indépendance du dépérissement et de la station.

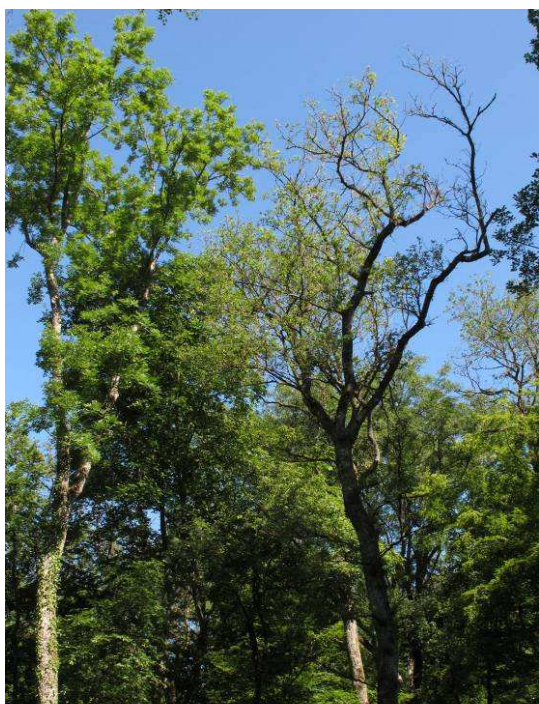


Photo : LM Nageleisen, DSF

Dépérissement de chênes



Photo : LM Nageleisen, DSF

Chenilles processionnaires en déplacement le long d'un tronc

Ce dépérissement de chênes résulterait ainsi de l'exposition récurrente à des défoliations par la processionnaire du chêne, très souvent suivie d'une infection par l'oïdium. Deux facteurs de vulnérabilité sont identifiés : l'espèce (chêne pédonculé) et la dimension (interprétée comme un proxy de l'âge). Même si les indicateurs de dépérissement utilisés n'ont pas permis d'éliminer des confusions d'aléas (défoliation + excès d'eau printemps en 2002, défoliation + sécheresse en



2003), cette crise se révèle d'un type différent de celui observé antérieurement en Lorraine où les sécheresses estivales étaient l'aléa déclenchant.

Divers bioagresseurs ont été régulièrement observés sur les troncs des arbres dépérissants ou morts, en particulier des insectes (agriles (coléoptères buprestidés) et dans une moindre mesure des scolytes (scolyte intriqué, xylébores) et l'armillaire. Il s'agit de parasites de faiblesse qui, dans la phase finale du dépérissement, colonisent des arbres très affaiblis par les facteurs évoqués plus haut. Ils jouent cependant un rôle décisif dans le processus final de mortalité.

A l'issue du projet DRYADE en 2010, on pouvait estimer que la phase de crise se terminait sur ce massif et les récoltes de chênes secs et dépérissants étaient revenues à un niveau qualifié de normal (fig. 2).

### 2011 : début d'une nouvelle crise

Au cours de l'année 2011, le Département de la santé des forêts a été alerté par ses correspondants-observateurs de la reprise des dépérissements de chênes dans les quatre départements lorrains, dans les deux régions naturelles de la Woëvre et du Plateau lorrain. Plusieurs visites de terrain ont permis de constater des mortalités assez brutales (en une saison de végétation) en présence assez systématique d'un insecte cambioophage très abondant sous écorce, l'agrile du chêne (*Agrilus biguttatus*, Coléoptère Buprestidé). A l'échelle de la parcelle ces mortalités peuvent atteindre 50 à 100 m<sup>3</sup>/ha.

Le suivi continu des récoltes de chênes dépérissants en forêt domaniale du Pays des Etangs révèle le démarrage d'une nouvelle phase de dépérissement (fig. 3)

