

LES CAHIERS de la Reconstitution

SITUATION SANITAIRE ET DIVERSIFICATION

édito

Les effets de la tempête de janvier 2009 (ouragan Klaus) aggravés par les dégâts d'insectes ravageurs en 2010 et 2011 se traduisent par la nécessité de reconstituer 200 000 ha de forêts en Aquitaine. C'est le plus grand chantier de reboisement d'Europe. Tous ceux qui sont concernés, en premier lieu les sylviculteurs sinistrés, souhaitent s'engager dans cette vaste entreprise en connaissance de cause, en particulier au travers d'itinéraires techniques susceptibles de limiter les risques et d'améliorer la résilience de la forêt de production.

Ces "Cahiers de la reconstitution" n'ont d'autre ambition que de les accompagner dans cette démarche essentielle mais difficile. Ils sont le fruit d'un dialogue permanent et responsable entre la Recherche, le Développement forestier, les représentants de la forêt privée et les gestionnaires de la forêt publique, au sein du groupement d'intérêt scientifique Groupe Pin Maritime du Futur (GPMF). Le GPMF s'est donné pour objectif de dresser ici un état des connaissances, en rappelant ce qui a été démontré, mais également ce qui reste à expérimenter, ainsi que les recherches en cours. Au-delà de cet état des lieux, nous souhaitons aussi exposer les questionnements qui s'imposent face à un contexte économique et environnemental en évolution, et proposer des pistes d'action.

Le Groupe Pin Maritime du Futur



Dégâts de scolytes (Photo Dominique Merzeau, IDF-CPFA)

La tempête Klaus a provoqué d'importantes perturbations de l'écosystème forestier. Ceci a conduit à des problèmes sanitaires multiples, certes attendus, mais dont l'ampleur est inégale. L'introduction de plus de diversité, notamment par les feuillus, apparaît comme étant une voie possible d'un meilleur état sanitaire.

Dans ce cahier, les conséquences sanitaires de la tempête Klaus sont mises en évidence comparativement au cas général, et la gestion de la crise est rappelée afin d'en tirer les principaux enseignements. Lors de la reconstitution, des actions en faveur de la biodiversité ordinaire apparaissent utiles et opportunes pour aider principalement à la bonne santé des forêts.

Didier CANTELOUP, ONF ; Amélie CASTRO, CRPF Aquitaine ; Rédacteurs en chef

Situation sanitaire...

CAS GÉNÉRAL APRÈS UNE TEMPÊTE

Dominique PIOU, Département Santé des Forêts

La majorité des essences résineuses des forêts tempérées est sensible aux scolytes, petits coléoptères qui se développent dans le liber, entre l'aubier et l'écorce. La plupart sont des parasites de faiblesse qui participent à l'élimination des arbres dominés, moribonds. Dès que le nombre d'arbres affaiblis augmente de façon anormale, les populations explosent. Dans ces cas-là, on observe des attaques massives sur des arbres sains.

C'est ce que l'on constate généralement après une tempête, qui met à disposition des insectes une ressource abondante (liber épais et frais) et accessible (pas de réactions de défense). Les épidémies peuvent durer plusieurs années en fonction des conditions climatiques. Pour le pin maritime, c'est essentiellement le sténographe [voir encadré] qu'il convient de redouter. Il est reconnu moins agressif que d'autres espèces nord américaines ou que le typographe de l'épicéa en Europe. Ainsi, **le retour à l'endémie¹ est généralement rapide (2-3 ans) à partir du moment où la lutte est entamée.**

DYNAMIQUE DES POPULATIONS : la nécessité de bien en comprendre les mécanismes pour mieux appréhender la lutte

Dominique PIOU, Département Santé des Forêts

Partout dans le monde, la lutte contre les scolytes des résineux est reconnue comme extrêmement difficile, en grande partie à cause de la biologie très particulière de ces insectes. Quelques points méritent d'être rappelés :

- ces espèces présentent une capacité de multiplication très importante (fécondité élevée des femelles, plusieurs générations par an) ;
- les adultes s'agrègent en masse sur une ressource plus ou moins dispersée grâce à plusieurs composés chimiques (phéromones d'agrégation) émis par les deux sexes lors de l'attaque ;
- les scolytes possèdent une forte capacité de dispersion (de plusieurs km) ;
- la succession des phases de dispersion puis d'agrégation des populations à chaque génération rend très difficile la prédiction du lieu des futures attaques et nécessite donc de raisonner la lutte sur des paysages de plusieurs km² ;
- le cortège parasitaire des scolytes (pathogènes, prédateurs - staphylin par exemple - et parasitoïdes) est important et accélère le retour à l'endémie.



Sténographe (Photo Inge Van Halder, INRA)

Le principe essentiel de la lutte est de faire diminuer le plus rapidement possible la ressource (arbres affaiblis, chablis, tas de bois) pour empêcher la multiplication des populations et le franchissement du seuil épidémique, au-dessus duquel les scolytes peuvent attaquer les arbres sains.

LE STÉNOGRAPHE (*Ips sexdentatus*)

Thierry AUMONIER, Département Santé des Forêts

Le sténographe est un petit insecte coléoptère de la famille des scolytidés. Les adultes et les larves creusent sous l'écorce des pins des galeries qui perturbent la circulation de la sève et entraînent des mortalités. L'insecte développe deux à trois générations par an. Les vols se déroulent de l'essaimage du printemps jusqu'à octobre environ. La maturation des jeunes adultes a lieu au cours d'une alimentation complémentaire réalisée sous l'écorce avant ou après l'essaimage. L'hivernation se fait soit sous l'écorce, soit dans des galeries dans l'arbre, soit dans la litière.

