

## Forêt et changement climatique

Les effets du réchauffement climatique sont de plus en plus perceptibles depuis une vingtaine d'années. Un consensus actuel se dessine autour de l'implication des activités humaines dans ce processus : selon le dernier rapport du GIEC le lien est « très vraisemblable » à 90-95 % de probabilité.

Les recherches de l'INRA s'inscrivent dans cette perspective globale. Deux chercheurs de l'INRA (*Bernard Seguin, INRA Avignon et Jean-François Soussana, INRA Poitou-Charente*) participent au groupe de travail 2 du GIEC sur les impacts du changement climatique, qui rendra ses conclusions en avril 2007.

Les recherches de l'INRA intègrent les scénarios de réchauffement climatique dans toutes leurs études concernant l'agriculture et l'environnement. La plupart des recherches s'appuient sur le scénario appelé « B2 » prévoyant un réchauffement de 2,5° à l'horizon 2100, c'est à dire inclus dans la fourchette de 1,8 à + 4°C annoncée lors de la conférence du GIEC de février 2007.

### Le réchauffement climatique a un impact certain sur la croissance et la répartition des forêts

L'augmentation des émissions de gaz à effet de serre est une des causes du changement climatique. L'accroissement du taux de CO<sub>2</sub> en lui-même modifie le fonctionnement de tous les végétaux en agissant sur la photosynthèse. Un doublement de la concentration de CO<sub>2</sub> peut augmenter de 20 à 30% la production photosynthétique des forêts. En revanche, cette tendance potentielle peut être affectée, voire inversée, par des températures excessives, des épisodes de sécheresse et les dépôts d'ozone. L'INRA mène plusieurs études pour évaluer l'impact du réchauffement climatique en prenant en compte tous ces facteurs.

Dans le cadre du programme CARBOFOR, les chercheurs ont effectué des simulations montrant que l'impact physique du climat sur les forêts pourrait se caractériser par une légère augmentation de la production forestière dans un premier temps (2030-2050), suivie par un plateau ou un déclin dans les années 2070-2100. De façon générale, il apparaît que l'augmentation de la production sera plus importante pour les régions du Nord que celles du Sud de la France. Les productivités brute et nette seront plus affectées par le contenu en eau du sol et par le déficit hydrique de l'air dans l'Ouest de la France en raison, dans ces régions, de l'évolution plus marquée du contraste été/hiver du régime pluviométrique.

→ **Rapport CARBOFOR** : Séquestration de carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation et impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles.

<http://medias.obs-mip.fr/gicc/interface/voir.php?7%2F01&Resume#debut>

• Contact : Denis Loustau, INRA Bordeaux.

L'INRA coordonne également un réseau d'excellence européen sur l'évolution des arbres face aux changements climatiques : Evoltree.

→ **EVOLTREE, réseau d'excellence européen.**

L'évolution des espèces et de leur diversité en réponse aux changements climatiques est aujourd'hui au centre des préoccupations de notre société. Quelles sont les capacités d'adaptation des espèces ? Peut-on s'inspirer de leur histoire passée pour prévoir leur réponse future ? Ces questions seront étudiées par un réseau d'excellence européen

**Conférence de presse • 27 février 2007**

EVOLTREE (2006-2011), coordonné par Antoine Kremer (Inra Bordeaux) et qui rassemble 25 partenaires de 15 pays européens. Cinq sites d'observations intensives seront créés pour couvrir les différents écosystèmes européens : boréal, tempéré, méditerranéen, alpin et « forêt primaire » en Biélorussie. Sur ces sites, les chercheurs étudieront la migration des espèces et le rôle des arbres dans l'évolution de la biodiversité.

[http://www.inra.fr/presse/l\\_inra\\_coordonne\\_evoltree](http://www.inra.fr/presse/l_inra_coordonne_evoltree)

- Contact INRA : Antoine Kremer (INRA Bordeaux).

Les chercheurs de l'INRA utilisent les modèles de prévision du changement climatique pour modéliser la répartition future des espèces forestières.

**→ Exemple : Quelles forêts en France en 2100 ?**

La rapidité d'évolution du climat pose de nouvelles questions quant à l'adaptation des espèces forestières françaises. Les chercheurs de l'INRA de Nancy ont estimé la future répartition de 5 espèces en fonction des paramètres climatiques qui pourraient exister en 2100 à partir d'un scénario d'augmentation de la température de + 2,5 °. Deux exemples illustrent bien les changements profonds que pourraient subir nos paysages en un siècle : progression de l'aire du chêne vert et forte régression de celle du hêtre. Les arbres pourront-ils s'adapter à un changement si rapide ?

