



**HAL**  
open science

## **Adaptation & atténuation du changement climatique : renouveler, diversifier, planter, investir**

Jean-Francois Dhote, Catherine Bastien, Jean-Michel J.-M. Leban,  
Jean-Michel Carnus

### ► **To cite this version:**

Jean-Francois Dhote, Catherine Bastien, Jean-Michel J.-M. Leban, Jean-Michel Carnus. Adaptation & atténuation du changement climatique : renouveler, diversifier, planter, investir. Assemblée Générale de la Fédération Nationale du Bois, Dec 2015, Paris, France. pp.32 slides. hal-02800385

**HAL Id: hal-02800385**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02800385v1>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Adaptation & atténuation du changement climatique : renouveler, diversifier, planter, investir

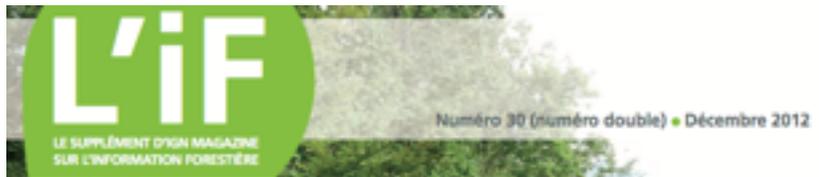


**Jean-François Dhôte, Catherine Bastien,  
Jean-Michel Leban, Jean-Michel Carnus**  
dépt Écologie des Forêts, Prairies & Milieux Aquatiques

# Objectifs de la présentation

- ❖ Arrière-plan :
  - ❖ population mondiale & développement → demande produits-bois
  - ❖ forêts : fournir une gamme croissante de produits/services, en dépit de contraintes renforcées
  - ❖ une pression par les autres usages du sol (qui ré-émerge)
  - ❖ apporter **une réponse intégrée au changement climatique** : adaptation, atténuation, régulation des services écosystémiques
- ❖ Offre de produits forestiers en France :
  - ❖ **diversité** : atout, encore insuffisante ; comment la gérer efficacement ?
  - ❖ **sous-utilisée** : peu d'attention à la productivité depuis 30 ans
  - ❖ **la bioéconomie peut changer la donne pour les forêts**
  - ➔ quel est le paysage du changement des modes de gestion ?

Source :



## Hétérogénéité des modes de gestion : régions de forte tradition forestière $\neq$ jeunes forêts

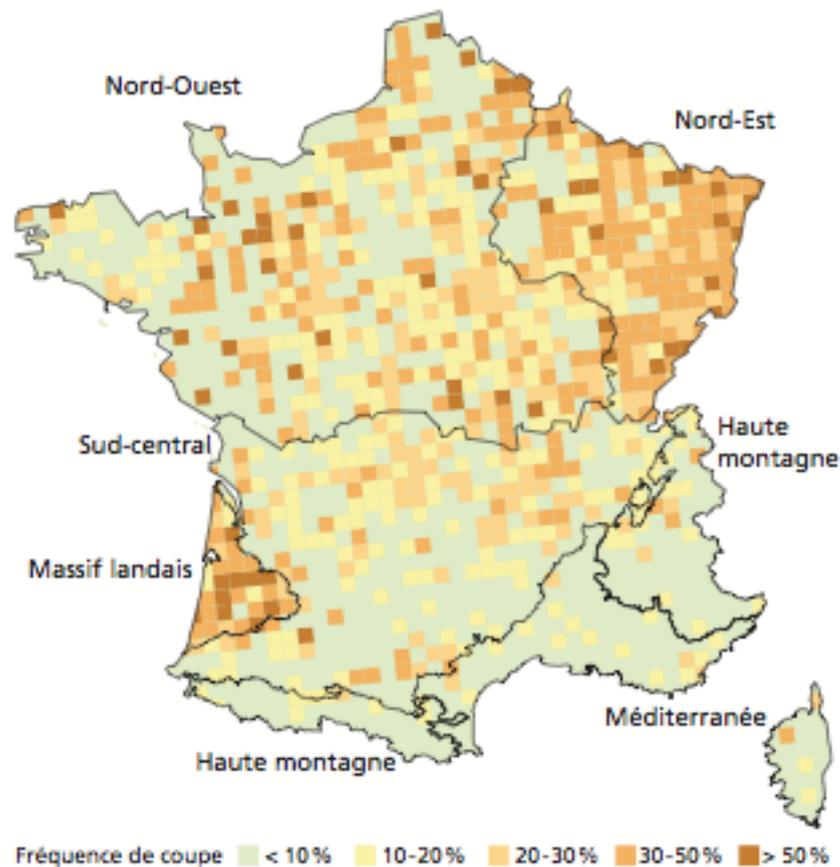


Fig. 5. Fréquence de coupe sur la période 2005-2011

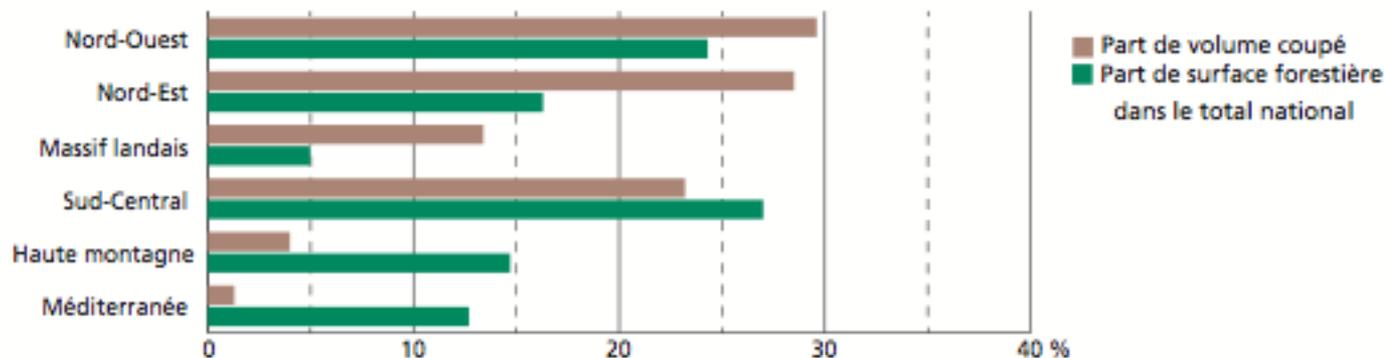
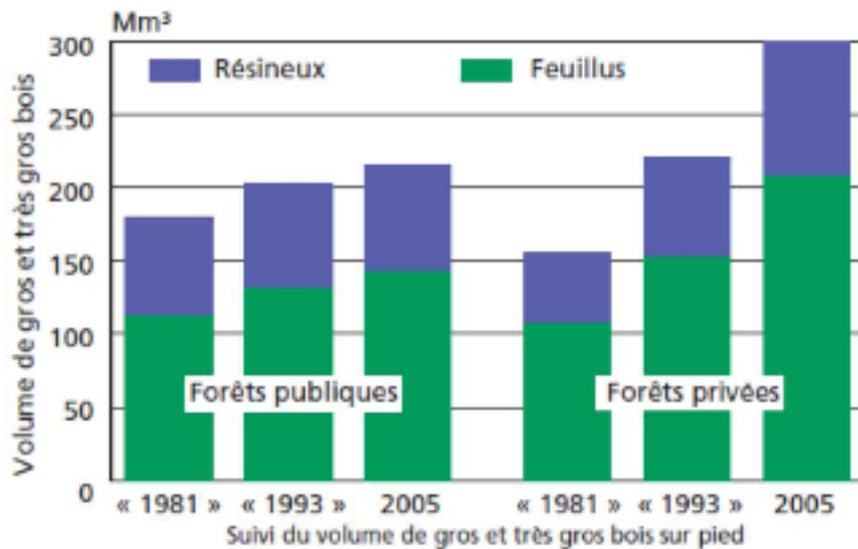
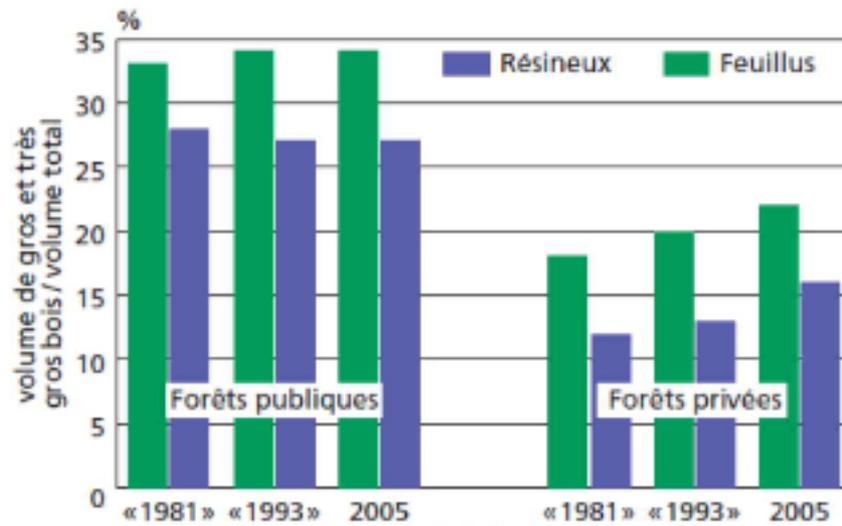