Cette espèce comme plusieurs autres espèces de scolytes est un ravageur opportuniste de faiblesse : le maintien en bonne santé des peuplements (éclaircies, enlèvement des chablis) constitue une bonne méthode préventive. En cas d'attaques importantes, il est conseillé d'éliminer et d'évacuer rapidement les arbres atteints et particulièrement ceux qui sont en cours de colonisation. Il est par ailleurs souhaitable, en période de végétation, de limiter à un mois la durée de stockage en forêt des bois abattus ou, lorsqu'il n'est pas possible de les enlever dans ces délais, d'effectuer des traitements insecticides homologués sur les tas de bois placés en bordure de piste. Enfin, il convient de reporter certaines opérations sylvicoles (éclaircies, dépressages, élagages) pouvant favoriser les attaques d'insectes dans les peuplements ou si celles-ci doivent être réalisées, de broyer les rémanents verts générés par ces opérations et susceptibles d'être colonisés.

A noter également que le pin taeda est apparu plus sensible aux attaques du sténographe que le pin maritime.

¹ Endémie (adj, endémique) : présence d'une maladie ou d'un ravageur (bio agresseur) dans une zone géographique donnée, mais où le nombre d'arbres atteints et/ou l'intensité des symptômes restent faibles et relativement constants dans le temps. Si les conditions environnementales le permettent, l'endémie peut se transformer en épidémie par une augmentation rapide de l'incidence de la maladie.

LA PROCESSIONNAIRE DU PIN (*Thaumetopoea Pityocampa*)

Thierry AUMONIER, Département Santé des Forêts

D La chenille processionnaire du pin se nourrit des aiguilles de pins. Elle est le principal défoliateur du pin maritime. Le développement larvaire se fait en cinq stades. Il commence à la mi-août et se termine en temps normal vers la fin mars de l'année suivante avec la procession de nymphose (période pendant laquelle les chenilles se déplacent au sol en procession avant de s'enfouir). Ses besoins alimentaires augmentent au fur et à mesure de sa croissance. Elle présente la particularité de devenir urticante à partir du troisième stade larvaire. Suite à la nymphose, les papillons - insectes nocturnes qui ne vivent qu'une à deux nuits - apparaissent en général entre fin juin et fin juillet. Les populations de processionnaire connaissent des cycles de pullulation de 1 à 2 ans séparés par des périodes d'endémie de 5 à 8 ans. Elles sont responsables de défoliations hivernales et surtout printanières qui entraînent des diminutions de croissance des pins. **En temps normal, une défoliation même totale ne provoque pas la mortalité des arbres atteints.**

En milieu forestier, la lutte généralisée n'est ni nécessaire ni souhaitable car elle ne permet pas d'éviter une nouvelle infestation. En revanche une lutte ciblée a pour objectif de protéger les peuplements les plus sensibles (les plus

jeunes et ceux dont la survie est menacée) ou de limiter les risques d'urtications dont les conséquences sanitaires peuvent être graves pour l'homme et certains animaux. Elle consiste, le plus souvent, à réaliser un traitement par voie terrestre ou aérienne² sur les premiers stades larvaires à l'aide d'un insecticide homologué, notamment par lutte biologique à base de *Bacillus thuringiensis*.



Chenilles processionnaires (Photo Jean-Raymond Liarçou, CRPF Aquitaine)

L'HYLOBE (*Hylobius abietis*)

Didier CANTELOUP, ONF

Comme dans tous les pays du Nord de l'Europe et en France, l'hylobe (coléoptère) est en Aquitaine le plus important ravageur des reboisements résineux dans leurs premières années. Il peut anéantir une jeune plantation en quelques jours par les morsures qu'il effectue sur l'écorce de la tige des jeunes plants. Etant

donné le rôle des souches fraîches dans la dynamique de reproduction de l'insecte, les populations d'hylobes sont particulièrement fortes dans les mois suivants une coupe rase. La biologie de l'hylobe et le renouvellement des peuplements résineux par coupe rase et plantation conduisent à la mise en œuvre d'une protection chimique lorsque le risque hylobe est présumé important.

² La réglementation a évolué et interdit le traitement aérien sauf pour motif de santé humaine ou dérogation ponctuelle.

Situation sanitaire...

LE CAS APRÈS KLAUS

Dominique PIOU, Département Santé des Forêts

Après tempête, le volume des pertes imputables aux scolytes est très variable. Il dépend non seulement des niveaux de population des insectes, corrélés à la rapidité de l'évacuation des bois chablis, mais aussi du niveau de vitalité des peuplements sur pied. Après la tempête de 1999 (28,8 millions de m³ de pin maritime chablis en Aquitaine - IFN-INRA, 2010³), les scolytes ont provoqué la récolte de 1,2 à 2,3 millions de m³ supplémentaires soit 6 à 12 % du volume de chablis. Après celle de janvier 2009 (41,7 millions de m³ de pin maritime chablis en Aquitaine - IFN-INRA, 2010), certains peuplements sur pied ont été sévèrement défeuillés l'hiver

suivant, par la processionnaire du pin [voir encadré], mettant les peuplements dans un état de faiblesse aggravée. Fin 2010, les volumes de bois scolytés étaient estimés à 4-5 millions de m³, auxquels il faudra ajouter les pertes 2011 et 2012 (qui seront probablement faibles), ainsi qu'une part à peu près équivalente de coupes « d'anticipation » de bois sains, grossissant ainsi la catastrophe. **Au total les scolytes auront vraisemblablement provoqué un surplus de mortalité de 12 à 18 %.** Des recherches complémentaires sont en cours pour déterminer la part liée à l'affaiblissement provoqué par la processionnaire et celle corrélée aux populations élevées de scolytes suite à l'impossibilité matérielle d'évacuer rapidement tous les chablis.