Voir fiche page 35.

- Contacts INRA : Vincent Badeau et Jean-Luc Dupouey, INRA Nancy

La réserve en eau des sols et les conditions de disponibilité en nutriments conditionneront localement les réponses des arbres. Les forêts sur les sols à forte réserve utile en eau supporteront mieux l'évolution climatique. Les forêts ont déjà été notablement affectées par les événements extrêmes, telles que les sécheresses de 2003, puis 2005-2006. Si les dégâts sur les jeunes plantations sont immédiatement visibles, les travaux ayant suivi la sécheresse de 1976 ont montré que ses conséquences ont porté sur une dizaine d'années.

Les chercheurs de l'INRA ont participé à l'expertise "sécheresse et canicule 2003" commanditée par les ministères de l'agriculture et de l'écologie.

**→ Voir L'expertise "sécheresse et canicule 2003" sur le site du Gip ECOFOR :**

<http://www.gip-ecofor.org/ecoforrec/publi/page.php?id=994&rang=0>

Voir aussi : Numéro spécial des Annals of Forest Science, Vol. 63 No. 6 (Sept 2006), Special Issue: Impacts of drought and heat on forests, coordonné par E. Dreyer et G. Landmann.

<http://www.edpsciences.org/articles/forest/abs/2006/06/contents/contents.html>

- Contact INRA : Erwin Dreyer (INRA, Nancy), membre du comité de pilotage de l'expertise.

Dans un environnement changeant, le suivi des écosystèmes à long terme est une nécessité. Plusieurs chercheurs de l'INRA participent depuis sa création en 1992 au réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des ECOsystèmes FORestiers) géré par l'ONF. Un colloque se tiendra du 9 au 11 mai 2007 au Palais des Congrès de Beaune pour faire le point sur 15 ans de suivi des écosystèmes forestiers.

**→ Voir le site du colloque RENECOFOR**

<http://www.onf.fr/pro/Renecofor/colloque.htm>

- Contacts INRA : Nathalie Bréda et Etienne Dambrine, INRA Nancy, membres du comité d'organisation du colloque.

**Le réchauffement climatique favorise les maladies des arbres forestiers**

Globalement, une plus grande fréquence des événements climatiques extrêmes (sécheresse, pluviosité excessive...) induit un stress sur les arbres forestiers, les rendant plus sensibles aux attaques des ravageurs et des parasites.

**Conférence de presse • 27 février 2007**

**→ Exemple : Impact du changement climatique sur une maladie forestière : l'encre du chêne**

Quelles conséquences peut avoir le réchauffement climatique sur les maladies des arbres ? Pour le savoir, les chercheurs de l'INRA de Nancy et de Bordeaux ont étudié le cas d'une maladie : l'encre du chêne. Les modèles utilisés montrent un risque d'extension des zones atteintes par la maladie dans le grand Sud-Ouest et le pourtour méditerranéen.

Voir fiche page 37.

- Contacts INRA : Benoit Marcais (INRA Nancy) et Marie-Laure Desprez-Loustau (INRA Bordeaux)

**→ Exemple : Processionnaire du pin et changement climatique : d'un ravageur forestier à une nuisance urbaine**

La chenille processionnaire du pin est un ravageur dont l'extension vers le nord de la France est favorisée par le changement climatique. Les chercheurs de l'INRA d'Orléans cherchent à comprendre les conditions qui favorisent cette colonisation et proposent un modèle de prédiction basé sur un scénario de réchauffement climatique de + 3°C. Les populations de chenilles qui ont franchi la Loire au début des années 1990, devraient progresser naturellement et arriver à Paris en 2025.

Voir fiche page 39.

- Contact INRA : Alain Roques, INRA Orléans.

**Réduire l'effet de serre en favorisant le stockage du carbone**

L'agriculture et la sylviculture ont un rôle important à jouer dans la réduction des gaz à effet de serre et notamment du CO<sub>2</sub>. Favoriser le phénomène naturel de stockage du carbone par les forêts et les sols est une des options qui permettraient de limiter temporairement l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Pour suivre le phénomène, depuis 1996, les chercheurs de l'INRA font des mesures directes de flux d'eau, d'énergie et de CO<sub>2</sub> sur 3 sites forestiers en métropole et en Guyane. Le réchauffement climatique est un phénomène planétaire et l'INRA, grâce à son implantation à Kourou, est capable d'intégrer dans ses études la dimension tropicale des écosystèmes forestiers.

