Direction Générale de l'Energie et du Climat

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

La forêt face au changement climatique

Michel Galliot

Présent pour l'avenir

ONERC
Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Energie

L'ONERC

Créé par la loi du 19 février 2001 conférant à la lutte contre l'effet de serre le statut de priorité nationale.

Rattaché à la Direction Générale Energie et Climat du MEDDTL

Missions et activités :

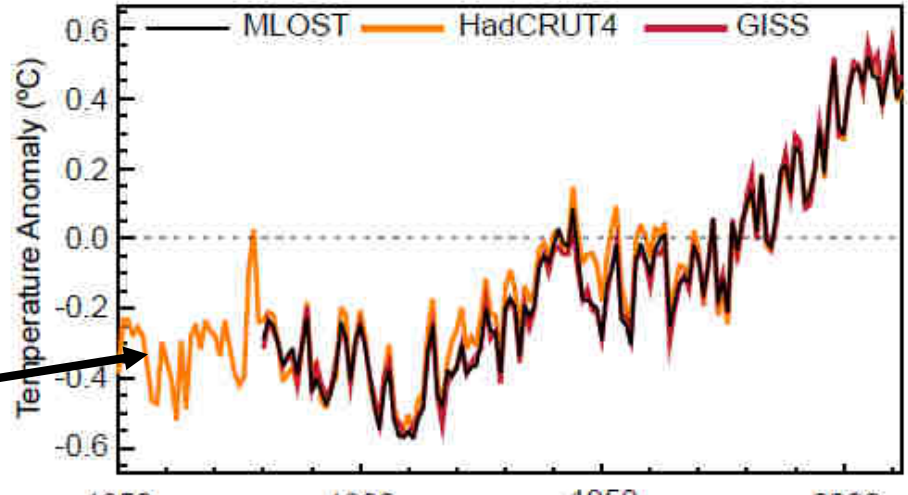
- Collecter et diffuser les informations, études et recherches sur les risques liés au réchauffement climatique et aux phénomènes climatiques extrêmes
- Formuler des recommandations sur les mesures de prévention et d'adaptation
- Point focal du GIEC pour la France

http://www.onerc.gouv.fr

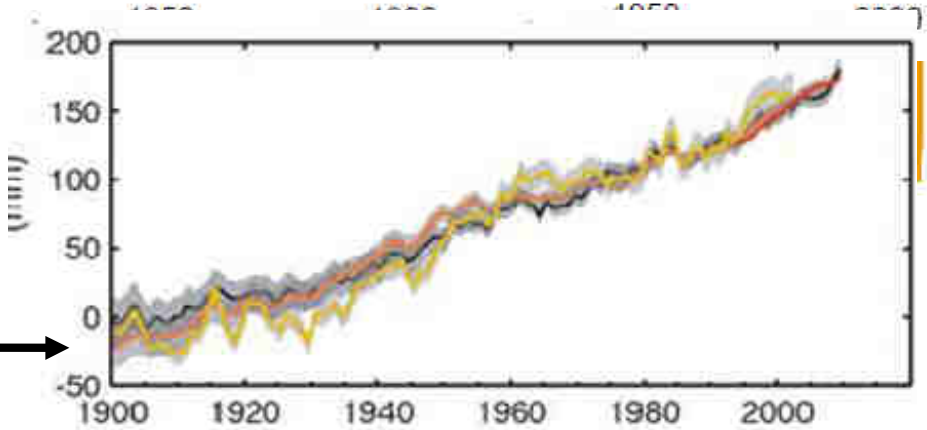
Observations directes des changements

Le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations de

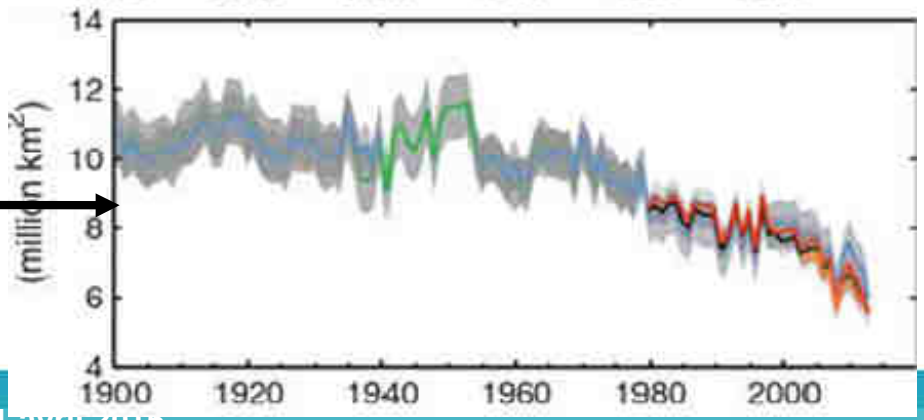
l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère (+0,9°C depuis 1880). La période 1983-2012 a été probablement la période la plus chaude des 1400 dernières années (hémisphère nord).



l'élévation du niveau moyen mondial de la mer (3,4mm/an de 1994 à 2011)