Fig. 6. Part de volume coupé et de surface forestière des six zones dans le total national

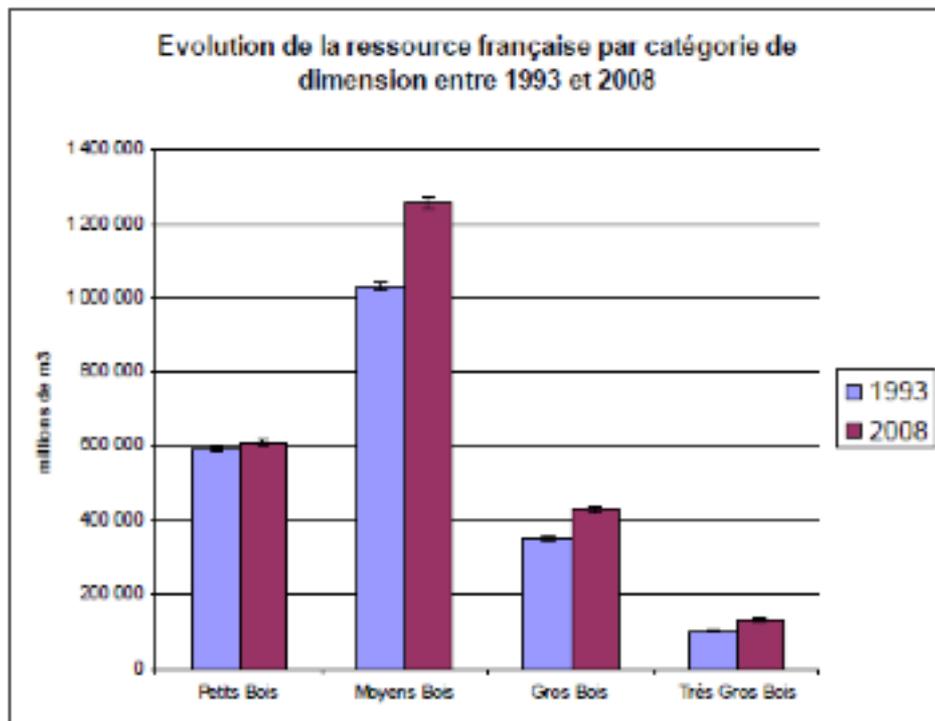


Suivi du volume de gros et très gros bois sur pied



Suivi de la part des gros bois dans le volume total sur pied

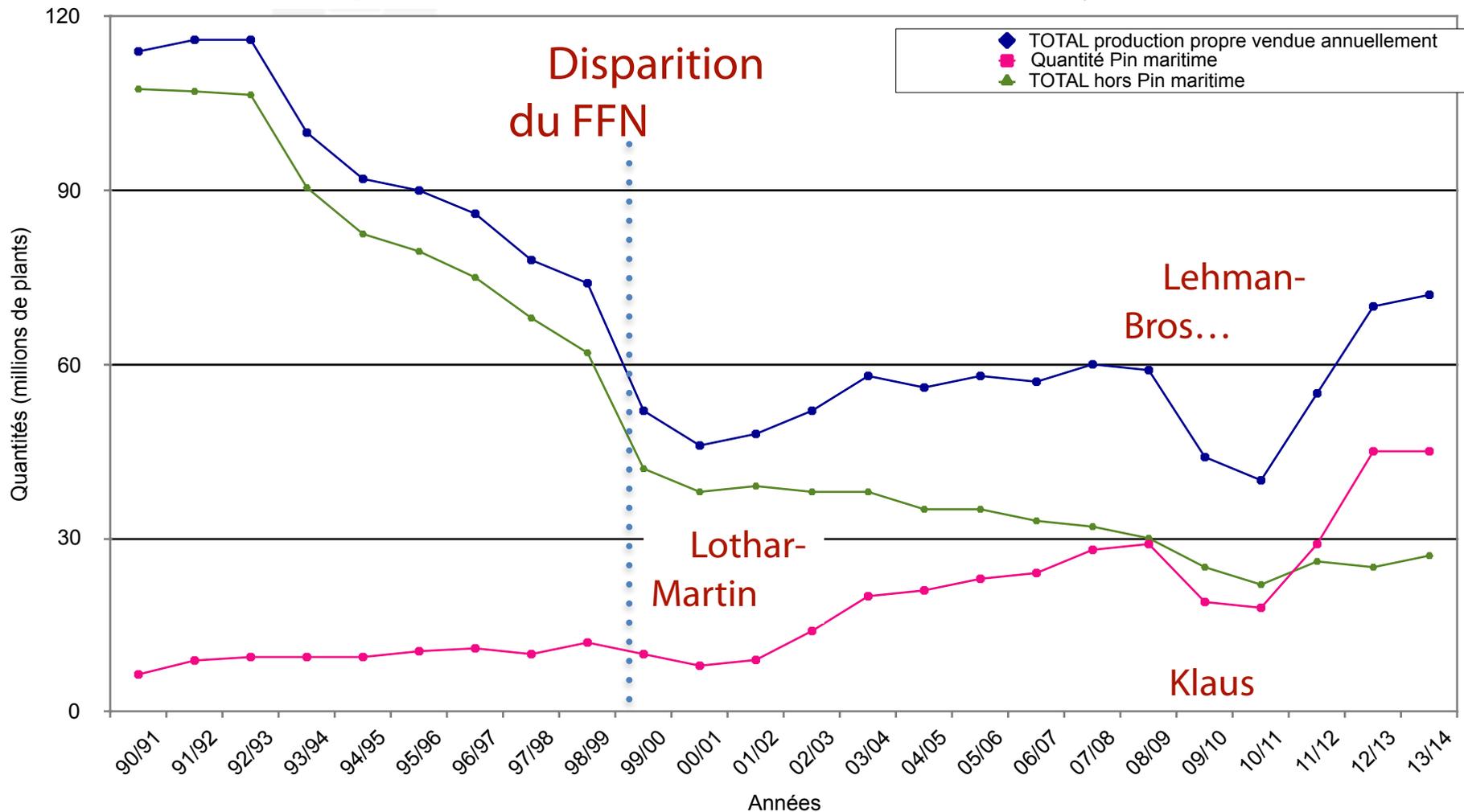
Source : Colin et al., 2013 



**Progression rapide des stocks de gros & très gros bois**

**Faiblesse du recrutement en petits bois**

# Historique des ventes de plants forestiers : divergence Aquitaine/reste du pays

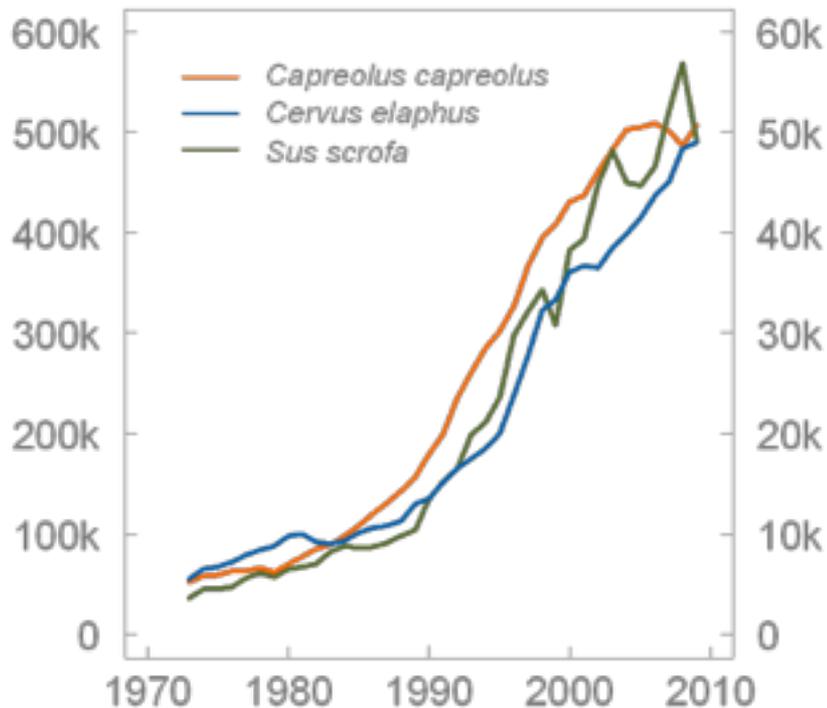


Source : MAAF, compil. V. Naudet (2015)

