



Rôle des forêts et de la filière forêt-bois dans l'atténuation du changement climatique : un nouveau point de vue pour changer de trajectoire

17 mai 2019 (Blois)
24 mai (Clermont-Fd)
7 juin (Auxerre)
14 juin (Limoges)



Jean-François Dhôte, Alain Bailly, Jean-Charles Bastien
INRA & FCBA

Point de vue adopté

- ❖ Arrière-plan :
 - ❖ fournir la demande mondiale & locale en bois
 - ❖ forêts-bois : secteur-clé d'une évolution générale de nos sociétés vers + de sobriété, + de durabilité & des performances multiples
 - ❖ fournir ++ produits/services, en dépit de contraintes renforcées
 - ❖ apporter une réponse intégrée au changement climatique : adaptation, atténuation, régulation des services écosystémiques
- ❖ Plan de l'exposé :
 - ➡ Scénarios, reboisement, trajectoires : forêts gérées durablement ou forêts-sanctuaires ?
 - ➡ Usages multiples du bois : en quoi la mobilisation du bois est-elle par elle-même un geste pour l'environnement ?
 - ➡ Risques et défi climatique : comment transformer les forêts, en l'assumant et en diversifiant ses options ?

Docs FR et EN + vidéo restitution sur :

<https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?article876>

<http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Forets-filiere-foret-bois-francaises-et-attenuation-du-changement-climatique>

Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ?

Étude INRA-IGN réalisée pour le MAA 2015-2017
Délégation Expertise, Prospective, Études (DEPE)

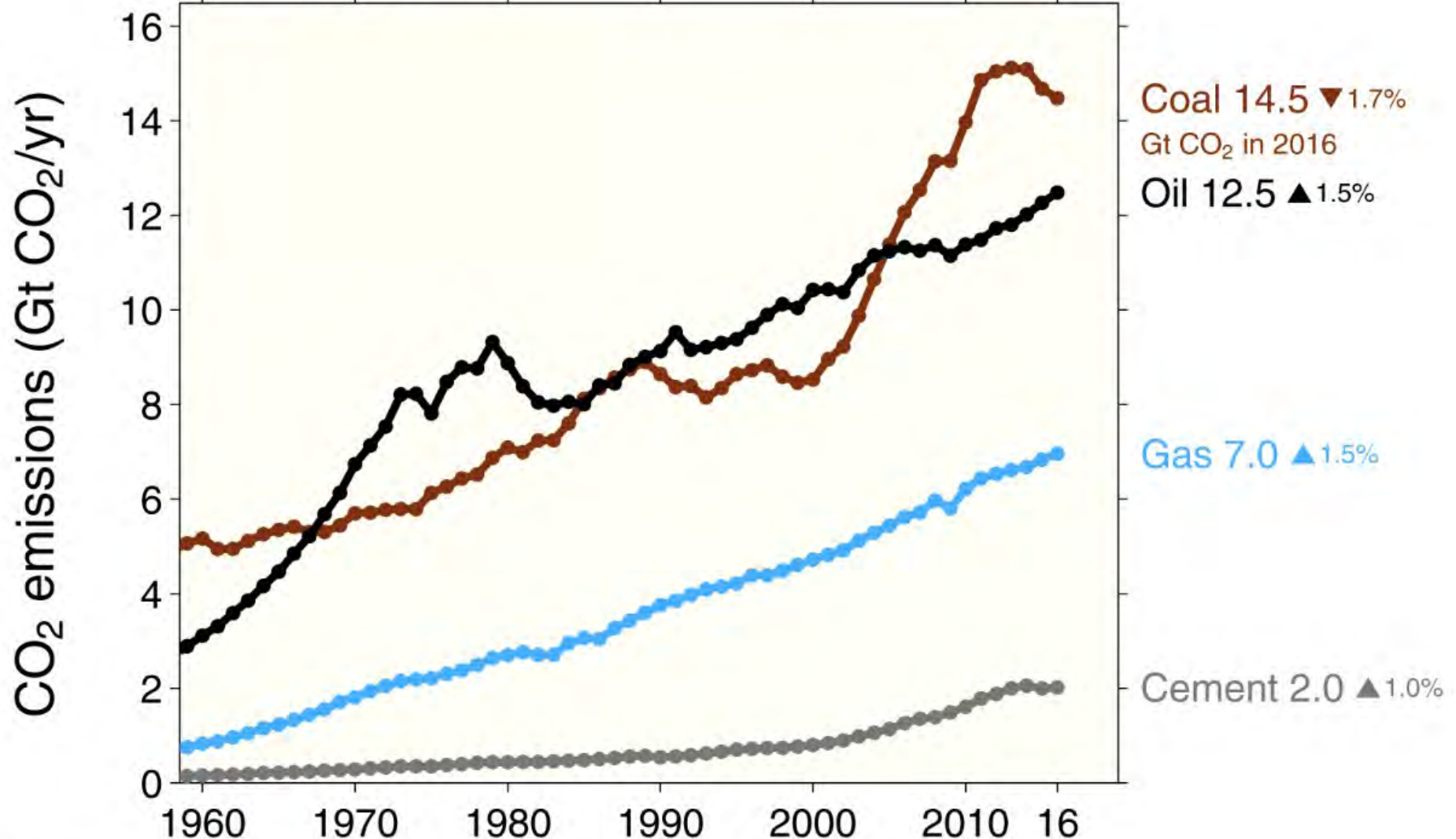
Coord. Roux A., Dhôte J.-F., Schmitt B.