**→ 3 sites instrumentés par l'INRA en forêt pour la mesure des flux de carbone : la hêtraie de Hesse (Sarrebouurg), la pinède Atlantique du Bray (Bordeaux), la forêt tropicale humide de Kourou (Guyane).** Ces sites sont équipés de capteurs micrométéorologiques et de CO<sub>2</sub> installés sur des tours. Les mesures sont effectuées en continu depuis 1996. Elles montrent que capture du CO<sub>2</sub> atmosphérique par ces forêts varie suivant les conditions climatiques et la gestion forestière. Pour bien prendre en compte ces deux facteurs, il est prévu de poursuivre et d'étendre ce suivi. Ces sites font partie d'un réseau européen et mondial, et fonctionnent grâce au soutien de l'Union Européenne.

- Contacts : André Granier (INRA Nancy), Denis Loustau (INRA Bordeaux), Damien Bonal (INRA Kourou).

Le programme Carbofor a également apporté des données sur le stockage du CO<sub>2</sub> par les forêts. Le stock de carbone contenu dans la forêt métropolitaine française est de 2,2 Gt dont 52 % dans le sol et 47 % dans la biomasse (chiffrage effectué par les laboratoires INRA Nancy et Orléans à partir des données de l'Inventaire Forestier National). Mais surtout le stock dans la seule biomasse s'accroît de 17 Mt de carbone par an (hors tempête de 1999) ce qui équivaut à environ 17 % des émissions de carbone fossile nationales.

Voir fiche Presse Info mars 2007

- Contact INRA : Jean-Luc Dupouey, INRA Nancy et Denis Loustau, INRA Bordeaux.

Les chercheurs de l'INRA participent au programme européen CarboEurope qui vise à établir un suivi des émissions et des puits de carbone aux échelles locales, régionales et du continent européen.

**Conférence de presse • 27 février 2007**

→ **Programme CARBOEUROPE-expérimentation régionale** : Ce projet comprend de nombreux partenaires scientifiques européens, dont l'Inra Bordeaux-Aquitaine qui mène des travaux sur les processus physiques liés aux échanges végétation-atmosphère, sur les écoulements turbulents, la dispersion turbulente (gaz, particules) et l'aérodynamique des surfaces hétérogènes. Elle développe des modèles d'écoulement et des méthodes d'estimation des flux. Son activité en fait donc un acteur majeur de ce projet européen.

• Contacts INRA : Denis Loustau et Yves Brunet

Site du projet CarboEurope <http://carboregional.mediasfrance.org/projet/index>

### **Utiliser le carbone renouvelable à la place du carbone fossile**

Les molécules constitutives des végétaux peuvent remplacer le pétrole dans la majorité des technologies chimiques. Elles ont l'avantage d'être renouvelables, biodégradables et leur production ne contribue pas ou peu aux gaz à effet de serre.

L'utilisation des différents constituants de la plante entière est une des conditions nécessaires pour créer une agro-industrie durable, ayant la capacité de rivaliser avec la pétrochimie. L'INRA travaille à la conception de nouvelles générations d'outils au service de la chimie verte pour proposer des produits de qualité, avec une forte valeur ajoutée en terme environnemental.

#### **→ Des mini-forêts pour produire du "bois-énergie"**

Pour obtenir une quantité de biomasse suffisante, les chercheurs de l'INRA ont étudié un système de sylviculture intensive de jeunes peupliers (TCR ou taillis à courte rotation) autorisant plusieurs cycles de production-récolte. Ils ont mis en place dès 1983 un réseau d'essais de quelques dizaines d'hectares qui permet d'étudier la durabilité du système sur le long terme.

[http://www.inra.fr/presse/produire\\_du\\_bois\\_energie](http://www.inra.fr/presse/produire_du_bois_energie)

• Contact INRA : Jean-Charles Bastien, INRA Orléans.

Dans la même optique, l'INRA participe au programme européen EforWood dont l'objectif est de développer des outils intégrés d'analyse et d'évaluation de la durabilité des systèmes de production forestière et de transformation du bois à différentes échelles.

→ **Programme EforWood** : ce projet européen comprend 34 partenaires issus de 18 pays de l'Union. Il a pour ambition de contribuer au développement durable du secteur forestier et des industries du bois. Les équipes de recherche INRA du site forêt-bois à Pierroton assurent la coordination des aspects forestiers.