TÉMOIGNAGE D'UN PROPRIÉTAIRE

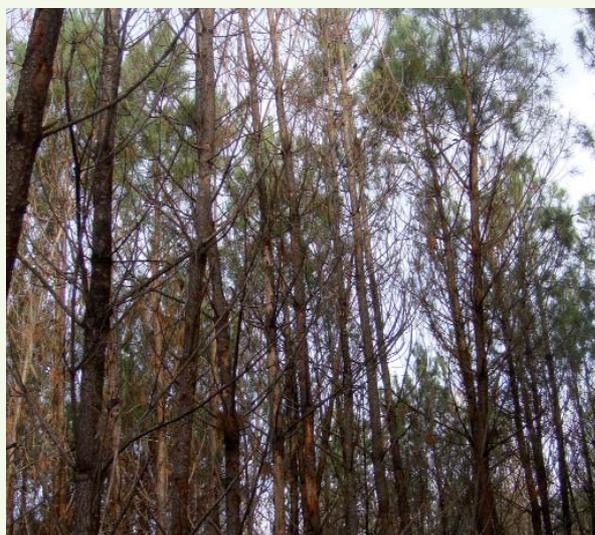
Amélie CASTRO, CRPF Aquitaine

Durant la crise sanitaire qui a suivi la tempête Klaus, les médias professionnels et généralistes se sont fait l'écho du désarroi des sylviculteurs face à la progression des chenilles et des scolytes. M. Bernard Boyau, sylviculteur à Aureilhan (Landes), livre son expérience.

« Les scolytes (« catiote », en gascon) ont toujours existé : un pin foudroyé, des piles de bois qui traînent, les voient se développer en été. Mais dans une situation exceptionnelle, on a une réaction exceptionnelle ». M. Boyau se souvient de son père, au début des années 50, revenant de visites dans les parcelles de la grande lande

détruites par les grands incendies et parlant de l'état catastrophique des bordures où tous les pins mouraient à cause des insectes. En 1999, il a subi des dégâts sur ses parcelles à Belin-Beliet (Gironde), mais les attaques se sont vite résorbées, d'autant que les bois avaient été exploités assez vite⁴.

Après 2009, il s'attendait à ce que les scolytes attaquent les chablis. En conséquence, il a fait exploiter ses gros bois le plus rapidement possible mais, faute d'acheteur, il s'est retrouvé devant l'impossibilité absolue d'exploiter les bois moyens. « Ces bois sont restés sur place jusqu'à l'hiver 2010. Cette année-là a vu une attaque de très grande ampleur. Il y avait de la matière par terre puis les insectes se sont attaqués aux arbres sains ». Sur ses propriétés de Luglon et Vert, tous les peuplements d'âge moyen, abîmés à plus de 70 % par la tempête et non exploités, ont été « scolytés ». « Un peuplement plus jeune, entouré de chablis exploités dès l'été 2009 a été épargné. Il semble que les vents dominants ont influencé la progression des insectes. Mais il est sûr que l'on a aussi transporté des scolytes avec le bois et que l'on a contribué à infester des peuplements qui s'en seraient sortis autrement ». M. Boyau a aussi fait l'expérience de pins de 40 ans épargnés par la tempête et attaqués par l'ips⁵ en 2010. A l'automne, il a fait exploiter les tâches attaquées en maintenant le peuplement restant qui lui semblait viable. Cette décision a permis de limiter les pertes sur la valeur des bois. Il y avait un risque car sa parcelle est entourée de peuplements touchés non encore exploités, mais en 2011 les attaques n'ont pas progressé.



Peuplement sinistré avec dégâts de scolytes (Photo Céline Meredieu, INRA)

³ IFN-INRA, 2010 Etude prospective et mise à jour de la ressource en pin maritime du massif des landes de Gascogne après la tempête Klaus du 24 janvier 2009 ; convention IFN/MAAP du 21 juin 2010 ; Antoine Colin et Thierry Bélouard de l'IFN, Céline Meredieu et Thierry Labbé de l'INRA ; décembre 2010 ; 39 p.

⁴ A noter qu'auparavant, en janvier 1985, le gel, en fragilisant les arbres non détruits par le froid, avait favorisé une forte attaque de scolytes.

⁵ ips = sténographe (Ips sexdentatus), scolyte principal responsable des dégâts.

LA GESTION DE LA CRISE

Didier CANTELOUP, ONF

Yves LESGOURGUES, CRPF Aquitaine

Malgré des concertations régulières entre les acteurs et les administrations concernées, le « phénomène scolyte » a pris une ampleur inégalée à partir du printemps 2010, prenant en défaut l'organisation de la lutte.

Déjà à l'automne 2009, des signalements nombreux d'attaques sporadiques auraient dû attirer l'attention.

