



HAL
open science

Rôle des modèles de simulation dans la transformation des pratiques de gestion forestière liée aux enjeux climatiques

Jean-François Dhôte, Jean-Charles Bastien, Alice Roux, Brigitte Musch, Philippe Dreyfus, Christine Deleuze

► To cite this version:

Jean-François Dhôte, Jean-Charles Bastien, Alice Roux, Brigitte Musch, Philippe Dreyfus, et al.. Rôle des modèles de simulation dans la transformation des pratiques de gestion forestière liée aux enjeux climatiques. Réunion annuelle CAQSI, Mar 2017, Bordeaux, France. <hal-03544637>

HAL Id: hal-03544637

<https://hal.inrae.fr/hal-03544637v1>

Submitted on 26 Jan 2022

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



Rôle des modèles de simulation dans la transformation des pratiques de gestion forestière liée aux enjeux climatiques



Jean-François Dhôte, Jean-Charles Bastien, Alice Roux (INRA),
Brigitte Musch, Philippe Dreyfus & Christine Deleuze (ONF)

Objectifs de la présentation

- ❖ Arrière-plan, le caractère structurant des enjeux climatiques :
 - ❖ adaptation de la sylviculture, des aménagements, refonte **planification**
 - ❖ prévention des risques & sécurisation des services écosystémiques
 - ❖ **fournir la demande mondiale** : un défi énorme pour la filière
 - ❖ progression rapide du taux de récolte, logistique
 - ❖ calcul des contrats d'approvisionnement, installation d'usines
- ❖ Outiller une profonde transformation des pratiques de gestion :
 - ❖ formaliser/stimuler une planification **multi-échelle effective** des ressources forestières (parcelle, massif aménagé, entreprise)
 - ❖ **multiplication des options**/itinéraires : monitoring, prédiction spatialisée, simulation sous incertitude, optimisation, standardisation
 - ❖ concevoir pour **un dialogue multiple** : acteurs & ≠ parties prenantes (industriels, collectivités, chasseurs, riverains, naturalistes, récréatifs)

Point-étape après 2 années de concertation...

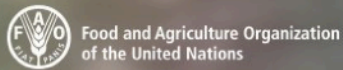
- ❖ ...avec des publics très variés :
 - ❖ conférences internationales pré-COP21 (Chine, Brésil)
 - ❖ groupes de w multi-acteurs du PNFB, réseau SEHS d'ECOFOR
 - ❖ industriels : FNB, Coops, COPACEL
 - ❖ COURS « *Gestion des ressources forestières et changement climatique : adaptation, atténuation, performance industrielle* », AgroParisTech-Master FAGE, annuel depuis 2013
 - ❖ étude INRA-IGN pour le MAAF « Leviers forestiers », juil. 2015-avr. 2017
 - ❖ AG Communes Forestières du Doubs, 19 nov. 2016
 - ❖ séminaire INRA « Quels MFR pour demain ? », Orléans, 23 nov. 2016
 - ❖ Form° AgroParisTech Executive « Forêt & CC » pour les experts forestiers, 26 janv. 2017
 - ❖ séminaire projet PSDR Défiforbois, région Centre, 3 fév. 2017
 - ❖ audition CGAAER, 8 février 2017
 - ❖ Journée Recherche IGN, 23 mars 2017
 - ❖ Académies (technologies, agriculture) : mars & oct. 2015, nov. 2016
 - ❖ +++ **#RIFB 2025**

Résumé des épisodes précédents : quelques « vaches sacrées » à bousculer (cf PNFB)

- ❖ Spécial dédicace :
 - ❖ **nous manquons de bois-mort**
(qui héberge 25% de la biodiversité...)
 - ❖ sylviculture proche de la nature, *Nature-Based Solutions*
- ❖ Représentations dominantes, constituant des verrous :
 1. les forestiers sont des nuisibles (/ insuffisance de gestion)
 2. viser le haut de gamme partout (/ gisement d'usages/qualité 2aire)
 3. nous manquons de GB et TGB (/ c'est le recrutement qui fait défaut)
 4. régénération naturelle partout (/ on doit reconquérir la plantation)
 5. on ne peut rien faire avec les chasseurs [sourire las]
 6. haro sur les résineux (/ nous consommons à 85% des sciages résineux)
 7. splendide isolement de la forêt (/ secteur-clé de la bioéconomie)
 8. les industriels n'ont qu'à transformer ce que produisent les forestiers...

» FORESTS MATTER BECAUSE «
when managed sustainably
they stabilise our climate
and secure our future

#ForestsMatter
#ForestActionDay #COP22
www.fao.org/forestry/en



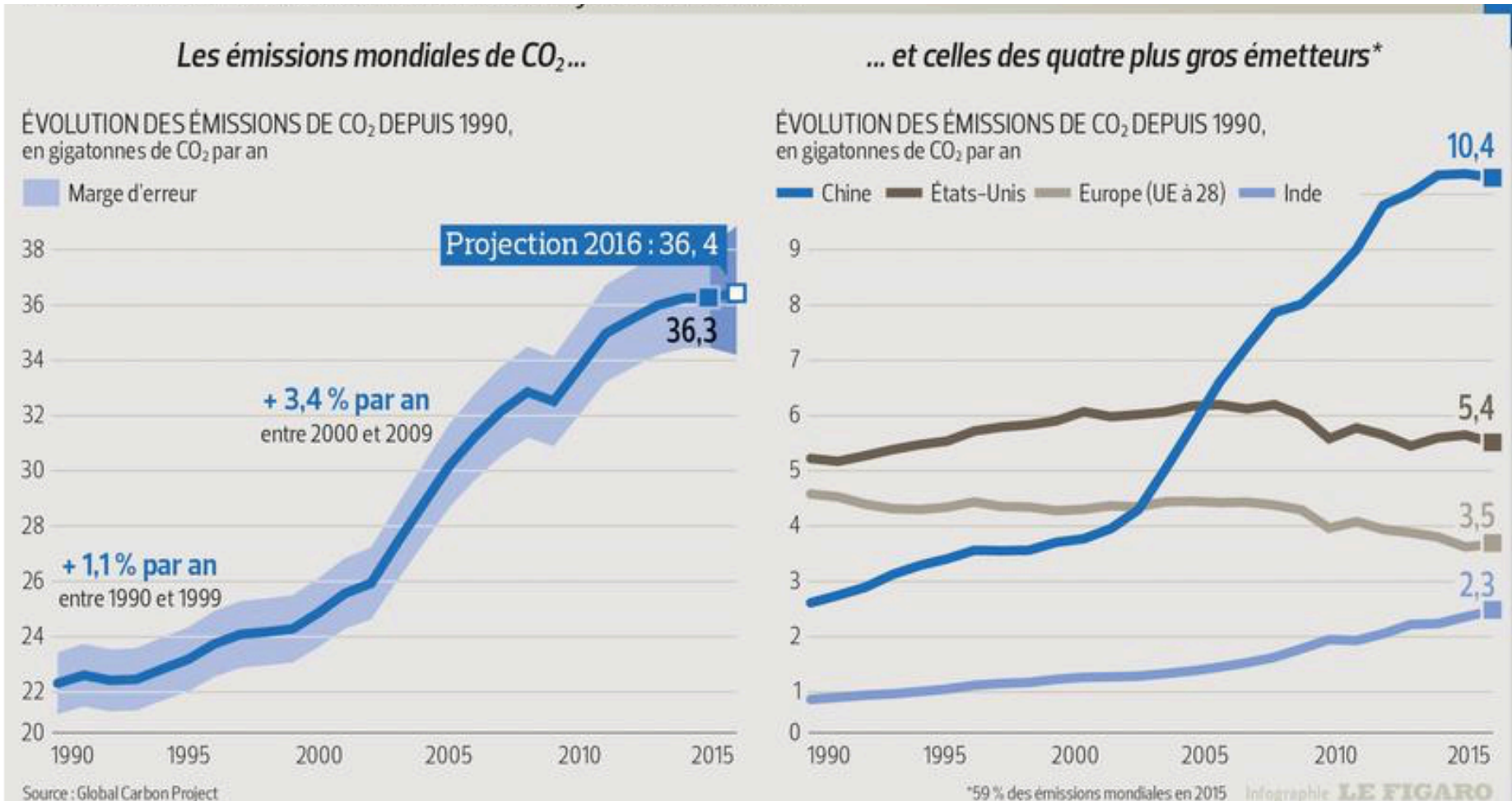
 **Kal Lintunen** @birdieviews · 7 nov. 2016
#ForestsMatter, when managed sustainably they stabilize our climate and secure our future #COP22 #ForestActionDay

  6  3

**Situer la forêt dans le
contexte des multiples transitions :
drivers climatiques, économiques, énergétiques,
bioéconomie et économie circulaire**

1

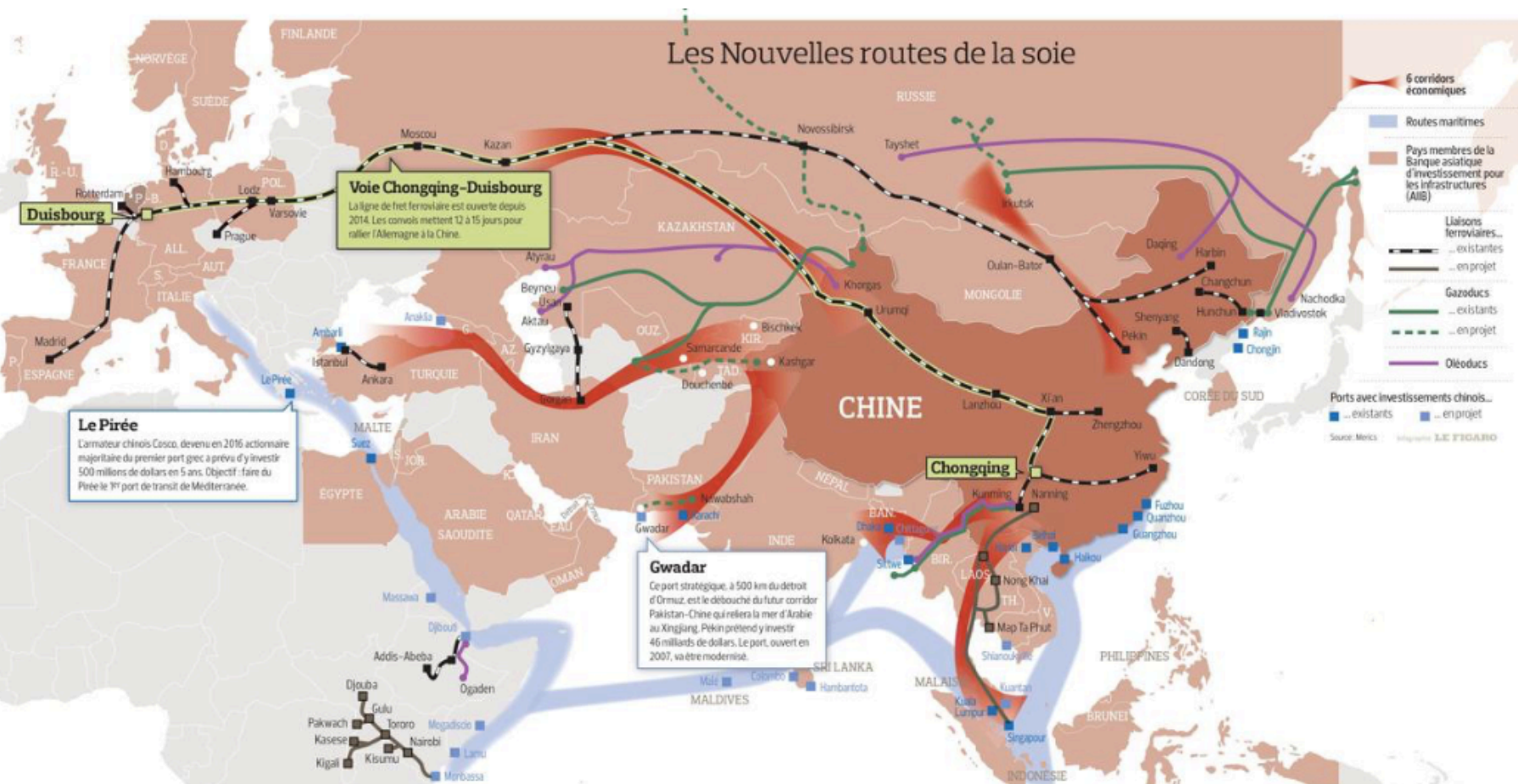
Depuis 1990, comment évoluent les émissions mondiales de CO₂ (principal gaz à effet de serre) ?