Site Internet : <http://www.eforwood.com/>

• Contacts INRA : Jean-Michel Carnus et Denis Loustau, INRA Bordeaux

### **Adapter la gestion forestière au changement climatique**

Les travaux des chercheurs de l'INRA permettent de réfléchir aux conséquences pratiques du changement climatique sur la forêt et la gestion forestière, et aux mesures à prendre pour anticiper, accompagner ces changements et en suivre les effets. A cette fin, à l'initiative conjointe de l'INRA et de l'ONF, une réflexion commune a été engagée et s'est traduite par des orientations générales pour l'adaptation de la gestion forestière au changement climatique.

• Contact INRA : Myriam Legay, INRA Nancy.

### **L'INRA : pour un environnement préservé**

700 chercheurs et ingénieurs travaillent sur des questions environnementales. Les recherches se déclinent en grands axes : étudier l'interface agronomie-environnement, concevoir des systèmes agricoles innovants, faire face aux évolutions climatiques et repenser la santé des plantes.

## Quelles forêts en France en 2100 ?

Le récent rapport du GIEC de février 2007 confirme la tendance marquée du réchauffement climatique, estimé par les experts entre +1,8 et +4°C à l'horizon 2100. Cette rapidité d'évolution pose de nouvelles questions quant à l'adaptation des espèces forestières françaises. Les chercheurs de l'INRA de Nancy ont estimé l'aire potentielle de répartition de 5 espèces en fonction des paramètres climatiques qui pourraient exister en 2100 à partir d'un scénario d'augmentation de la température de + 2,5 °. Les arbres pourront-ils s'adapter à un changement si rapide ?

### Contact scientifique :

#### Vincent Badeau

tél. : 03 83 39 41 29 / 40 27

[vincent.badeau@nancy.inra.fr](mailto:vincent.badeau@nancy.inra.fr)

#### ou J-Luc Dupouey

tél : 03 83 39 40 49 / 40 27

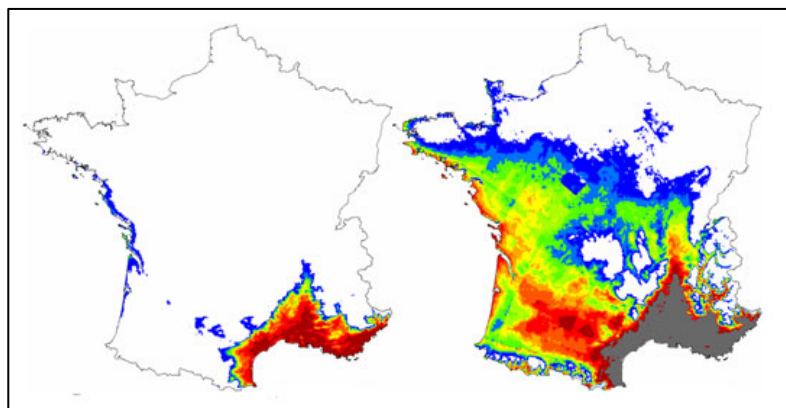
[dupouey@nancy.inra.fr](mailto:dupouey@nancy.inra.fr)

centre INRA de Nancy

Afin d'évaluer l'impact des changements climatiques sur les aires de répartition des espèces forestières, les chercheurs de l'INRA de Nancy ont utilisé les valeurs climatiques estimées par le modèle ARPEGE de Météo-France basé sur un scénario d'augmentation de la température moyenne de + 2,5 ° et sur les données de l'Inventaire Forestier National. Parmi les 5 espèces d'arbres étudiées par les chercheurs, deux exemples illustrent bien les changements profonds que pourraient subir nos paysages en un siècle : l'exemple du chêne vert et celui du hêtre.

### Le chêne vert progresse

Tout d'abord le chêne vert (*Quercus ilex L.*), espèce emblématique de la région méditerranéenne. Il est surtout présent dans les zones de fortes chaleurs et de fort ensoleillement estival. Son extension est par ailleurs limitée par les fortes amplitudes thermiques annuelles et par un trop grand nombre de jours de gel.