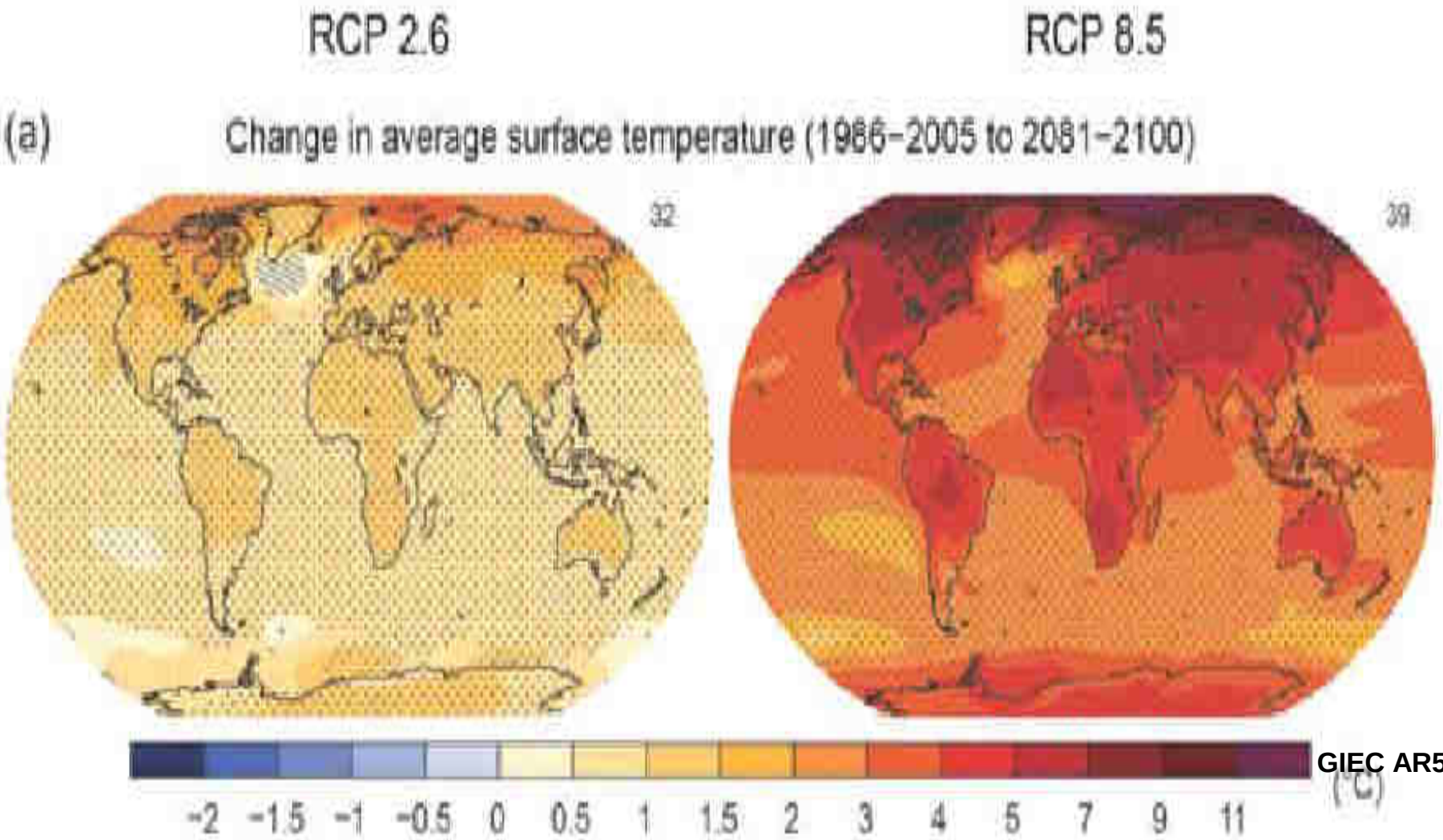


et la fonte de la banquise arctique



GIEC AR5, 2013

Les projections : anomalies de température pour la fin du 21ème siècle



GIEC AR5, 2013

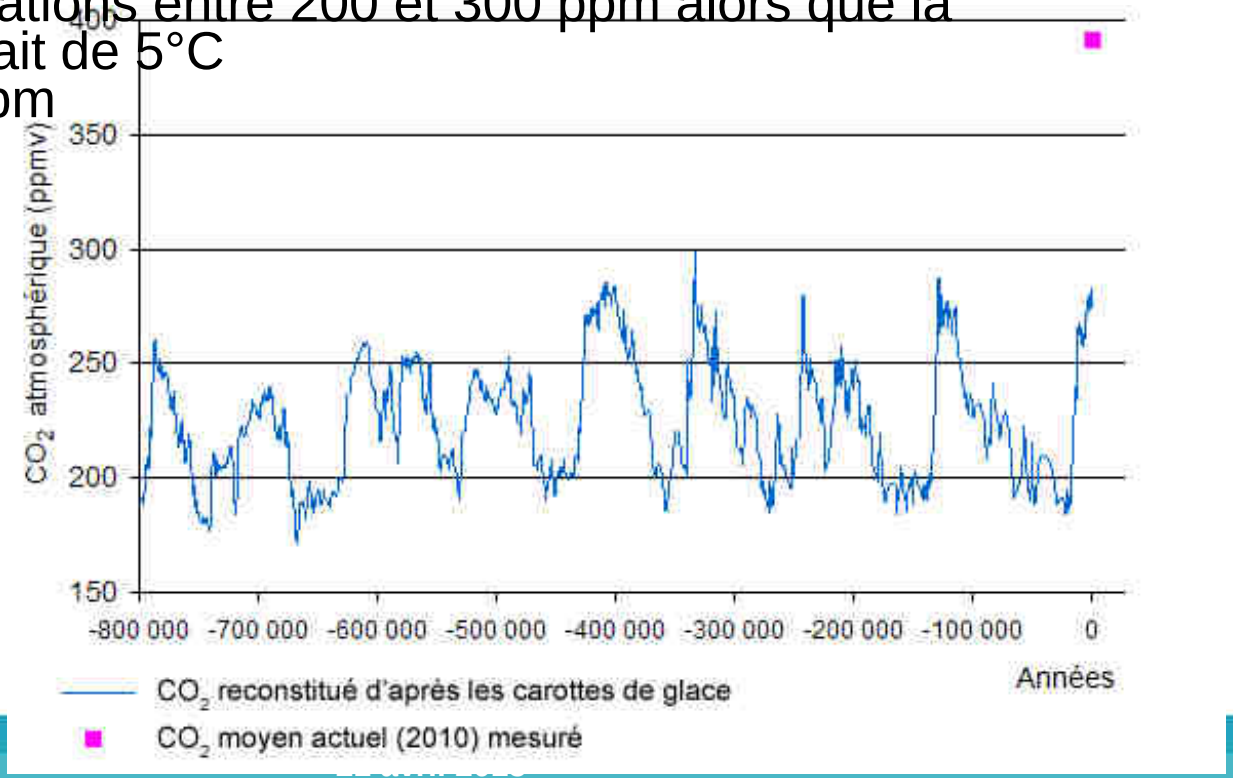
La forêt et le CO2

Teneur en CO2 dans l'atmosphère

de 30 à 40 % il ya -4,5Mdans

De -4,5 à -3 Mdans : baisse importante (dissolution dans l'océan, processus chimiques des roches),
baisse plus graduelle avec des fluctuations jusqu'à 600Mans (teneur environ 15 fois la teneur actuelle)avec apparition de la chlorophyle
Nouvelle baisse importante à partir de -600 Mans avec la colonisation des terres par la végétation
Composition actuelle assez stable depuis 50millions d'années avec des fluctuations limitées (facteur 2)
Depuis 1Mans, variations entre 200 et 300 ppm alors que la température variait de 5°C
Aujourd'hui : 400 ppm

