

# Reconception des systèmes de production forestiers : distinguer intensification écologique et imitation de la nature

Jean-François Dhôte, Catherine Bastien, Jean-Michel Carnus, Catherine Collet, Myriam Legay, Laurent Saint-André



Colloque Ecofor-SEHS, Paris, 29 janvier 2016  
« Regards croisés sur les valeurs des forêts »



# 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
  - ❖ nécessaire **reconception des systèmes de production**
  - ❖ **imitation de la nature** (Lorentz & Parade, 1837) → « *close-to-nature forestry* »
- ❖ Trois aperçus autour de nature/sylviculture/intensification/écologie :
  - ➔ potentiel adaptatif de la sylvi. proche de la nature
  - ➔ options de diversification & planification
  - ➔ intensification écologique **utilisation + efficace des cycles**

# Bioéconomie : voir le bois dans la « *big picture* », approvisionner de nouveaux usages/filières

## Bio-based Economy: feedstocks, processes and products (without food & feed)



Many resources are forecasted to run out within a relatively short period, ...



<http://reports.weforum.org/toward-the-circular-economy-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains/mounting-pressure-on-resources/>

Remaining years until depletion of known reserves (based on current rate of extraction)		5-50 years		50-100 years		100-500 years												
1	H															He		
2	Li	Be															Ne	
3	Na	Mg															Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Lv	Uus	Uuo

... while only few materials are recycled at scale

8	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
9	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Current rates of recycling	
<1%	1-10%
10-25%	25-50%
>50%	No data available

1	H															He		
2	Li	Be															Ne	
3	Na	Mg															Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Lv	Uus	Uuo

# From linear to circular economy: complexity management and modelling

[dominique.luzeaux@polytechnique.org](mailto:dominique.luzeaux@polytechnique.org) | 5/11/2014

[http://www.mosim2014.org/sites/mosim2014.org/files/pdf/Pleni%C3%A8re\\_D.Luzeaux.pdf](http://www.mosim2014.org/sites/mosim2014.org/files/pdf/Pleni%C3%A8re_D.Luzeaux.pdf)

# Énergies renouvelables « grises » : consomment beaucoup de matériaux rares !

« la **dépendance des éoliennes au néodyme et au dysprosium**, deux métaux de la famille des terres rares qui constituent les aimants permanents actuellement nécessaires pour l'alternateur, illustrent bien cette question sensible des ressources minérales :

**un déficit en dysprosium est prévisible à partir de 2020** compte tenu de l'augmentation de la demande actuelle.

Autre exemple avec des technologies **photovoltaïques** très prometteuses comme le CIGS (cuivre, indium, gallium, sélénium) qui sont confrontées aux mêmes enjeux :

**on estime à 20 ans seulement le ratio « réserves sur production de l'indium »**

Isabelle Blanc, 21 oct 2015, ParisTech Review.

Comment calculer l'impact environnemental des énergies renouvelables ?

[http://www.paristechreview.com/2015/10/21/impact-environnemental-renouvelables/?utm\\_campaign=NL%2052%20-%20112015%20-%20Global%20EN&utm\\_medium=email\\_eCircle&utm\\_source=Global%20FR](http://www.paristechreview.com/2015/10/21/impact-environnemental-renouvelables/?utm_campaign=NL%2052%20-%20112015%20-%20Global%20EN&utm_medium=email_eCircle&utm_source=Global%20FR)

# Circular economy - an industrial system that is restorative and regenerative by design

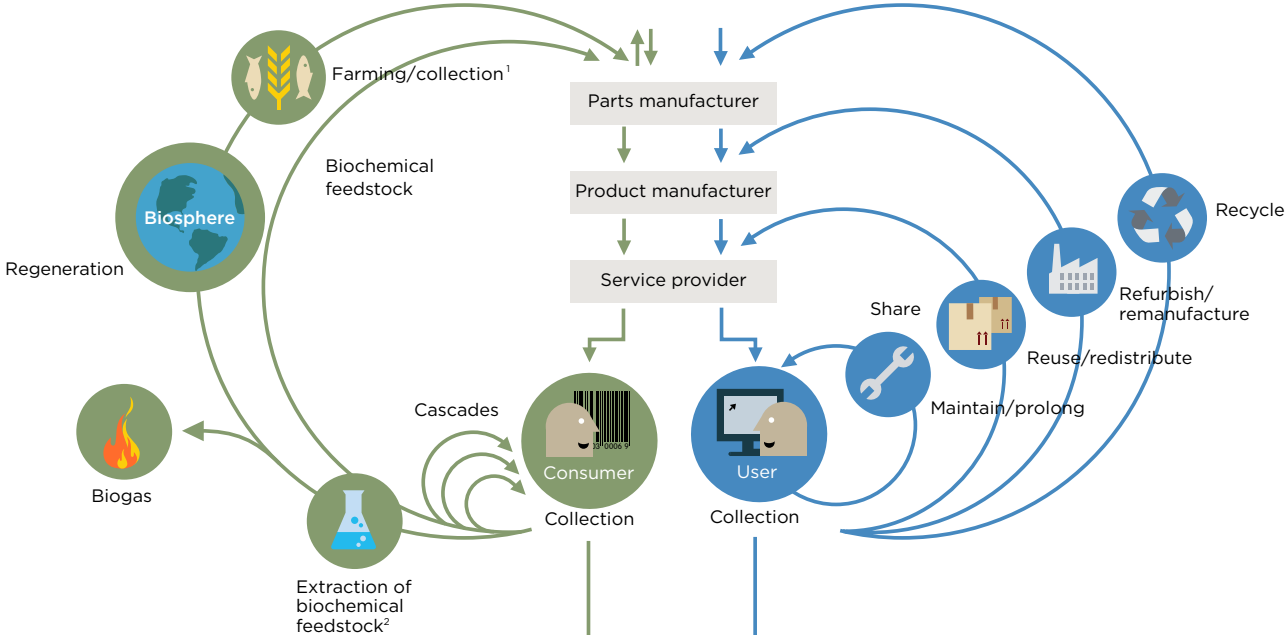
## PRINCIPLE 1

**Preserve and enhance natural capital by controlling finite stocks and balancing renewable resource flows**  
**ReSOLVE levers: regenerate, virtualise, exchange**



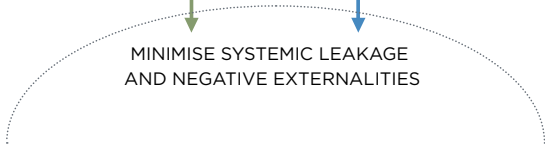
## PRINCIPLE 2

**Optimise resource yields by circulating products, components and materials in use at the highest utility at all times in both technical and biological cycles**  
**ReSOLVE levers: regenerate, share, optimise, loop**



## PRINCIPLE 3

**Foster system effectiveness by revealing and designing out negative externalities**  
**All ReSOLVE levers**



<sup>1</sup> Hunting and fishing  
<sup>2</sup> Can take both post-harvest and post-consumer waste as an input  
 SOURCE: Ellen MacArthur Foundation, SUN and McKinsey Center for Business and Environment, *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe* (2015).  
 Drawing from Braungart & McDonough, Cradle to Cradle (C2C).