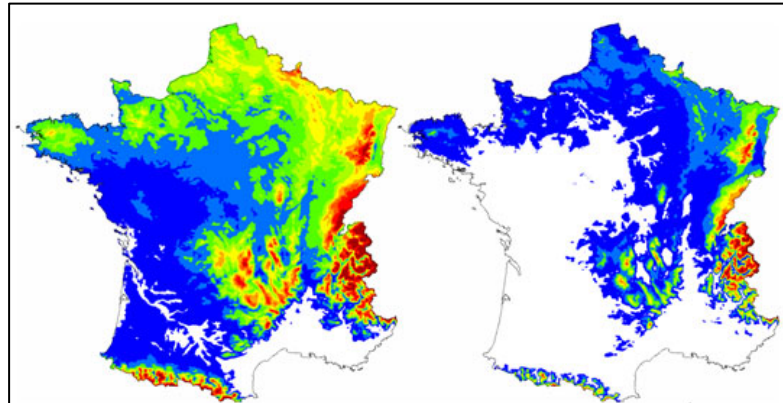


Niche climatique du chêne vert, actuelle (à gauche) et à la fin du 21ème siècle (à droite).

Lorsque l'on remplace, dans le modèle, les variables climatiques actuelles par celles estimées pour la fin du siècle, on constate une extension possible du chêne vert. En 2100 la niche climatique de ce dernier pourrait dépasser la latitude de la Loire. Cet exemple du chêne vert peut être transposé à la grande majorité des espèces méditerranéennes : l'olivier, le pin d'Alep, le pin parasol, le cyprès toujours vert, etc.

### Le hêtre régresse

Autre arbre emblématique, le hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.) présent dans toute l'Europe occidentale moyenne. C'est une essence de plaine dans le nord de son aire et plutôt de montagne vers le sud. En France, il est présent à peu près partout. D'un point de vue écologique, il est bien établi que le hêtre a besoin d'une humidité atmosphérique élevée, avec des précipitations annuelles supérieures à 700 mm.



Niche climatique du hêtre, actuelle (à gauche), et à la fin du 21ème siècle (à droite).

À l'inverse du chêne vert, l'aire de répartition potentielle du hêtre en 2100 pourrait fortement régresser à cause de plus fortes températures en été et d'une baisse des précipitations. Le même phénomène pourrait être observé pour les espèces montagnardes : mélèze, sapin, épicéa, etc.

### Les arbres pourront-ils s'adapter aussi rapidement ?

En admettant que le scénario utilisé reflète le climat de 2100, ces résultats ne constituent pas une prévision pour nos forêts car il reste encore beaucoup d'incertitudes sur le comportement des essences forestières : seront-elles capables de s'adapter à la compétition avec de nouvelles espèces ? quels seront les équilibres avec les nouveaux cortèges de pathogènes et de symbiotes ? Quel rôle jouera la variabilité génétique ? quelles seront les capacités des espèces à coloniser de nouvelles niches climatiques ?

On connaît assez bien la lenteur de la dynamique des recolonisations postglaciaires. Il a fallu par exemple 2 000 ans aux chênes pour traverser la France du Sud vers le Nord il y a 10 000 ans. Or, le réchauffement envisagé au cours du siècle à venir se produira pour une durée inférieure à la durée de vie d'un arbre.

Doit-on s'attendre à des vagues de dépérissements massifs dans nos forêts ou bien assisterons-nous à une mortalité plus diffuse et progressive des arbres les moins bien adaptés ?

- Source : « *Projet CARBOFOR. Tâche D1 : Modélisation et cartographie de l'aire climatique potentielle des grandes essences forestières françaises. Juin 2004. Vincent Badeau (INRA), Jean-Luc Dupouey (INRA), Catherine Cluzeau (IFN), Jacques Drapier (IFN) et Christine Le Bas (INRA).*

#### Contact scientifique :

##### Vincent Badeau

tél. : 03 83 39 41 29 / 40 27

[vincent.badeau@nancy.inra.fr](mailto:vincent.badeau@nancy.inra.fr)

##### ou J-Luc Dupouey

tél. : 03 83 39 40 49 / 40 27

[dupouey@nancy.inra.fr](mailto:dupouey@nancy.inra.fr)

Unité Écologie et  
écophysiologie forestières  
département « Écologie des  
forêts, prairies et milieux  
aquatiques »,  
centre INRA de Nancy

## Impact du changement climatique sur une maladie forestière : l'encre du chêne

**Quelles conséquences peut avoir le réchauffement climatique sur les maladies des arbres ? Pour le savoir, les chercheurs de l'INRA de Nancy et de Bordeaux ont étudié le cas d'une maladie : l'encre du chêne. Les modèles utilisés montrent un risque d'extension des zones atteintes par la maladie : grand sud-ouest et pourtour méditerranéen.**