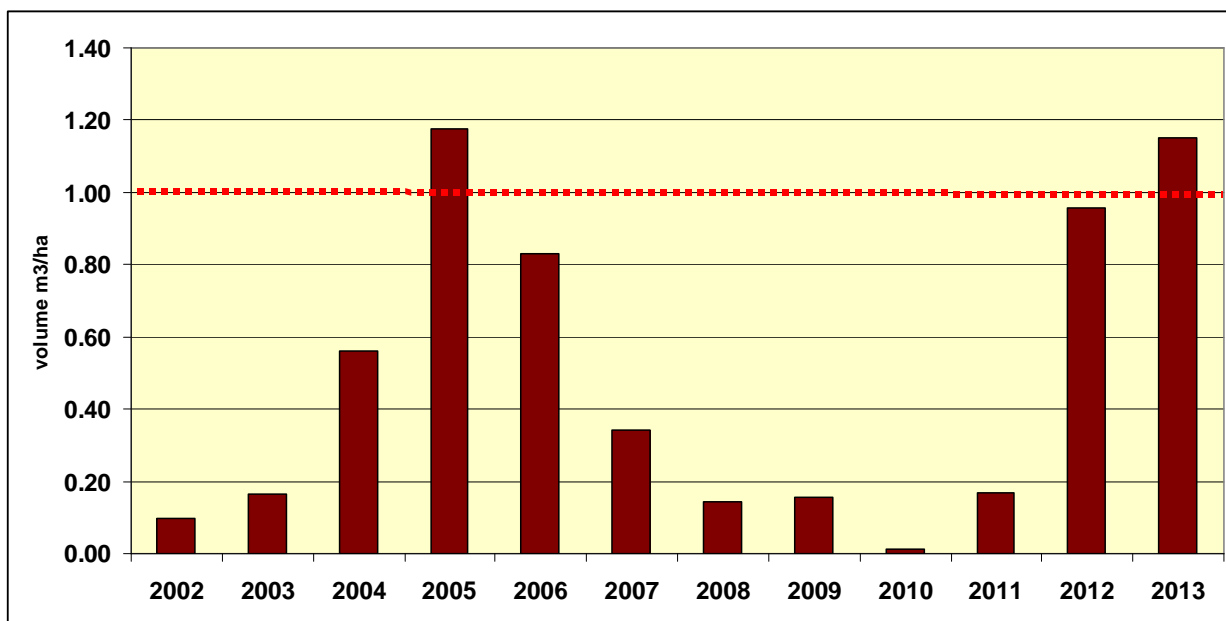


Figure 3 : Volume de chênes dépérissants récoltés en forêt domaniale du Pays des Etangs (7477 ha) (volume correspondant aux années d'état d'assiette – le volume 2014 n'est pas définitif ; source ONF). La barre en pointillé rouge correspond au seuil de 20 % de la possibilité annuelle.

Dans le cadre du programme Dryade, un guide de gestion des forêts en crise sanitaire (Gauquelin et al, 2011) a été élaboré. Ce guide s'est notamment attaché à proposer des critères pour objectiver l'émergence et la sortie d'une crise. Pour les forêts de plaine, un de ces critères est le franchissement du seuil de 20% de la possibilité annuelle pour les produits récoltés pour raison sanitaire. Dans la forêt du Pays des Etangs, ce seuil correspond à une récolte moyenne de 1m<sup>3</sup>/ha/an, et a été atteint en 2012 (fig. 3). Aussi, en raison de la répartition des dépérissements signalés et de l'importance des volumes récoltés, les services régionaux de l'ONF ont labellisé une **crise « dépérissement du chêne en Lorraine » en 2012**. Cette labellisation se concrétise par trois types de mesures :



- a) une évaluation de l'importance du phénomène spatialement et temporellement
- b) une description et une recherche des facteurs causaux
- c) une adaptation temporaire de la gestion.

### a) évaluation et suivi du dépérissement

Les récoltes pour cause de dépérissement ont été systématiquement comptabilisées sur l'ensemble des forêts de plaine lorraine en 2012. Les arbres récoltés sont les arbres morts récemment ou en train de mourir, ainsi que ceux dont le houppier est très affecté (perte de ramification supérieure à 50%, - dans les faits généralement supérieure à 75 %). Fin décembre 2012, le volume cumulé de chênes dépérissants atteignait pratiquement 100 000 m<sup>3</sup> (fig. 4). Cette récolte représente 15% du volume chêne récolté habituellement, qui lui-même représente 15% de la récolte globale en Lorraine. Par le jeu de report de coupes, cette crise n'a donc pas engendré de surcroît de récolte globale jusqu'à présent.