Aujourd'hui, la forêt contient 53% du carbone stocké par les écosystèmes terrestres



L'impact du changement climatique sur la forêt

Les évolutions de la forêt

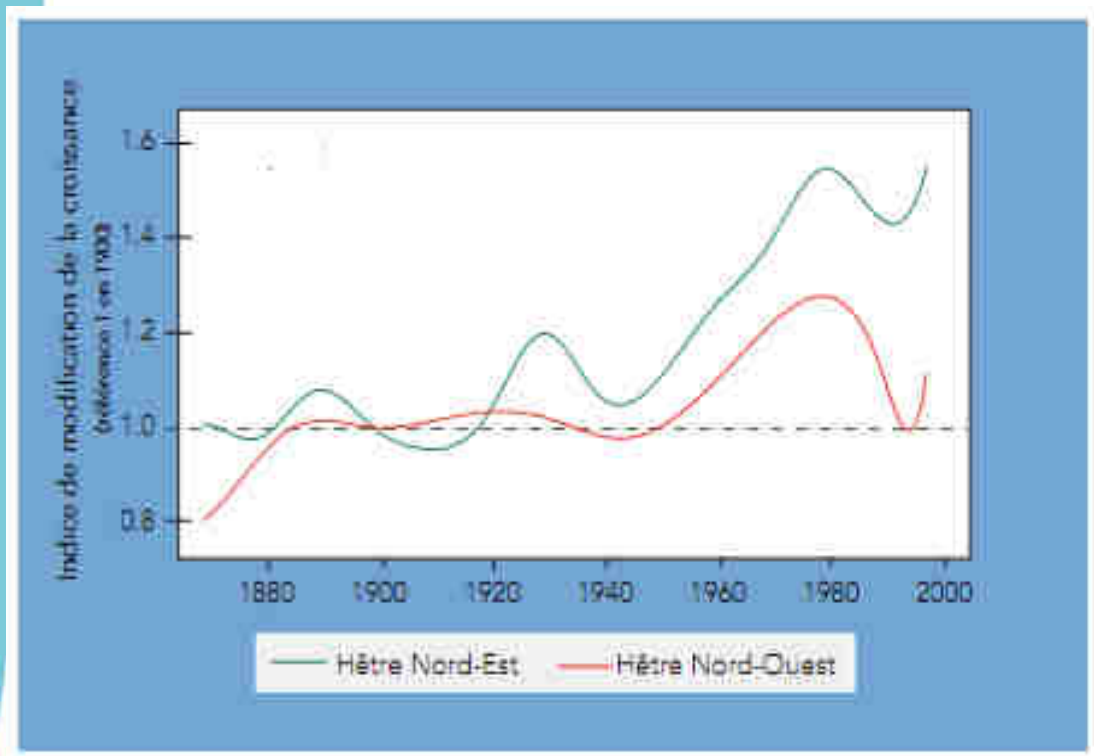
Le climat est le principal facteur déterminant la répartition des espèces par l'énergie lumineuse disponible, les températures et la disponibilité en eau. Chaque espèce dépend ainsi d'une niche écologique spécifique. Un changement significatif et durable du climat met en question la pérennité de toute espèce partout où elle se trouve.

À l'échelle des millénaires, elle reconquiert le territoire abandonné lors de la dernière glaciation.

À l'échelle des siècles, elle recule ou reprend du terrain au gré des crises et transitions de l'activité humaine (défrichements, révolutions technologiques, guerres, épidémies).

Dans les décennies 1970-1980 une dégradation du feuillage des sapins et des épicéas a été attribuée à la pollution atmosphérique acide. L'analyse des cernes de croissance des arbres a révélé le **rôle clé des accidents climatiques** dans l'apparition de ces symptômes, surtout des sécheresses telles que celle de 1976. Cette analyse a également dégagé une tendance forte et paradoxale **d'augmentation de la croissance au cours du siècle précédent**. En fait, les polluants (NO_2, SO_2, CO_2) stimulent la photosynthèse.

Impacts du climat sur les arbres



Un exemple d'augmentation de productivité : accélération de la croissance en hauteur dominante dans les hêtraies françaises (Nord-Est et Nord-Ouest)