Au printemps 2010, suite à l'expérience acquise après la tempête 1999, un traitement des piles par pulvérisation d'insecticide a été mis en place sur une base déclarative. L'épandage du produit n'étant pas neutre, tant au plan environnemental que financier, le traitement des seules piles déclarées restant plusieurs semaines bord de route présentait les avantages d'une mesure raisonnée. Or, cette première phase n'a pas fonctionné. La FIBA, maître d'ouvrage de l'opération, n'a enregistré que peu de déclarations jusqu'à mi-juillet. On a très probablement sous-estimé le risque lié à la présence de 40 millions de m³ de bois sinistrés ainsi que le danger potentiel constitué par des décalages parfois importants entre le façonnage des chablis et leur débardage bord de route. De la même façon, le niveau élevé des exploitations, la création de stockages « secs » de bois non écorcés, en générant de nombreux transports de piles de bois, ont probablement contribué à multiplier les sites d'infestations et à disséminer les populations d'insectes.

Au cours du printemps, mais surtout de l'été 2010, les dépérissements rapides d'arbres et de peuplements sains ayant survécu à la tempête, se sont amplifiés brutalement conduisant la profession et l'administration à adopter un « plan d'urgence » contraignant (déclaration obligatoire des dégâts, estimés à 5 millions de m³ supplémentaires).

Après le répit hivernal, le traitement 2011 a été avancé au 15 mars par mesure de précaution. Il a été décidé qu'il serait systématique, ce qui a conduit à traiter près de 2 millions de stères bord de route (jusqu'en octobre 2011).



Pile de bois en bordure de parcelle et dégâts de scolytes (Photo Dominique Merzeau, IDF-CPFA)

On a constaté des attaques moins nombreuses au cours du printemps et de l'été 2011.

Des enseignements doivent être tirés de cet épisode dramatique qui a aggravé considérablement la crise sur le massif.

Le pragmatisme, sachant qu'il est difficile d'organiser un traitement sélectif dans un contexte de crise, consiste à traiter systématiquement les piles de bois vert en bord de route et ce dès l'été de la première année (si le sinistre se déroule dans le courant du premier semestre, comme en 2009), et à reconduire impérativement le dispositif l'année N+1. Il faut rappeler que ces traitements permettent d'éviter une partie des dégâts supplémentaires qui pourraient être occasionnés par des populations de scolytes se multipliant sur les piles. Toutefois, il est difficile de faire la part des choses entre l'effet significatif du traitement systématique et la décroissance des populations de scolytes due au parasitisme naturel. Les traitements doivent être reconduits aussi longtemps que les infestations sont significatives et réfléchis en fonction de l'état sanitaire du massif.

Des dispositifs expérimentaux ont été installés en 2011 pour tester de nouvelles méthodes de lutte (principe du « Push and Pull » à l'aide d'un répulsif, la verbénone⁶).

⁶ La verbénone est une phéromone de synthèse anti-agrégation : elle imite la phéromone émise par les coléoptères indiquant aux autres individus de la même espèce que l'arbre attaqué est déjà suffisamment colonisé.

Les phéromones sont des substances chimiques émises en quantités infinitésimales par la plupart des animaux et certains végétaux, et qui agissent comme des messagers transmettant des informations comportementales.

Situation sanitaire...

UN BESOIN D'ACCOMPAGNEMENT DES PROPRIÉTAIRES

Didier CANTELOUP, ONF

Comparativement à l'agriculture, la lutte curative en forêt est très limitée, en raison des difficultés⁷ d'utilisation des produits chimiques dans ces milieux naturels et des coûts élevés comparés aux bénéfices escomptés. Le propriétaire est souvent démuné et désarmé. Alors, s'exprime un besoin fort d'accompagnement et de soutien qu'il convient de combler.

PERSPECTIVES GÉNÉRALES

Hervé JACTEL, INRA

La crise sanitaire de 2010 a confirmé qu'il est extrêmement difficile d'appliquer des traitements curatifs pour lutter efficacement contre les attaques de scolytes, une fois leur pullulation enclenchée. **Il apparaît donc nécessaire de développer avant tout des méthodes de gestion préventive du risque d'infestation par ces insectes ravageurs dont tout porte à croire qu'ils seront favorisés par le changement climatique** (voir ci-dessous).

A court terme, après qu'une tempête ou un autre accident climatique (sécheresse, gel) ont brusquement augmenté le volume de bois favorable au développement des populations de scolytes, il convient de tout mettre en œuvre pour réduire au plus vite, dans l'idéal en quelques mois, ce substrat de reproduction. L'analyse des pullulations de scolytes typographes en Europe du Nord et sténographes en Aquitaine montre une corrélation très nette entre volume de chablis et pourcentage d'arbres scolytés, à l'échelle de la petite région forestière. Les mêmes études confirment l'efficacité de la récolte de chablis et bois récemment scolytés pour limiter les nouvelles attaques, avec un meilleur rendement dans les zones les plus touchées. Ces résultats suggèrent de concentrer les premières interventions de nettoyage dans les parties les plus impactées des massifs forestiers.



Dégâts de chenilles processionnaires
(Photo Jean-Raymond Liarçou, CRPF Aquitaine)



Dégâts de scolytes (Photo Jean-Raymond Liarçou, CRPF Aquitaine)

A moyen terme, la prévention des attaques de scolytes dans les plantations de pin maritime passe par un renforcement de la vigueur individuelle des arbres. De nombreux travaux de recherche, menés notamment en Amérique du Nord, montrent clairement qu'un régime d'éclaircies régulières visant à renforcer la croissance radiale permet de maintenir un niveau élevé de résistance aux attaques de scolytes, via la production de résine toxique.

⁷ Difficultés dues à un marché très restreint ne favorisant pas le dépôt de demande d'homologation par les firmes, plus qu'à la réglementation elle-même.

... Et intérêt de la diversité des espèces⁸ ?