**Contact scientifique :**

**M-L Desprez-Loustau**

tél. : 05 57 12 26 47

centre INRA de Bordeaux

ou **Benoît Marçais**

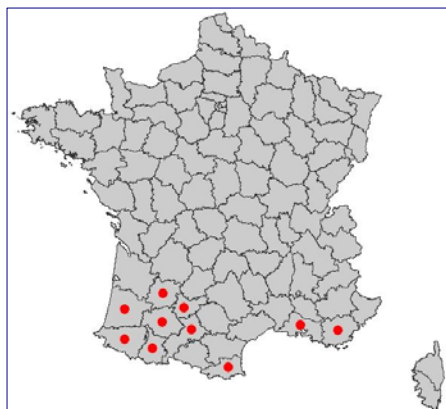
tél. : 03 83 39 40 53 / 40 57

Centre INRA de Nancy

Le changement climatique en cours, par son intensité et sa vitesse, constitue une perturbation plutôt favorable aux parasites du fait de leurs grandes capacités d'adaptation. Les champignons pathogènes par exemple, même s'ils ont souvent besoin d'eau à certaines étapes de leur cycle, ont une bien meilleure résistance à la sécheresse que les arbres qui les hébergent.

*Phytophthora cinnamomi* est un champignon pathogène, qui a été introduit en France il y a environ une centaine d'années par introduction d'arbres ou de sols contaminés. Il est responsable dans le sud-ouest de la France de la maladie de l'encre du chêne. La maladie se manifeste par la formation d'un chancre sur la partie basse du tronc, qui déprécie fortement le bois produit. C'est un champignon d'origine tropicale (Papouasie Nouvelle Guinée), très sensible au gel, ce qui explique la limitation climatique de la maladie seulement présente pour le moment au sud de l'Europe.

Une importante voie de dissémination de la maladie est l'utilisation de plants de pépinière infectés lors des reboisements forestiers. Les chercheurs de l'INRA de Nancy et de Bordeaux ont donc cherché à évaluer les risques de la maladie de l'encre du chêne pour chaque région française afin de permettre aux gestionnaires forestiers de mieux gérer leurs introductions.

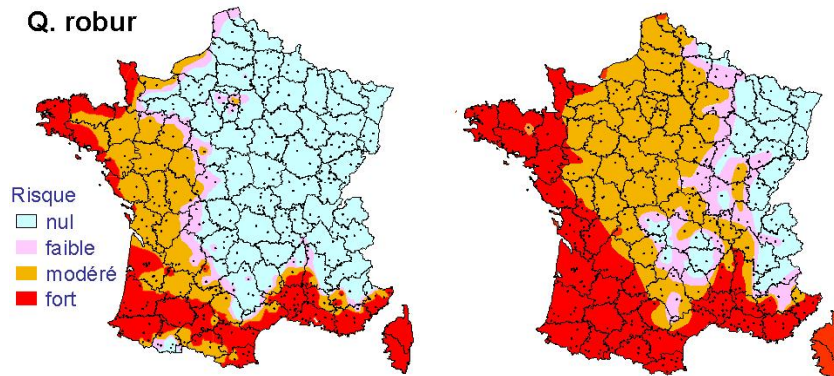


Répartition actuelle de l'encre du chêne

L'étude rétrospective de l'évolution des chancres a permis de reconstituer l'évolution de la maladie sur une période de 30 ans. En effet, chaque année, les arbres produisent un nouveau cerne de bois. En observant sur des coupes d'arbres infectés la localisation des lésions provoquées par *P. cinnamomi*, les chercheurs de l'INRA ont pu dater ces lésions pour 20 arbres étudiés dans le sud-ouest de la France. Les chercheurs ont ainsi montré que le développement de l'encre du chêne est limité par le froid hivernal.

3- Forêt et changement climatique

Un modèle permettant de prédire la survie du parasite en fonction du réchauffement climatique a alors été mis au point. L'INRA, en utilisant les données du scénario modéré (B2) Arpège-Climat de Météo France (+ 2,5°C en 2100), a ainsi établi des cartes du risque de maladie.