1

**« Proche de la nature » :  
est-ce efficace comme stratégie adaptative ?  
quelles significations (Anthropocène) ?**

**Extreme events such** as storms, droughts, flooding, and heat waves are probably the **most important threats** in Temperate Oceanic regions [...]

2010

natural mechanisms of **inherent adaptive capacity** are diverse and **will support adaptation** of forests to climate change. However, **natural processes alone are too slow to cope with** the projected rates of environmental change [...]

from European biogeography it can be inferred that **adaptive capacity is smallest at the rear edge** of the forest biome, where only short-term adaptation and plasticity are able to counteract the threat of extirpation of forest species under less suitable climate conditions. There are **considerable differences in socio-economic adaptive capacity** within Europe and **it is worrying that this is smallest in the Mediterranean region where the largest potential impacts are expected**

*Lindner, M., M. Maroschek, S. Netherer, A. Kremer, A. Barbat, J. Garcia-Gonzalo, R. Seidl, et al., 2010. « Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems ». Forest Ecology and Management 259(4): 698–709*

2014

Review [Journal of Environmental Management 146 \(2014\) 69–83](#)

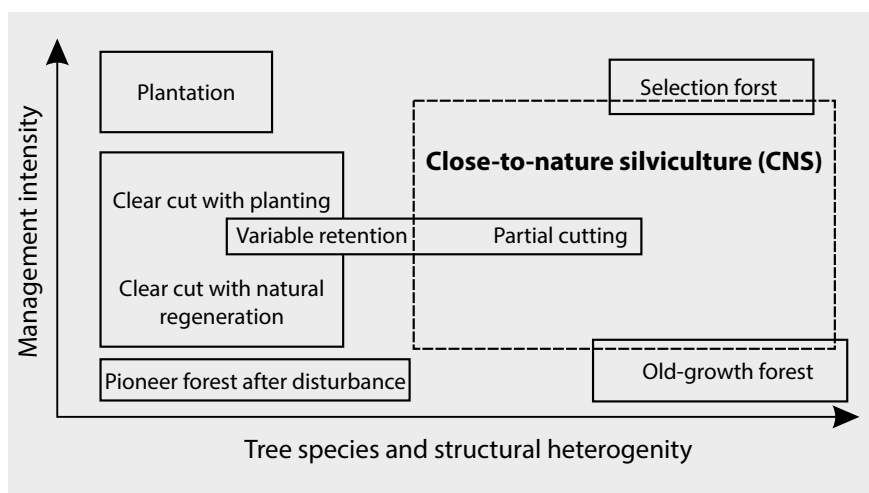
Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management?

Marcus Lindner <sup>a</sup>, Joanne B. Fitzgerald <sup>a,\*</sup>, Niklaus E. Zimmermann <sup>b</sup>, Christopher Reyer <sup>c,d</sup>, Sylvain Delzon <sup>e,f</sup>, Ernst van der Maaten <sup>g,h</sup>, Mart-Jan Schelhaas <sup>i</sup>, Petra Lasch <sup>c</sup>, Jeannette Eggers <sup>a,j</sup>, Marieke van der Maaten-Theunissen <sup>g,h</sup>, Felicitas Suckow <sup>c</sup>, Achilleas Psomas <sup>b</sup>, Benjamin Poulter <sup>b,k</sup>, Marc Hanewinkel <sup>b,l</sup>



**Adapting forests to extreme storm events is - outside Great Britain and Ireland with already existing particular storm adapted management strategies - an exception, and requires measures** such as limiting tree height **that are unpopular** and **against the dominating “close-to-nature” forestry** with long rotation periods in Central Europe





**Figure 1**  
 Classification of CNS according to management intensity as well as tree species and structural diversity. Adapted after Puettmann et al. (2009).

Utiliser des processus naturels pour guider les écosystèmes avec le moins possible d'apports en énergie (coûts) :

- promotion d'espèces naturelles et/ou adaptées à la station (non-natives acceptées en mélange avec des natives)
- forêts mélangées et structurées
- **éviter les coupes rases** autant que possible
- promotion de la **régénération naturelle**
- sylviculture d'arbres individuels
- **intégration** des services écosystémiques (eau, récréation...) à **grain fin**

*Pommerening & Murphy (2004), Johann (2006), Spathelf (1997)*

« the restrictions of CNS for the use of natural regeneration and 'low impact' interventions and the focus of CNS systems on mid- and late-successional tree species limit the options for human-induced assistance of adaptation, e. g. by introducing non-native or specific drought-resistant tree species and provenances »

## Is Close-to-Nature Silviculture (CNS) an adequate concept to adapt forests to climate change?

Landbauforsch · Appl Agric Forestry Res · 2015 · online first · 1-10

Peter Spathelf\*, Andreas Bolte\*\*, and Ernst van der Maaten\*\*\*



## Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change

Peter Brang<sup>1\*</sup>, Peter Spathelf<sup>2</sup>, J. Bo Larsen<sup>3</sup>, Jürgen Bauhus<sup>4</sup>, Andrej Bončina<sup>5</sup>, Christophe Chauvin<sup>6</sup>, Lars Drössler<sup>7</sup>, Carlos García-Güemes<sup>8</sup>, Caroline Heiri<sup>1</sup>, Gary Kerr<sup>9</sup>, Manfred J. Lexer<sup>10</sup>, Bill Mason<sup>11</sup>, Frits Mohren<sup>12</sup>, Urs Mühlethaler<sup>13</sup>, Susanna Nocentini<sup>14</sup> and Miroslav Svoboda<sup>15</sup>

6 strategic principles (to increase adaptive capacities) :

- 1 Increase tree species richness (at the stand scale)
- 2 Increase structural diversity
- 3 Maintain and increase genetic variation within tree species
- 4 Increase resistance of individual trees to biotic and abiotic stress
- 5 Replace high-risk stands
- 6 Keep average growing stocks low

3 types of close-to-nature silviculture (CNS)

- 1 Single-tree selection, which also includes 'continuous forest'
- 2 Group selection
- 3 Shelterwood

**Single-tree selection** has limitations :

- very small gaps favour few shade-tolerant species, exacerbated if no tending
- enrichment planting often not used (browsing damage constraint)
- rarely uses non-native species with high adaptive capacity (Douglas fir)
- variant « target diameter harvesting » may decrease genetic variation (trees with higher heterozygosity)