Europe : délocalisations
 Chine : charbon, circulation, croissance

— USA : > gaz de schistes
 — Inde : ??

Mondialisation : les nouvelles routes de la soie



Le Figaro, 17 janvier 2017 : Chongqing, la mégapole du Sichuan, relie directement l'Europe par le rail

'China freight train' in first trip to Barking

3 January 2017 | Business

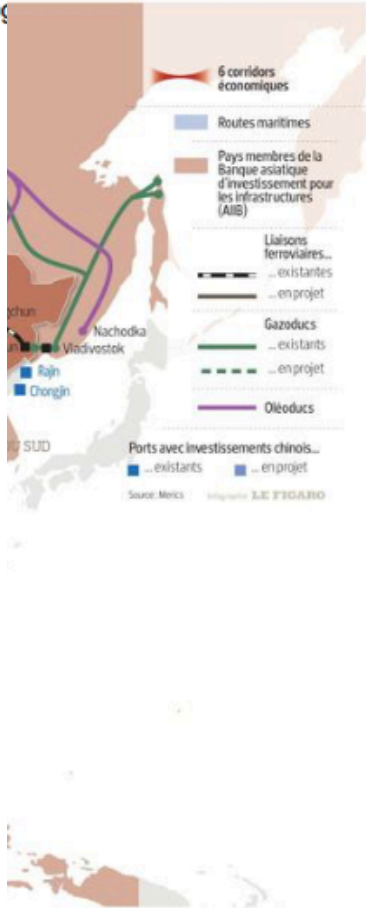
Share



GETTY IMAGES

The first freight train from China arrived in Hamburg in August 2013 after a 15 day journey

China has launched a direct rail freight service to London, as part of its drive to develop trade and investment ties with Europe.



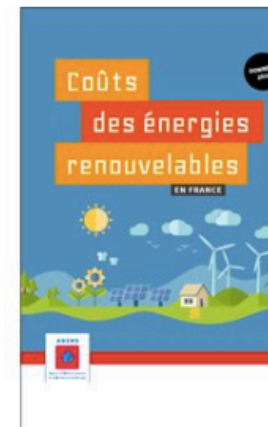
Le Figaro, 17 l'Europe par l'

directement

Le coût des énergies renouvelables en France

À l'occasion des Assises européennes de la transition énergétique, l'ADEME publie ce 25 janvier son étude « Coûts des énergies renouvelables en France » qui montre que les énergies renouvelables sont des filières de plus en plus compétitives pour les territoires.

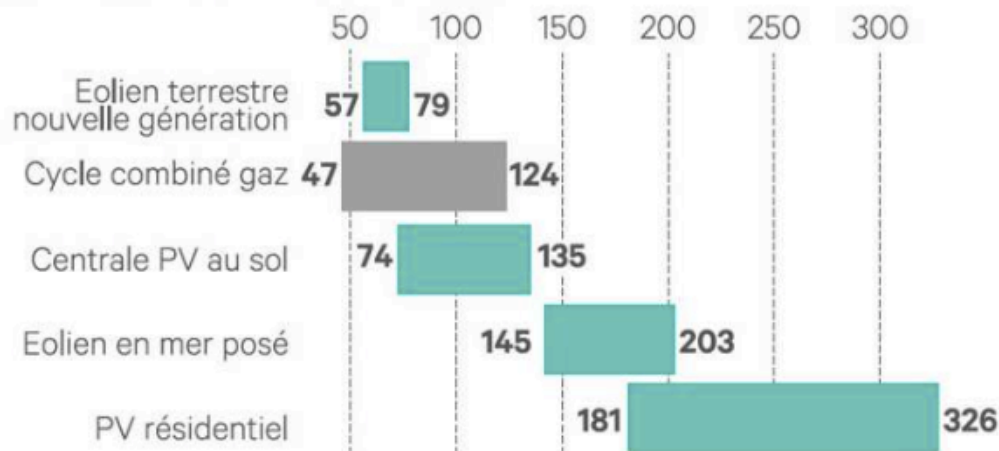
Mots-clés : ENR, ENERGIE SOLAIRE, BOIS ENERGIE, EOLIENNE



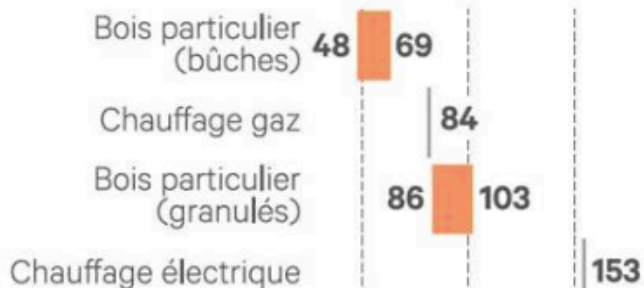
Coûts complets de production en France pour la production...

En euros/MWh

... d'électricité renouvelable



... de chaleur renouvelable



Les coûts relatifs des nouvelles énergies changent vite...
quid de la durabilité à long-terme de ces filières ?

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	
3	Li	Be																															10
11	Na	Mg																															Ne
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr															
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe															
55	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn															
87	Fr	Ra	Ac†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rq	Uub	Uut	Uuq	Uup	Lv	Uus	Uuo															

... while only few materials are recycled at scale

Lanthanides *	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	140.9077	144.24	(145)	150.36	151.964	157.25	158.9253	158.9253	162.50	164.9303	172.26	173.04	173.04	174.967
Actinides †	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	232.0381	231.0289	238.0289	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(261)	(262)	(262)

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

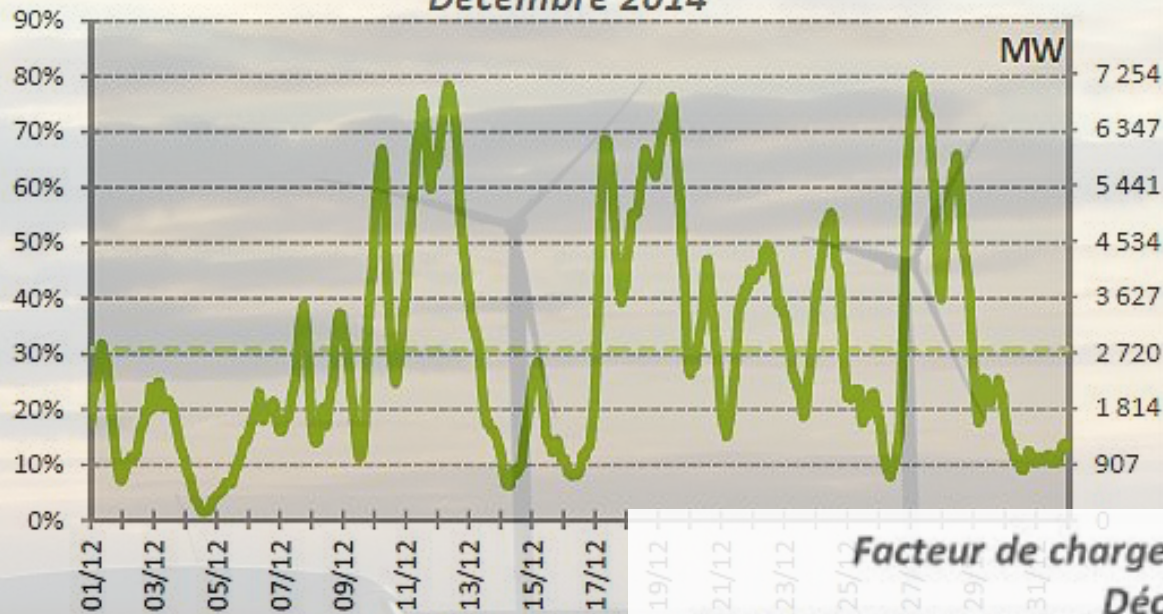
Current rates of recycling																																											
1	H																																									2	
3	Li	Be																																									10
11	Na	Mg																																									Ne
19	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																									
37	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																									
55	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																									
87	Fr	Ra	Ac†	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rq	Uub	Uut	Uuq	Uup	Lv	Uus	Uuo																									

From linear to circular economy: complexity management and modelling

dominique.luzeaux@polytechnique.org | 5/11/2014

http://www.mosim2014.org/sites/mosim2014.org/files/pdf/Pleni%C3%A9re_D.Luzeaux.pdf

Décembre 2014



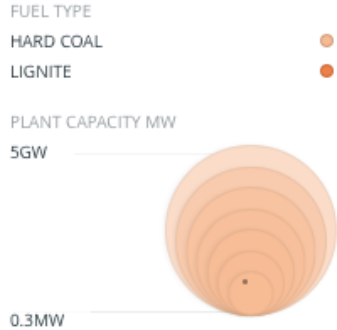
Facteur de charge de la production éolienne Décembre 2015



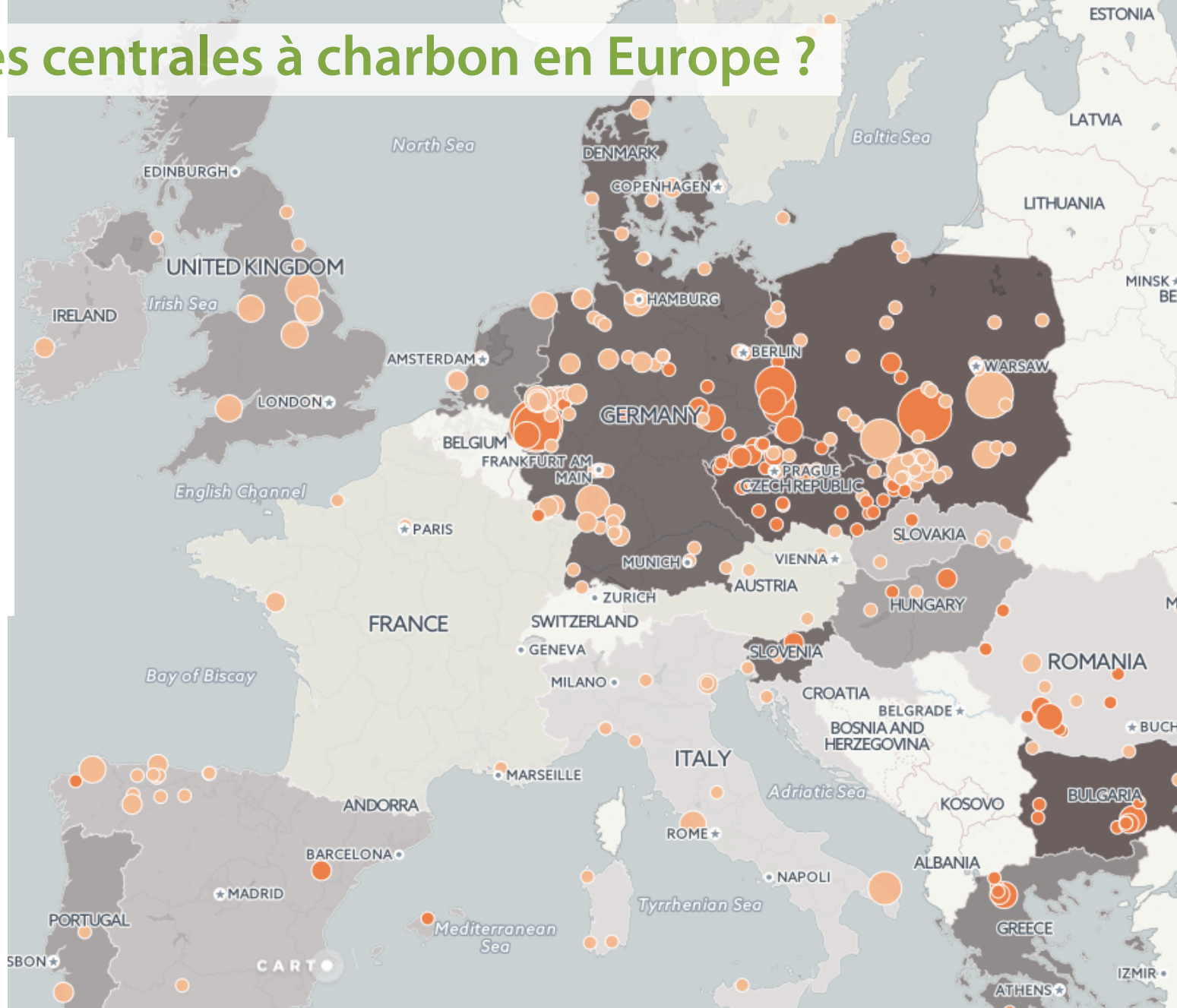
Intermittence éolien :
source S. Huet,
Blog Le Monde,
« Notes acides sur la
crise du jus (1) »

Où sont les centrales à charbon en Europe ?