# Rupture de l'équilibre forêt-gibier : *explosion des populations de grands ongulés depuis 40 ans*

Source : ONF (Boulanger & Klein, 2013)

## Tableaux de chasse



## Causes :

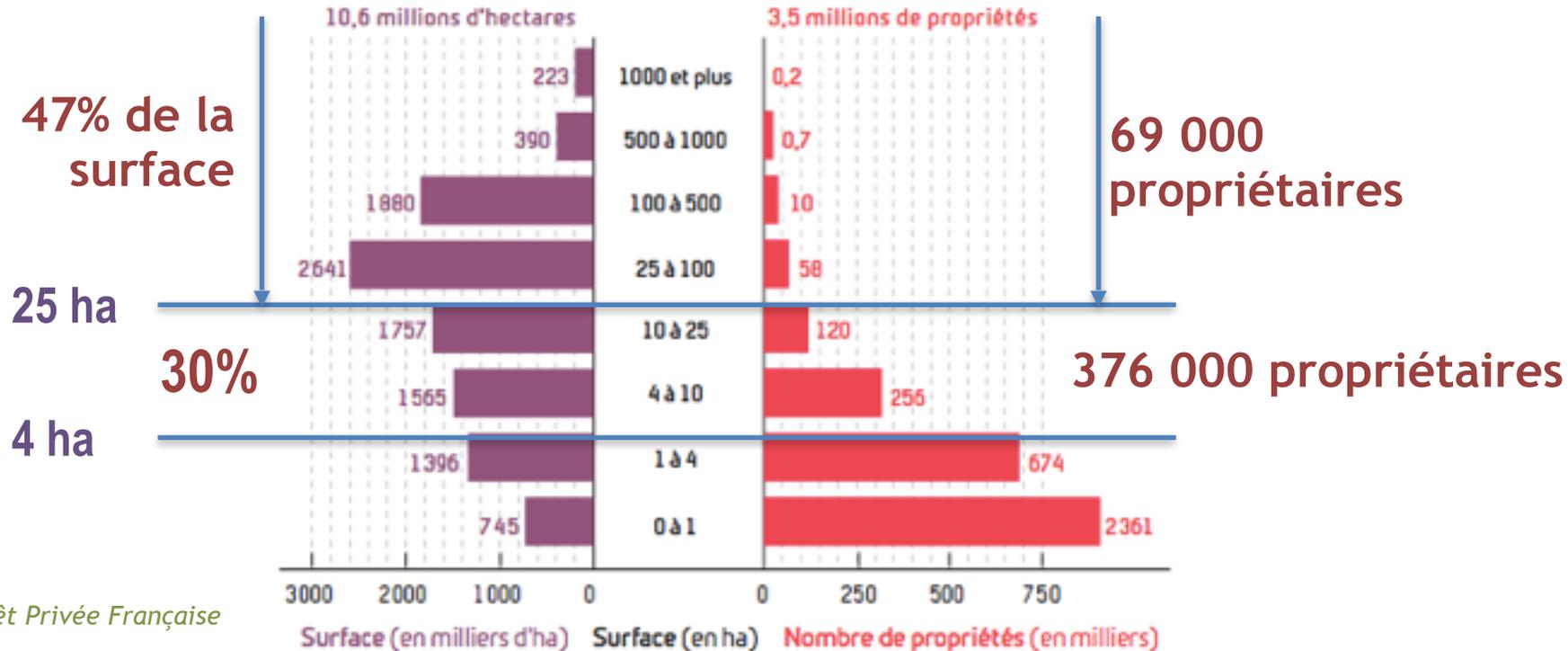
- Réglementation
- Pratiques de chasse
- Changements sociaux
- Hivers rudes - fréquents depuis 1990

## Impacts → durabilité, adaptabilité

- **Régénérations** : densité, qualité, diversité génétique, diversité spécifique
- **Coûts directs et indirects**
- Dégradation des **capacités adaptatives**
- **Impacts sanitaires**

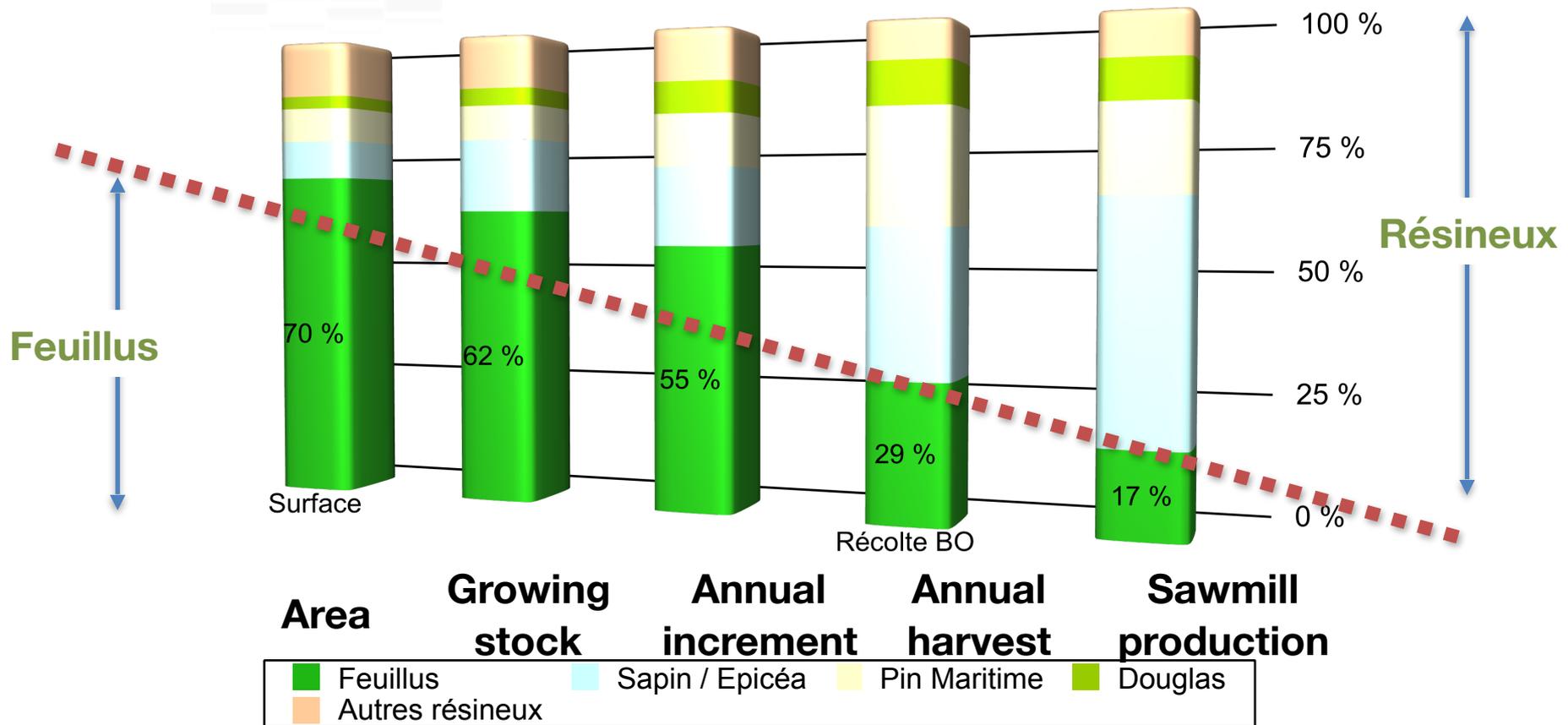
# Fragmentation des forêts privées & communales : comment conduire efficacement le changement en contexte incertain/évolutif ?