The **uniform shelterwood system** :

- has the lowest structural diversity in the long term
- but is more suitable for increasing tree species richness in the next forest generation, by facilitating the introduction of new species or provenances with enrichment planting

Shortcomings of CNS : 'species richness', 'genetic variation', 'replace high-risk stands'

- ➔ employ a **larger variation in regeneration methods**
- ➔ integrate light-demanding tree species, **non-native species** and **non-local provenances**
- ➔ **apply** different CNS types **at the landscape level**
- ➔ *overcome restrictions aimed at conserving genetic diversity of local populations*

## What is close-to-nature silviculture in a changing world?

Kevin L. O'Hara\*

The **silviculture of the future** will be **highly varied** and highly **flexible**, [...] recognize the importance of adaptive or 'artificial' treatments such as tree **planting**, planting **non-native species**, **moving species beyond** their native range or **developing even-aged forests**. These are treatments that will **help forestry maintain productive** forest landscapes in a period of changing climate, conversion of forest land to other uses and expanding problems with invasive plants, insects and pathogens.

If the purpose of a close-to-nature forestry is to **persuade a doubtful public** that our intentions are good and our actions are sound, then **why risk alienation by using terms that are misleading** ? Why promote a suite of treatments that are artificially limited by **a selective interpretation of ecology** and truly unnatural ? [...]

Whereas our understanding of natural processes and stand dynamics has advanced, **rebranding forestry** with new labels that use the words 'nature', or 'balance', or 'holistic' **is really just advertising** or a form of 'buzzword creep' (e.g. Park 2011). **If existing scientific information is ignored** to pursue management strategies based on **tradition, beliefs or old science**, the label of close-to-nature is simply **misadvertising**

Forestry 2013; **86**, 401–410, doi:10.1093/forestry/cpt012  
Advance Access publication 21 May 2013

## Silviculture in an uncertain world: utilizing multi-aged management systems to integrate disturbance<sup>†</sup>

Kevin L. O'Hara\* and Benjamin S. Ramage

University of California, 137 Mulford Hall, Berkeley, CA 94720-3114, USA

# Anthropocène : la distinction naturel/artificiel est de + en + délicate

« La caractéristique principale du naturalisme est son dualisme : s'il a permis, en objectivant la nature, d'en développer la connaissance scientifique, il est aussi ce qui permet d'opposer l'homme et la nature, alors même que **la distinction entre le naturel et l'artificiel, entre histoire humaine et histoire naturelle, est de plus en plus difficile à faire** »

**Catherine Larrère**, 2015. Pour une nouvelle approche de l'idée de « nature ». In « Guide des humanités environnementales » (éd. Aurélie Choné, Isabelle Hajek et Philippe Hamman), Presses universitaires du Septentrion

« Nous ne saurions penser et changer la société par les seules sciences. [...] En revanche, elles ne peuvent plus être tenues à l'écart de nos décisions politiques. [...] En ce seul sens, la nature entre résolument en politique.

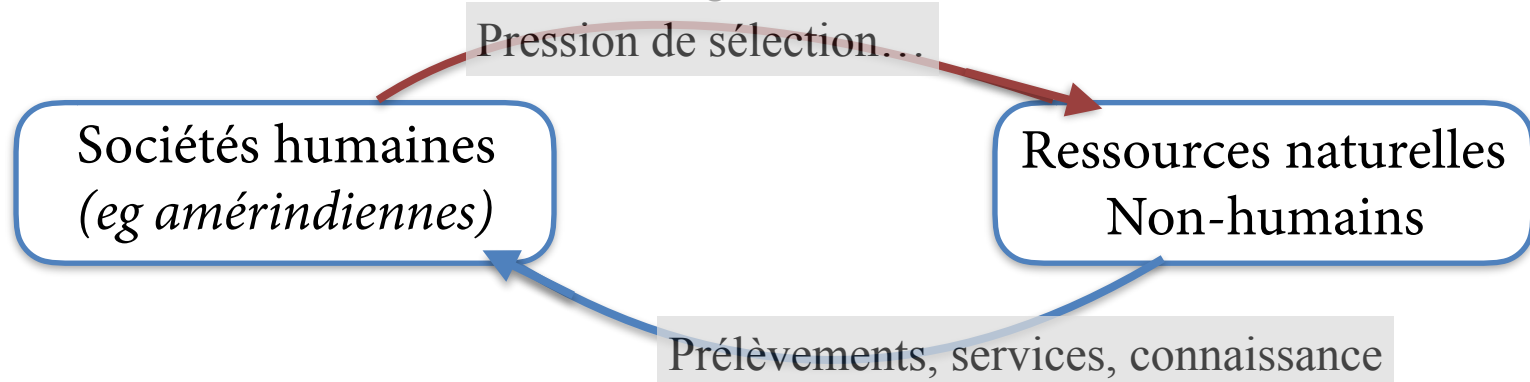
Et **les sciences de la nature constituent dès lors les organes sensoriels de la politique** »

**Dominique Bourg**, 2 janv. 2016. Les sciences naturelles sont-elles révolutionnaires ?  
<http://sciences-critiques.fr/les-sciences-naturelles-sont-elles-revolutionnaires/>

# Philippe Descola :

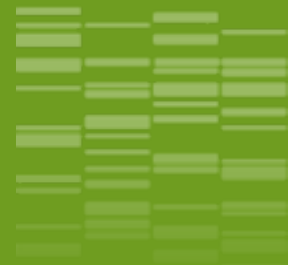
## adaptation, co-évolution et Anthropocène

les humains participent évidemment de façon active à la production même des facteurs environnementaux qui affectent leur existence et, dans la très grande majorité des cas, sans en être conscients et dans la très longue durée



Avec l'**Anthropocène**, [...] ce qui s'était opéré de façon non intentionnelle, dans l'essentiel des cas, et sur une échelle de temps pluri-millénaire, nous apparaît soudain [...] comme **réclamant une action volontariste à mener dans des délais très courts**

notre destinée **ne se résume pas à un face-à-face**, plus ou moins hostile ou plus ou moins bienveillant, **entre l'homme et la nature**, ainsi que la tradition naturaliste nous avait portés à le croire, mais que cette destinée est entièrement dépendante des **milliards d'interactions et de rétroactions** par lesquelles **nous engendrons**, au quotidien, **les conditions environnementales nous permettant d'habiter** la Terre



# 2

## **Adaptation et atténuation : des voies de diversification sous incertitude, pour rechercher performance et flexibilité**

# Planter des matériels forestiers de reproduction produits en vergers à graines peut offrir un meilleur brassage de la diversité génétique initiale