LA DIVERSITÉ DU MASSIF

Amélie CASTRO, CRPF Aquitaine

Le paysage du massif landais est souvent perçu sous l'angle de son homogénéité [voir encadré] : dominance des peuplements forestiers de pin maritime. Or, entre les pins, une approche fine permet de constater que les boisements feuillus tiennent une certaine place dans le paysage forestier. Il peut s'agir de formations linéaires plus ou moins larges : galeries forestières le long des rivières et cours d'eau mêlant aulnaies, chênaies à chêne pédonculé ou chêne tauzin en fonction du rabattement de la nappe induite par l'encaissement de la vallée, lisières de chênes ou de bouleau bordant les pinèdes en limite de propriété (*barradeaux, dougues*), le long des routes, des crastes ou des fossés. On recense aussi des taches de feuillus formants des bosquets plus ou moins denses et étendus. Ils peuvent avoir des origines anciennes (airiaux, parcs à moutons, garennes, etc.). Une analyse spatiale en cours à l'échelle du département des Landes révèle que **l'ensemble de ces boisements feuillus forme un réseau**



Peuplement diversifié (Photo Jean-Raymond Liarçou, CRPF Aquitaine)

inégalement réparti, plus ou moins dense et continu au sein du massif forestier.

Le massif forestier landais héberge aussi des milieux « para-forestiers » : landes résiduelles, clairières, lettes, lagunes, petits plans d'eau, etc. Sauf exception, ces milieux occupent de faibles surfaces unitaires et sont disséminés. Ils accueillent des espèces végétales et animales, souvent originales, qui recherchent les milieux ouverts ou aquatiques. Celles-ci peuvent aussi trouver des milieux de substitution dans les coupes forestières mais aussi dans les pare-feux ou les emprises des gazoducs et lignes électriques qui traversent l'espace forestier.

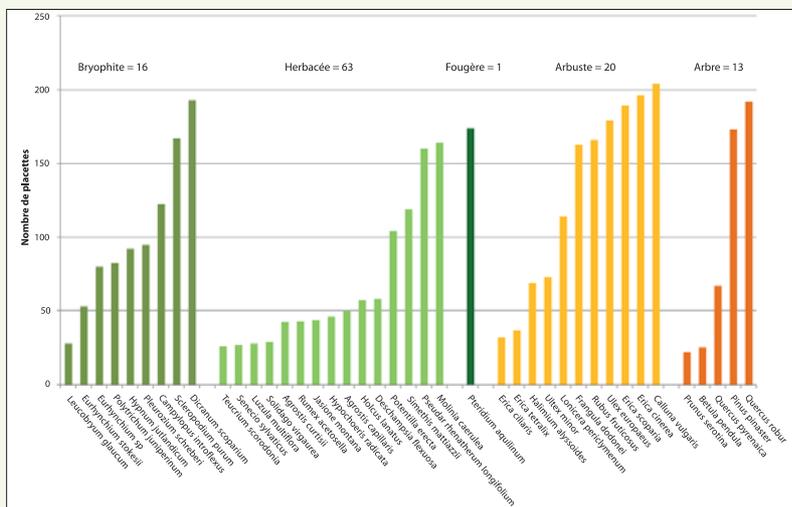
LA PINÈDE LANDAISE EST-ELLE MONO SPÉCIFIQUE ?

Amélie CASTRO, CRPF Aquitaine

L'uniformité de la forêt landaise n'est qu'apparente. La production de bois est dominée très largement par une essence, le pin maritime. Mais, contrairement aux idées reçues, il n'est pas exclusif, ni dans le paysage ni sur

les parcelles. D'autres arbres se développent dans des stations particulières (bords de cours d'eau, fonds d'étangs, airiaux) et en mélange avec le pin. Les forêts à dominante feuillue représentent ainsi 15 % de la surface forestière du massif landais⁹. Par ailleurs, en Aquitaine, 76 % des pinèdes sont considérées comme mono-spécifiques¹⁰. Mais là encore, le couvert léger

des forêts de pin et les conditions climatiques favorables, permettent le développement, parfois très fort, de l'étage arbustif et du sous-bois arboré. Ainsi, on recense 2 essences arborées au moins sur 85 % des points observés par l'Inventaire Forestier National. En moyenne on y compte 6 à 7 espèces d'arbustes contre 4 au niveau national¹¹ (graphique ci-contre).



Occurrence des espèces du sous-bois dans des relevés faits sur le plateau landais (246 placettes) - (Projet Sylvogène, Communication personnelle de Meredieu, Porté, Augusto et Najar, 2009). Les espèces sont classées par catégorie, seules les espèces présentes au moins dans 25 placettes sont présentées.

⁸ Voir aussi le prochain numéro des cahiers de la reconstitution ayant pour thème le matériel de reboisement.
⁹ IFN, 2010 Résultats régionaux, tome Aquitaine, campagne d'inventaires 2005 à 2009 (cycle complet de 5 ans) ; page 27.
¹⁰ Ibid. ; page 30.
¹¹ Ibid. ; page 32.

... Et intérêt de la diversité des espèces ?

RÔLE FONCTIONNEL DES FEUILLUS

Hervé JACTEL, INRA

Des mesures de diversification des essences forestières pourraient être mises en œuvre pour réduire la sensibilité du massif aux attaques d'insectes. Cette diversification implique le recours à des essences feuillues plutôt qu'à des conifères puisque les principales espèces d'insectes ravageurs du pin maritime (scolytes, hylobes, pyrale, processionnaire) s'attaquent à de nombreuses autres espèces de pin, y compris exotiques comme le pin taeda. L'implantation de ces feuillus peut être envisagée à l'échelle de la parcelle ou du massif forestier.