Coal Power Plants in the EU



Coal Consumption Per Capita



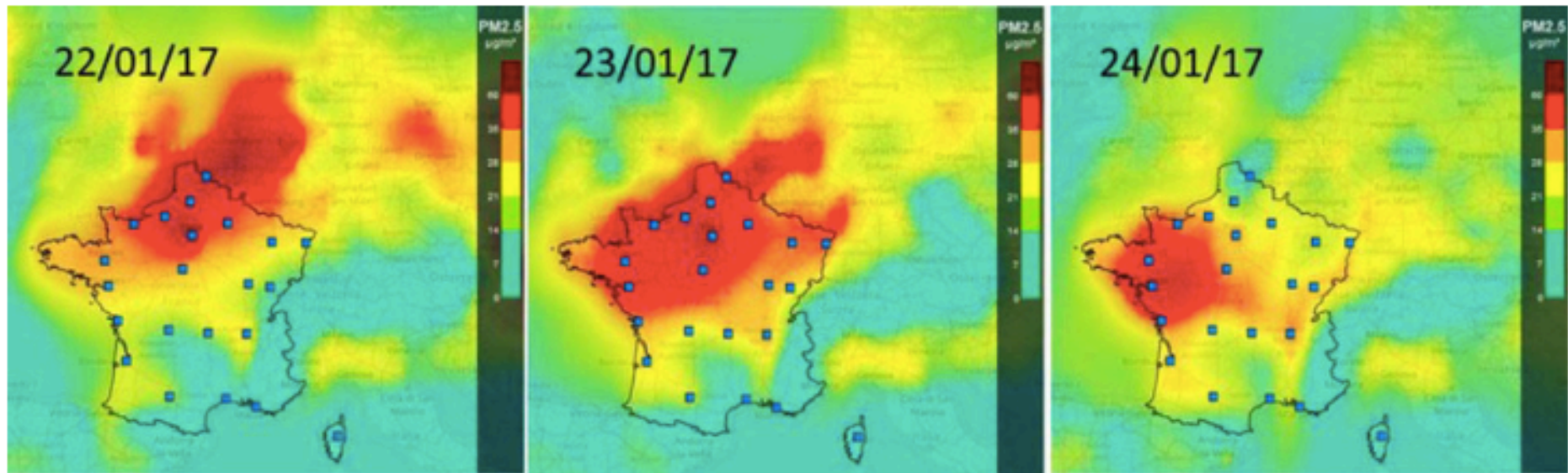
https://climateanalytics.carto.com/builder/639b754a-dcd1-11e6-810c-0e98b61680bf/embed?utm_content=buffer06133&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

La dépendance au charbon des autres pays européens nous concerne !

Pics de pollution aux particules fines : les détecter et les prévenir

6 février 2017, 23:13 CET

Rappel : vague de froid, vents de secteur nord-est



Évolution des concentrations de PM_{2,5} modélisées en janvier 2017 par Prevoir. Prevoir, CC BY-NC-ND

Source : Riffault, 2017

<https://theconversation.com/pics-de-pollution-aux-particules-fines-les-detecter-et-les-prevenir-72320>

Détail par filière de la production d'électricité française pour la journée du :

Mercredi 18 janvier 2017

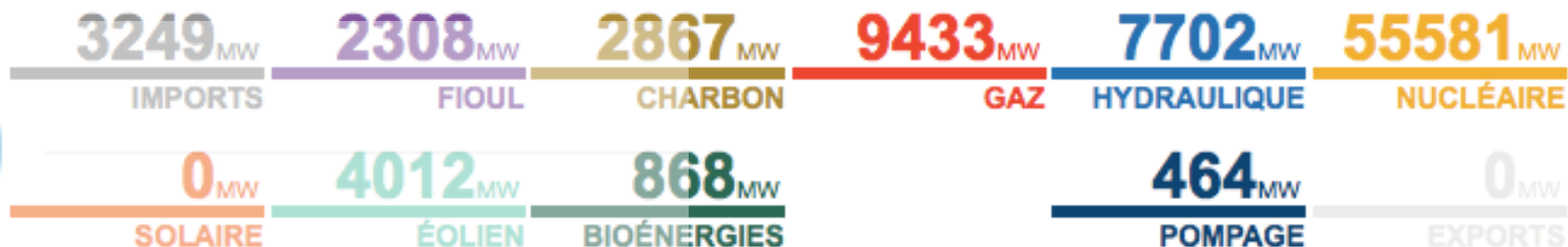
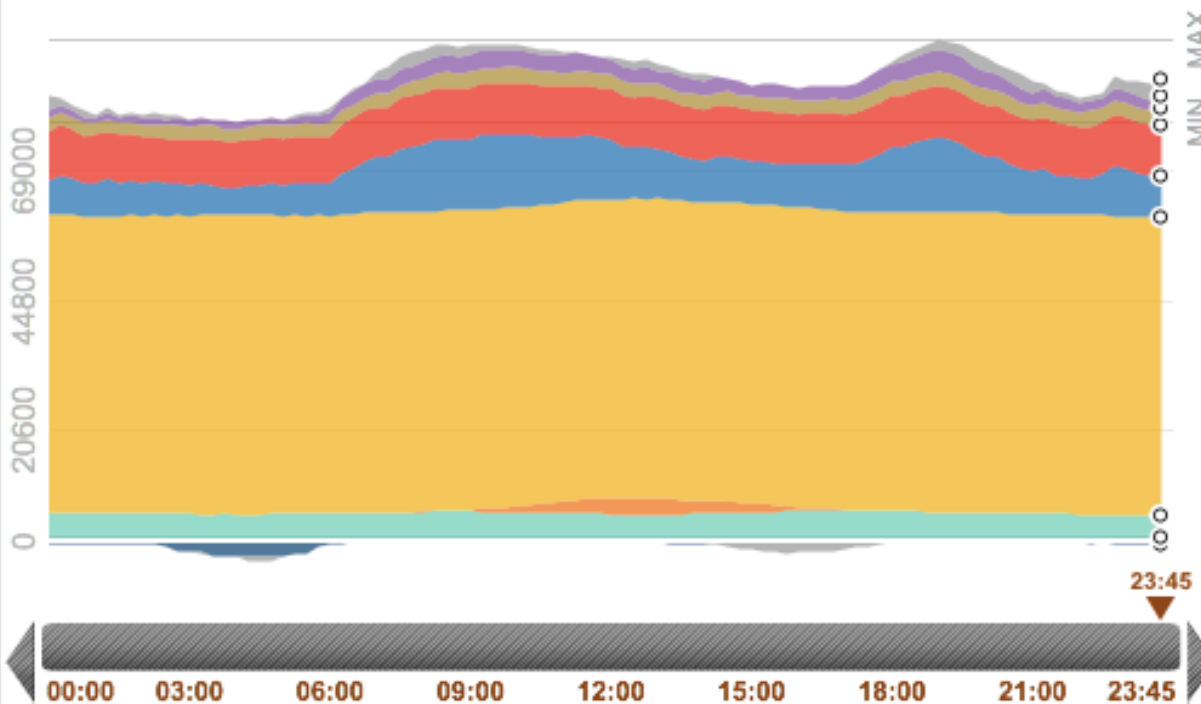


DONNÉES TEMPS RÉEL

MASQUER LA RÉPARTITION

MINIMUM

MAXIMUM



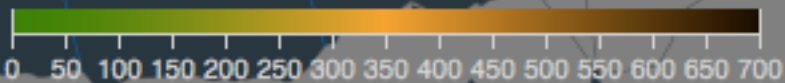
Bienvenue sur le site de RTE, Réseau de transport d'électricité

configurer réinitialiser

<http://www.rte-france.com/fr/eco2mix/eco2mix-mix-energetique>

20 janvier 2017 UTC+01:00
08:21

Carbon intensity
(gCO₂eq/kWh)

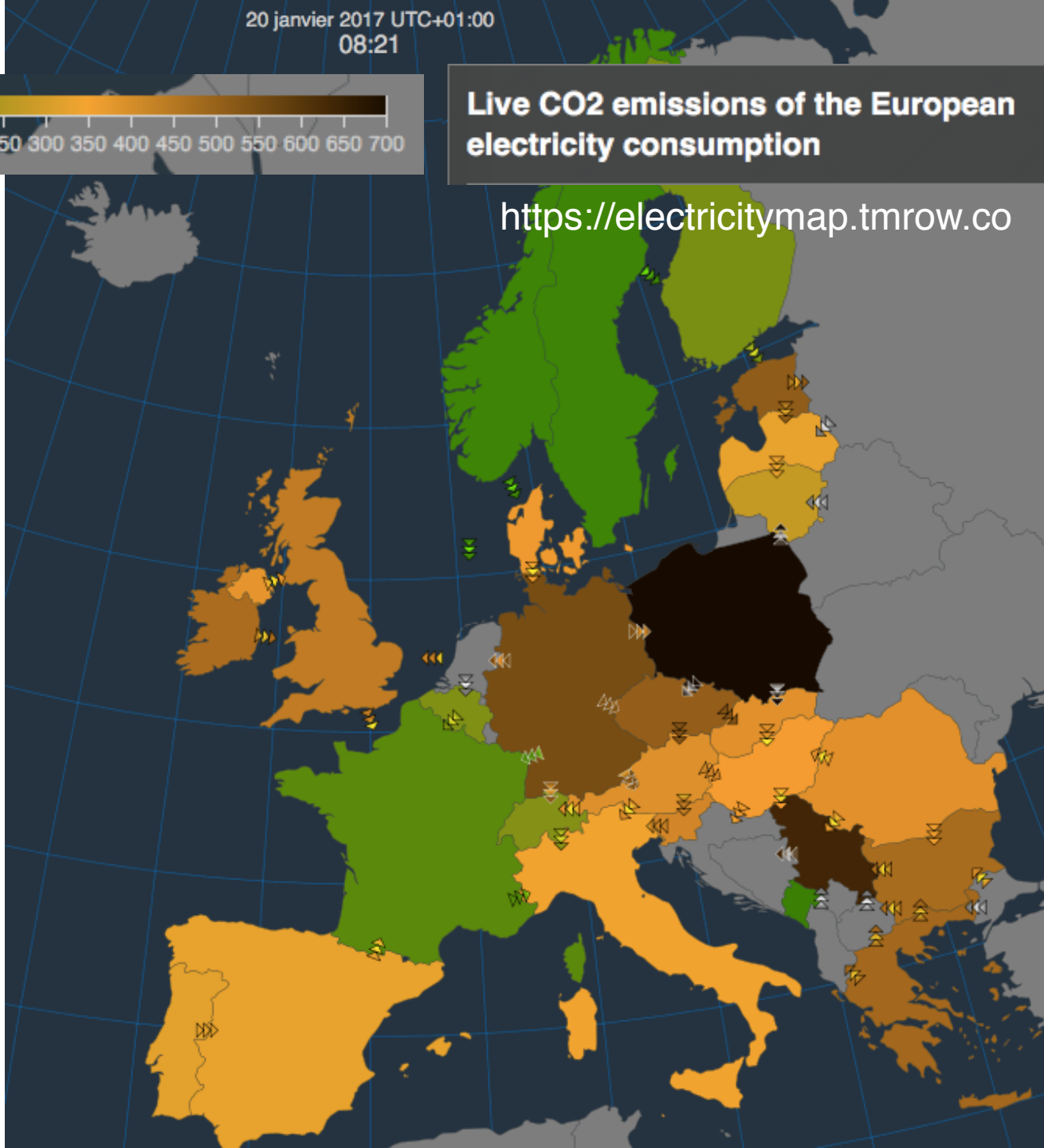


Live CO₂ emissions of the European electricity consumption

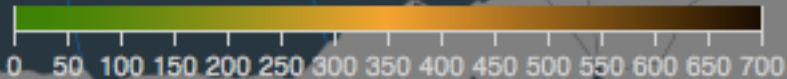
<https://electricitymap.tmrow.co>

gCO₂éq/MWh
(vendredi 20/1/2017, 8h31)