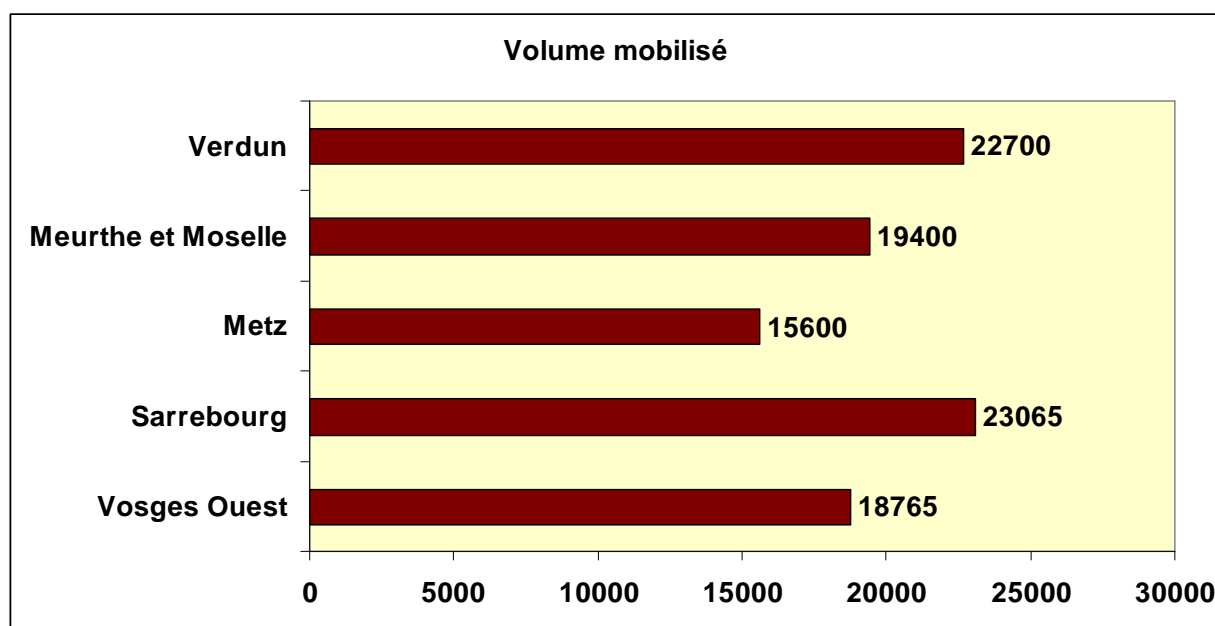


Figure 4 : Volumes récoltés en chênes dépérissants par agence ONF en 2011 et 2012 en forêts publiques lorraines. Total = 99530 m<sup>3</sup> (source ONF).