Le groupe d'experts :

A. Roux, J.F. Dhôte, D. Achat, C. Bastick, A. Colin, A. Bailly, J.C. Bastien, A. Berthelot, N. Bréda, S. Caurila, J.M. Carnus, B. Gardiner, H. Jactel, J.M. Leban, A. Lobianco, D. Loustau, C. Meredieu, B. Marçais, S. Martel, C. Moisy, L. Pâques, D. Picart-Deshors, É. Rigolot, L. Saint-André, B. Schmitt (INRA, IGN, FCBA, AgroParisTech)

Réduire nos émissions de gaz à effet de serre : une urgence

Data: CDIAC/GCP



China used more cement between 2011 and 2013 than the U.S. used in the entire 20th Century.

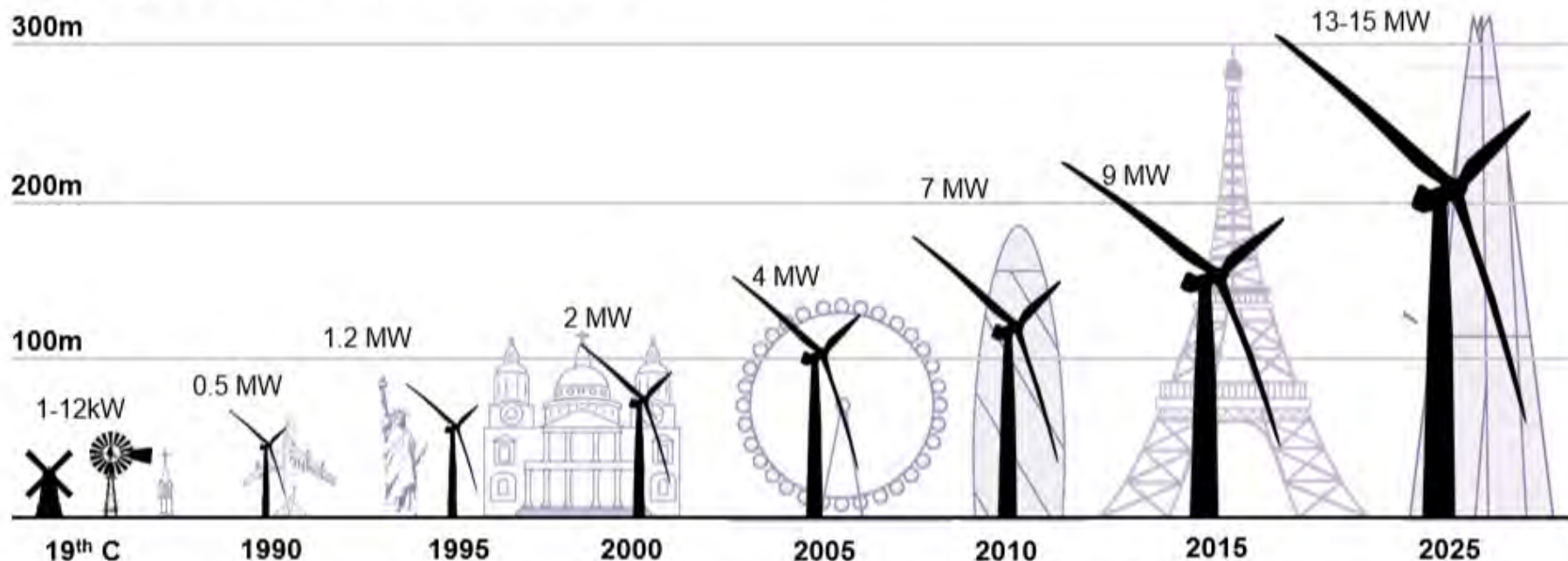
À l'origine en anglais

Nous consommons trop !