Norvège :	36
Suède :	59
France :	127
Suisse :	181
UK :	398
Allemagne :	547
Pologne :	732



Carbon intensity
(gCO₂eq/kWh)



Live CO₂ emissions of the European electricity consumption

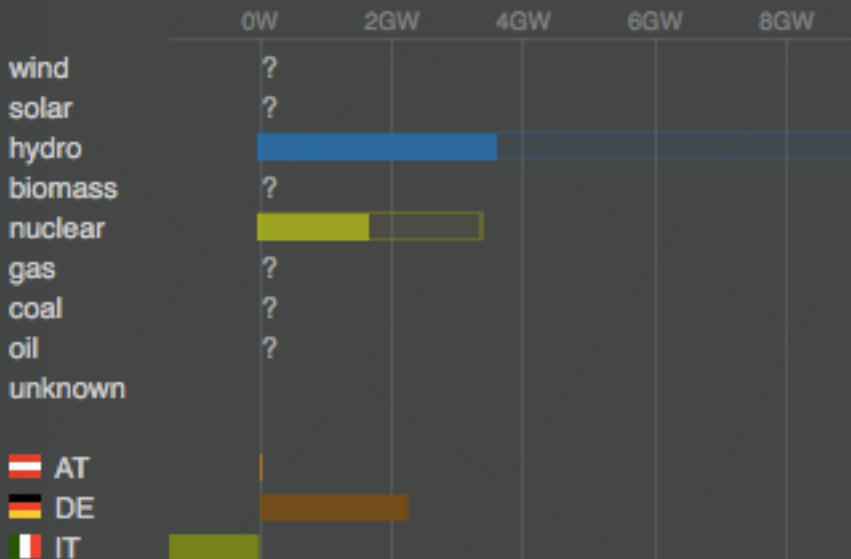
<https://electricitymap.tmrow.co>

Live CO₂ emissions of the European electricity consumption

+ CH (il y a 2 heures) [source]

Carbon intensity: 181 gCO₂eq/kWh

Electricity production (show emissions) by source:



Like the visualization? We would love to hear your feedback!

Found bugs or have ideas? Report them here.

This project is Open Source: contribute on GitHub.

gCO₂éq/MWh

(vendredi 20/1/2017, 8h31)

Norvège : 36

Suède : 59

France : 127

Suisse : 181

UK : 398

Allemagne : 547

Pologne : 732

Accueil > Publications > Bulletins > Pour changer le monde, décoloniser nos imaginaires > Le low tech, alternative à la fuite en avant technologique



NOUS SOMMES PARTI-E-S POUR LA **DÉCROISSANCE**

Bulletin, décembre 2016

Le low tech, alternative à la fuite en avant technologique

par Philippe Gauthier

Le mythe de l'innovation

Les grandes éoliennes (3-5 MW) peuvent être regardées comme une « fuite en avant technologique »

Le bois peut être regardé comme de l'énergie solaire stockée et flexible





2 Travailler sur les formes sensibles du dialogue multi-partenaire :

- bois comme commodité
- source d'emploi & de cohésion sociale
- opportunité de développement territorial

La bioéconomie va se substituer à tout notre univers technologique : le bois, propriétés & usages



comme matériau de construction :
massif, reconstitué et fibres

comme bioénergies
(Besançon Planoise)



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



Bioraffinerie
Tembec Tartas

Mieux valoriser nos forêts, créer de l'emploi diffus & non délocalisable en milieu rural

Faire le lien entre émotions, ancrage géographique-historique et modernité



Structure lamellé-collé :
Simonin Frères
(Montlebon, 25)

Noyers/Serein (89), habitat 16ème siècle



4 à 5 siècles de stockage du C & valorisation des feuillus dans la construction

Inscrire le bois dans une continuité historique
Donner du sens, de l'identité territoriale



Faire appel aux émotions, s'ancrer dans le temps & l'espace pour aborder en confiance l'inconnu (« catastrophes », « apocalypse »...)

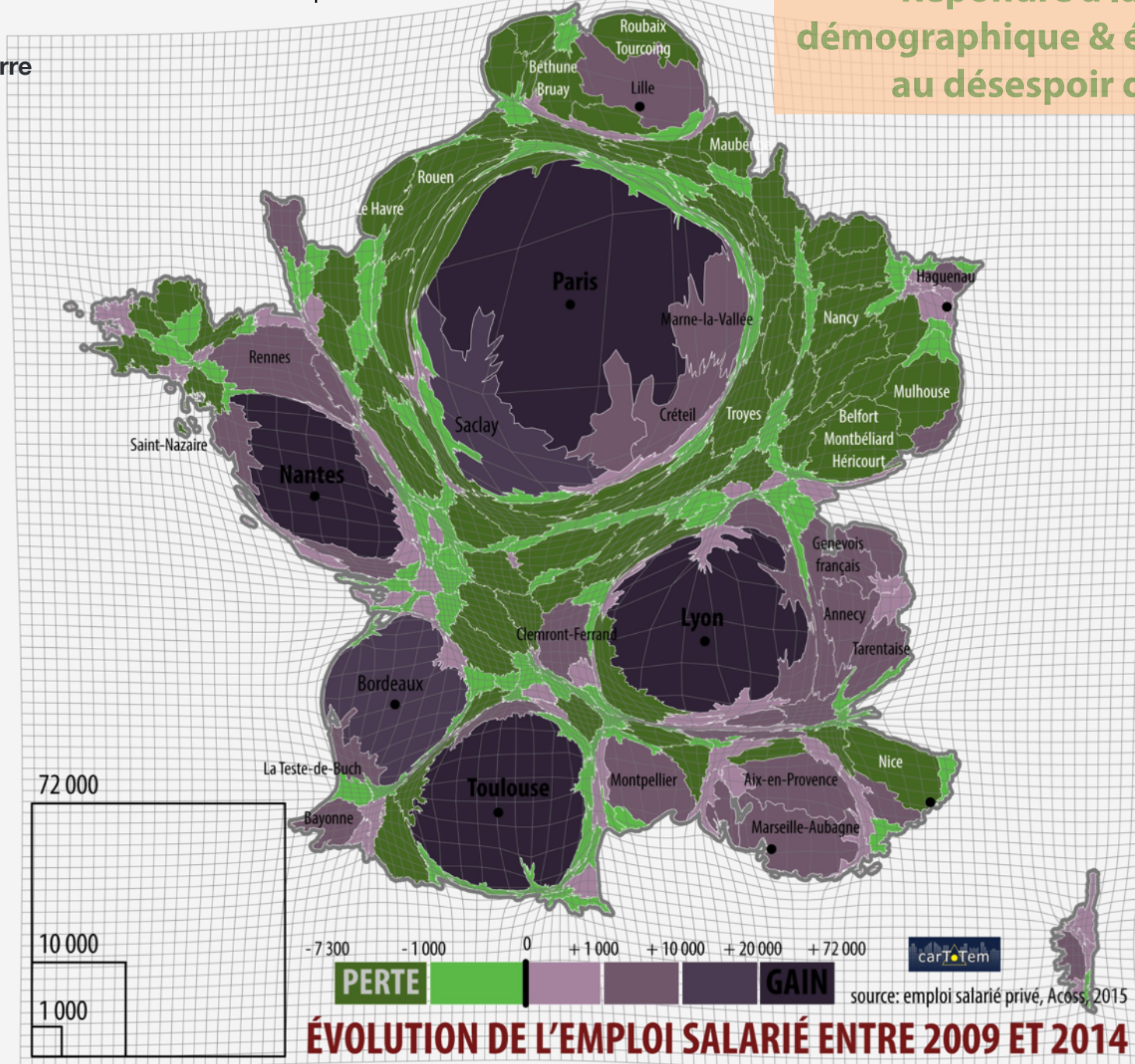
Outines (10), église à pans de bois, 1512



Lannion (22), Maison du Chapelier, 16ème

Répondre à la déshérence démographique & économique, au désespoir qu'elle induit

via
André Torre
@TorreAndr

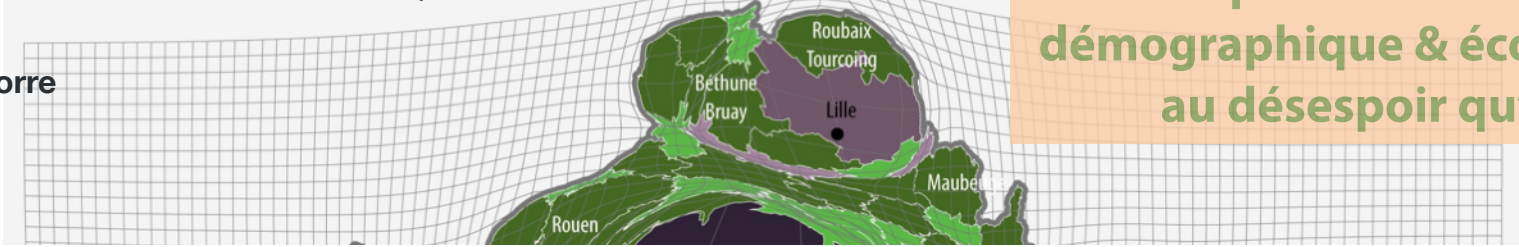


ÉVOLUTION DE L'EMPLOI SALARIÉ ENTRE 2009 ET 2014

<http://www.cartotem.fr/emploi-et-le-territoire/>

Répondre à la déshérence démographique & économique, au désespoir qu'elle induit

via
André Torre
@TorreAndr



FORINVEST BA
@FORINVESTBA



Abonné

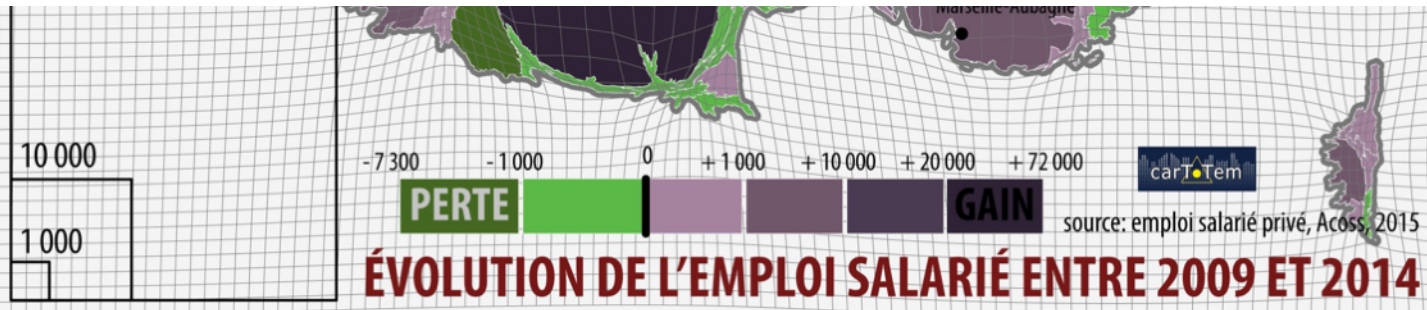
1/4 des entreprises de la filière bois de 1ère transformation n'ont pas de successeurs : Comment faire? #AG @FNBois

RETWEETS

3



11:34 - 15 déc. 2016





3

**Que recouvrent (perceptions,
réactions, représentations)
les ≠ options de transformation ?
[voies de diversification sous incertitude,
pour rechercher performance et flexibilité]**



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

**Performance des Eucalyptus
sous forte contrainte sécheresse
(arboretum d'élimination de Caneiret, Estérel)**

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

**Réactions épidermiques : l'Eucalyptus, présenté
≈ comme Attila (sous lui, rien ne pousse)...**

**Performance des Eucalyptus
sous forte contrainte sécheresse
(arboretum d'élimination de Caneiret, Estérel)**



■ Prospective : installation possible du douglas sur calcaire ?



- Enquête : + de 193 peuplements en Bourgogne, Champagne-Ardennes et Franche Comté
- Sources : aménagements et coupes
- Description de peuplements et références climatiques
- Variables de jugement : état sanitaire et productivité



Douglas sur calcaire en forêt privée (Doubs) - Photo ONF-RDI Dole



Douglas et mélèze sur calcaire (Ain) - Photo ONF-RDI Dole

■ Prospective : installation possible du douglas sur calcaire ?