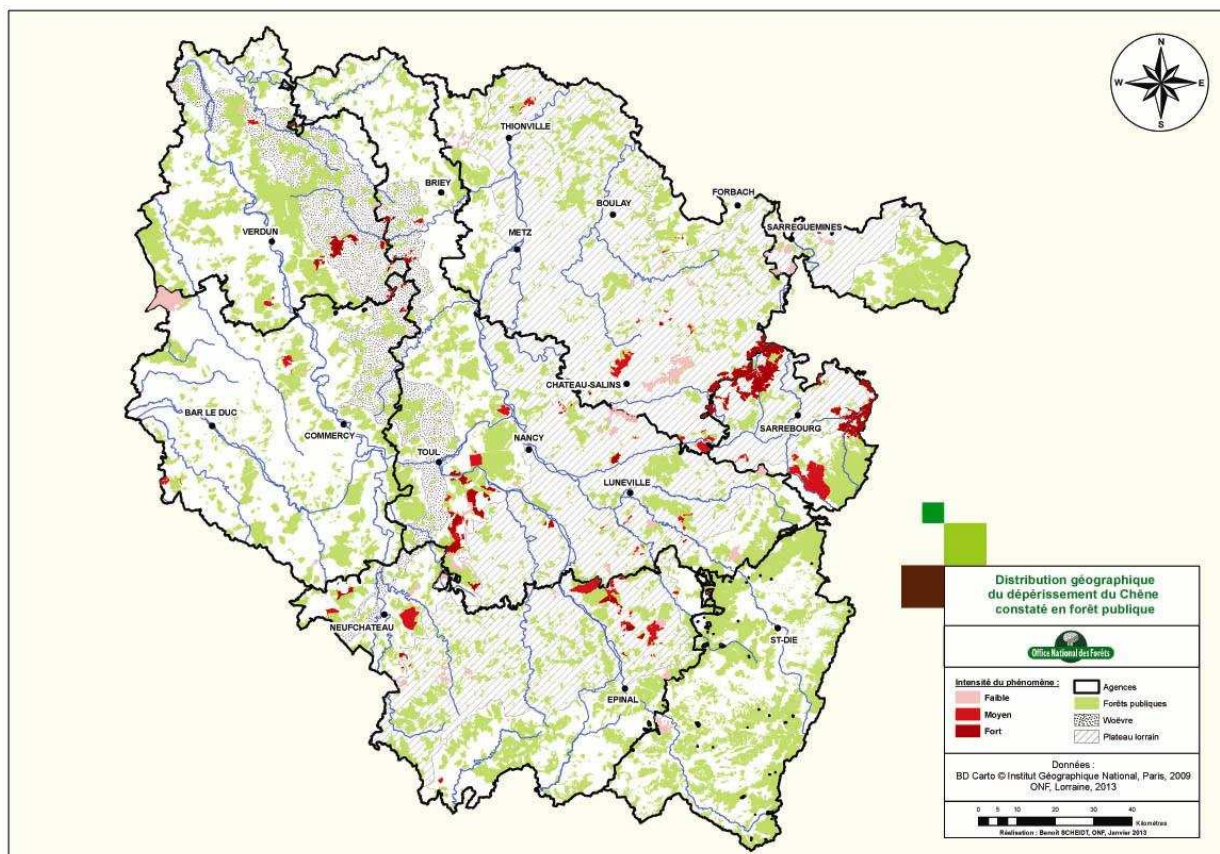
Spatialement les récoltes sont cependant très hétérogènes. Dans le nord de la Lorraine (UT de Briey), 50 % de la possibilité annuelle 2012 a été réalisée en chênes dépérissants. Dans certaines parcelles, la quasi-totalité des chênes est récoltée (fig. 5).

### b) symptômes et facteurs mis en évidence

Les symptômes relevés sont les symptômes classiques observés dans les dépérissements de chêne : perte de ramifications fines, mortalité de branches, décollement d'écorce du tronc lié à des attaques d'insectes sous corticaux, suintement noirâtre.

Les facteurs biotiques mis en évidence au cours des visites de terrain sont essentiellement des attaques d'agriles sur le tronc et dans quelques cas des attaques d'armillaire au niveau des racines et du collet qui pour ces deux bioagresseurs correspondent à des colonisations de parasites de faiblesse sur des arbres très affaiblis. Par contre les forestiers de terrain ont signalé presque systématiquement une défoliation en mai 2009 et en mai 2010, liée essentiellement à une pullulation de tordeuse verte et dans une moindre mesure à des chenilles arpeuteuses (géométridés), relevée également dans la même zone géographique dans les suivis DSF par quadrat (Carouille, 2009). Enfin, après les traitements aériens massifs (au bacille de Thuringe) de 2004 et 2005, la processionnaire du chêne est depuis 2008 à nouveau présente chaque année en Moselle, en particulier dans la région de Sarrebourg, à des intensités parfois fortes (comme en 2012).





**Figure 5 : distribution géographique du dépérissement du chêne dans les forêts publiques en Lorraine (source ONF).**

Le chêne pédonculé est l'espèce principalement concernée mais dans certains peuplements mélangés, le chêne sessile est également affecté.

Les dépérissements sont essentiellement localisés sur pélosol sur marne avec marmorisation et engorgement fréquent. Quelques cas sont cependant observés sur plateaux calcaires dans l'ouest vosgien.

Un travail réalisé sur le massif de la forêt domaniale du Pays des Etangs (Leichtnam, 2012) a permis de constater qu'avec un capital sur pied de départ sensiblement identique, les prélèvements étaient quasiment deux fois plus élevés sur les pélosols stricts et différenciés (marnes du Keuper à recouvrement de limon nul à inférieur à 30 cm) que sur les luvisols ou néoluvisols (recouvrements de limons supérieurs à 50 cm).