Source : Dhôte *et al.*, *Rendez-vous techniques de l'ONF*, 2007

Impacts du climat sur les arbres

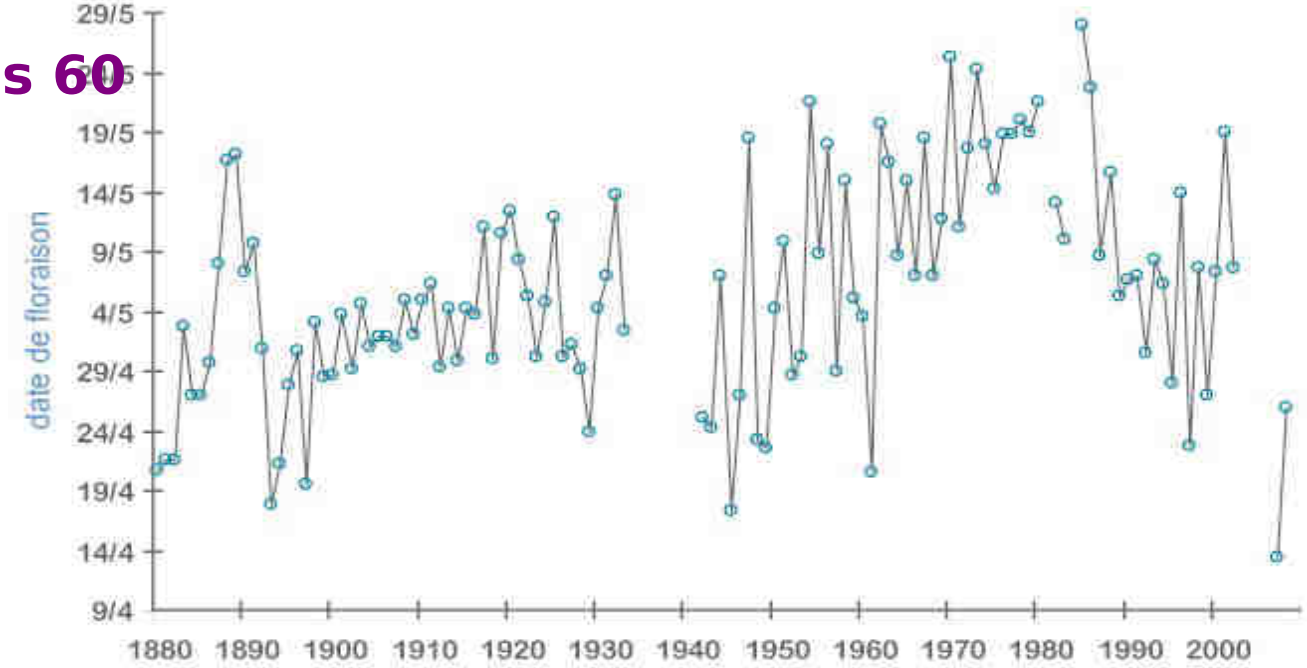
Avec l'**augmentation des températures,** les événements phénologiques de printemps, en particulier la floraison et le débourrement des espèces forestières, ont avancé en moyenne de 3 jours par décennie au cours des 50 dernières années en région tempérée. En revanche, les événements d'automne, en particulier l'entrée en sénescence des feuilles, ont eu tendance à se produire plus tardivement, en moyenne de 1,5 jour par décennie dans ce même contexte (Chuine, 2010). **La période d'activité des arbres a ainsi augmenté** au cours des cinquante dernières années, ce qui explique en partie l'augmentation de productivité de nos forêts sur la même période.

Augmentation du CO_2 et sécheresses, agissent par contre de façon antagoniste.

Enfin, le changement climatique aura une incidence sur le **cycle de l'azote** dans les forêts, soit par les effets directs du climat sur le sol, soit en agissant sur l'interface sol-plante.

Impacts du climat sur les arbres

En Europe, la saison de végétation s'est allongée de 10 a 15 jours depuis les années 60



Lila commun* Chuine - ODS - *com. pers.

Mais : des hivers **trop doux ne permettent plus la levée de dormance des bourgeons**,

Impacts du climat sur les arbres

Impacts des accidents climatiques

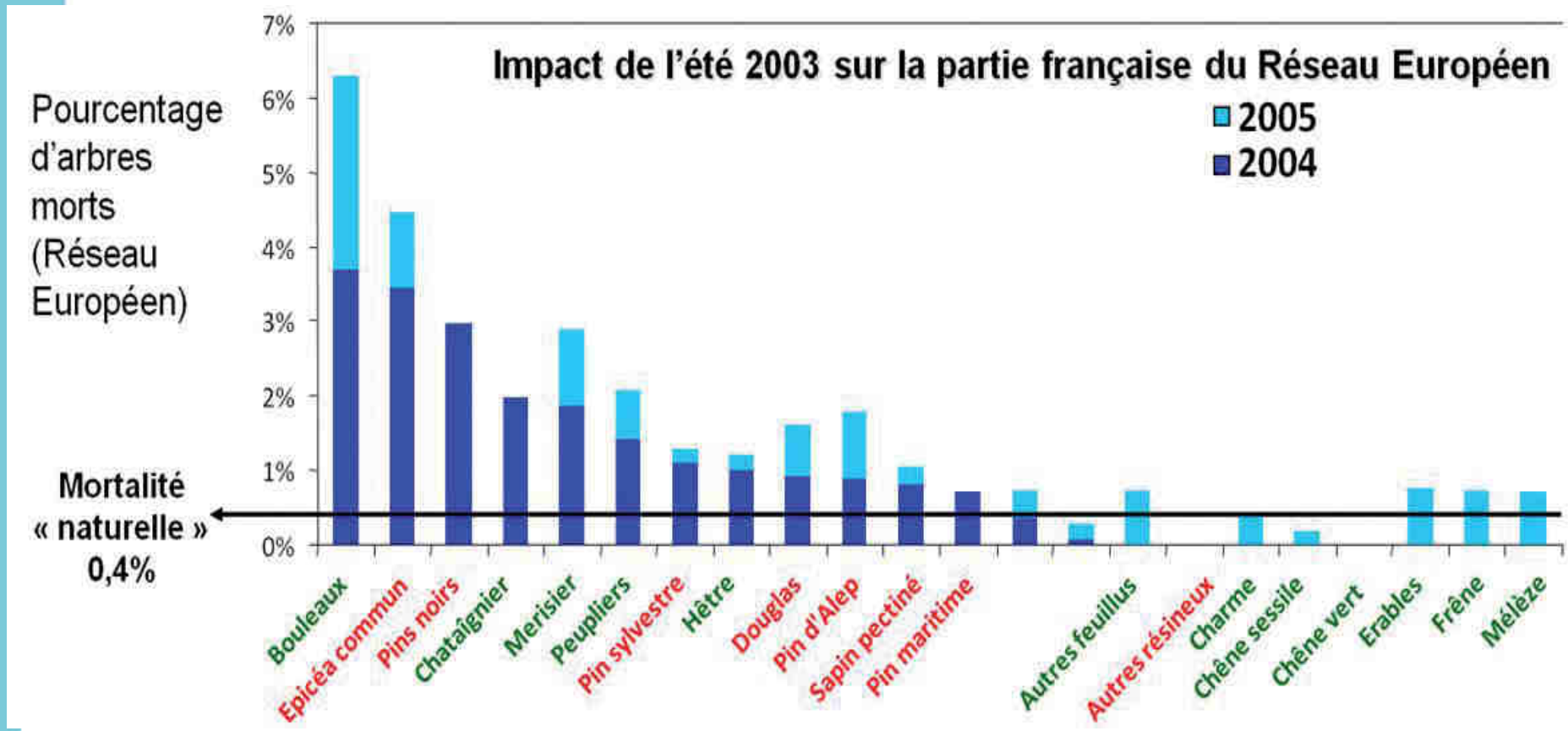
La sécheresse du sol, premier facteur limitant de la croissance des arbres sur une large partie du territoire métropolitain, surtout au printemps et en été, a deux effets :

1) elle dégrade la conductivité hydrique des arbres par embolie gazeuse dans les vaisseaux conducteurs de la sève brute, provoquant le dessèchement des organes vivants, d'abord au niveau des feuilles, puis si le phénomène s'aggrave, des branches voire de l'arbre entier ;

2) en induisant une fermeture des stomates, elle limite l'entrée de CO_2 dans les feuilles, affectant directement leur photosynthèse et *in fine* réduisant leur croissance (Cho*at et* al. 2012 ; Gran*ier et* al. 2007).