A l'échelle de la parcelle, l'objectif est de limiter la localisation puis la colonisation des pins par leurs insectes ravageurs. Des résultats convergents ont été obtenus sur le caractère répulsif pour la processionnaire du pin et le scolyte sténographe d'odeurs émises par des essences feuillues comme le chêne et surtout le bouleau (*Betula pendula*). Des études sont en cours pour tester l'intérêt et la faisabilité de plantation de pins et de bouleaux en mélange (dispositif ORPHEE). En outre ces lisières feuillues sont un bon moyen de protection contre les attaques de processionnaire du pin dont les défoliations réduisent significativement la croissance des arbres et les rendent plus sensibles aux infestations de sténographe. Enfin des travaux récents indiquent que des billons de pin maritime stockés sous couvert de feuillus sont moins attaqués par les scolytes.

A l'échelle du massif, l'objectif à privilégier est le maintien ou le renforcement des boisements de feuillus pour la constitution de réserves de faune auxiliaire. Des études menées sur le massif aquitain ont en effet montré que les bois de feuillus sont particulièrement riches en espèces d'oiseaux, d'insectes et d'araignées capables de réguler les populations d'insectes herbivores grâce à leur activité prédatrice. Par exemple, les bosquets feuillus sont des milieux refuges pour les oiseaux insectivores, consommateurs de chenilles processionnaires (huppe fasciée, mésange charbonnière). Ils accueillent aussi des prédateurs d'insectes ravageurs (parasites de la pyrale du tronc).



Bouleaux en îlot (CRPF Aquitaine)

Les attaques de pyrale du tronc sont ainsi réduites dans les plantations de pin voisines d'îlots de feuillus. De même, les niveaux d'infestation de la processionnaire du pin diminuent avec la proportion de feuillus dans le paysage environnant. Il faut toutefois souligner que la proportion de feuillus à partir de laquelle un effet significatif de réduction de l'impact des ravageurs est observé est de l'ordre de 10 à 20 % de la surface forestière.

MAINTIEN, RENFORCEMENT ET CRÉATION D'ÎLOTS FEUILLUS

Didier CANTELOUP, ONF

Les formations feuillues contribuent, au sein du paysage de la forêt de production, à une meilleure diversification biologique du massif. Ce sont des éléments de la biodiversité ordinaire ou banale, à distinguer de ceux de la biodiversité remarquable des espaces protégés (lagunes, ripisylves...), mais qui ne sont pas sans importance au regard de leur rôle dans le bon fonctionnement de l'écosystème de la pinède.

Une des premières mesures consiste, bien évidemment, à maintenir les formations feuillues existantes. L'expérience acquise dans les conditions de sol difficiles du massif landais montre qu'il est souvent plus efficace de chercher à s'appuyer sur l'existant. Son renforcement passe par l'absence de reboisement résineux et de

débroussaillage sur les espaces à valoriser par recrus ou accrus existants ou potentiels, la préservation d'arbres feuillus épars qui pourront servir de semenciers. On peut ainsi obtenir, lentement mais sûrement, par exemple, l'extension d'une lisière ou d'une ripisylve étroite, l'augmentation de la surface d'un bosquet marquant un ancien parc par régénération naturelle à partir de semenciers existants.

La création de formations feuillues se fait par plantation en plein ou en enrichissement. Cependant ces coûteuses installations dans les milieux difficiles de la lande présentent des risques élevés de mauvaise reprise et donc souvent de mortalité. La plantation doit être accompagnée par un travail du sol et dans la plupart des cas par l'ajout d'une protection individuelle contre les cervidés. Les essences locales doivent être privilégiées, notamment dans la perspective de la protection sanitaire



Création d'une lisière feuillue (Photo Dominique Merzeau, IDF-CPFA)

des peuplements de pin. Cependant quelques essences exotiques comme le chêne rouge d'Amérique ou le chêne des marais peuvent être intéressantes dans certains contextes. L'aulne glutineux peut être utilisé en bordure de cours d'eau ou de crastes, notamment pour la tenue des berges.

CHAMPIGNONS POURRIDÉS DES RACINES

Brigitte LUNG, INRA

Les agents de pourridés (*armillaire* et *fomès*) sont connus depuis longtemps dans le massif landais. Ils entraînent des pathologies racinaires qui non



Fomès (Photo Brigitte Lung, INRA)

seulement provoquent à terme la mort des pins maritimes mais encore augmentent les risques de dégâts (*chablis*) au moment d'une tempête. Leur élimination est rendue difficile par leur persistance dans les souches, mais peut être favorisée par dessouchage comme cela est pratiqué lors des nettoyages post-tempête ou projeté pour une valorisation énergétique. Il faut noter que l'innocuité de ces pathogènes vis-à-vis des feuillus est indirectement porteuse de biodiversité en forêt landaise. Cette propriété peut être mise à profit lors de la reconstitution, en aménageant naturellement ou artificiellement des îlots feuillus dans les trouées engendrées par les pourridés dans les peuplements de pin maritime. Par ailleurs, des essais réalisés depuis plus de 20 ans ont permis de démontrer la bonne tolérance à l'*armillaire* de la provenance marocaine de pin maritime qui, par son hybridation avec la provenance landaise, devrait permettre à l'avenir de diversifier les variétés améliorées du Pin maritime.