*Cartes des risques : situation 1968-1998 et prédiction 2068-2098  
Dans les zones identifiées à fort risque (zones foncées),  
la maladie de l'encre du chêne pourrait trouver les conditions de température  
hivernale favorables à son développement*

**Trois zones à fort risque pour le développement de l'encre du chêne**

Les prédictions théoriques sont cohérentes avec les observations de la maladie effectuées par le DSF (Département de la santé des forêts du Ministère de l'Agriculture) dans le sud-ouest de la France. Trois zones de fort risque, caractérisées par des hivers doux, émergent : le pourtour méditerranéen, le Sud-Ouest et l'ensemble Bretagne-Cotentin, où la maladie n'a pas encore été observée sur les chênes.

Avec le scénario de changement climatique choisi, les simulations font apparaître une expansion des zones à fort risque, de l'ordre de 100 km à l'échelle du siècle et une augmentation générale du risque dans la plupart des régions. Quelques cas de maladie ont effectivement été observés récemment par le DSF dans des départements jusqu'alors peu ou pas touchés : Gironde, Dordogne, Charente.

La prise en compte du changement climatique peut permettre de mieux comprendre les changements de la pression parasitaire à laquelle sont soumis les écosystèmes forestiers et d'anticiper dans certains cas.

Des mesures de prévention doivent être prises dans les régions encore indemnes pour l'instant. Cette précaution est d'autant plus nécessaire qu'il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode de lutte curative contre l'encre du chêne, applicable en forêt.

**Contact scientifique :**

**M-L Desprez-Loustau**

tél. : 05 57 12 26 47

[loustau@bordeaux.inra.fr](mailto:loustau@bordeaux.inra.fr)

UMR INRA – Université  
Bordeaux I Biodiversité, gènes  
et écosystèmes

Centre INRA de Bordeaux

ou **Benoît Marçais**

tél. : 03 83 39 40 53 / 40 57

[marçais@nancy.inra.fr](mailto:marçais@nancy.inra.fr)

UMR Interactions Arbres-  
Microorganismes

Centre INRA de Nancy

département Ecologie des  
forêts, prairies et milieux  
aquatiques

## Processionnaire du pin et changement climatique : d'un ravageur forestier à une nuisance urbaine

La chenille processionnaire du pin est un ravageur dont l'extension vers le nord de la France est favorisée par le changement climatique. Les chercheurs de l'INRA d'Orléans cherchent à comprendre les conditions qui favorisent cette colonisation et proposent un modèle de prédiction basé sur un scénario de réchauffement climatique de + 3°C. Les populations de chenilles qui ont franchi la Loire au début des années 1990, devraient progresser naturellement et arriver à Paris en 2025.

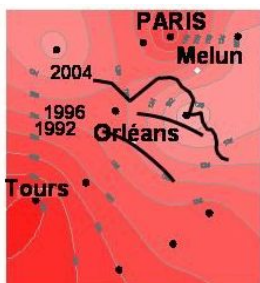
La processionnaire du pin est un insecte dont les chenilles, dites défoliatrices, s'attaquent aux pins et aux cèdres dont elles consomment les aiguilles. Elles affaiblissent donc les arbres et retardent leur croissance. Ce ravageur progresse vers le nord et en altitude en lien avec le réchauffement du climat. Sa propagation engendre d'importants problèmes économiques et sanitaires, les chenilles étant hautement urticantes.

Son aire de répartition varie rapidement selon l'évolution du climat car les chenilles se développent durant l'hiver et sont sensibles à l'élévation de la température durant cette saison. En effet, les chenilles meurent en dessous de -16°C et leur alimentation, nocturne, est conditionnée par la succession d'une température supérieure à 9°C dans le nid durant le jour et d'une température de l'air supérieure à 0°C la nuit suivante.

### Paris serait atteint en 2025

La processionnaire du pin a franchi la Loire au début des années 1990 et, depuis, elle progresse de manière continue vers Paris.

Entre 1992 et 1996, la majorité du bassin parisien était défavorable au développement des chenilles à cause d'hivers trop froids réduisant le nombre de jours possibles d'alimentation entre octobre et mars. Avec une augmentation d'environ 1°C des températures hivernales, l'ensemble de la région est devenue favorable entre 2000 et 2004. La processionnaire se trouve désormais à 36 Km de Paris.



< la processionnaire se propage vers le nord profitant de l'augmentation des jours favorables à l'alimentation entre octobre et mars.

Au cours de l'hiver 2005-2006, l'INRA a établi le premier enregistrement géo-référencé à l'échelle nationale du front de colonisation des chenilles processionnaires afin qu'il serve de référence pour l'étude de l'impact futur du changement climatique.