Les températures excessives et la forte sécheresse de l'air peuvent aussi impacter l'arbre, cependant de façon moindre et plus localisée dans l'espace

Impacts des accidents climatiques

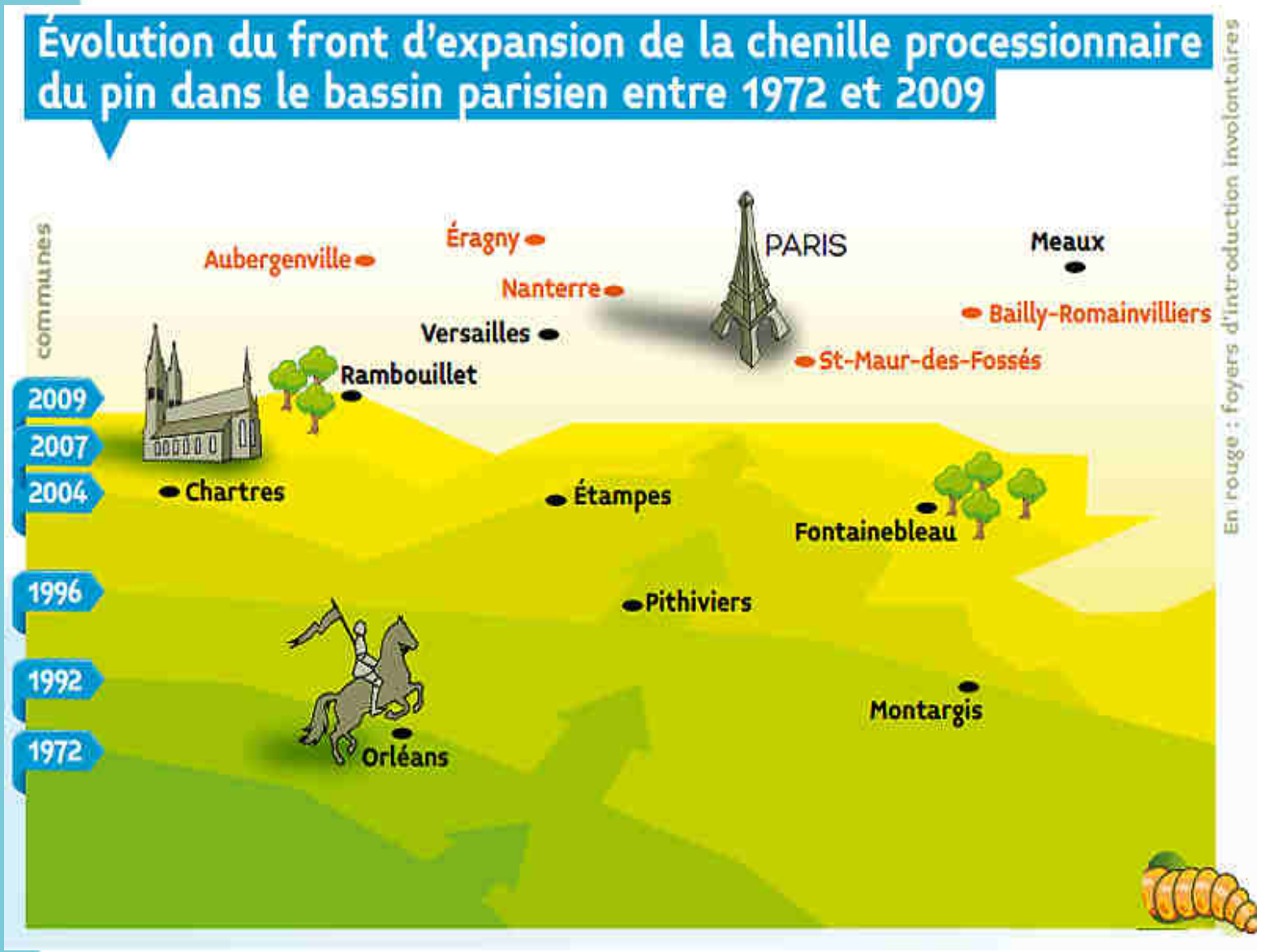


Impacts du climat sur les écosystèmes

Une tendance à la recrudescence des insectes ravageurs et pathogènes

Insectes répondant au changement climatique :

la phalène brumeuse, la tordeuse grise du mélèze, le typographe, la chenille processionaire du pin