- Enquête : + de 193 peuplements en Bourgogne, Champagne-Ardennes et Franche Comté
- Sources : aménagements et coupes
- Description de peuplements et références climatiques
- Variables de jugement : état sanitaire et productivité

« Le douglas, une espèce exotique qui détruit la biodiversité & les sols - Arrachons-le ! »



Douglas sur calcaire en forêt privée (Doubs) - Photo ONF-RDI Dole

Douglas et mélèze sur calcaire (Ain) - Photo ONF-RDI Dole



■ Prospective : installation possible du douglas sur calcaire ?



- Enquête : + de 193 peuplements en Bourgogne, Champagne-Ardennes et Franche Comté
- Sources : aménagements et coupes
- Description de peuplements et références climatiques
- Variables de jugement : état sanitaire et productivité




« Le douglas, une espèce exotique qui détruit la biodiversité & les sols - Arrachons-le ! »



« Les planteurs-fous qui veulent enrésiner le pays, on a vu ce qu'a donné le FFN ! »

Douglas sur calcaire en forêt privée (Doubs) - Photo ONF-RDI Dole



Douglas et mélèze sur calcaire (Ain)

- Photo ONF-RDI Dole



**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 : INRA-Orléans (Bastien & Bodineau, 2015)



**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)**

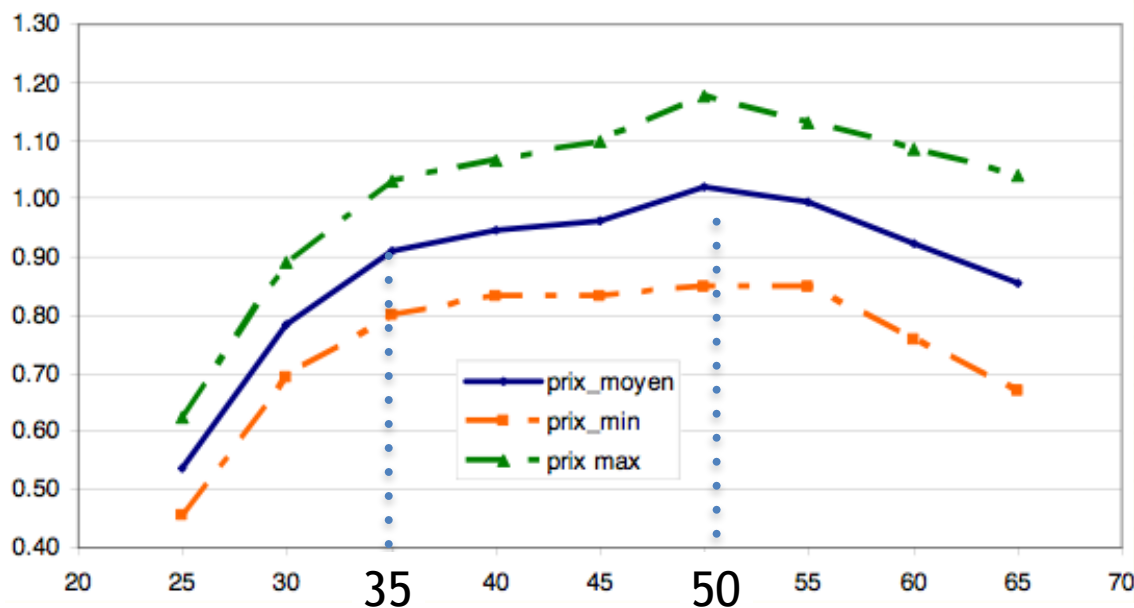
« De toute façon, le TCR n'est pas rentable... »

**Test de clones de peuplier
pour TCR**

Source : INRA-Orléans (Bastien & Bodineau, 2015)

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

Prix de vente/m³ (unités relatives)



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

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

Diamètre (cm)

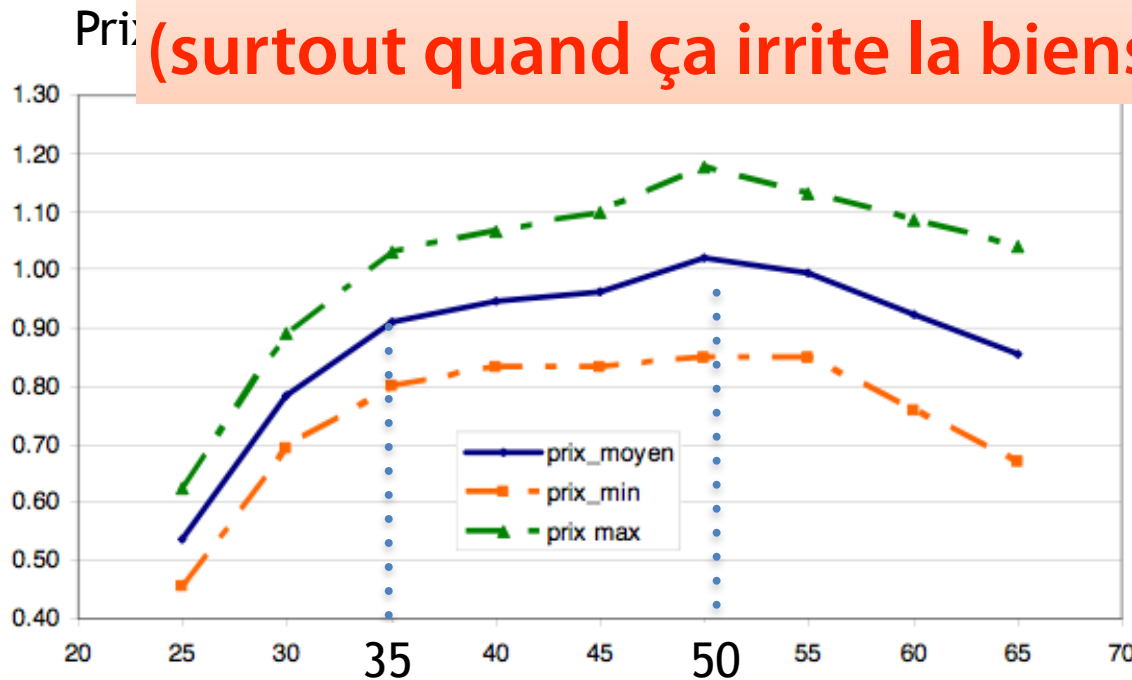
90%
du Max

Opportunité de révolutions + courtes :

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

Exemple de co-adaptation forêt-industries : racc

« Modélisateurs, ne vous contentez pas de créer des outils, faites parfois les calculs (surtout quand ça irrite la bienséance) »



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

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
Récolte durable Le potentiel de récolte durable est celui fixé par les aménagements forestiers	Rapport entre récolte constatée et le potentiel	1,0	1,0
Une sylviculture proche de la nature 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 %
Protection du sol Maintien sur le long terme de toutes les fonctionnalités du sol	Amendement calcaire (ha/an)	4.511 ha	4.800 ha
Biodiversité 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
Équilibre forêt-gibier 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 %
Protection du climat La gestion forestière contribue à la protection du climat	Bilan Carbone	À calculer	A déterminer à partir de la valeur initiale
Une production précautionneuse de l'environnement Des moyens et des procédés de production précautionneux de l'environnement sont mis en oeuvre et développés	Dégâts aux peuplements [%]	17 %	< 17 %

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

Objectifs stratégiques du ForstBW, Dimension Écologique

« C'est bien d'avoir des batteries d'indicateurs pesant 250 pages, c'est mieux de cibler son action sur qq cibles à atteindre »

		Valeur 2009	Cible 2020
	Régénération naturelle ou assistée en % de la surface	1,0	1,0
		55 %	57 %
		68 %	70 %
Protection du sol Maintien sur le long terme de toutes les fonctionnalités du sol	Amendement calcaire (ha/an)	4.511 ha	4.800 ha
Biodiversité 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
Équilibre forêt-gibier 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 %
Protection du climat La gestion forestière contribue à la protection du climat	Bilan Carbone	À calculer	A déterminer à partir de la valeur initiale
Une production précautionneuse de l'environnement Des moyens et des procédés de production précautionneux de l'environnement sont mis en oeuvre et développés	Dégâts aux peuplements [%]	17 %	< 17 %

Formaliser la planification et la gestion multi-échelle

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

Fast-growing conifers :
Douglas fir, hybrid larch

Multi-purpose,
« mainstream »
management

National parks,
natural reserves,
recreation areas

Specialization :
products

Improve resilience
through :

Natural regeneration

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

Very short
cycle

Standard
rotation

Plant other
Oak prov.

Plant other
Oak spec.

Plant exotic
spec.

...genetic
res. mgt

Example : diversify regeneration options in Oak management

Very short
cycle

Standard
rotation

Delayed
harvesting

Natural
reserve

...prevent
abiotic
damages

Example : diversify rotation ages in Beech management

Formaliser la planification des aménagements, méta-aménagements & planification de l'usage des sols pour réussir l'insertion des plantations

Poplar (high f...
SRC Poplar
Mix (HF-SRC)

Multi-purpose,
« mainstream »
management

National parks,
natural reserves,
recreation areas

Specialization :
products

Fast-growing conifers :
Douglas fir, hybrid larch

Improve resilience
through :

...genetic
res. mgt

...prevent
abiotic
damages

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

Natural regeneration

Very short
cycle

Standard
rotation

Plant other
Oak prov.

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

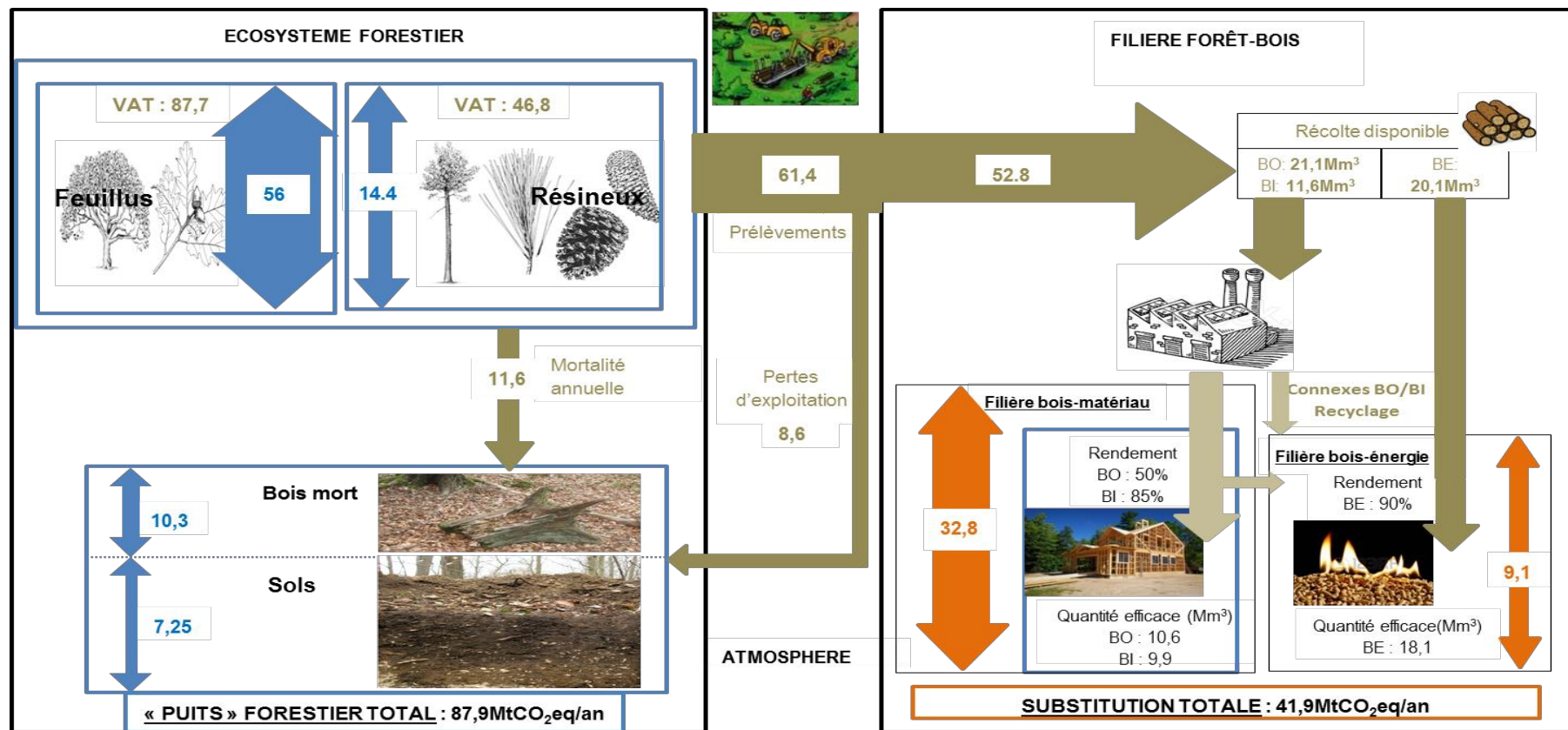
Leviers forestiers en termes d'atténuation pour lutter contre le changement climatique aux horizons 2020, 2030, 2050