Nouvelles énergies grises & course au gigantisme : quelle durabilité de ces filières ?

Evolution of wind turbine heights and output

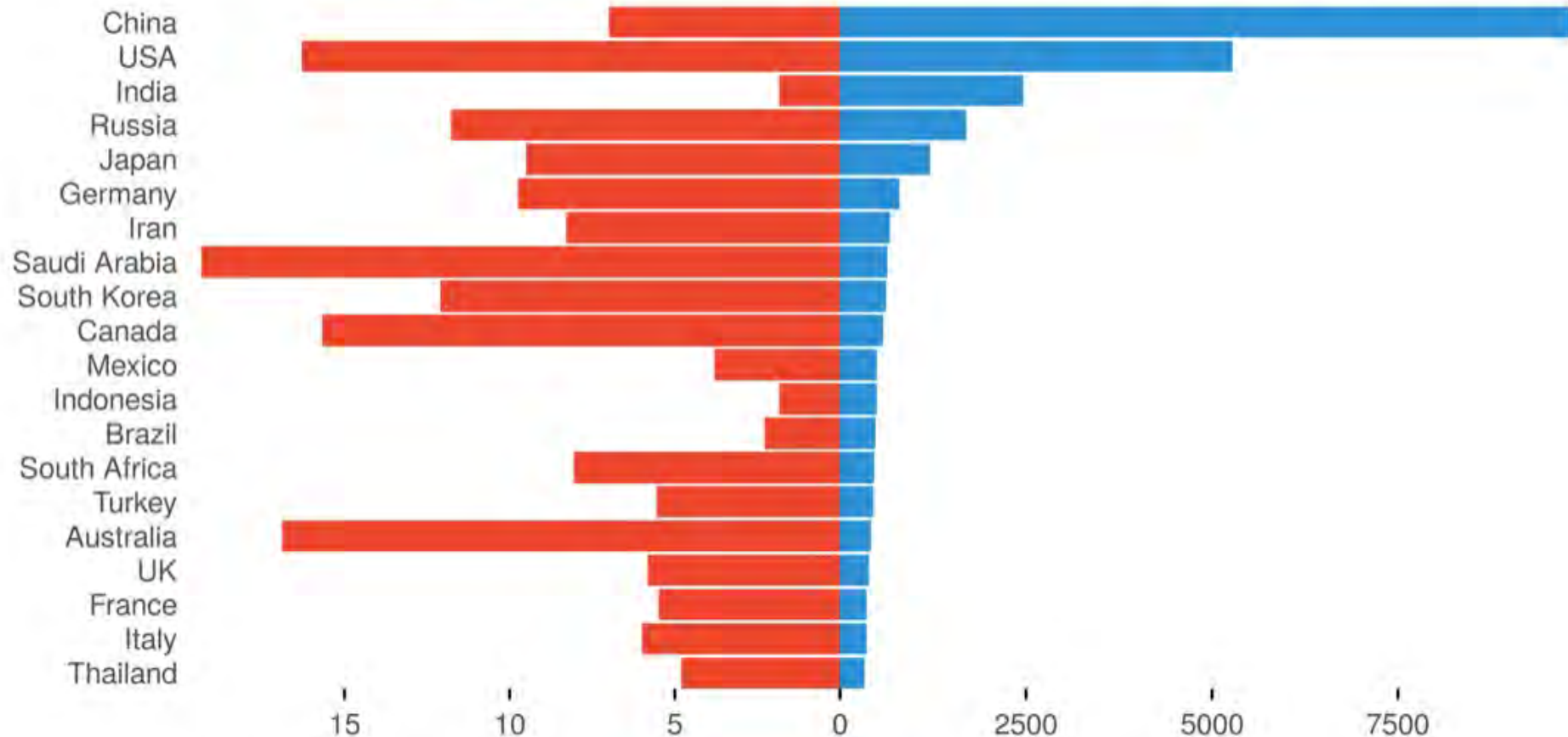


Sources: Various; Bloomberg New Energy Finance

Carbon dioxide emissions in the world's major economies in 2017

Tonnes per person

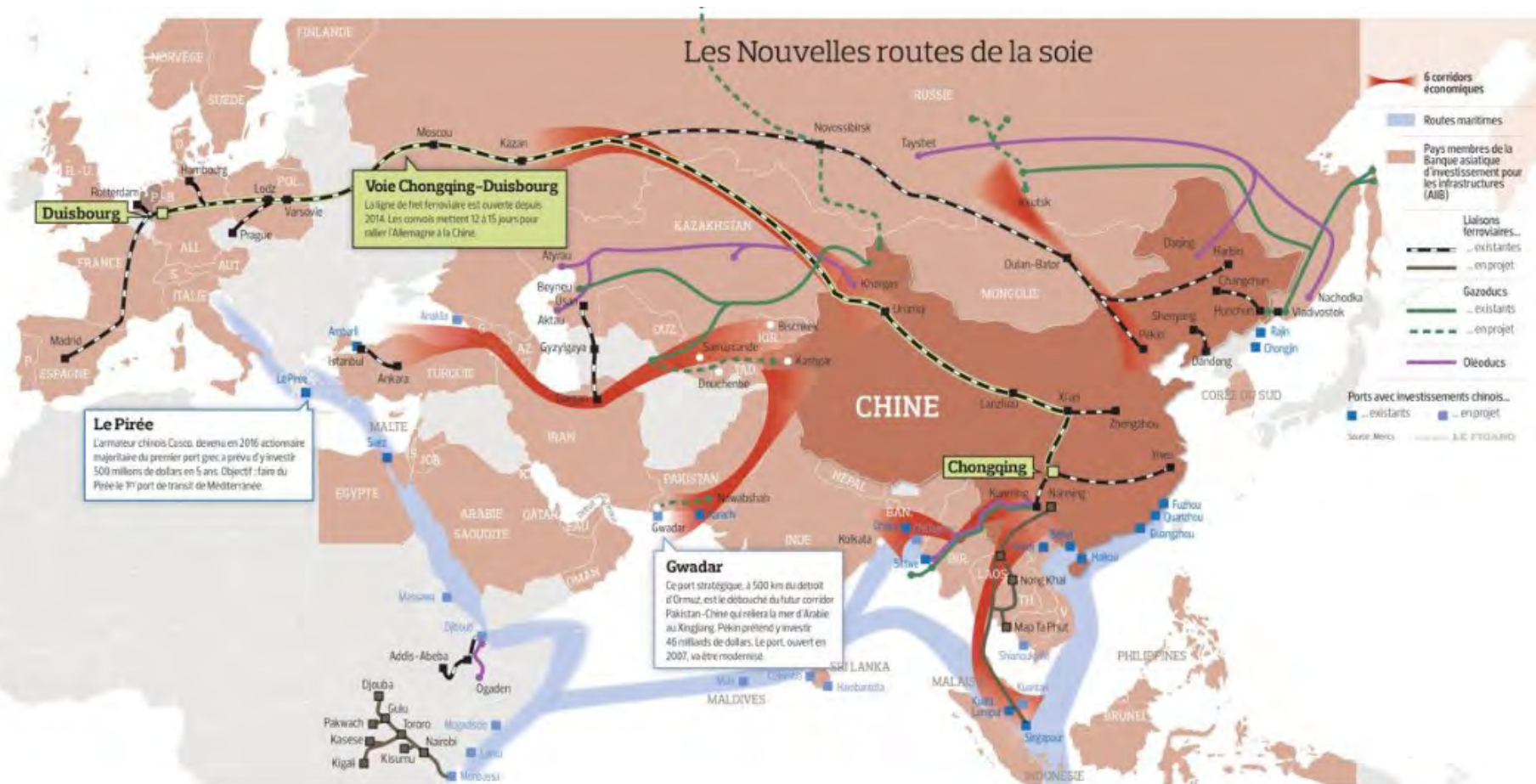
Total emissions (MT)



Data source: Global Carbon Budget 2018

<https://twitter.com/countcarbon/status/1117733763180630016>

Dimension globale de ce que nous faisons ici : les nouvelles routes de la soie



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

« En accord avec la théorie de Mackinder, la Chine développe les voies ferroviaires afin de diminuer la pression stratégique sur les voies maritimes – une mesure cruciale en tenant compte de la crise dans la mer de Chine méridionale »