Le front s'est déplacé de 100km en 37 ans

Source: INRA

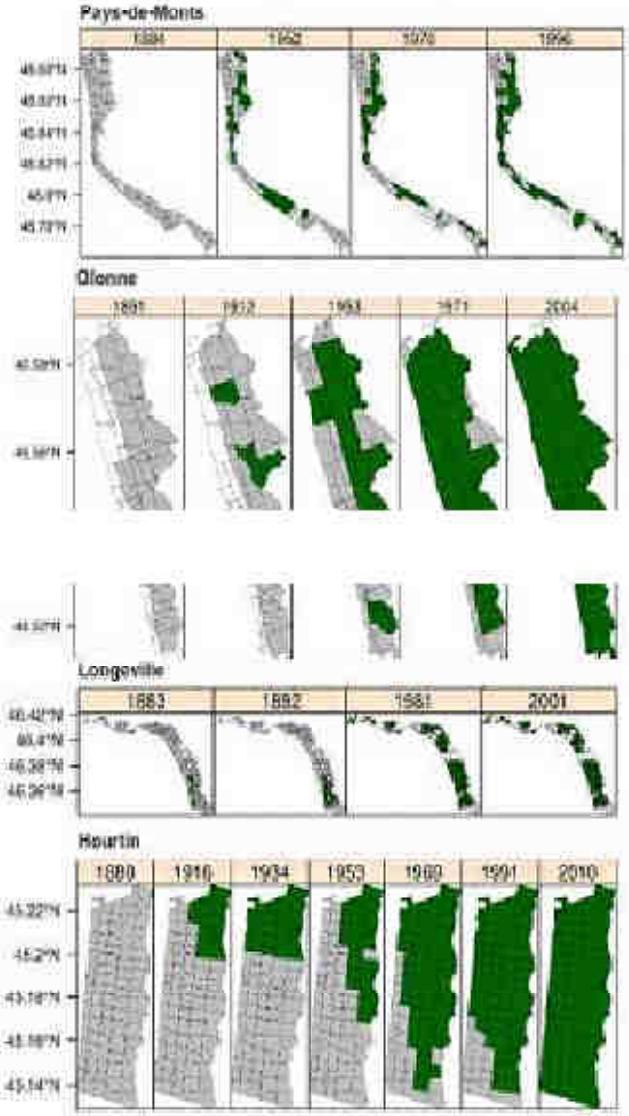
Impacts du climat sur les écosystèmes

Une modification des équilibres compétitifs entre espèces

Une modification a été observée par exemple dans le massif du Montseny, en Catalogne, où les surfaces de hêtraie ont régressé au profit du chêne vert au cours des 50 dernières années. Un processus similaire semble s'amorcer dans le massif de la Sainte-Baume, où la productivité du pin d'Alep, au Nord de son aire, a augmenté avec le réchauffement, tandis que celle du pin sylvestre, en marge Sud de sa répartition, diminuait .

La réduction de la teneur en eau des ligneux, pourrait augmenter l'inflammabilité de la végétation et le **risque d'incendie**

Impacts du climat sur les écosystèmes



Evolution au cours du XXe siècle de la surface occupée par le chêne vert dans 4 forêts du littoral atlantique.
La présence du chêne vert dans le domaine forestier (en gris) est indiquée en vert.

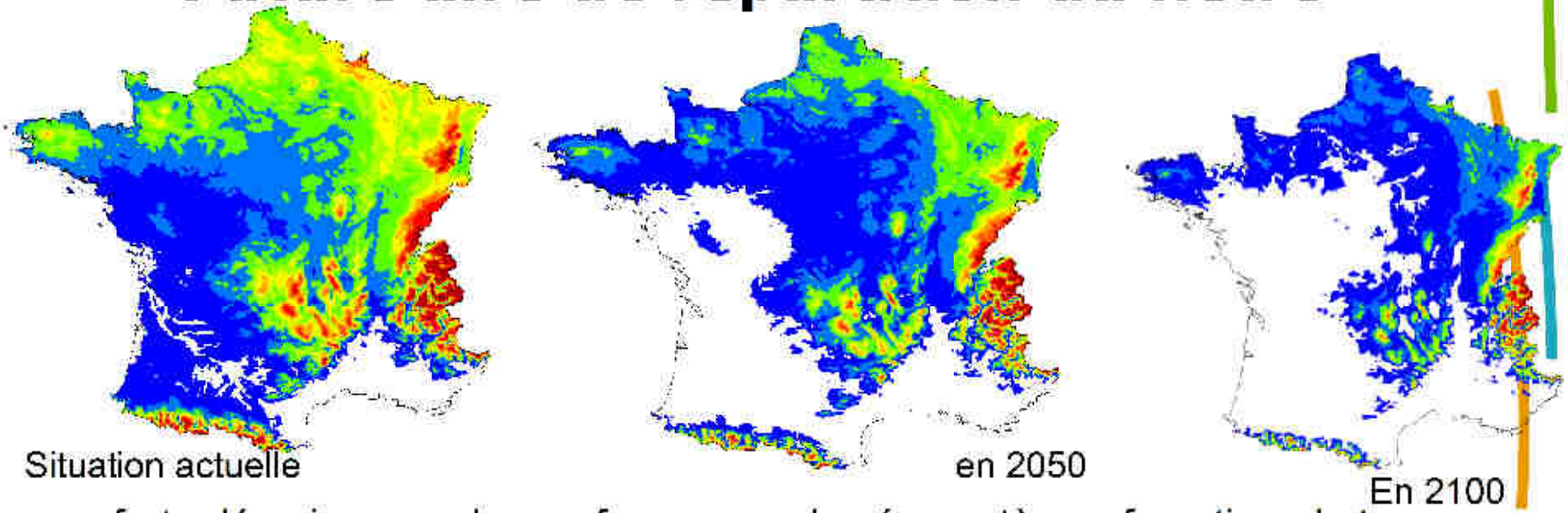
Source : Delzon *et al.*, *PLOS One*, 2013.

Impacts du climat sur les écosystèmes

Dépérissement de sapins dans la montagne de Bleine (Observatoire des forêts des Alpes-Maritimes)

Impacts du climat sur les écosystèmes

Future aire de répartition du hêtre



une forte décroissance des performances des écosystèmes forestiers de type hêtraie sur la quasi totalité du territoire français (Badeau et al., 2009)

Autres cas étudiés

Les modèles corrélatifs, ainsi que les modèles basés sur les processus simulent une extension importante de l'aire potentielle du **Chêne vert**