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

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

**Source : Catherine Bastien**

## Diversité allélique

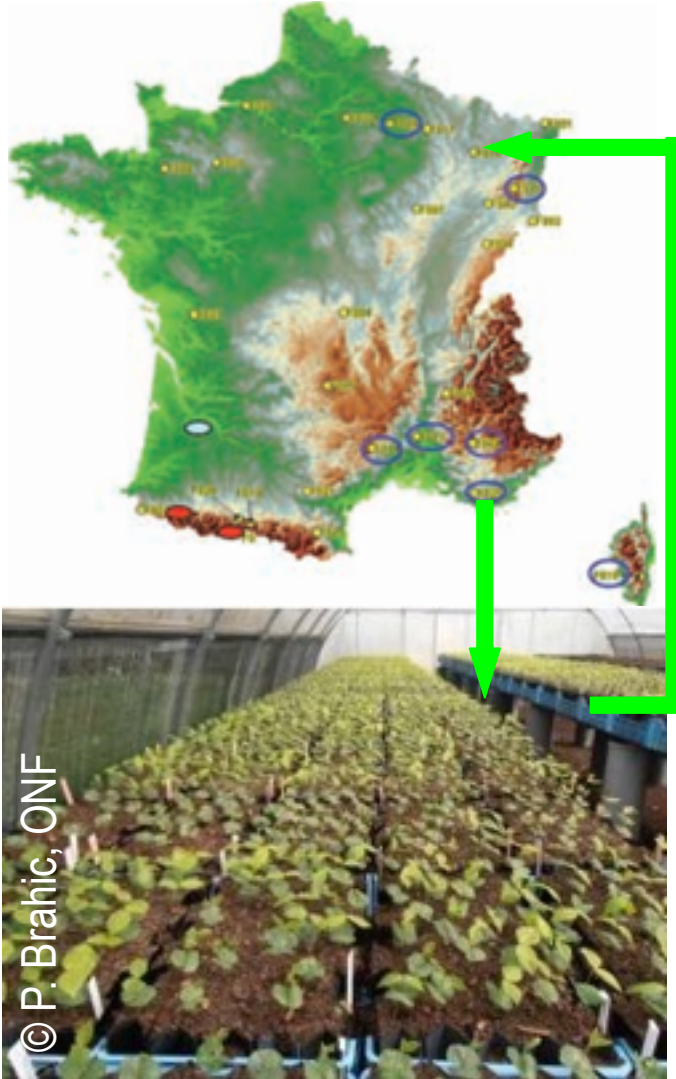
<i>Mode de régénération</i>	<i>Nb allèles SPAC 7.14</i>	<i>Nb allèles SPAC 12.5</i>	<i>déficit en hétérozygotes</i>
Régénération naturelle (après tempête)	<b>19 + 5</b>	<b>12 + 3</b>	<b>0,282</b>
Vergers à graines	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>0,074</b>

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 forte contrainte sécheresse  
(arboretum d'élimination de Caneiret, Estérel)**



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

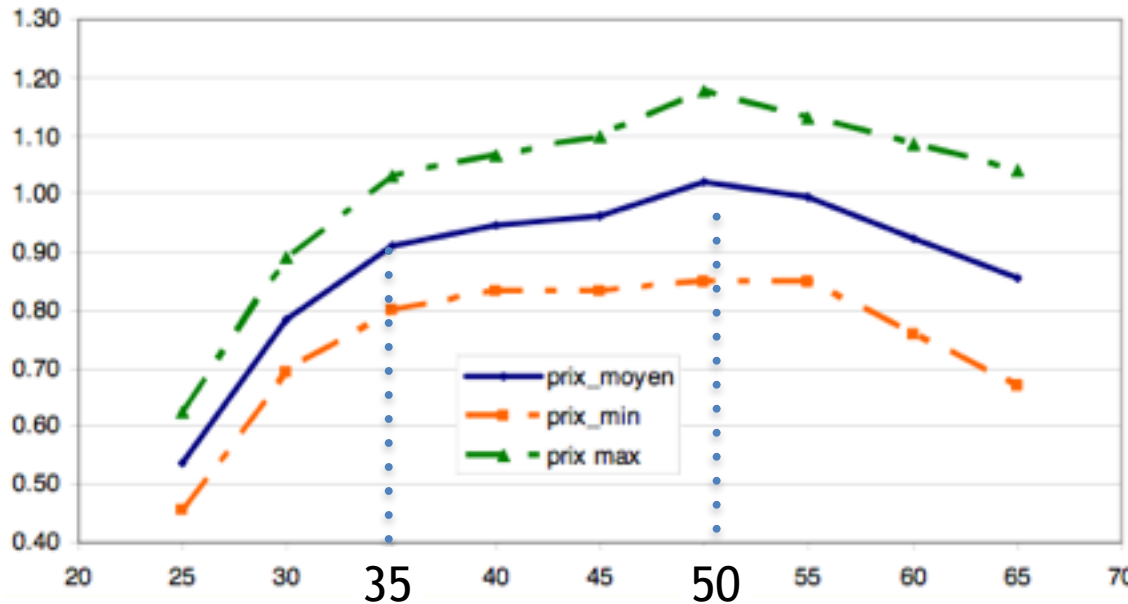
**Améliorer les flux de carbone / hectare :  
créer et utiliser des variétés améliorées  
(la productivité n'est plus secondaire)**

**Test de clones de peuplier  
pour TCR**

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

# Exemple de co-adaptation forêt-industries : raccourcir les révolutions

Prix de vente/m<sup>3</sup> (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

# 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

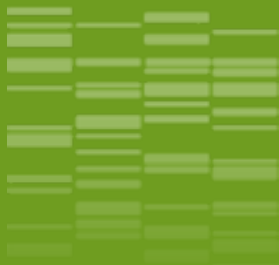
Natural  
reserve

Example : diversify rotation ages in Beech management

Improve resilience  
through :

...genetic  
res. mgt

...prevent  
abiotic  
damages



« La bioéconomie suppose une *anthropisation réussie* de la biosphère »  
(Michel Griffon, 5 mai 2015, restitution prospective UE SCAR-4)

# 3

**Intensification écologique :  
cycles couplés de matière/énergie/information,  
action assumée de l'homme (gérer, apprendre  
par le contrôle et la science, corriger)**