Source : Harper, 2017

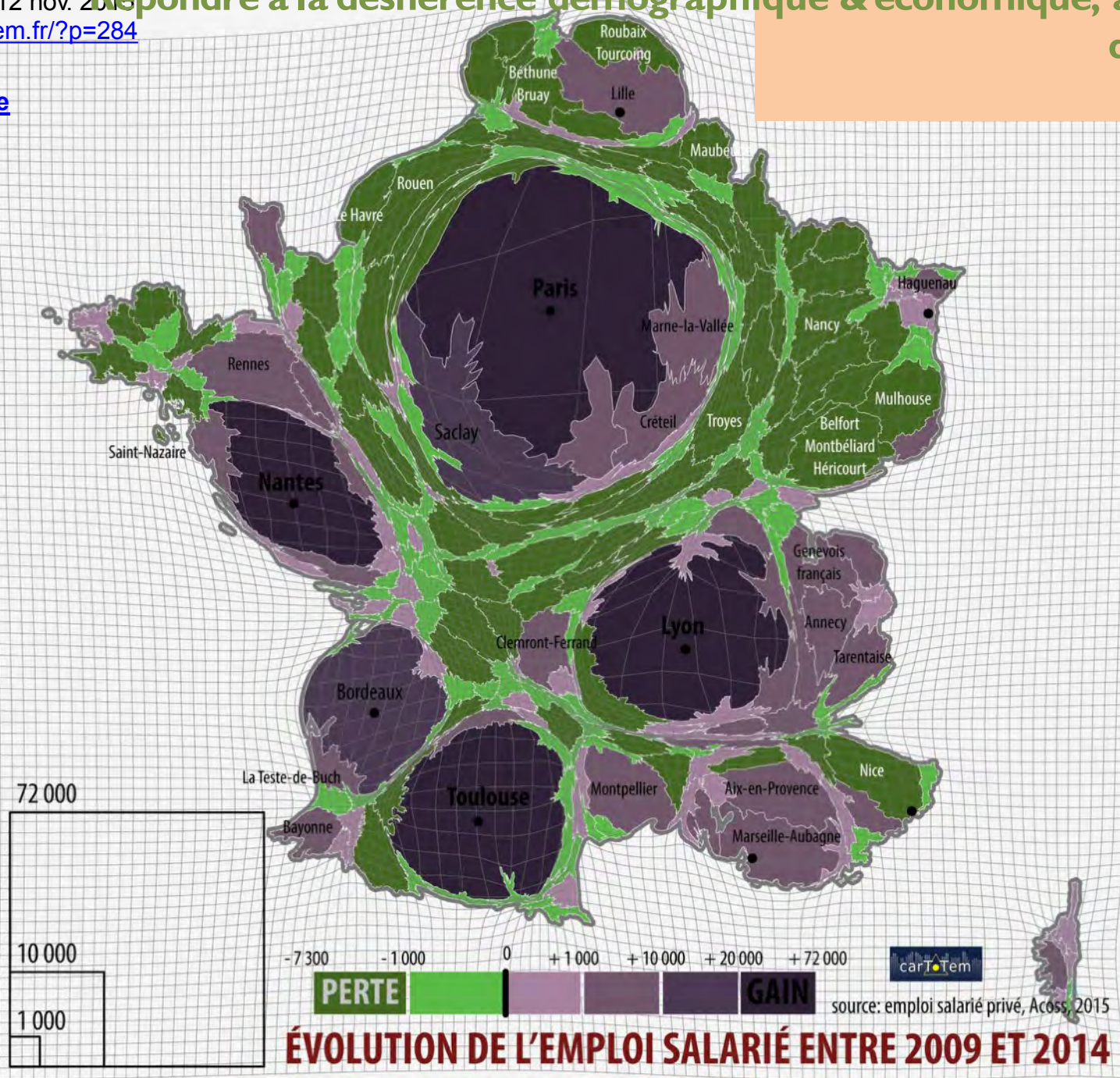
<https://theconversation.com/la-chine-vise-la-suprematie-en-urasie-et-croit-en-un-nouvel-age-dor-75156>

via

André Torre

[@TorreAndr](#)