RÉPARTITION DE LA FORÊT PRIVÉE PAR TAILLE DE PROPRIÉTÉ

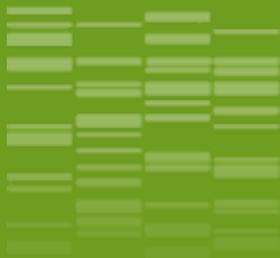


Source : Forêt Privée Française (2008)

# La forêt qu'aiment regarder les urbains... et celle dont ils consomment les produits !



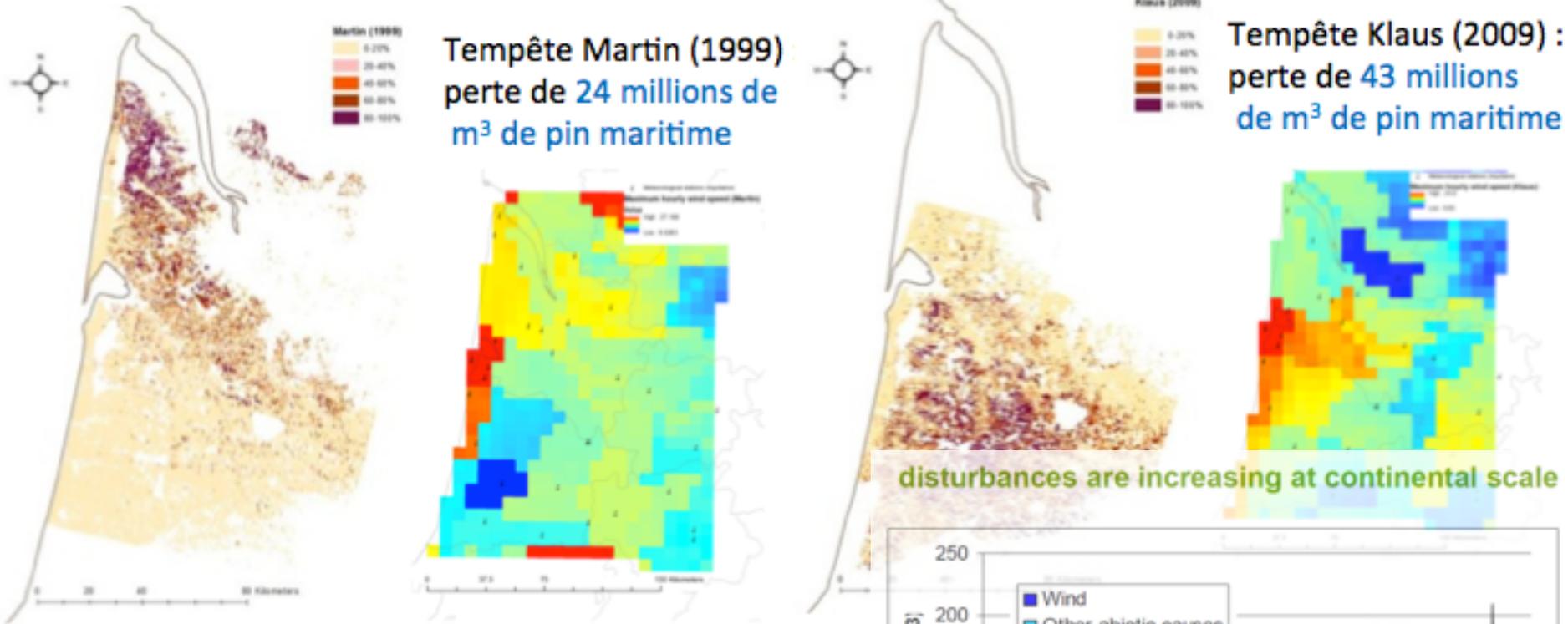
Source : FNB, FCBA  
(Monchaux, 2014)



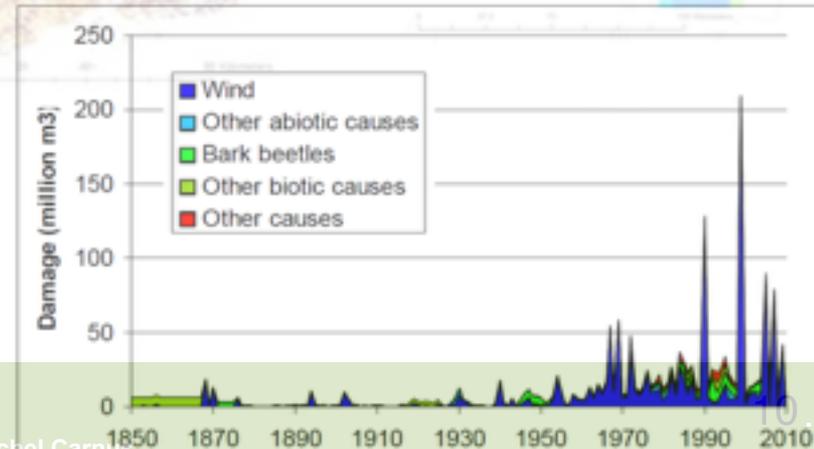
1

# Impacts du changement climatique : anticiper les tendances, événements extrêmes & crises

# Tempêtes majeures qui préfigurent/initient des dommages combinés déstabilisants



disturbances are increasing at continental scale

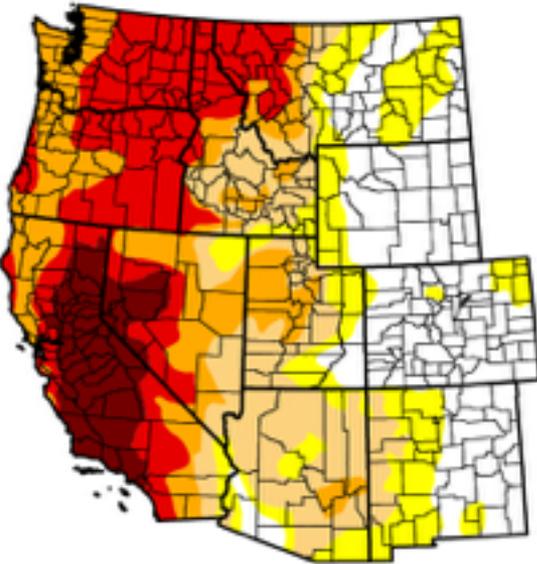


Sources : Meredieu et al. (2014), Gardiner et al. (2010)

# (Méga-)Sécheresses

Été 2003 France

U.S. Drought Monitor  
West



September 15, 2015  
(Released Thursday, Sep. 17, 2015)  
Valid 8 am EDT

Drought Conditions (Percent Area)

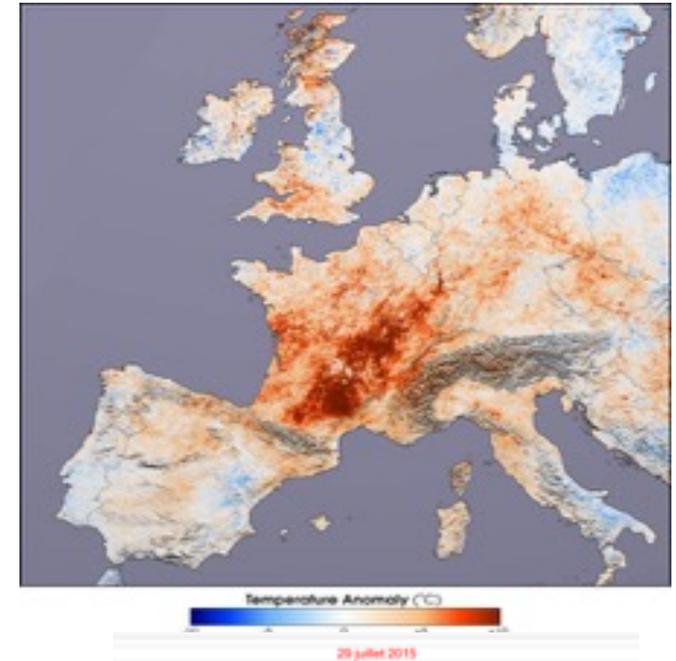
	None	D0-D4	D1-D4	D2-D4	D3-D4	D4
Current	24.66	35.33	38.66	43.89	26.73	7.83
Last Week	24.66	35.33	38.67	43.89	26.73	7.83
3 Months Ago	27.93	72.87	58.17	34.46	17.13	7.26
Start of Calendar Year	24.76	65.24	54.46	33.53	19.66	8.40
Start of Water Year	21.46	69.53	55.57	35.65	19.95	8.90
One Year Ago	28.74	70.26	57.24	38.89	19.95	8.90

**Intensity:**

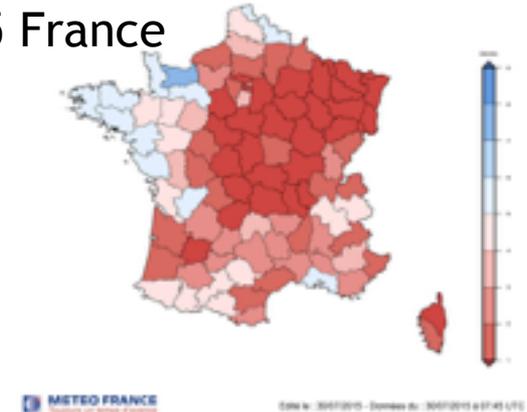
- D0 Abnormally Dry
- D1 Moderate Drought
- D2 Severe Drought
- D3 Extreme Drought
- D4 Exceptional Drought

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions. Local conditions may vary. See accompanying text on way for forecast statements.