# Bioéconomie : circularité



# LE PROJET FORÊT-BOIS pour la France

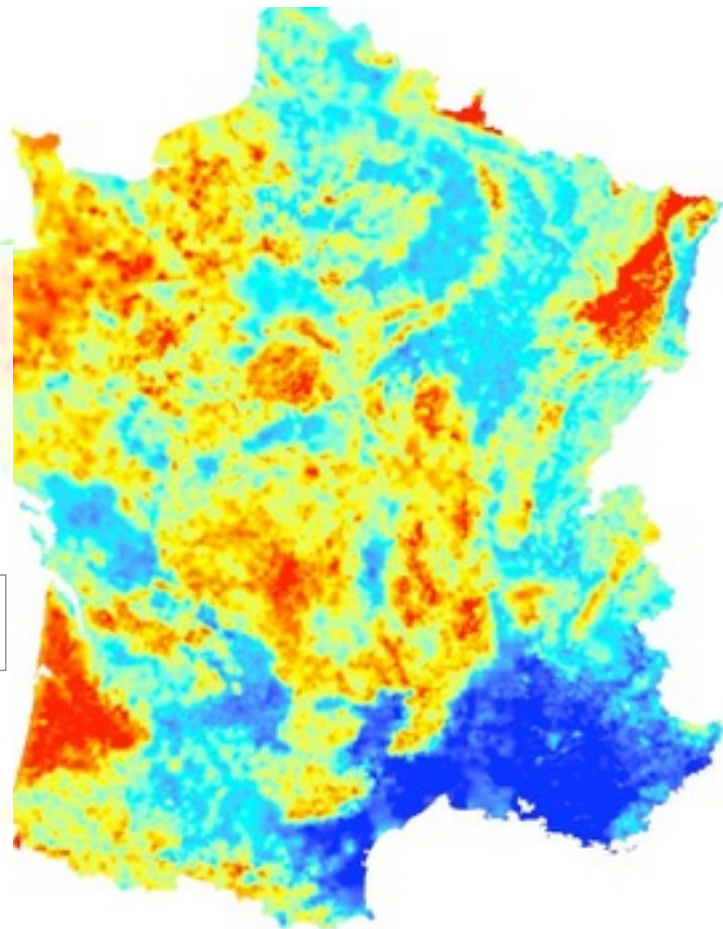
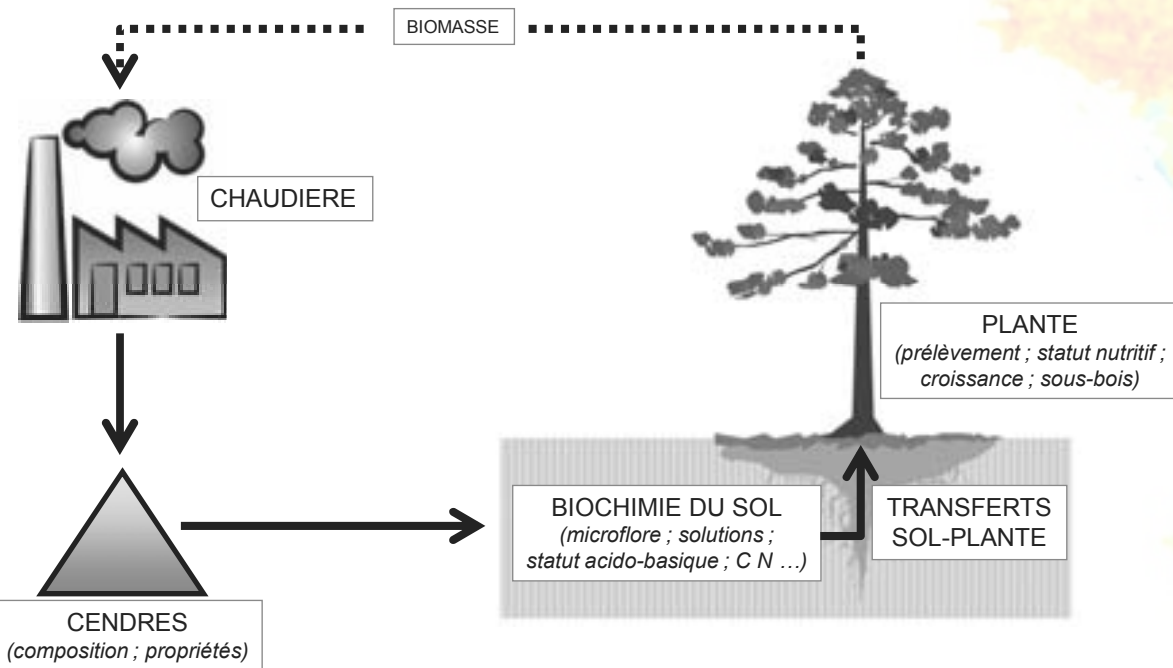
France Bois Forêt (FBF) et France Bois Industries Entreprises (FBIE) sont à l'initiative du



Illustration: Kevin Jacquot

# Recycler vers la forêt les nutriments exportés, stratégies possibles de flux calcaire → acide

## Restitution ou recyclage des cendres de chaufferie



Carte de France du pH des sols forestiers, échelle 1km, ©IFN, LERFoB

Source : Augusto et al. (2014) - Les intrants sont-ils nécessaires pour développer durablement la fonction de production ?



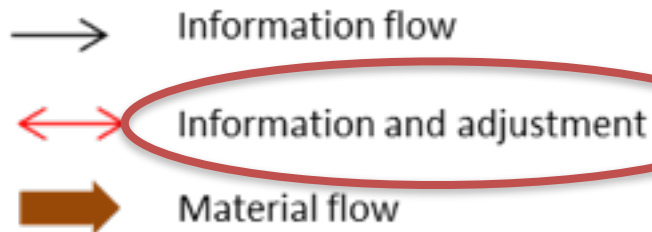
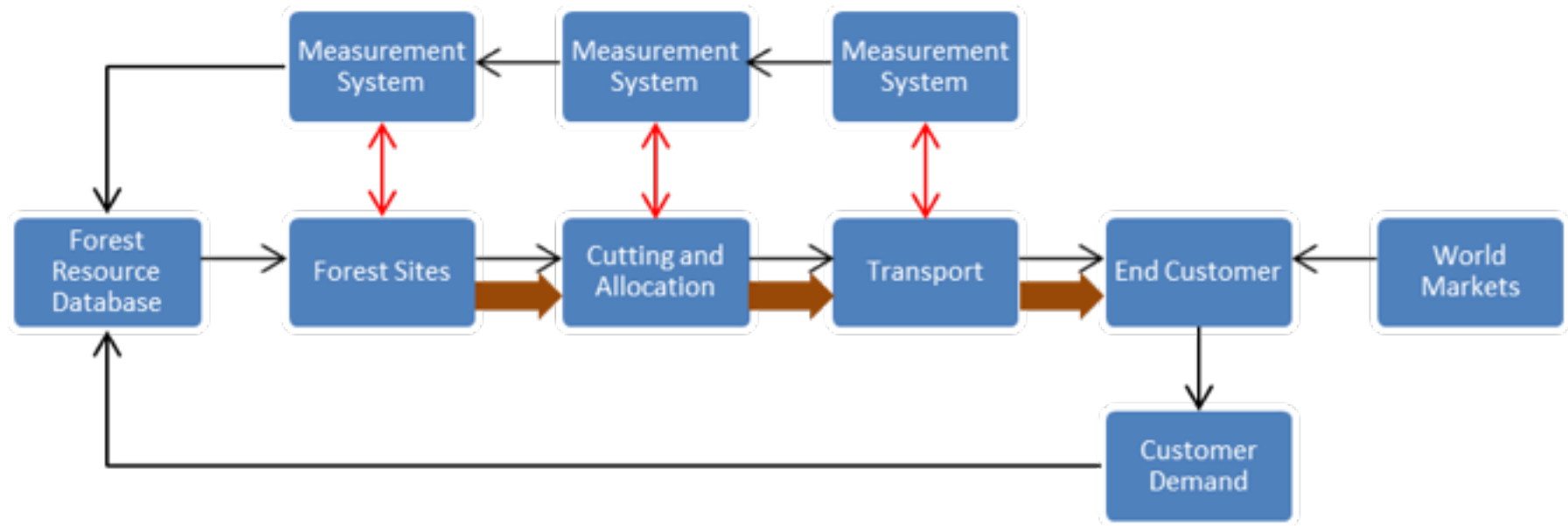
# Chez nos voisins : les amendements, pratique & indicateur écologique de gestion durable