ÉTUDE | CHANGEMENT CLIMATIQUE | FORÊT
08/09/2016

Partager

Étude réalisée par l'INRA (DEPE) - Financement : Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt

Figure 1 – Flux de matière et de CO₂ aux différents stades de la filière forêt-bois française en 2013
(VAT=Volume aérien total, BO=Bois d'œuvre, BI=Bois d'industrie, BE=Bois énergie)

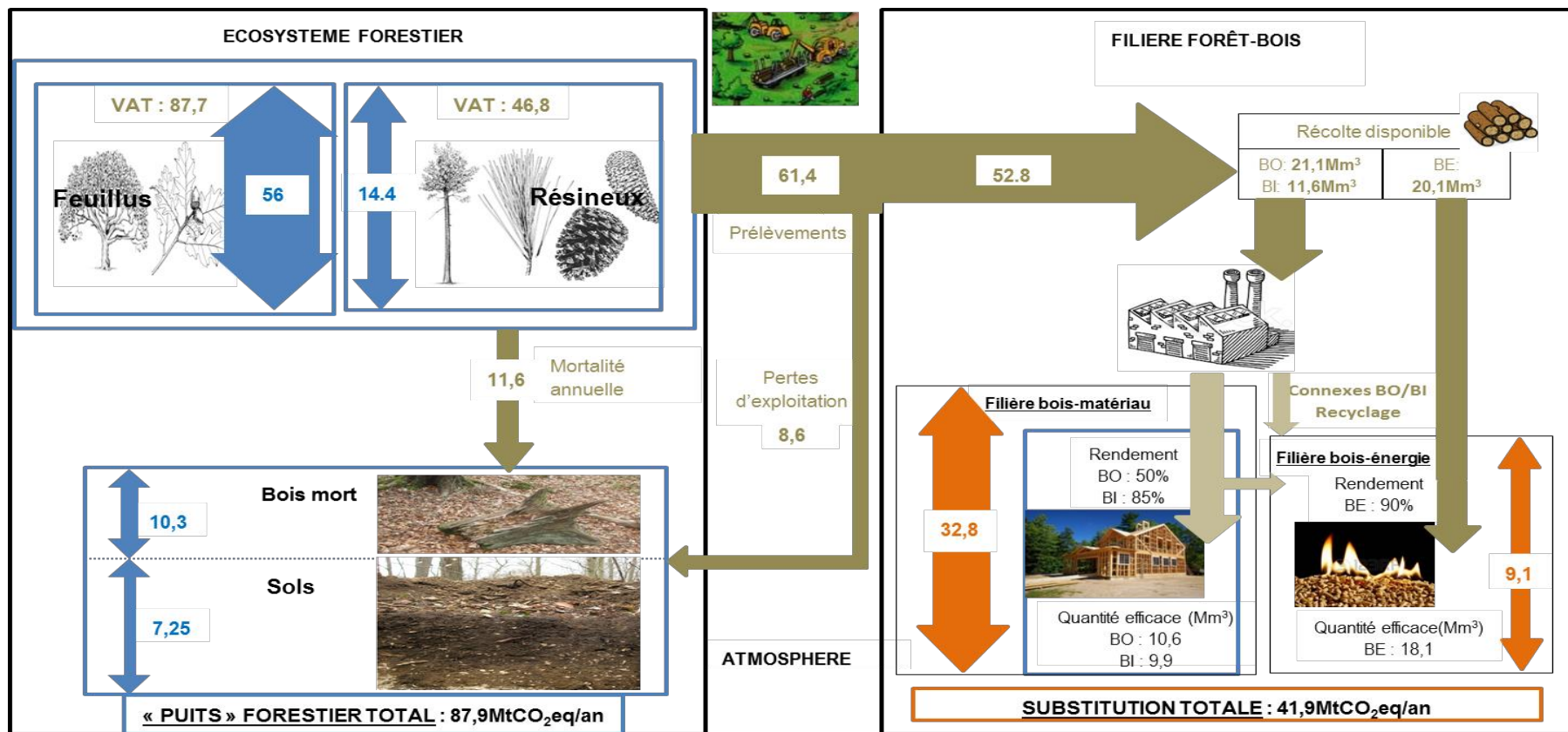


- ↑ Effet de substitution (MtCO₂eq évités/an) **SUBSTITUTION**
- ↕ Variation des stocks de carbone dans l'écosystème forestier (MtCO₂eq/an) **STOCKAGE**
- Bois provenant de la forêt (Mm³/an)
- Bois provenant de l'industrie ou produits en fin de vie (Mm³/an)

* La variation de stock de carbone dans les produits bois a été estimée à 0 et -0,1 MtCO₂eq/an pour BO et BI respectivement et n'apparaît donc pas dans les flux de CO₂ de la filière en 2013.

Rendre lisible, pour les profanes, la complexité des systèmes forestiers

Figure 1 – Flux de matière et de CO₂ aux différents stades de la filière forêt-bois française en 2013
(VAT=Volume aérien total, BO=Bois d'œuvre, BI=Bois d'industrie, BE=Bois énergie)



- Effet de substitution (MtCO₂eq évités/an) **SUBSTITUTION**
- Variation des stocks de carbone dans l'écosystème forestier (MtCO₂eq/an) **STOCKAGE**

- Bois provenant de la forêt (Mm³/an)
- Bois provenant de l'industrie ou produits en fin de vie (Mm³/an)

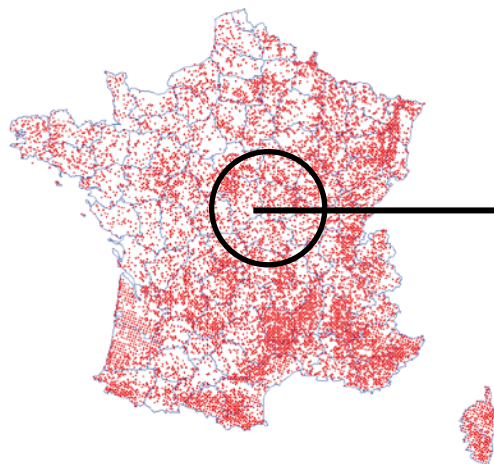
* La variation de stock de carbone dans les produits bois a été estimée à 0 et -0,1 MtCO₂eq/an pour BO et BI respectivement et n'apparaît donc pas dans les flux de CO₂ de la filière en 2013.

Inventaire multisource

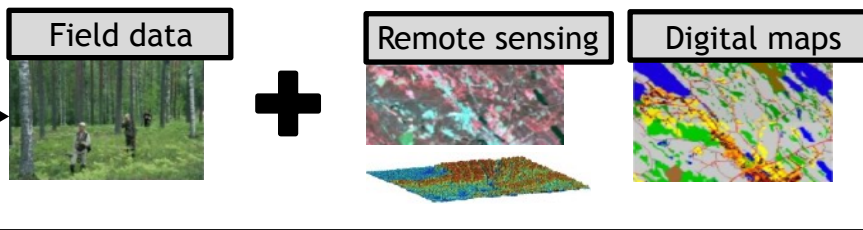
Descente d'échelle des résultats d'inventaire à partir de données terrain et auxiliaires

Concept

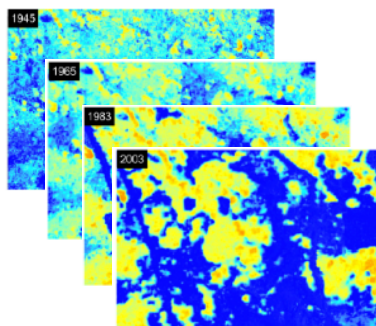
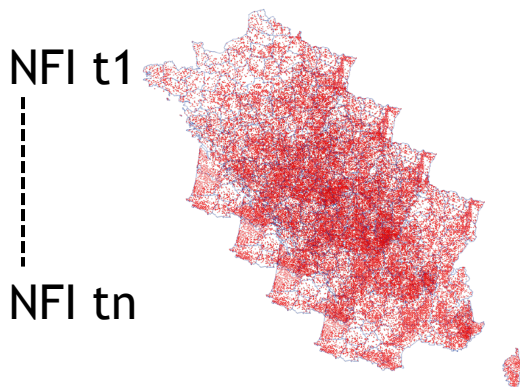
Améliorer la précision sur des petites surfaces



Environnement de modélisation



Mise à jour : intégration temporelle



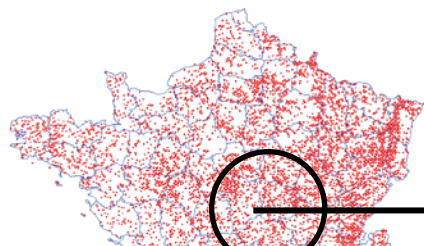
Mise à jour
Accès aux dynamiques

Inventaire multisource

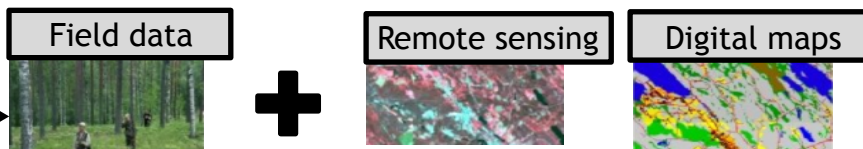
Descente d'échelle des résultats d'inventaire à partir de données terrain et auxiliaires

Concept

Améliorer la précision sur des petites surfaces

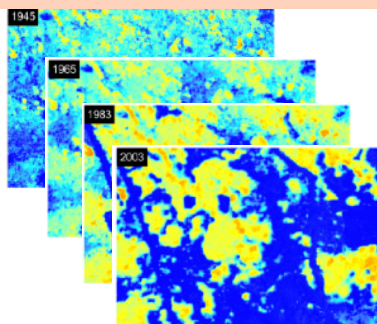
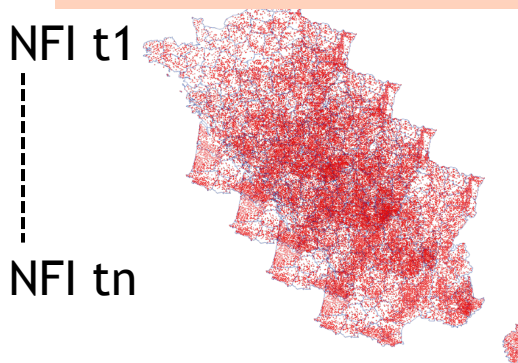


Environnement de modélisation



Valoriser rapidement les capacités émergentes d'inventaires standardisés pour que les forestiers puissent se concentrer sur le *problem-solving* (pas sur les données) !

Mise à



Mise à jour
Accès aux dynamiques

Question: Spatial Resolution ?