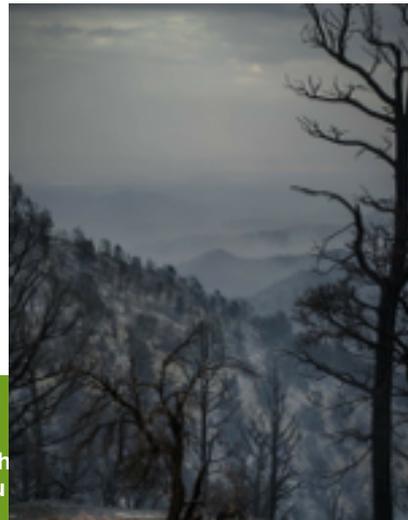
**Author:**  
Chris Petersen  
NOAA/NWS/DIS/NCM



Été 2015 France



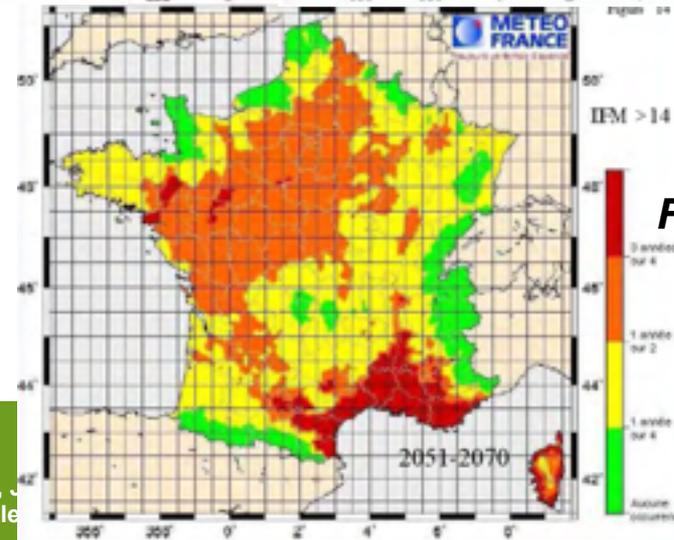
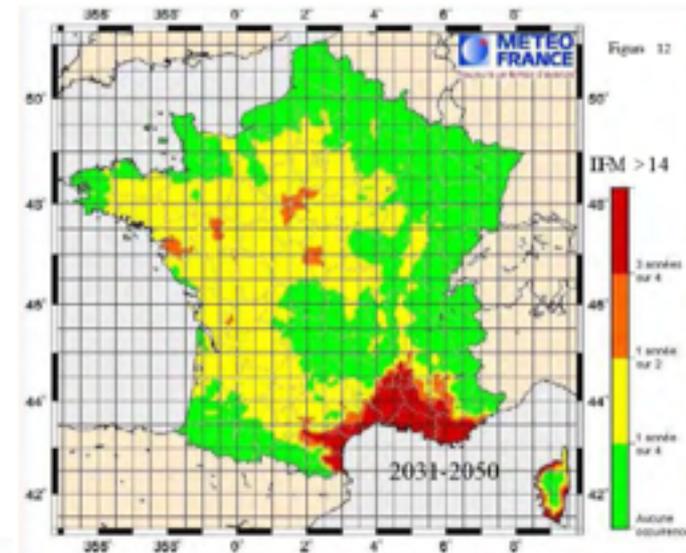
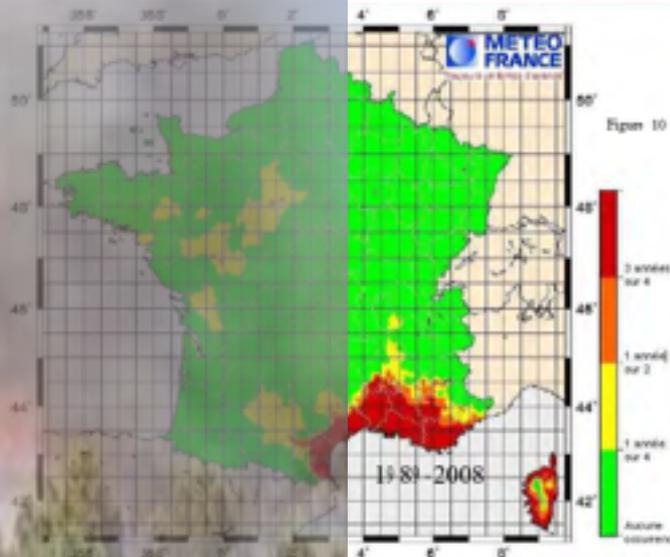
Source : N. Bréda



# Extension du domaine + aggravation des incendies

*Actuel*

*Futur proche*



*Futur lointain*

# Des crises à des échelles inusitées (temps/espace)

**Prelude to Disaster**  
1990-1996

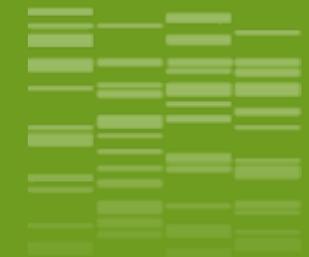


**Into the Jack Pine**  
2007-2013



Mountain Pine Beetle outbreak in Western North America

Source : <http://ngm.nationalgeographic.com/2015/04/pine-beetles/epidemic-map>



## Mitigation Measures

-  **More efficient use of energy**
-  **Greater use of low-carbon and no-carbon energy**
  - Many of these technologies exist today
-  **Improved carbon sinks**
  - Reduced deforestation and improved forest management and planting of new forests
  - Bio-energy with carbon capture and storage
-  **Lifestyle and behavioural changes**

ipcc  
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

WHO UNEP

IPCC AR5 Synthesis Report

ARS WGIII SRM

**2**

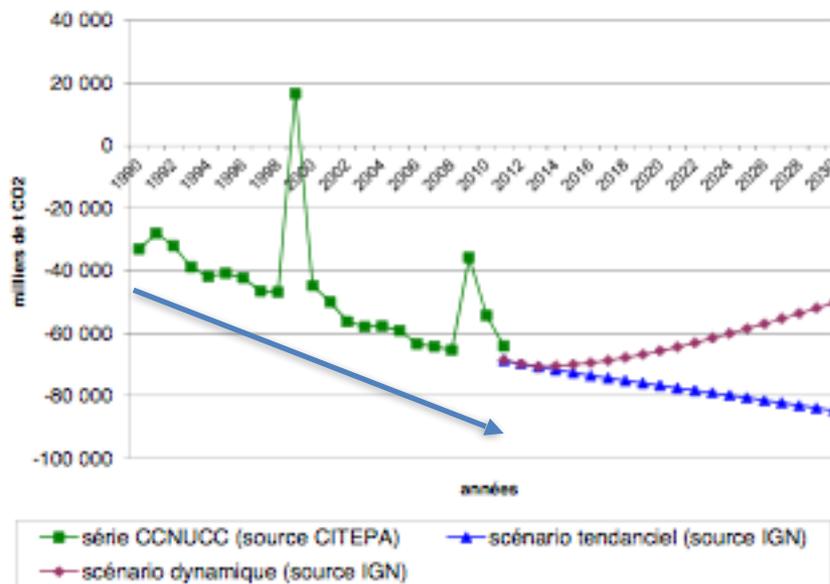
**Atténuer le changement climatique : valoriser les feuillus, co-adapter forêts et industries, augmenter la productivité, développer la ressource résineux-peuplier**