## Objectifs stratégiques du ForstBW, Dimension Écologique

Source : Martin Strittmatter (Directeur forestier du Land Bade-Wurtemberg), 7 mars 2011 (colloque ONF)

Objectif	Indicateur	Valeur 2009	Cible 2020
<b>Récolte durable</b> Le potentiel de récolte durable est celui fixé par les aménagements forestiers	Rapport entre récolte constatée et le potentiel	1,0	1,0
<b>Une sylviculture proche de la nature</b> Ce concept est basé sur les connaissances scientifiques actuelles concernant le changement climatique et sur la prise en compte des exigences sociétales	Mélanges d'essences naturels ou proches du naturel (classification de l'inventaire forestier) en % de la surface	55 %	57 %
	% de la surface où la régénération est proche du « potentiel » naturel Régénération naturelle ou assistée en % de la surface	68 %	70 %
<b>Protection du sol</b> Maintien sur le long terme de toutes les fonctionnalités du sol	Amendement calcaire (ha/an)	4.511 ha	4.800 ha
<b>Biodiversité</b> La diversité des habitats et des espèces associées est garantie	Îlots de sénescence, réserves biologiques, réserves forestières et zones centrales des réserves de biosphère	9.303 ha	24.500 ha
<b>Équilibre forêt-gibier</b> Le niveau des populations de gibier ne compromettent pas la régénération naturelle	% des territoires de chasse dans lesquels la régénération naturelle est impossible sans protection	Sapin: 7 % Chêne: 16 %	Sapin: 2 % Chêne: 10 %
<b>Protection du climat</b> La gestion forestière contribue à la protection du climat	Bilan Carbone	À calculer	A déterminer à partir de la valeur initiale
<b>Une production précautionneuse de l'environnement</b> Des moyens et des procédés de production précautionneux de l'environnement sont mis en oeuvre et développés	Dégâts aux peuplements [%]	17 %	< 17 %

# Chaîne logistique intégrée : meilleur usage de l'information liée au process de production



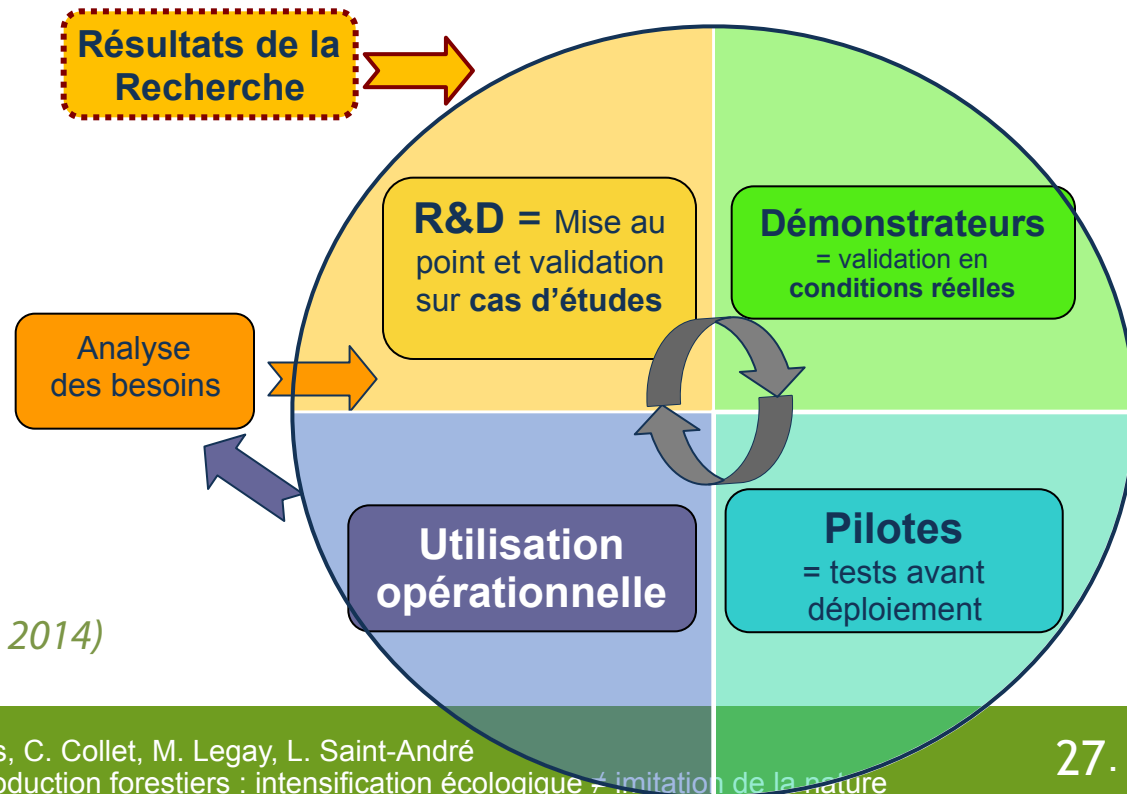
***Ajustement-régulation : attribut important des systèmes écologiques***

Source : Barry Gardiner (25/1/2015)

# Modèle d'innovation par boucle d'apprentissage



- ❖ **Dépasser le modèle de transfert linéaire** inauguré avec la plate-forme CAPSIS :
  - Transférer des méthodes et plus seulement des connaissances - le cas de la télédétection
  - Vérifier la robustesse
  - Valider en contexte opérationnel
  - Modes opératoires, outils...