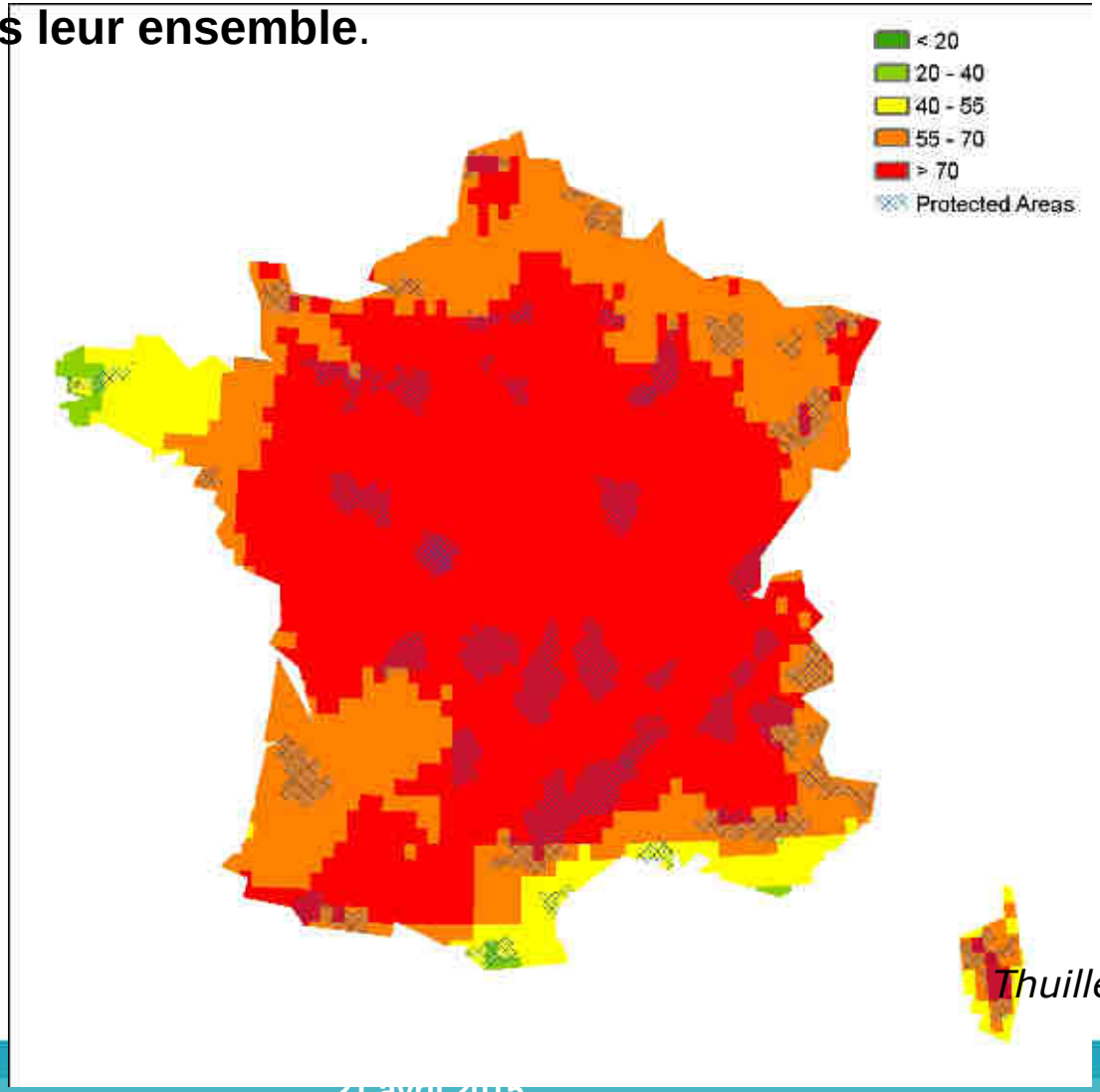
Le sapin et l'épicéa ont fait l'objet de quelques travaux de modélisation de l'impact du changement climatique, ce retrait serait de l'ordre de 60 % pour le sapin et de 90 % pour l'épicéa, à l'échelle de leur aire française.

expansion du pin maritime, recul du pin sylvestre

Impacts du climat sur les écosystèmes

Pour les scénarios présentant un fort réchauffement et une aggravation du déficit hydrique, des climats aussi chauds et secs que l'actuel climat méditerranéen gagnent une partie importante de la moitié Nord, ce qui devrait s'accompagner **d'un bouleversement complet de la flore, et donc des écosystèmes forestiers dans leur ensemble**.

Taux de renouvellement pour l'ensemble des plantes (scénario A1FI)



Thuiller, 2009

L'adaptation des écosystèmes forestiers

L'adaptation spontanée des écosystèmes forestiers

- Le déplacement géographique

La migration est le moyen principal de reconquête des espaces après un cataclysme naturel. Ainsi **les populations d'arbres adaptées aux climats secs du sud doivent pouvoir progresser vers le nord** si les conditions leur deviennent propices. De même, les espèces de plaine doivent pouvoir progresser en altitude.

- **la diversité génétique**

plasticité phénotypique

Chaque groupe d'arbres possède sa **stratégie propre d'adaptation au stress hydrique**, qui présente des avantages et des inconvénients :

- les feuillus perdent leurs feuilles plus précocement, ce qui réduit leur transpiration
- les résineux à feuillage persistant possèdent des aiguilles ou écailles de surface réduite, recouvertes d'une pellicule cireuse protectrice qui limite les pertes en eau

L'adaptation spontanée des écosystèmes forestiers

Une capacité d'adaptation naturelle des forêts dépassée par la vitesse du changement climatique

L'évolution actuelle du climat, largement d'origine humaine, semble bien plus rapide que le réchauffement observé à la fin de la période glaciaire. Ainsi, le déplacement vers le nord des enveloppes bioclimatiques potentielles devrait être de l'ordre de 500 km en un siècle alors que la vitesse de migration naturelle des espèces forestières est de l'ordre de 50 km par siècle

La sélection naturelle doit s'exercer pendant plusieurs générations, selon le modèle darwinien, pour pouvoir être efficace en terme d'adaptation génétique.

L'adaptation volontaire au changement climatique

Quelles options possibles pour le gestionnaire forestier ?

La grande difficulté est qu'il ne s'agit pas seulement de protéger la forêt contre des aléas ponctuels. Il faut **anticiper une modification progressive des conditions du milieu, parfois avec des à-coups, qui instaure un état de déséquilibre permanent des écosystèmes**, sans possibilité de retour en arrière. De nombreux paramètres sont susceptibles de varier dans un sens difficile à prévoir : production, cycles de vie des plantes (germination, floraison...), compétition entre espèces.

Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

1- laisser faire la nature

Cela consiste à :

- favoriser un maximum de **biodiversité**, en privilégiant notamment les **mélanges** d'espèces et en **prolongeant autant que possible la durée de vie** des arbres ;
- miser sur la **régénération naturelle** en évitant les coupes rases brutales suivies de plantation ;
- conserver les **peuplements fermés** pour maintenir le sol couvert et le microclimat forestier ;
- maintenir des **corridors** pour permettre la dissémination des graines

Mais :

Dans bien des cas, laisser faire la nature **conduit à permettre aux espèces les plus compétitives de dominer les autres**. On peut citer l'exemple du hêtre face aux chênes ou du sapin en basse altitude face aux pins (avalaison). Dans ces cas , **les espèces qui domineront sont les plus sensibles au changement climatique**

une forte densité de tiges a comme corollaire une surface foliaire, une évapotranspiration et une interception des pluies importantes

Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

Mais :

Dans bien des cas, laisser faire la nature **conduit à permettre aux espèces les plus compétitives de dominer les autres**. On peut citer l'exemple du hêtre face aux chênes ou du sapin en basse altitude face aux pins (avalaison). Dans ces cas , **les espèces qui domineront sont les plus sensibles au changement climatique**

une forte densité de tiges a comme corollaire une surface foliaire, une évapotranspiration et une interception des pluies importantes

Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

2- intervenir modérément.