#### Contact scientifique :

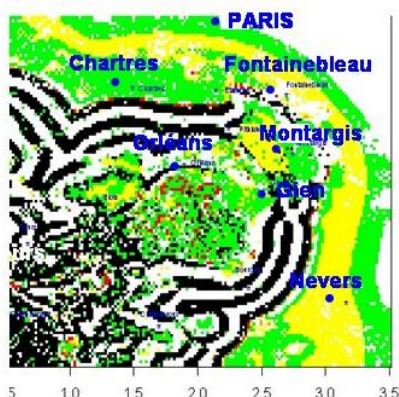
**Alain Roques**

tél. : 02 38 41 78 58 / 78 51

[alain.roques@orleans.inra.fr](mailto:alain.roques@orleans.inra.fr)

centre INRA d'Orléans

### 3- Forêt et changement climatique



L'expansion des chenilles a été prédite mathématiquement à partir du scénario climatique Météo-France le plus modéré (B2 : doublement du CO<sub>2</sub> entre 1975 et 2100 et réchauffement d'environ 3°C). Selon ce scénario, Paris serait atteint en 2025. Cette progression pourrait encore être accélérée par l'introduction d'arbres infectés au-delà du front.

< prévision de la colonisation en 2025 (zones noires : plus de 50 nids par pin)

#### Comprendre la progression de l'insecte

La vitesse de progression de l'insecte va dépendre de ses capacités naturelles à coloniser les zones devenant climatiquement favorables et de son adaptation aux modifications créées par l'homme : structure du paysage, plantation de son essence hôte préférée dans les parcs et jardins, le long des routes et autoroutes, introductions accidentelles au-delà du front...

Dans les zones urbaines et périurbaines nouvellement colonisées, les risques d'accidents pour l'être humain ou les animaux domestiques sont d'autant plus grands que la population ignore les dangers associés à un insecte inconnu jusqu'ici dans ces zones.

En plus des changements d'aire de distribution, on peut craindre des changements d'hôtes (observation d'attaques sur sapin de Douglas dans le Massif Central avec lequel elle entre désormais en contact en altitude), et des décalages des phases du cycle du vie, comme au Portugal où des chenilles se développent en été en pleine saison touristique.

#### Pistes de recherche

Des méthodes de lutte sont l'objet d'investigations dans ce contexte nouveau, notamment pour ralentir la progression du front : confusion sexuelle, répulsifs naturels, implantation favorisée d'ennemis naturels.

Préventivement, en zone ouverte (espaces verts, jardin de particulier, alignement routier), il faut éviter de planter des pins en particulier des pins noirs, sa plante hôte préférée. En plantation, une rangée d'espèces non hôtes bordant la lisière la mieux exposée au soleil peut permettre de limiter les attaques à un niveau acceptable.

#### La biologie de la processionnaire

La ponte a lieu en été. Les papillons sont nocturnes et ne vivent généralement pas plus d'une nuit. Les jeunes chenilles tissent des pré-nids avant de former le nid d'hiver définitif où elles vivent en colonies de plusieurs centaines de chenilles. Grâce aux rayonnements solaires, la température à l'intérieur du nid peut être supérieure de plusieurs degrés à la température ambiante. Au printemps, les chenilles quittent l'arbre et forment des processions (d'où leur nom), pour aller s'enfouir dans le sol où elles se transformeront en chrysalide puis en papillon, après une durée pouvant s'étaler de quelques mois à plusieurs années. La durée des phases du cycle varie fortement suivant les régions. Les chenilles possèdent des poils urticants qui contiennent une protéine fortement allergène entraînant chez l'homme des réactions qui peuvent aller de la simple démangeaison jusqu'au choc anaphylactique. Chez les animaux domestiques, on peut observer des nécroses de la langue.

#### Contact scientifique :

##### Alain Roques

tél. : 02 38 41 78 58 / 78 51

alain.roques@orleans.inra.fr

Unité de recherche « Zoologie forestière »,

département « Ecologie des forêts, prairies et milieux aquatiques »,

centre INRA d'Orléans.

Réf : « Modelling the effects of climate change on the potential feeding activity of *Thaumetopoea pityocampa* (...) in France ». C. Robinet, P. Baier, J. Pennerstorfer, A. Schopf, A. Roques. In *Global Ecology and Biogeography*, 2007, 15, published article online: 19-Feb-2007.