Global climate models (GCM)

250 X 250 km, 50 X 50 km

Downscaling

(« regionalisation ») :

10 x 10 km

8 x 8 km

Local decision :

1 forest, each stand

Forest planning

choice of **target-species**

... need a **resolution < 1 km !**

Site Conditions

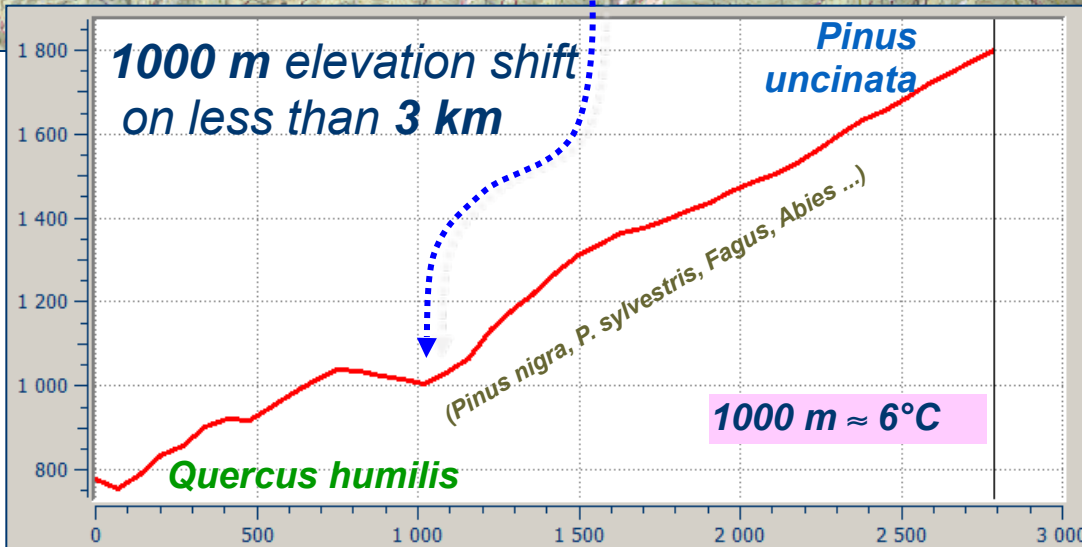
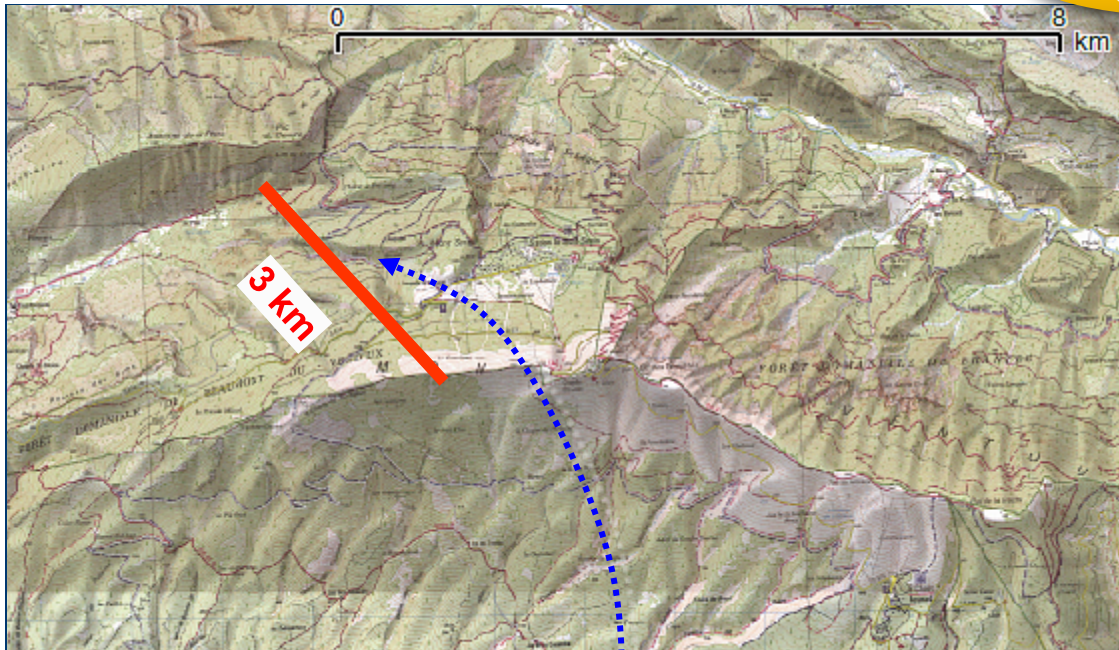
=

Climate

x **Soil**

x **Topography**

interactions



Question: Spatial Resolution ?

Global climate models (GCM)

250 X 250 km, 50 X 50 km

Downscaling

(« regionalisation ») :

10 x 10 km

8 x 8 km

Faire soi-même quand les autres ne veulent pas rendre le service (exemple des services climatiques)

Forest planning
choice of target-species

... need a resolution < 1 km !

Site Conditions

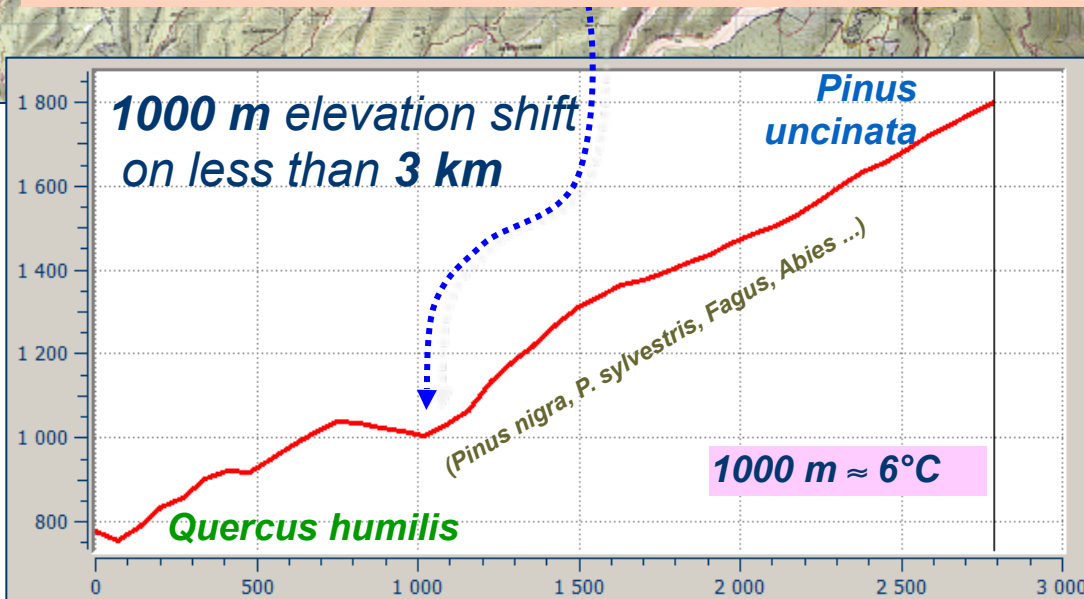
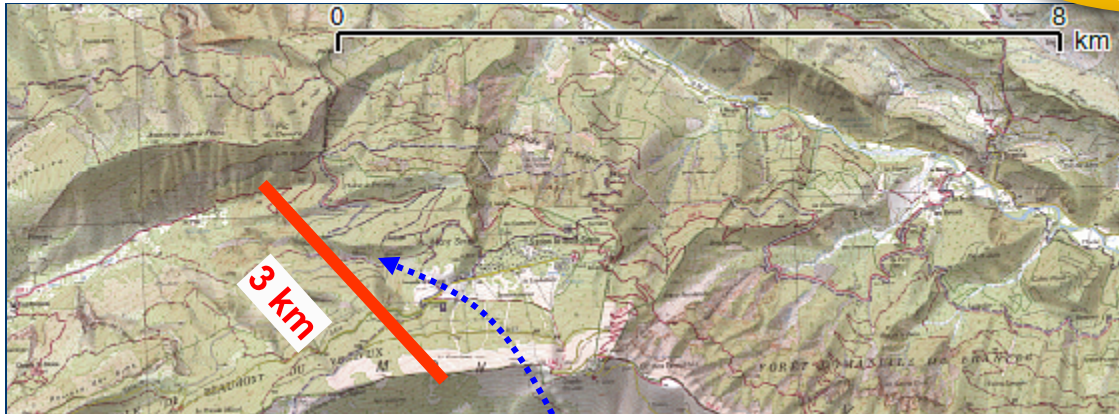
=

Climate

x Soil

x Topography

interactions



EMERGING NEEDS, EXPECTED USE OF MODELS

Adaptive Management

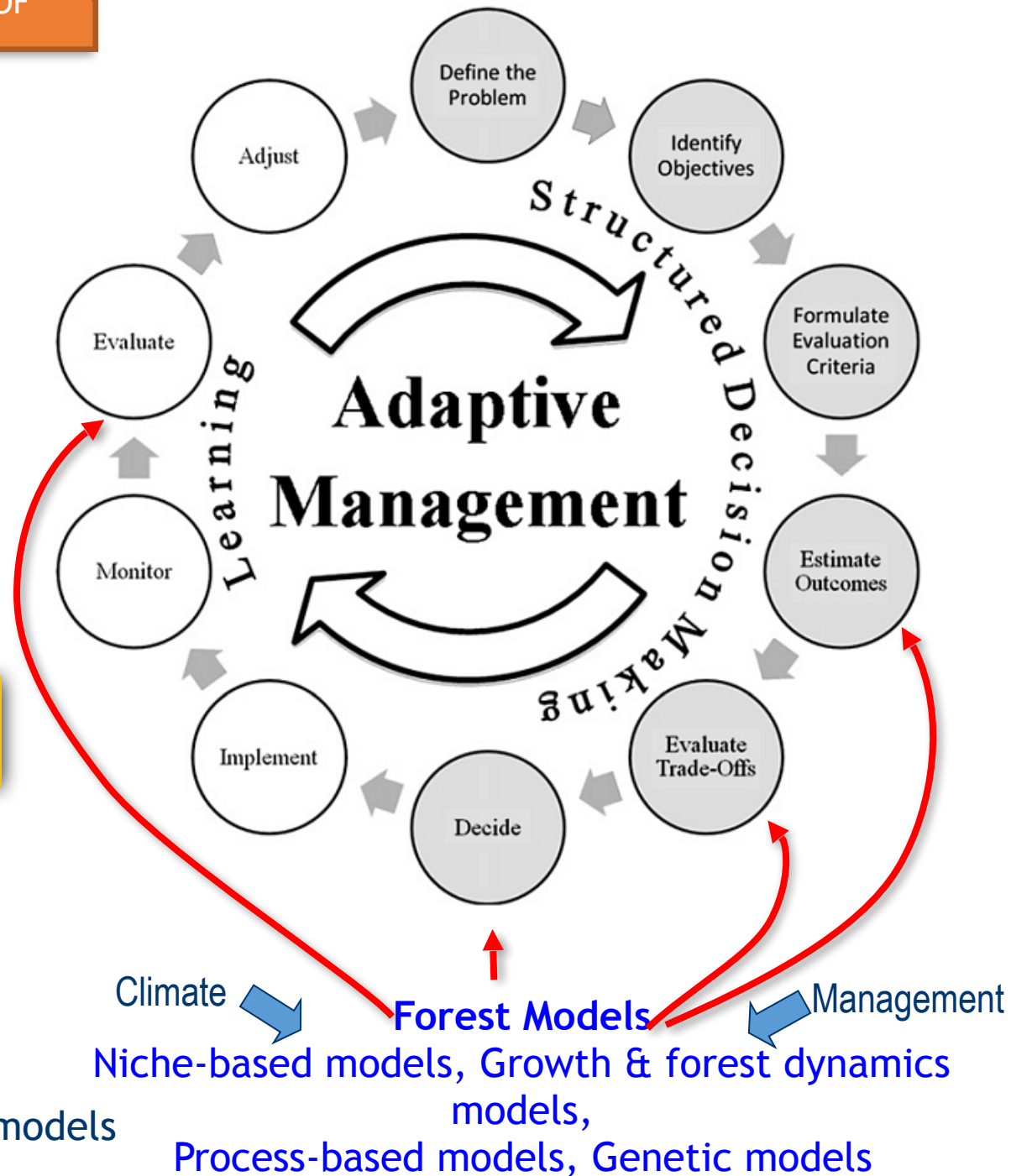
Allen, C. R., Fontaine, J. J., Pope, K. L., & Garmestani, A. S. (2011). Adaptive management for a turbulent future. Journal of Environmental Management, 92, 1339-1345.

permanent Learning + adapted Decision-making

... with a NEW WAY to use Models ...