Source : ONF (Anne Jolly & Myriam Legay, 2014)

# Conclusions

- ❖ Transition dans la gestion durable & enjeux climatiques :
  - ❖ détecter/analyser dommages, anticiper des **crises** macro-
  - ❖ **utiliser** de + en + les forêts existantes et **planter**
  - ❖ réduire coûts de transaction (intégration, **contractualisation**)
  - ❖ optimiser l'**usage global** des fibres et de l'énergie
  - ❖ sols forestiers : **usage + ciblé & + efficace**
- ❖ Quelles questions soulève l'intensification écologique ?
  - ❖ cycles imbriqués écosystèmes-artefacts urbains : **précaution**
  - ❖ **gérer ensemble** risques climatiques & impacts des pratiques
  - ❖ **information & planification** : renseigner, contrôler, corriger, diversifier, arbitrer ; optimisation et viabilité
  - ❖ articuler **résiliences** écologique & socio-org. (multi-échelle)

谢谢你的关注  
Obrigado  
Thank you  
Merci



CHERCHEURS EN FORÊTS / N° SPÉCIAL D'ARCHORALES



« La bioéconomie suppose une anthropisation réussie de la biosphère »  
(Michel Griffon, 5 mai 2015, restitution prospective UE SCAR-4)

# SOMMAIRE

## 2 ÉDITO

LES TÉMOIGNAGES ARCHORALES :  
DES MATÉRIEAUX POUR L'HISTOIRE DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE À L'INRA

## CHRONOLOGIE, STRATÉGIES & HISTOIRE COLLECTIVE

### 8 AUX ORIGINES DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE

### 14 LES RECHERCHES FORESTIÈRES À L'INRA : ACQUIS, ÉVOLUTIONS ET DÉFIS

### 22 REPÈRES :

- 1- Histoire de la recherche forestière en France
- 2- Chefs de départements forêts de l'inra
- 3- Le département Écologie des Forêts, Prairies et Milieux aquatiques
- 4- Évolution des effectifs de recherches forestières à l'inra de 1964 à 2013

### 3 TÉMOIGNAGES D'ANCIENS CHEFS DU DÉPARTEMENT DE RECHERCHES FORESTIÈRES

26 PIERRE BOUVAREL

42 JEAN-FRANÇOIS LACAZE

54 YVES BIROT

## TÉMOIGNAGES & MÉTIERS

### 68 L'INTÉGRATION DE LA RECHERCHE FORESTIÈRE À L'INRA AU TRAVERS DES TÉMOIGNAGES DE LA MISSION ARCHORALES

### 82 REPÈRES :

- 1- Archorales et la thématique de la recherche forestière : discours de la méthode