# Puits de C forestier français - trajectoire actuelle :

- approfondissement rapide du puits
- accumulation de vieux bois (GB-TGB)
- sensibilité aux grands dommages systémiques
- *quel policy-mix : stocker / mobiliser ?*

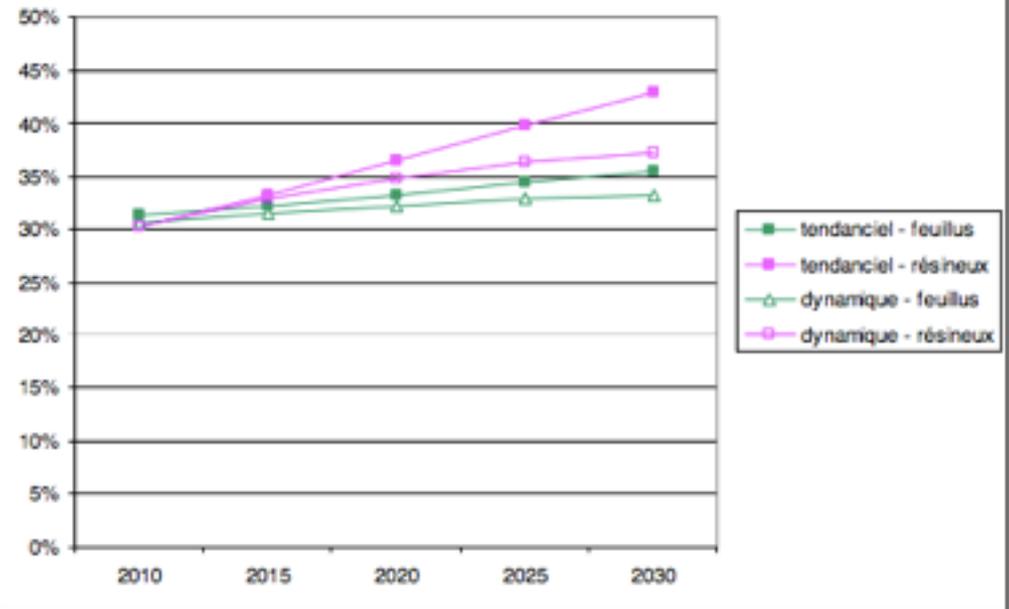
Source : IGN (Colin, 2014)

Puits de CO<sub>2</sub> dans la biomasse forestière  
France métropolitaine



## Stocks de bois « surannés »

Part de la ressource dans des dimensions supérieures ou égales au diamètre d'exploitabilité des essences



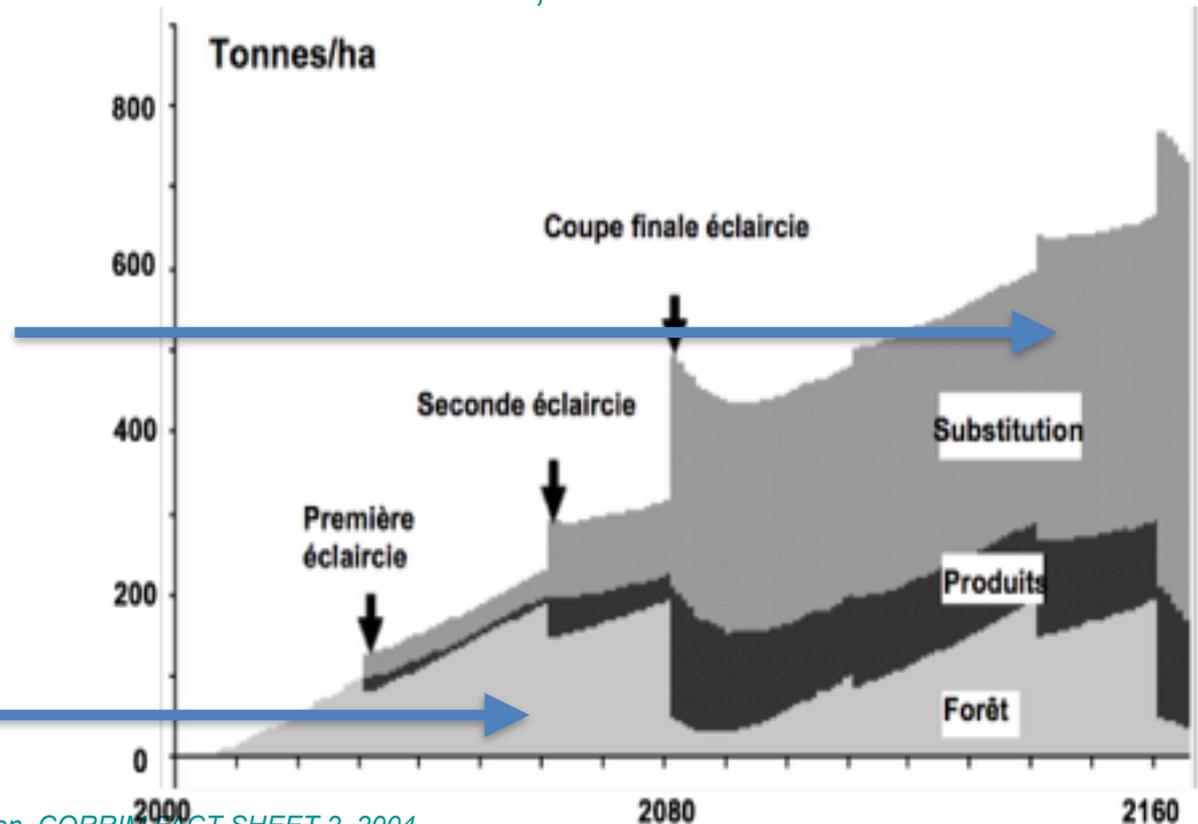
# 3 valeurs-carbone des choix forestiers : stocks, flux, substitution



Bénéfice de substitution cumulatif & définitivement acquis

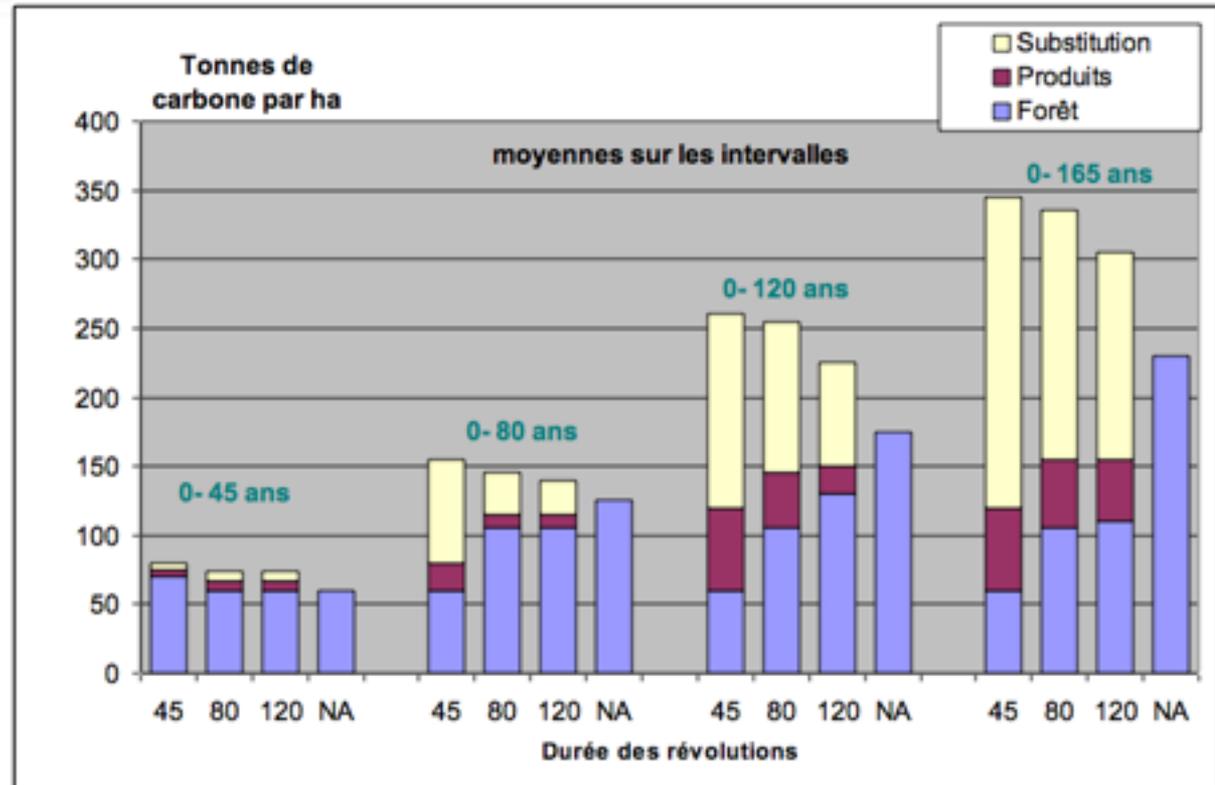
Stock forestier soumis aux aléas

Carbone en forêt, dans les produits et en substitution du béton dans la construction  
Ressource résineuse, révolution 80 ans