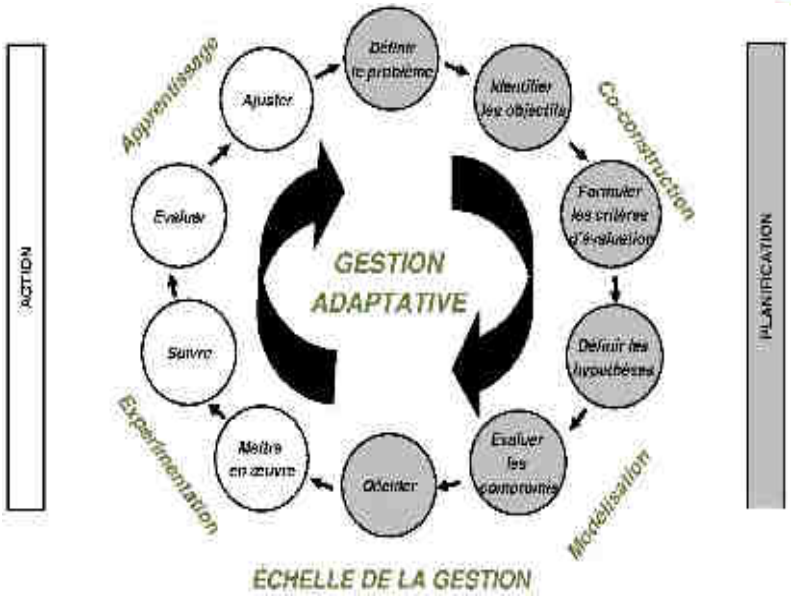
L'objectif est **d'accroître la résilience de la forêt**.

-promouvoir la **régénération naturelle** plutôt que les coupes rases suivies de plantation qui restent à éviter quand c'est possible mais ne sont pas exclues ;

- privilégier soit la **futaie régulière claire**, soit la **futaie continue irrégulière et claire,**

- Augmenter la diversité interspécifique par la recherche des **mélanges**, par exemple au moment du renouvellement par enrichissement avec des essences résistantes à la sécheresse.

Ce type de gestion peut être ajusté petit à petit et se prête bien au processus de « **gestion adaptative** »



Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

Mais :

La **régénération naturelle** n'est envisageable que pour des peuplements déjà constitués, de bonne qualité, et avec des essences en station, susceptibles de se maintenir pendant au moins un cycle.

Le **maintien sur pied prolongé d'arbres âgés** augmente les risques vis-à-vis de certains aléas (vent, parasites).

Les **mélanges** ne sont intéressants que lorsque les essences constitutives ont des **comportements différents vis-à-vis de la sécheresse**.

La **préférence aux essences autochtones** peut être mise en porte-à-faux si ces dernières se révèlent progressivement inadaptées à l'évolution du climat et subissent des dépérissements massifs.

Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

3- intervention intensive

- identifier les parties de territoires (quelques % de la surface forestière) susceptibles de permettre de hauts rendements avec des essences à croissance rapide sur des **surfaces unitaires de plus de 5 ha** ;

- pratiquer une **sylviculture industrielle à courte rotation** (moins de 50 ans) basée sur la plantation et en optimisant toutes les étapes de la production ;

- renouveler en permanence le matériel végétal en intégrant en continu les résultats de la **recherche en génétique forestière** ;

L'utilisation de nouvelles variétés, provenances ou espèces permettra de répondre, voire d'anticiper le changement climatique. Pour autant on ne devra pas oublier que les grandes plantations monospécifiques sont souvent plus exposées aux risques d'insectes, de maladie ou d'incendies que les forêts naturelles.

- renforcer le **lien avec l'industrie** du bois (contrats d'approvisionnement)

Adaptation volontaire Les 3 modes d'action

Mais :
Le raccourcissement des révolutions implique une **plus grande fréquence des renouvellements par plantation,** donc du stade le plus sensible des peuplements
Le choix d'essences de transition, à la fois à croissance rapide, résistantes au climat actuel et potentiellement au climat futur est très restreint.

L'introduction d'espèces exotiques doit se faire avec précaution car elles peuvent être affectées, au bout d'un certain temps, par des parasites indigènes avec lesquels elles n'ont pas co-évolué.
La gestion intensive doit être menée avec précaution sur certaines stations sensibles.

la sylviculture intensive est un pari (raisonné) qui fonctionne sur le principe **du tout ou rien**

Adaptation volontaire

Démarche d'aide à la décision du sylviculteur

Agir malgré la complexité

- Faire un diagnostic (connaître et comprendre)

la station,

le peuplement

le contexte socio-économique

- Définir des objectifs de gestion (décider),

En fonction des 3 options précédentes

- Choisir des itinéraires techniques de gestion (agir).

C'est la succession des opérations sylvicoles prévues sur une parcelle (plantation, entretiens, éclaircies, élagages, exploitation...) assortie d'un calendrier prévisionnel.

Développer aussi une culture de gestion de crise

Adaptation volontaire

Il serait présomptueux - et au final dangereux - de vouloir proposer des recettes universelles clefs en mains dont les promoteurs seraient bien incapables d'assurer la garantie après-vente.
Par ailleurs, **une autre erreur serait de n'orienter son action qu'en fonction du changement climatique** alors que bien d'autres paramètres influent sur la gestion forestière.

Le sylviculteur n'adhère en général jamais en bloc à l'un de ces ensembles car toute situation est particulière. Il emprunte par contre à chacun quelques « briques » afin de **construire son propre itinéraire technique. En effet, lui seul au final peut définir l'itinéraire technique adapté à sa situation après avoir diagnostiqué précisément son propre cas et clarifié ses souhaits personnels.**

Merci de votre attention