### 10 TÉMOIGNAGES EN RECHERCHES FORESTIÈRES

86 MICHEL ARBEZ

98 NOËL DECOURT

112 BRIGITTE LUNG-ESCAVANT

122 CLAUDE MILLIER

132 GINETTE PINÉDA

136 GUY ROUSSEL

144 JEAN-PAUL MAUGE

150 GEORGES ILLY

160 FRANÇOIS LE TACON

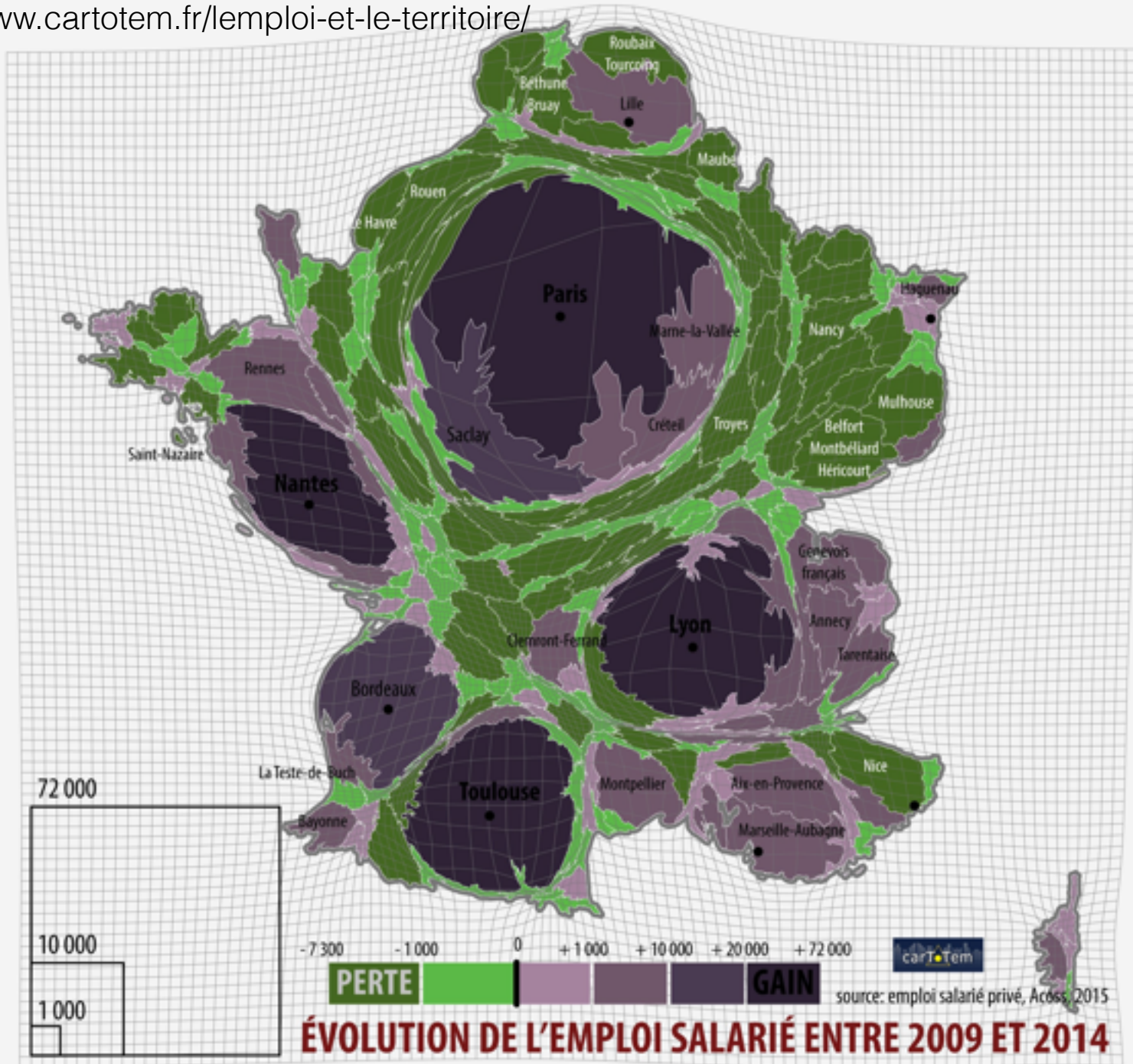
170 JEAN PINON



# 6

## Annexes

via  
**André Torre**  
@TorreAndr

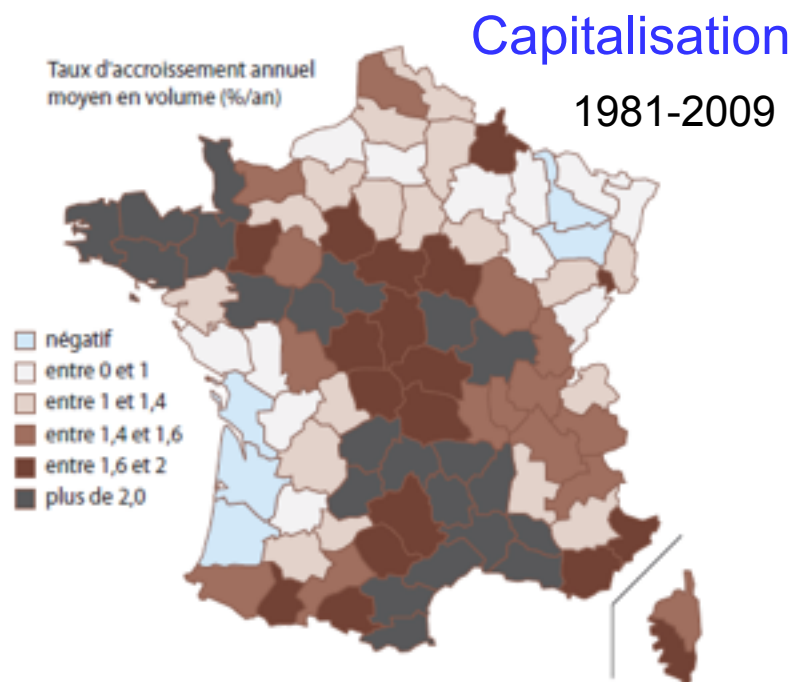


# DES RESSOURCES NOUVELLES DANS DES RÉGIONS AUTREFOIS NON FORESTIÈRES

## Des nouvelles ressources plutôt :

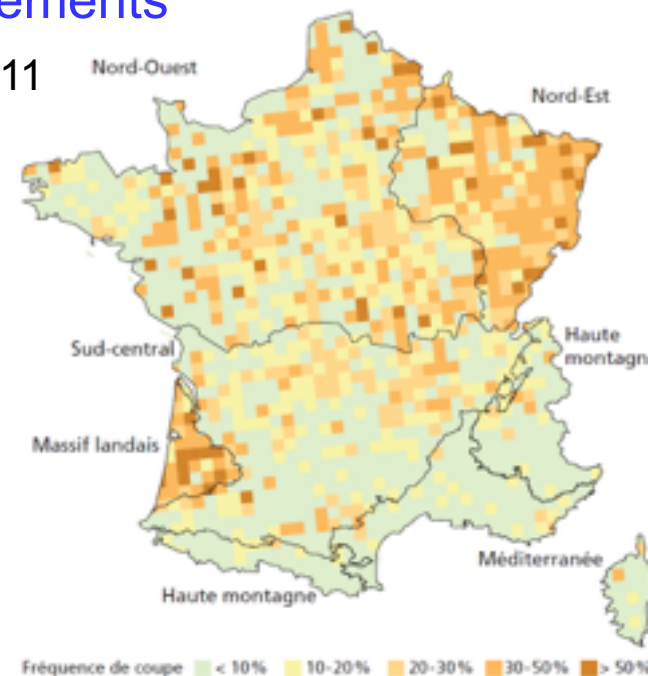
- Feuillues > résineuses
- Forêts privées > collectivités > domaniales
- Régions autrefois non forestières

Source: IGN (1/12/2015)



### Prélèvements

2005-2011



Merci à J.C. Hervé (déc., 2015)



# Bien sûr, les cycles de la nature ne fournissent pas que des services écosystémiques...

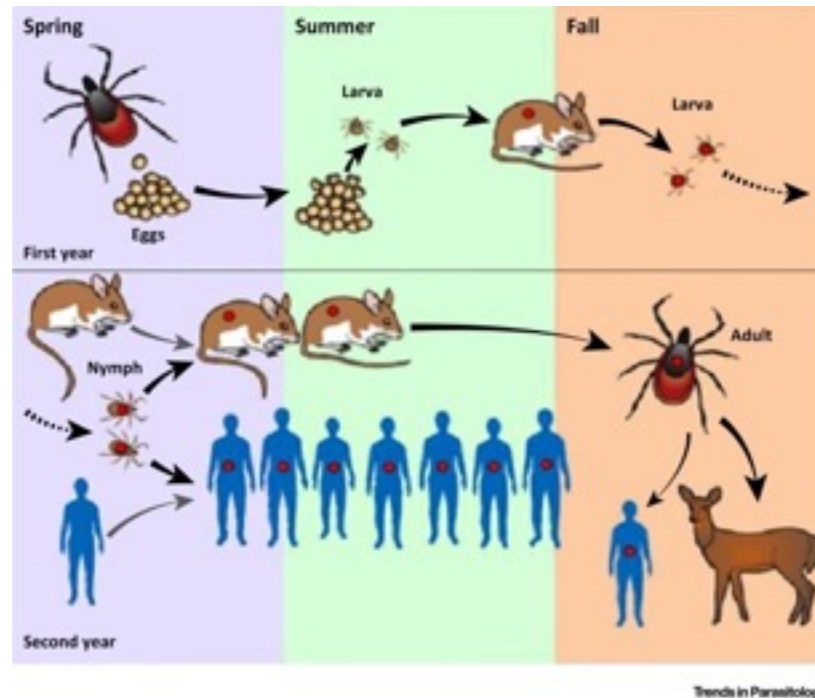


Figure 3. The Enzootic Cycles of *Borrelia burgdorferi* and *Babesia microti* in the Northeast and Upper Midwest of the USA. *Ixodes scapularis* ticks undergo a three-stage life cycle. Adult female ticks lay eggs in the spring (first year, top-left panel). Although ...

Maria A. Diuk-Wasser, Edouard Vannier, Peter J. Krause. Coinfection by *Ixodes* Tick-Borne Pathogens: Ecological, Epidemiological, and Clinical Consequences. Trends in Parasitology, Volume 32, Issue 1, 2016, 30–42, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pt.2015.09.008>

# 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>