Bruce Lippke et Jim Wilson, *CORRIM FACT SHEET 2*, 2004,  
Malmsheimer R. et al., 2008, *Forest management solutions for mitigating climate change in the US. Journal of Forestry*

# Bénéfices de substitution : potentiellement importants, sensibles au contexte industriel



Malmshemer R. et al., 2008,  
*Forest management solutions for mitigating climate change in the US. Journal of Forestry*

Le jugement sur les révolutions optimales s'inverse selon qu'on considère :  
 (1) carbone dans l'écosystème ; (2) idem + devenir des produits et leurs effets induits

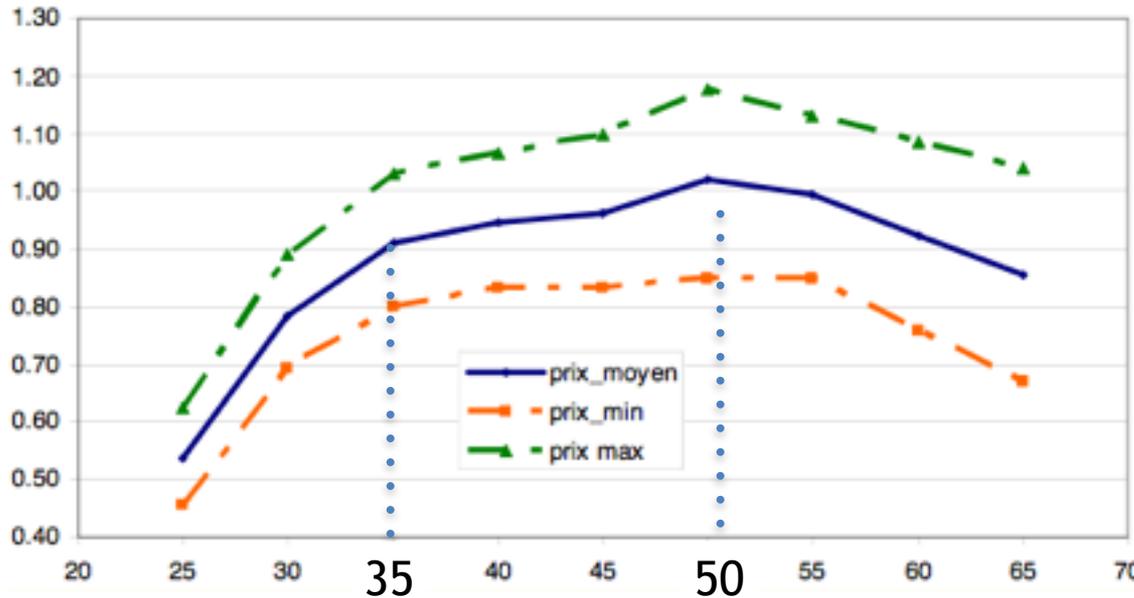
**Améliorer les flux de carbone / hectare :  
créer et utiliser des variétés améliorées  
(la productivité n'est plus secondaire)**

**Test de clones de peuplier  
pour TCR**

**Source : C. Bastien & G. Bodineau  
(INRA Orléans)**

# Exemple de co-adaptation forêt-industries : raccourcissement des révolutions

Prix de vente (unités relatives)



Sapin-Épicéa - Vosges  
moyenne (sept. 2009-sept. 2010)

Source : ONF  
(Gamblin, 21/3/2011)

Diamètre (cm)

90%  
du Max

**Opportunité de révolutions + courtes :**

- ▶ réduire les risques abiotiques
- ▶ offre + proche de la demande industrielle
- ▶ augmenter les flux et la flexibilité

# Valoriser toute la gamme des propriétés du bois, approvisionner marchés de masse & de niche



comme matériau de construction :  
massif, reconstitué et fibres



comme bioénergies

comme emballage...  
et en chimie, alimentation,  
cosmétiques, pharmacie...

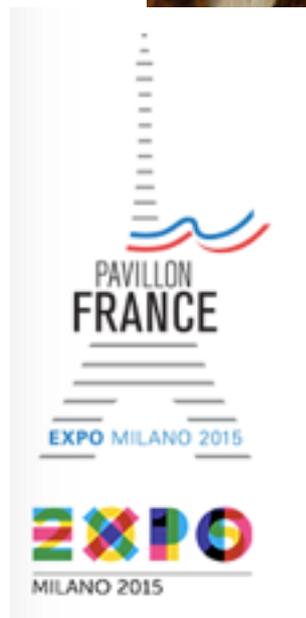
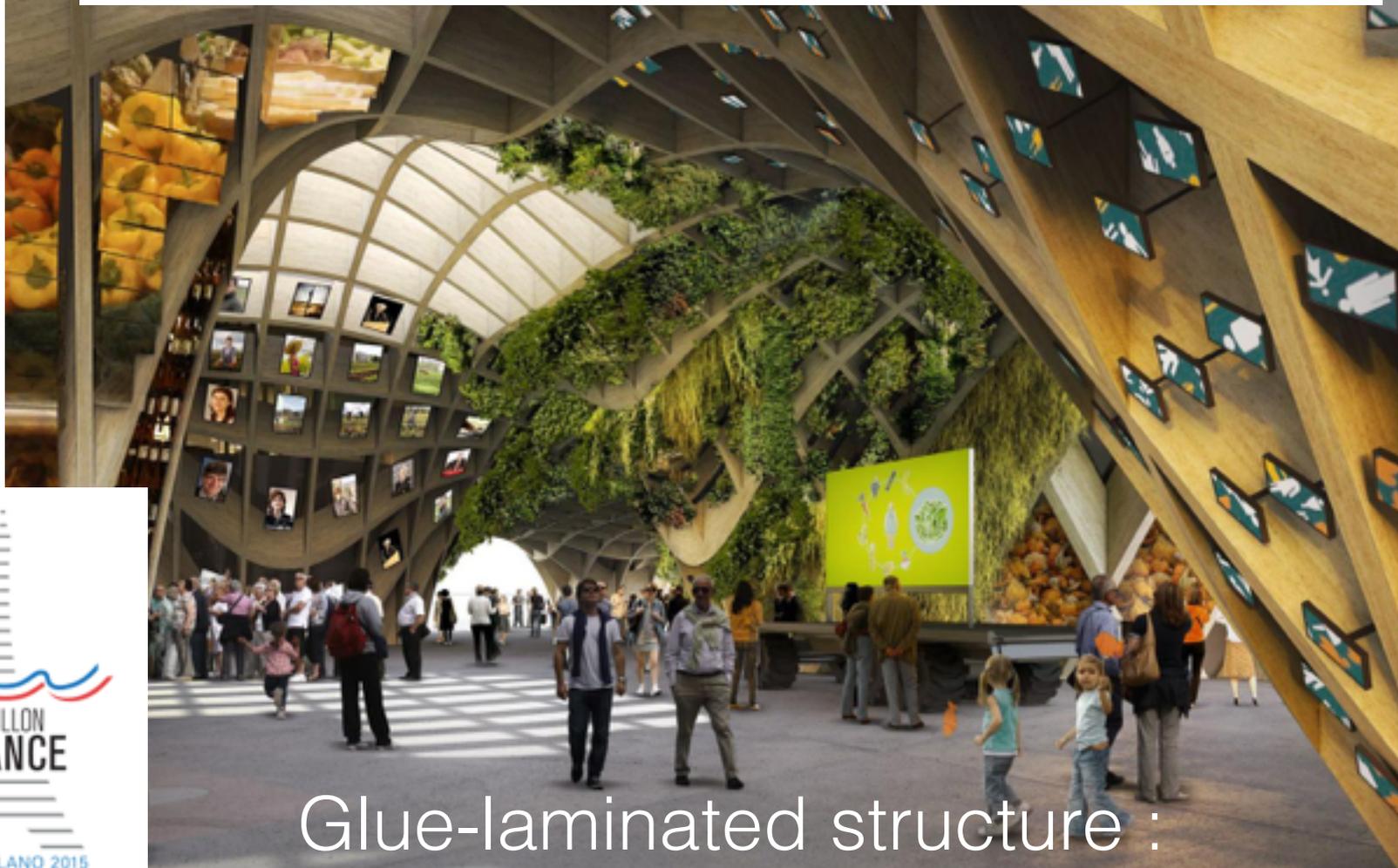


©CNDB, 2007



Bioraffinerie  
Tembec Tartas

Accentuer l'ingénierie pour valoriser les bois  
... tout en augmentant l'offre de résineux



Glue-laminated structure :  
Simonin Frères  
(Montlebon, Franche-Comté)

# Utiliser les bâtiments emblématiques pour changer le regard social sur le bois (performance, modernité, design)

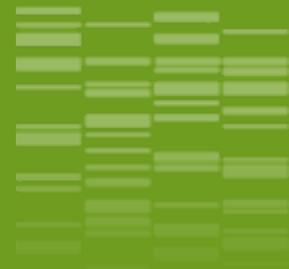
Tree houses: are wooden skyscrapers the future of tall buildings?