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

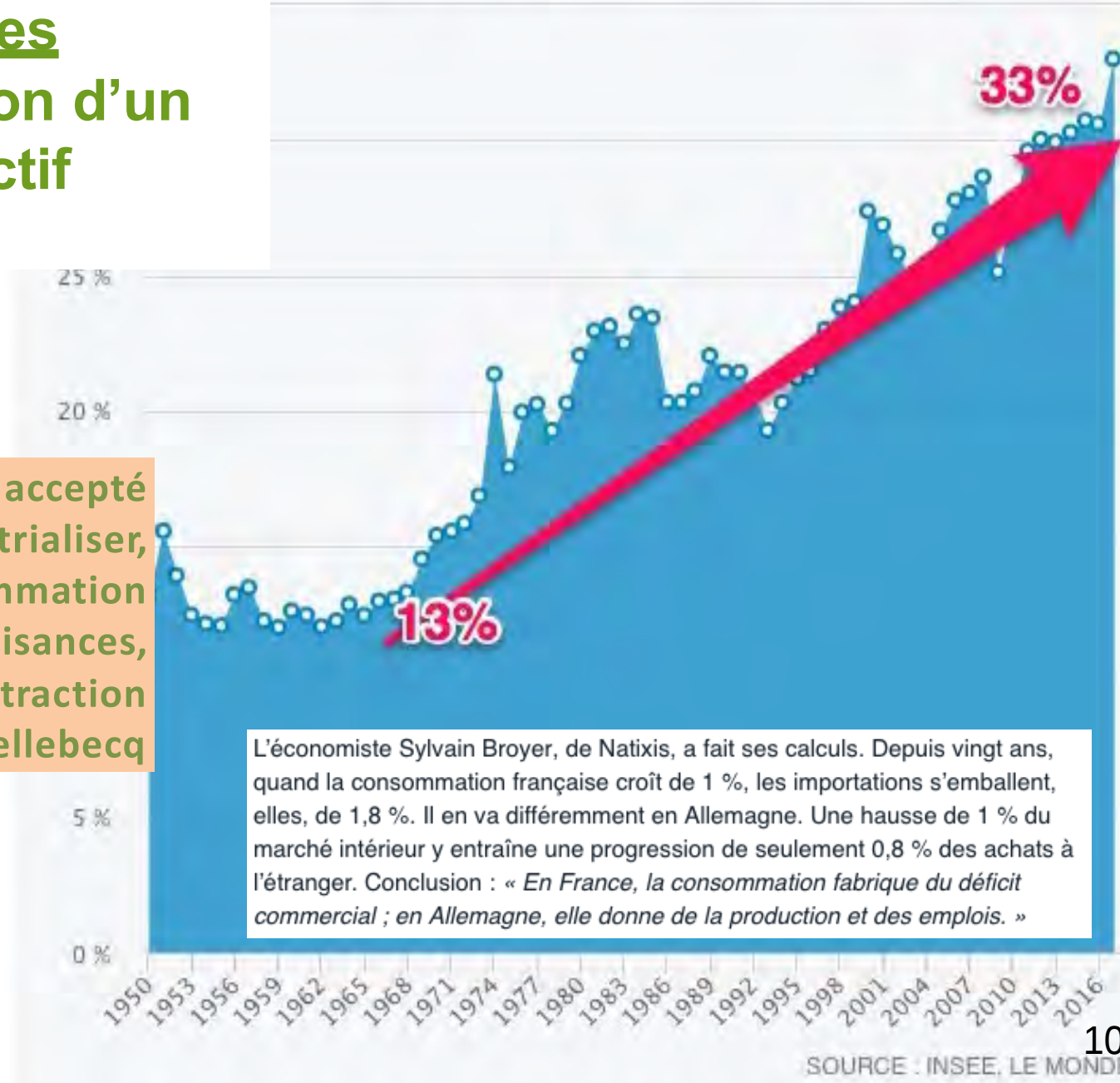


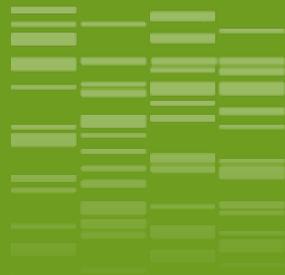
Forêts exploitées et reconstruction d'un appareil productif national

Notre pays a accepté
de se désindustrialiser,
d'importer sa consommation
et d'exporter ses nuisances,
de devenir un parc d'attraction
à la Houellebecq

Houellebecq M., 2010.
La Carte et le Territoire.
Flammarion, 428 p.