Inquiétudes et perspectives

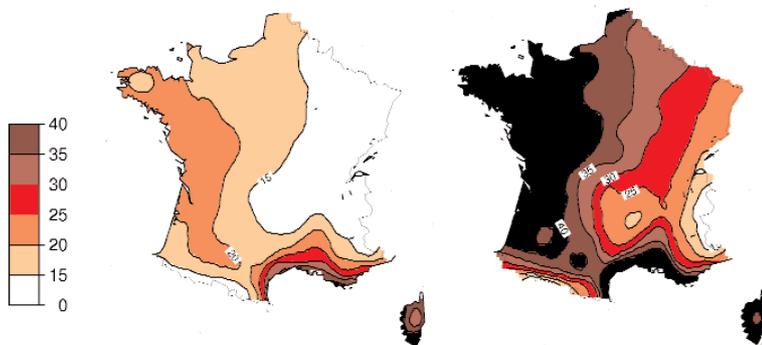
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Hervé JACTEL, INRA

Deux grandes variables climatiques sont impactées par les changements en cours et elles ont ou auront chacune un effet notable sur le risque sanitaire en forêt.

■ **La hausse des températures va sans doute favoriser la plupart des insectes ravageurs.** A la différence des mammifères, les insectes ne régulent pas leur température intérieure. Une augmentation de la température extérieure accélère donc leur développement et améliore leur survie. On s'attend par conséquent à un raccourcissement des cycles épidémiologiques avec plus de générations par an (par exemple 4 générations de scolytes sténographes en Aquitaine) et des descendants plus nombreux, contribuant à augmenter notablement les niveaux de populations. En outre, l'aire de répartition de ces insectes va s'étendre vers le Nord et en altitude, menaçant de nouvelles forêts ou essences jusque-là épargnées. Dans ces zones nouvellement contaminées, les arbres ne sont pas encore adaptés à ces nouvelles espèces de ravageurs et leurs ennemis naturels spécifiques sont souvent absents, augmentant le risque de pullulations.

■ Les modèles climatiques prévoient également une augmentation de la **fréquence et de l'intensité des sécheresses** dans le Sud Ouest de la France, surtout en été. Au-delà de l'impact direct sur la croissance et la survie des arbres, **ces sécheresses auront également des conséquences sur les dégâts induits par les insectes ravageurs et champignons pathogènes.** Une étude bibliographique internationale a récemment conclu à une aggravation de ces dégâts pour les bioagresseurs primaires s'attaquant aux feuilles et aux aiguilles (pucerons, processionnaire, rouilles...) et pour les secondaires s'attaquant aux organes ligneux (scolytes, pissodes, champignons endophytes¹²...). En revanche des sécheresses accrues devraient limiter l'impact des pathogènes primaires du tronc comme la pyrale, la cochenille, ainsi que certains pourridiés racinaires. L'importance des dégâts dépendra, en outre, de l'intensité et de l'époque du stress hydrique mais aussi de la sensibilité intrinsèque des essences forestières, mesurée



Durée maximum consécutive sans pluies (jours) au cours d'un été. A gauche, climat de référence (Aladin, 1961-1990); à droite, climat altéré (Aladin, scénario A2, 2071-2100). Les données proviennent du projet ANR SCAMPEI (ANR-08-VULN-0009-01) sur lequel on trouvera des informations à l'adresse <http://www.cnrm.meteo.fr/scampe/>

par leur résistance à la cavitation (embolie des canaux de sève). Ainsi le pin maritime apparaît comme une essence bien adaptée à la sécheresse, le chêne-vert très bien adapté et le peuplier très mal.

A ces menaces liées aux changements climatiques s'ajoutent celles dépendant de l'augmentation des échanges commerciaux et qui concernent plus précisément l'introduction d'espèces invasives. Le nombre d'espèces parasites des forêts s'établissant en France (et en Europe) augmente de façon exponentielle, notamment celles en provenance d'Amérique et d'Asie. Ainsi récemment se sont installés le grand capricorne asiatique (*Anoplophora glabripennis*) sur diverses essences feuillues, *Dryocosmus Kuriphilus* (agent de galles sur le châtaignier) et la punaise américaine qui s'attaque aux graines de pin (*Leptoglossus occidentalis*). La plus grave menace pour le massif aquitain, pourrait être le nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus*) présent au Portugal et déjà détecté en Espagne. Ce dernier est très pathogène pour le pin maritime. Il est transporté par un capricorne (*Monochamus galloprovincialis*), insecte bien présent en Aquitaine.

► Pour en savoir plus

- **La santé des forêts aujourd'hui et demain.** Dossier de Forêt entreprise, n° 202, janvier 2012.
- **Guide de gestion des forêts en crise sanitaire.** Xavier Gauquelin, coordinateur, ONF / IDF - 2011.
- **La santé des Forêts - Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention.** L.-M. Nageleisen, D. Piou, F.-X. Saintonge, Ph. Riou-Nivert. DSF / IDF - 2010.

¹² Un endophyte est un champignon se développant à l'intérieur d'un végétal sans provoquer de symptômes tant que l'arbre n'est pas soumis à un stress. A la suite d'un stress abiotique (sécheresse, canicule, gel), il peut alors provoquer des dégâts (ex. chancres, nécroses, pourriture).

PRÉPARER L'AVENIR

Didier CANTELOUP, ONF

Le réchauffement climatique, exposant de manière accrue les forêts à des menaces de différentes natures (dont la prolifération de parasites), a des conséquences importantes sur les peuplements forestiers. Ceci impose de redoubler de vigilance via un réseau de surveillance sanitaire adapté, d'anticiper les perturbations par la prévention et d'être en ordre opérationnel en cas de crise.