📷 A render of the wooden structures planned for the Baobab development in Paris. Illustration: Michael Green Architecture

Philip Oldfield, The Guardian, 7 July 2015

<http://www.theguardian.com/artanddesign/2015/jul/07/tree-houses-are-wooden-skyscrapers-the-future-of-tall-buildings>



# 3

**S'adapter dans l'incertitude :  
diversifier, renforcer les capacités adaptatives,  
planifier le déploiement des ≠ options**

# Matériels forestiers de reproduction produits en vergers à graines : peuvent offrir un meilleur brassage de la diversité génétique initiale



**PSY-VG-003- Haguenau**  
4,3 ha

**191 « arbres + » sélectionnés dans les parcelles autochtones Haguenau**  
5 à 17 copies par géniteur  
Répartition aléatoire

Source : Catherine Bastien

## Diversité allélique

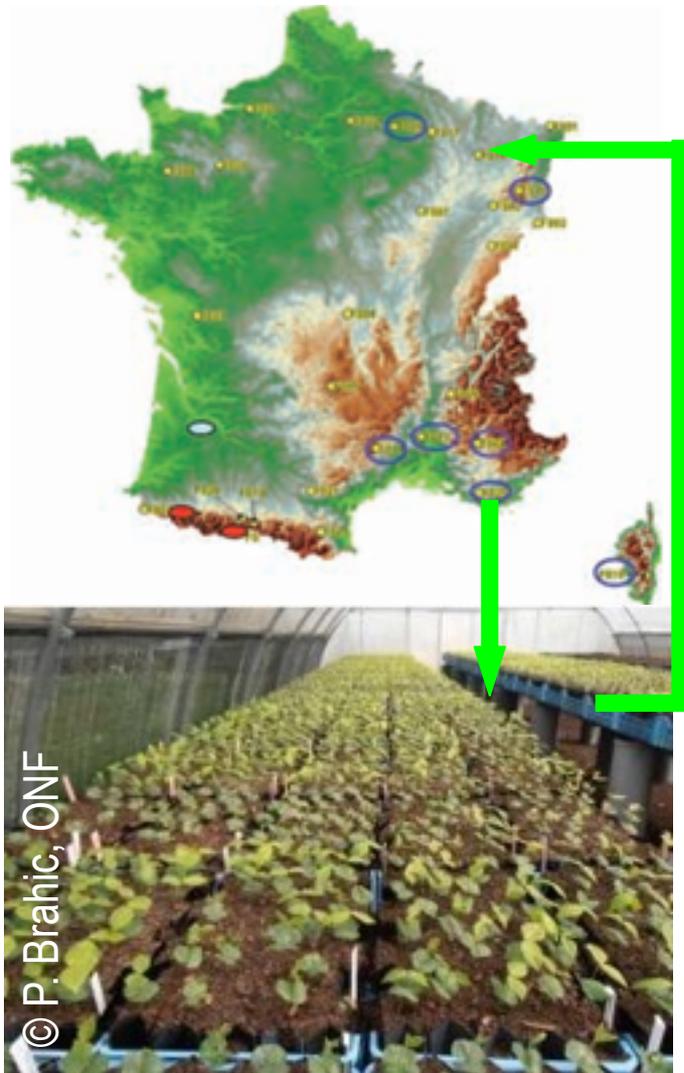
Mode de régénération	Nb allèles SPAC 7.14	Nb allèles SPAC 12.5	déficit en hétérozygotes
Régénération naturelle (après tempête)	<b>19 + 5</b>	<b>12 + 3</b>	<b>0,282</b>
Vergers à graines	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>0,074</b>

Diversité plus élevée en vergers à graines

Réduction de l'apparement dans le matériel collecté en vergers à graines

Pas d'organisation spatiale de la diversité en plantation

# Changer de ressources génétiques : transfert de populations (migration assistée)



Projet GIONO

- **Vulnérabilité des populations en limite Sud de l'aire de distribution**
  - monitoring/repérage des vulnérabilités
  - sauvegarde en pépinière
  - plantation en stations + au Nord
- **Applications possibles :**
  - conservation des ressources génétiques
  - **soutenir l'adaptation locale des espèces en place**

Source : Brigitte Musch, Hervé Le Bouler, Olivier Forestier, Patrice Brahic, Myriam Legay (ONF)



**Changer de ressources génétiques :  
introduire des espèces thermophiles**

**Performance des Eucalyptus  
sous climat méditerranéen  
(arboretum de Caneiret, Estérel)**

**Utiliser ≠ formes de mélanges  
pour atténuer les risques biotiques  
& stabiliser la productivité**

# Changer de système de production : futaie résineuse rapide, TCR, mélange futaie-taillis



ONF, Ardennes, State Forest Francbois-Bryas  
11 ha, 48 plots, 18 500 trees

Nombre de placettes par modalité

Species :	Fertilisation : Ash Soil preparation:	Ash		Ca + Mg		No	
		Yes	No	Yes	No	Yes	No
Douglas fir	1 100 t/ha	3					
Douglas fir	1 600 t/ha	3	3	3	3	3	
Douglas fir	2 000 t/ha	3					
Norway spruce	2 200 t/ha	3					
Cupressocyparis	1 600 t/ha	3					
Willow	2 000 t/ha	3	3	3	3	3	
Black locust	2 000 t/ha	3					
Spontaneous vegetation		3	3			3	3

Source : ONF  
(Richter, 2014)

# Un besoin renouvelé de planification et de gestion multi-échelle

Poplar (high forest)  
SRC Poplar  
Mix (HF-SRC)

Multi-purpose,  
« mainstream »  
management

National parks,  
natural reserves,  
recreation areas

Fast-growing conifers :  
Douglas fir, hybrid larch

Specialization :  
products

Land use planning, forest policy : specialize functions in space,  
e.g. « Triad » (USA, UK)

Natural regeneration

Very short  
cycle

Standard  
rotation

Assisted  
migration

Plant other  
Oak spec.

Plant exotic  
spec.

Example : diversify regeneration options in Oak management

Very short  
cycle

Standard  
rotation

Delayed  
harvesting

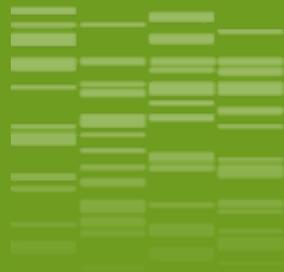
Natural  
reserve

Example : diversify rotation ages in Beech management

Improve resilience  
through :

...genetic  
res. mgt

...prevent  
abiotic  
damages



# 4 Conclusions

# Quelques voies de progrès pour faire face aux enjeux des changements globaux

- ❖ Durabilité, renouvellement et diversification :
  - ❖ **planifier** : services, matériel végétal, travaux, diversification
  - ❖ **résilience** : renouvellement, dégâts de gibier, révolutions + courtes, exploitation faible impact, recyclage de cendres...
  - ❖ **information** : inventaires, monitoring, traçabilité
- ❖ Efficacité et résilience socio-organisationnelle :
  - ❖ grouper la gestion par grandes entités (5000 ha)
  - ❖ **contractualisation** et partenariats industriels
- ❖ Performance via génétique, plantation & modélisation :
  - ❖ créer de nouvelles variétés améliorées, les utiliser...
  - ❖ **augmenter le flux annuel de plantations & les réussir**
  - ❖ *climate-smart forestry* : **optimisation et viabilité**