Il est encore trop tôt pour hiérarchiser les facteurs en cause et avancer un processus explicatif. Il faut notamment à l'échelle de la Lorraine essayer de préciser le rôle des défoliations de 2009 et 2010. Pour ce faire, il est nécessaire de réaliser une cartographie assez précise des dépérissements (en cours) et des défoliations passées. L'utilisation de la télédétection (image satellitale Modis) pourrait être d'une aide précieuse dans cette entreprise. Si l'hypothèse d'un déclenchement de cette crise par une attaque de défoliateurs « précoces » comme la tordeuse verte se confirmait, il s'agirait d'un phénomène relativement nouveau pour la France où jusqu'à présent les défoliations totales de la tordeuse verte n'ont jamais été suivies de vague de dépérissement. De tels cas sont cependant signalés en Europe centrale. Deux éléments de diagnostic manquent cependant dans le schéma potentiel. (1) Il est classique que les attaques de chenilles sur chênes soient suivies d'infection par l'oïdium sur les jeunes feuilles qui reconstituent le feuillage après défoliation. L'intensité des attaques d'oïdium au cours des années 2009 et 2010 n'a cependant pas été relevée car ce parasite foliaire ne fait pas l'objet d'un suivi particulier au cours de l'été. Ce pathogène foliaire peut contribuer au processus de dépérissement : le stock de réserves est épuisé par la refeuillaison ; cette nouvelle pousse si elle est infectée par l'oïdium, ne contribue pas à reconstituer le stock de réserves nécessaire à leur survie (Marçais et Bréda, 2006,



Marçais et Loustau, 2012). (2) La datation de l'initiation de la crise, en particulier la réponse de ces chênaies à la séquence climatique depuis 2003. En effet, les dépérissements sont signalés sur des sols à bilan hydrique défavorable. Une étude dendrochronologique est nécessaire pour dater le démarrage de cette crise et caractériser la dynamique de croissance des chênes : subissent-ils une crise de vitalité durable depuis le début des années 2000 ou simplement de façon temporaire depuis 2009 à la suite d'une perturbation biotique?



Photo : LM Nagelisen, DSF

**Chêne mourant suite à une colonisation par les agriles**



Photo : H Schmuck, ONF

**Larves d'agrile du chêne**

Enfin, reste la question de l'impact du tassement de ces sols sensibles à très sensibles à ce phénomène (la sensibilité augmente avec l'épaisseur de la couche de limon). En effet dans les massifs concernés, si la tempête Lothar (26/12/1999) n'a pas provoqué de dégâts massifs, la récolte des chablis disséminés a provoqué une circulation anarchique et désordonnée dans la majorité des parcelles. Depuis, cette situation a souvent été aggravée par l'évolution technique des engins de débardage (tracteurs à pinces devant se déplacer à la culée de chaque grume...). Cette éventuelle influence de l'état des sols dans les phénomènes observés n'ayant pas encore été étudiée dans le détail, il pourrait être intéressant de tenter de mieux en appréhender l'impact et les conséquences.

### **c) adaptation de la gestion durant la crise**

La récolte anticipée et non programmée d'un volume important de chênes dans les peuplements essentiellement adultes bouscule totalement la gestion courante et la planification des interventions prévues dans les aménagements.

La labellisation de la crise au niveau régional se traduit par la constitution d'une cellule de crise composée des services de terrain (responsables d'Unité Territoriale ONF...), des services d'appui dans les Agences ONF (en charge des coupes, des aménagements, des travaux). La forêt privée également concernée par ces dépérissements est invitée à participer à ce comité (CRPF). Le Département de la santé des forêts apporte son appui en matière de diagnostic et de prévision de risques. Sont associés également les services en charge de la forêt à la DRAAF.