Dans « le triangle de la pathologie » arbres-environnement-parasites, le forestier ne peut agir préventivement qu'en pratiquant une sylviculture innovante adaptée au changement global. Cela se traduit par une conduite dynamique des peuplements afin de réduire notamment la compétition et les risques liés à la sécheresse. Par une diversification des peuplements, et



Jeune plantation de pin maritime (Photo Marjorie Battle, CRPF Aquitaine)

l'augmentation de la biodiversité, le risque lié aux insectes ravageurs est, entre autres, diminué. Mettre les arbres en capacité de résistance et de résilience, semble la meilleure manière d'affronter ces aléas inexorables.

Malgré ces précautions, en cas de crise, les moyens de lutte en forêt sont limités et les modes d'action reposent parfois sur des mesures simples mais qu'il s'agit d'exécuter en confiance et en bon ordre. Cela nécessite de construire et de maintenir un partenariat solide et d'intelligence qui sait faire taire les intérêts particuliers pour former l'alliance indispensable à la lutte active.

LA PRISE EN COMPTE DES RISQUES NOUVEAUX

Annie RAFFIN, INRA

Certains risques nouveaux sont déjà identifiés. Leurs effets peuvent alors être anticipés, étudiés et pris en compte dans les pratiques sylvicoles ou les programmes d'amélioration génétique. Ainsi le programme Fortius du GIS GPMF¹³ étudie l'adaptation du pin maritime et de sa sylviculture au stress hydrique, dont on prévoit l'augmentation de la fréquence en Aquitaine (étude de la variabilité génétique pour la résistance au stress hydrique, critères de sélection, bilans hydriques selon les scénarios sylvicoles, effets de la gestion des éclaircies et de la végétation du sous-bois...). De même, les pathogènes racinaires en expansion (Fomès et Armillaire) sont pris en compte dans ce programme (étude des facteurs de risques, variabilité génétique et sélection de génotypes tolérants, effets de pratiques sylvicoles préventives ou curatives...). Dans le cas du nématode du pin, un réseau de surveillance est mis en place par le Laboratoire National de la Protection des Végétaux LNPV en France (600 analyses annuelles sur des pins dépérissants à proximités de sites à risques : ports, scieries...). Un programme de recherche européen REPHRAME¹⁴, débuté en 2011, étudie à la fois le nématode du pin et son insecte vecteur (méthodes de détection et de contrôle). En cas d'infestation, une méthode

de lutte intégrée sur le modèle japonais, est probablement une piste à suivre (variétés tolérantes associées à un piégeage des vecteurs en période de dissémination, coupes sanitaires, traitement thermique des bois, etc.). Ainsi dans chaque cas d'aléa identifié, un panel de mesures différentes peut être étudié et mis en œuvre.

Le cas des risques encore non identifiés, tels que l'émergence de ravageurs ou de pathogènes encore inconnus dans notre massif ou dans les pays voisins, ne peut bien sûr pas être traité de façon aussi ciblée et intégrée. Si aucune garantie totale n'existe, des réponses plus globales, préventives, sont nécessaires pour favoriser une meilleure résilience¹⁵ des peuplements forestiers. Le maintien d'une biodiversité ayant un rôle fonctionnel sur la santé des forêts, à l'échelle du paysage (îlots et lisières de feuillus), est une de ces réponses comme proposé dans ce Cahier. D'autres moyens de gestion adaptative sont également favorables et ne doivent pas être négligés. Ainsi il est important de privilégier le matériel génétique et les itinéraires sylvicoles qui favorisent la vigueur des arbres. La forte diversité génétique intra-spécifique du pin maritime est aussi un atout non négligeable, permettant son adaptation aux contraintes environnementales : cette diversité est étudiée et préservée, depuis les ressources naturelles jusqu'aux variétés améliorées renouvelées régulièrement (programme Fortius : gestion des ressources génétiques du pin maritime).

¹³ Programme pluriannuel (2010-2014) du Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) « Groupe Pin Maritime du Futur » (GPMF) dénommé Fortius, acronyme comportant une première syllabe identique à « Forêt » et signifiant en latin « plus fort ».

¹⁴ REPHRAME acronyme du programme « Development of improved methods for detection, control and eradication of pine wood nematode in support of EU Plant Health policy » « Développement de méthodes améliorées pour la détection, le contrôle et l'éradication du nématode du pin à l'appui de la politique européenne sur la santé des végétaux » ; consortium PHRAME « Plant Health Risk and Monitoring Evaluation » « Risque pour la santé des végétaux et évaluation par le suivi ».

¹⁵ La résilience écologique est la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante.



Directeur de la publication :
le GIS GPMF

Comité éditorial :

Patrick Pastuszka, INRA - président du GIS GPMF
Pierre Alazard, FCBA
Alain Bailly, FCBA
Didier Canteloup, ONF
Yves Lesgourgues, CRPF Aquitaine
Jean-Raymond Liarçou, CRPF Aquitaine
Céline Meredieu, INRA
Dominique Merzeau, IDF-CPFA
Annie Raffin, INRA

Rédacteurs en chef :

Didier Canteloup, ONF
Amélie Castro, CRPF Aquitaine

Contact GIS GPMF :

Groupe Pin Maritime du Futur, Domaine de l'Hermitage
69, route d'Arcachon - Pierroton - 33612 Cestas Cedex.
Courriel : groupe.pmf@pierroton.inra.fr

Les trois autres cahiers :

Sylviculture et stabilité, déjà paru (novembre 2011)
Matériel végétal de reboisement, en préparation
Les techniques d'installation, en préparation

R E G I O N



Avec le soutien de

AQUITAINE