Source : D. Cosnard,
[Le Monde, 10/8/2017](#)



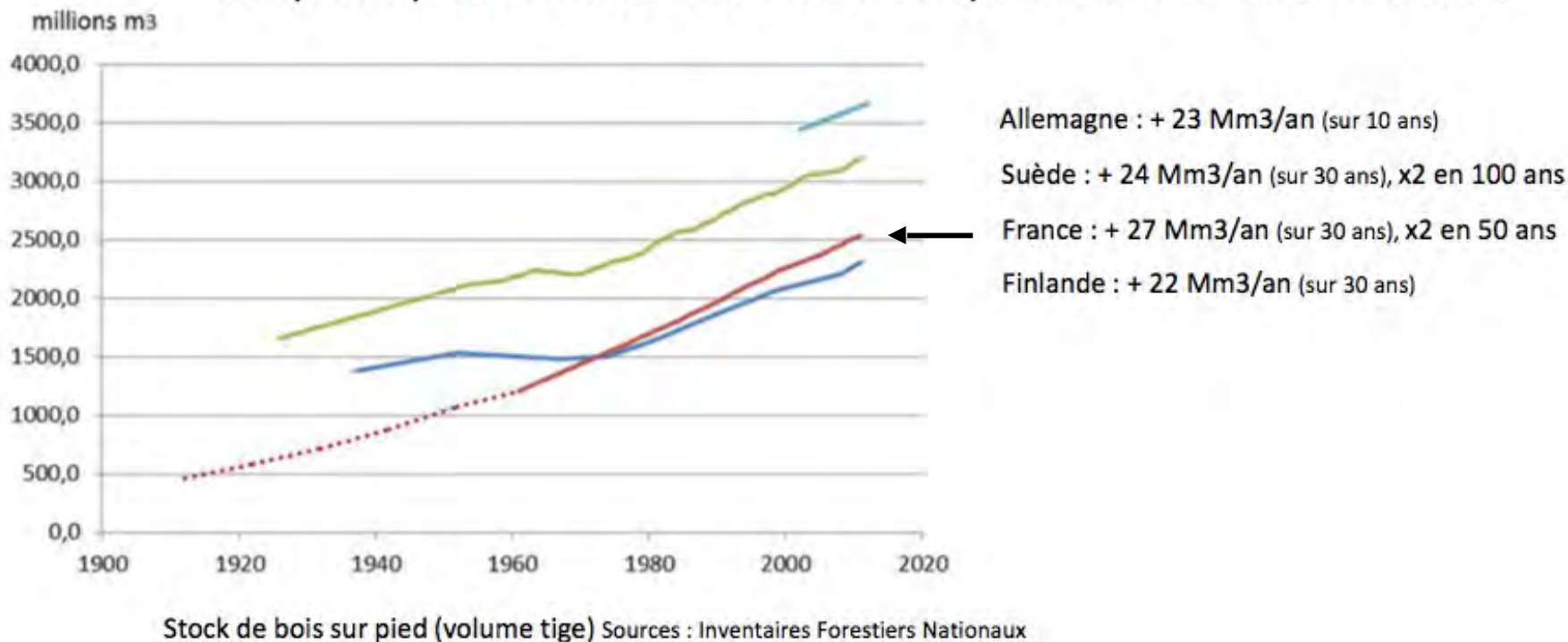


1

Scénarios, reboisement, trajectoires : forêts gérées durablement ou forêts-sanctuaires ?

Des forêts européennes qui stockent fort du C, en partie par insuffisance de récolte

Les quatre premiers stocks forestiers européens en très forte croissance



Source : Hervé et al.,
8/12/2016

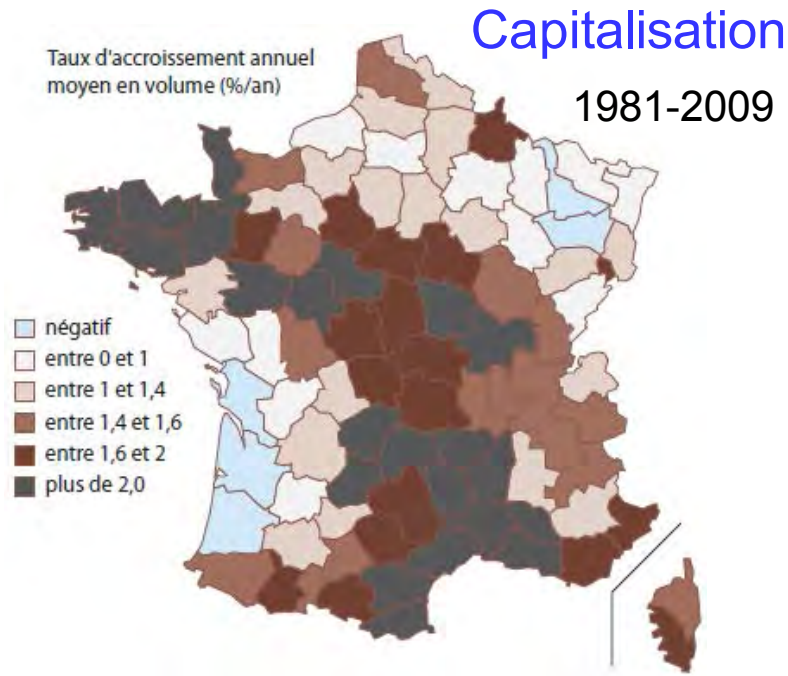
<https://www6.inra.fr/ciag/CIag-Environnement/Une-bioeconomie-basee-sur-foret-bois>

Une forêt nouvelle, des opportunités non saisies depuis 30 ans...