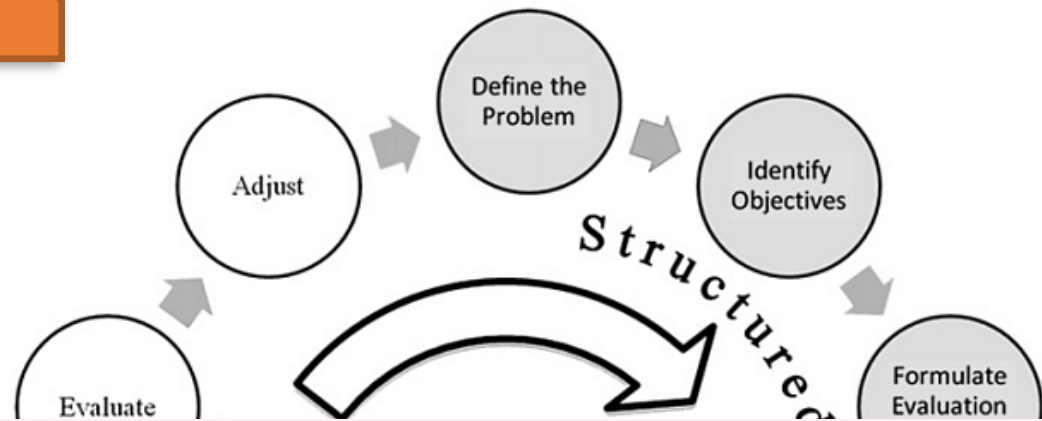
Cordonnier, T. & Gosselin F., 2013. Can adaptive management help us in adapting forests to climate change? Académie d'Agriculture de France, 9 octobre 2013

+ continuing to improve models



Adaptive Management

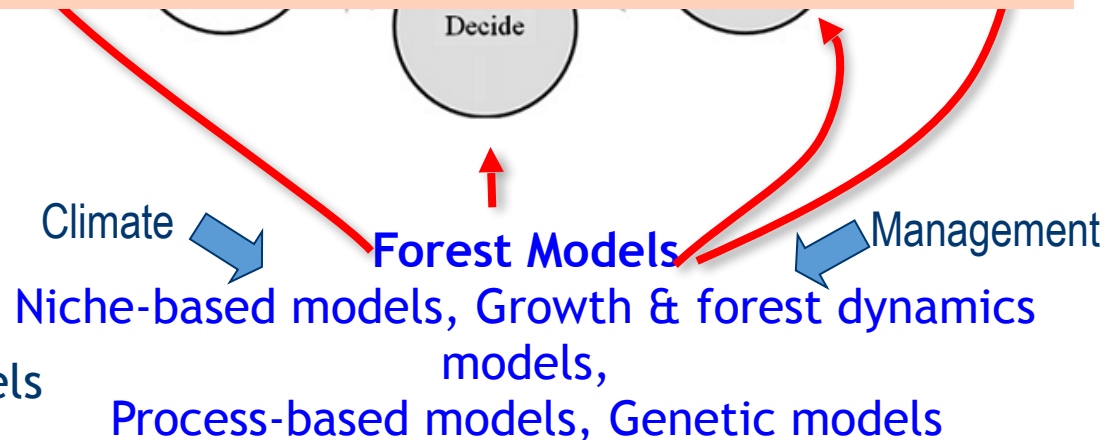
...
Allen, C. R., Fontaine, J. J., Pope, K. L., & Garmestani, A. S. (2011). Adaptive management for a turbulent future. *Journal of Environmental Management*, 92,



La gestion adaptative, ce n'est pas le prétexte pour co-gérer avec les ONG...

c'est une démarche d'apprentissage où on commence à transformer tout de suite, de manière transparente : on ne négocie pas les modalités avec les parties prenantes

Cordonnier, T. & Gosselin F., 2013. Can adaptive management help us in adapting forests to climate change? *Académie d'Agriculture de France*, 9 octobre 2013



+ continuing to improve models

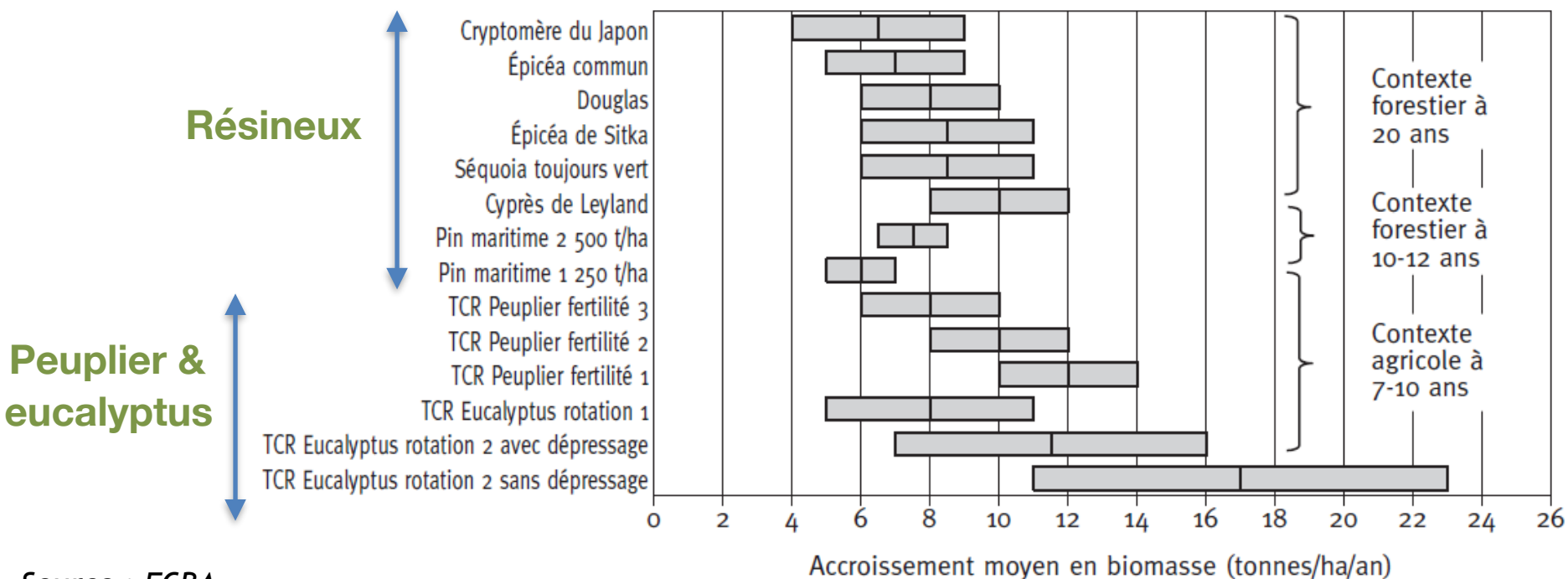
6 Conclusions



Niveaux de productivité en sylviculture innovante à courte révolution (projet Oseo-Futurol)

FIGURE 13

ACCROISSEMENT MOYEN EN BIOMASSE TOTALE (en tonnes/ha/an) POUR LES DIFFÉRENTES ESSENCES



Source : FCBA
(Berthelot et al., 2014)

Rev. For. Fr. LXVI - 5-2014

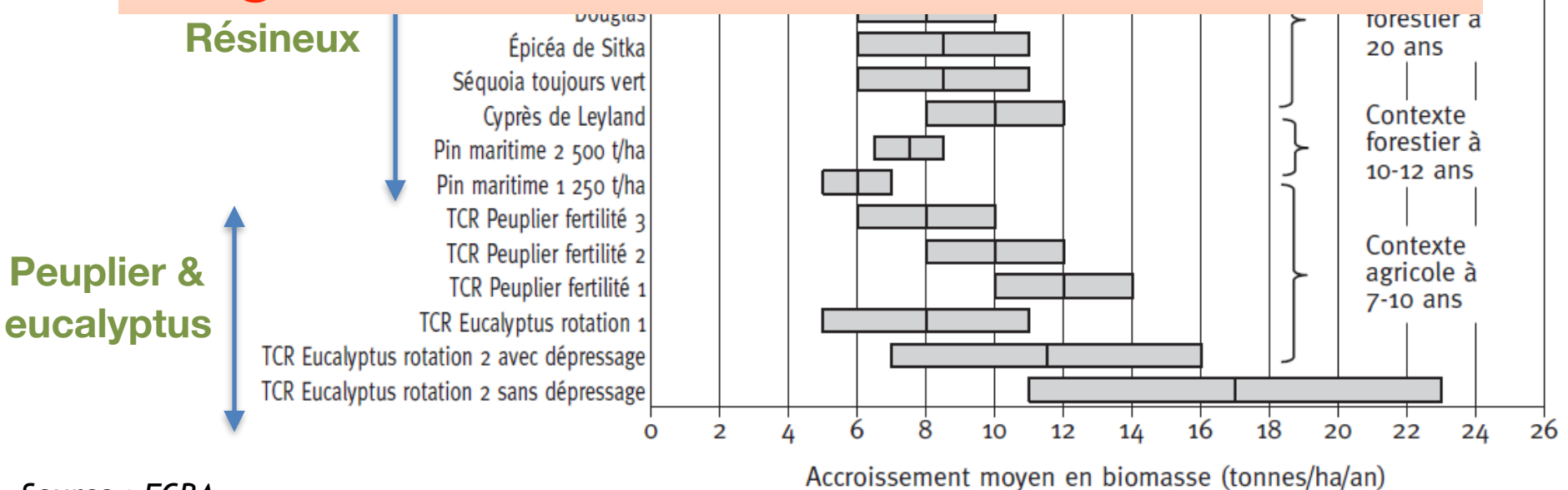
709

Niveaux de productivité en sylviculture innovante à courte révolution (projet Oseo-Futurol)

FIGURE 13

ACCROISSEMENT MOYEN EN BIOMASSE TOTALE (en tonnes/ha/an)
POUR LES DIFFÉRENTES ESSENCES

**2 essences-clés pour les investissements R&D :
Douglas et Pin maritime**



Source : FCBA
(Berthelot et al., 2014)

Rev. For. Fr. LXVI - 5-2014

709

Quelques messages « à rapporter à la maison »

- ❖ À quoi vont servir dendrométrie, modèles et PF de simulation :
 - ❖ les forêts vont changer et devenir **une filière-clé** de la bioéconomie
 - ❖ spécificité des **jeux d'acteurs** autour de la forêt (sociologie, intérêts, pratiques, compétences) → émergence de **nouveaux acteurs**
 - ❖ un besoin croissant d'**information**, pour ≠ objectifs ; expliciter sobriété, durabilité et performances multiples de la filière
 - ❖ les forestiers doivent pouvoir s'appuyer sur la recherche + R&D, pour se concentrer sur la **mise en œuvre** (Big Data, capacités de calcul...)
 - ❖ chercheurs forestiers : se mettre dans **une posture de pédagogie**
 - ❖ **simulation > interface CAQE, CAO, rendre lisible & nourrir le débat**
- ❖ ...et toujours, n'oublions pas :
 - ❖ « **Peu importe qu'un chat soit blanc ou noir, s'il attrape la souris, c'est un bon chat** » (Deng Xiao Ping, 1962)
 - ❖ « **Tous les modèles sont faux, certains sont utiles** » (G.E.P. Box, 1987)

Merci pour votre attention !



<https://twitter.com/jfdhote>

Résumé

Pour faire face aux différents enjeux associés au changement climatique (adaptation sylvicole et des aménagements, prévention des risques, sécurisation des services écosystémiques, progression rapide du taux de récolte, calcul des bassins d'approvisionnements industriels et programmation de nouvelles capacités industrielles),

de profondes transformations des pratiques de gestion forestière sont nécessaires. Cela suppose un effort concerté pour

formaliser et stimuler une planification multi-échelle effective de la gestion : parcelle, massif aménagé et entreprise.

La multiplication des itinéraires et options (notamment pour le renouvellement des peuplements et la gestion de la fertilité) demandera de développer des capacités nouvelles de monitoring des forêts, de représentation et prédiction spatialisée des attributs, de simulation sur plusieurs décennies sous incertitude à partir d'inventaires homogénéisés, et enfin de résolution de problèmes de décision optimale.

Ces besoins scientifiques et d'ingénierie doivent être conçus d'emblée dans la perspective d'assister non seulement la décision des acteurs de la gestion multi-échelle et son amélioration continue, mais aussi le dialogue avec les parties prenantes concernées par cette nouvelle « transition forestière » : industriels, collectivités de situation, chasseurs, riverains, associations naturalistes ou d'usagers récréatifs etc...

L'objectif de la présentation est de présenter quelques atouts, faiblesses et attentes spécifiques concernant les modèles de simulation dans leur contribution à cet effort.