Plusieurs réunions tant sur le terrain qu'en salle ont permis de dresser un premier plan d'action, adaptable en fonction de l'évolution du phénomène. Dans un premier temps, un **recensement des parcelles les plus touchées** a été réalisé. Elles ont alors été inscrites à l'état d'assiette et passées en martelage avec la consigne de ne récolter que les arbres morts et les arbres dont le houppier est atteint à plus de 50 % par des mortalités de branches ou une perte de ramification (classes du protocole DSF DEPEFEU supérieure à 3). Le **recensement des arbres récoltés pour**



**cause de dépérissement** (création d'une catégorie ad hoc pour les martelages) permet d'évaluer quantitativement le phénomène et de le suivre dans le temps.

Une grille d'évaluation permet **d'analyser la situation des plans de gestion** dans les aménagements et le cas échéant de proposer soit une simple modification soit une nouvelle rédaction.

**Tous les partenaires, notamment les communes forestières, ont été informés** de cette nouvelle crise de la chênaie lorraine et de ses conséquences en matière de gestion. Une plaquette d'information a été réalisée et diffusée au cours de l'année 2012, de même qu'un communiqué de presse.

Enfin une réflexion est entamée sur **le renouvellement des peuplements les plus touchés**. La question de la place du chêne pédonculé est à nouveau posée. Il ressort de l'inventaire des sites où sont constatés des dépérissements que quatre des stations les plus sensibles au dépérissement ont pour essence objectif le chêne pédonculé dans les Directives Régionales d'Aménagement (DRA, SRA). Des itinéraires techniques se mettent en place pour tirer le meilleur parti de l'existant tout en essayant d'obtenir à terme des peuplements moins vulnérables. Dans un certain nombre de cas, le renouvellement du peuplement après dépérissement devra se faire par plantation, ce qui nécessitera la mobilisation des pépinières, des peuplements classés... et des financements.

### **Conclusion provisoire**

Cette crise est en 2013 encore en cours et il est trop tôt pour en dresser un bilan qui n'interviendra que lorsque le gestionnaire estimera qu'elle est terminée. Il devra pour cela utiliser les mêmes critères que ceux définissant l'entrée de crise, en outre le volume de chênes secs et dépérissants récoltés par rapport à la possibilité. Il reste encore beaucoup d'inconnues sur le déclenchement de cette crise et des études sont nécessaires pour évaluer la part respective des chenilles défoliatrices et des aléas climatiques dans le processus. La présence récurrente en Lorraine depuis près de 15 ans de la processionnaire du chêne est cependant inquiétante à double titre pour les gestionnaires, propriétaires et usagers de la forêt : elle peut induire directement des dépérissements dans des peuplements fortement perturbés au cours de la dernière décennie (voir les résultats du projet Dryade) mais elle provoque aussi des urtications qui ont des conséquences fortes sur la présence humaine en forêt tant pour la gestion que pour les loisirs. Des recherches seraient nécessaires pour mieux comprendre la biologie précise de cette espèce et le rôle de l'oïdium.





## Bibliographie

Becker M. Lévy G. (1983). Le dépérissement du chêne : les causes écologiques. Exemple de la forêt de Tronçais et premières conclusions. RFF XXXV –5- 1983, p. 341-355.

Bréda N.; Granier A. et Aussenac, G. (2004). La sécheresse de 2003 dans le contexte des 54 dernières années : analyse écophysiological et influence sur les arbres forestiers. RFF 61, 109-131.

Carouille F. (2009). Les défoliateurs de feuillus en 2009. Bilan de la santé des forêts en 2009. Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, Département de la santé des forêts, Nov 2009, 5p.

Gauquelin (coordinateur) (2010). Guide de gestion des forêts en crise sanitaire. ONF, IDF, 96 p.

Leichtnam D. (2012). Les dépérissements de chêne sur le plateau lorrain. Rapport de stage DUT GB Option génie de l'environnement. IUT Louis Pasteur Schiltigheim.

Marçais B., Bréda, N. (2006) Role of an opportunistic pathogen in the decline of stressed oak trees. *Journal of Ecology*, 94, 1214-1223.

Marçais B., Loustau M.L. (2012). European oak powdery mildew: impact on trees, effects of environmental factors and potential effects of climate change. *Ann. For. Sci.* DOI 10.1007/s13595-012-0252-x

Nageleisen L.-M. (2005). Les sécheresses, principal facteur déclenchant de dépérissement au cours du XXème siècle. *Forêt Entreprise* N°162, Avril 2005/2, p. 35-37.