Des nouvelles ressources plutôt :

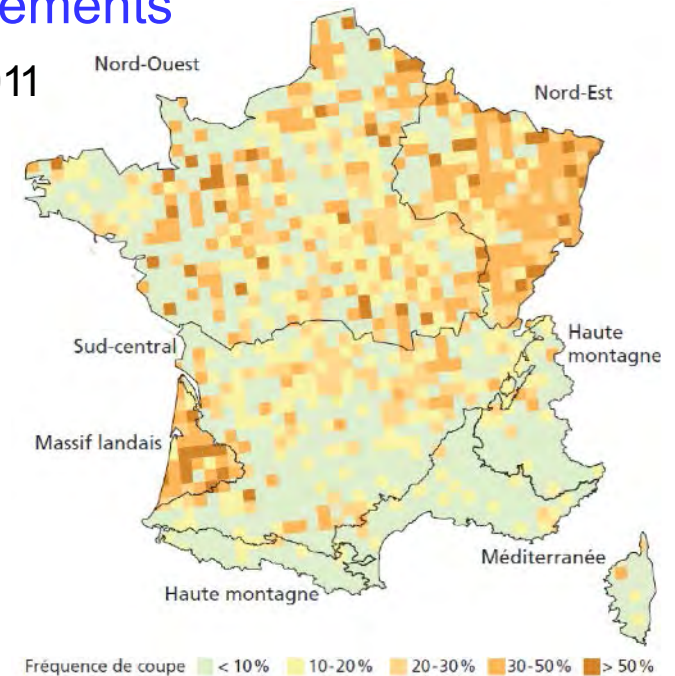
- Feuillues > résineuses
- Forêts privées > collectivités > domaniales
- Régions autrefois non forestières

Source : IGN (Hervé, 1/12/2015)



Prélèvements

2005-2011



Voir aussi : Colin, A., Wurpillot, S., Derrière, N., Hervé, J.-C., 2013. L'accroissement de la ressource forestière française: 810 millions de m3 supplémentaires en 30 ans. Forêt-entreprise 212, 20-24.

Des forêts ≠ productives, mobilisées, qui stockent partout

Bilan des flux par région

	PRODUCTION	PRÉLÈVEMENTS	MORTALITÉ	VOLUME DE BOIS CAPITALISÉ
	en millions de mètres cubes par an			
Aquitaine Limousin Poitou-Charentes	16,8 ± 0,6	10,7 ± 1,3	1,5 ± 0,2	4,6
Auvergne Rhône-Alpes	16,1 ± 0,6	5,3 ± 1,0	2,2 ± 0,2	8,6
Alsace Lorraine Champagne-Ardenne	13,7 ± 0,5	7,6 ± 0,7	0,5 ± 0,1	5,7
Bourgogne Franche-Comté	12,6 ± 0,4	7,0 ± 0,9	0,7 ± 0,1	4,9
Languedoc-Roussillon Midi-Pyrénées	9,8 ± 0,5	2,2 ± 0,8	1,1 ± 0,2	6,5
Centre-Val de Loire	5,7 ± 0,3	2,4 ± 0,4	0,5 ± 0,1	2,8
Nord-Pas-de-Calais Picardie	3,0 ± 0,2	1,8 ± 0,4	0,1 ± ε	1,1
Provence-Alpes-Côte d'Azur	2,9 ± 0,2	0,6 ± 0,3	0,8 ± 0,2	1,5
Normandie	2,8 ± 0,2	1,3 ± 0,3	0,2 ± 0,1	1,4
Pays de la Loire	2,8 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,2 ± 0,1	1,5
Bretagne	2,7 ± 0,2	0,8 ± 0,4	0,3 ± 0,1	1,6
Île-de-France	1,4 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,2 ± 0,1	0,6
Corse	1,0 ± 0,2	0,2 ± 0,3	0,2 ± 0,1	0,6
France	91,3 ± 1,3	41,4 ± 2,3	8,5 ± 0,5	41,4

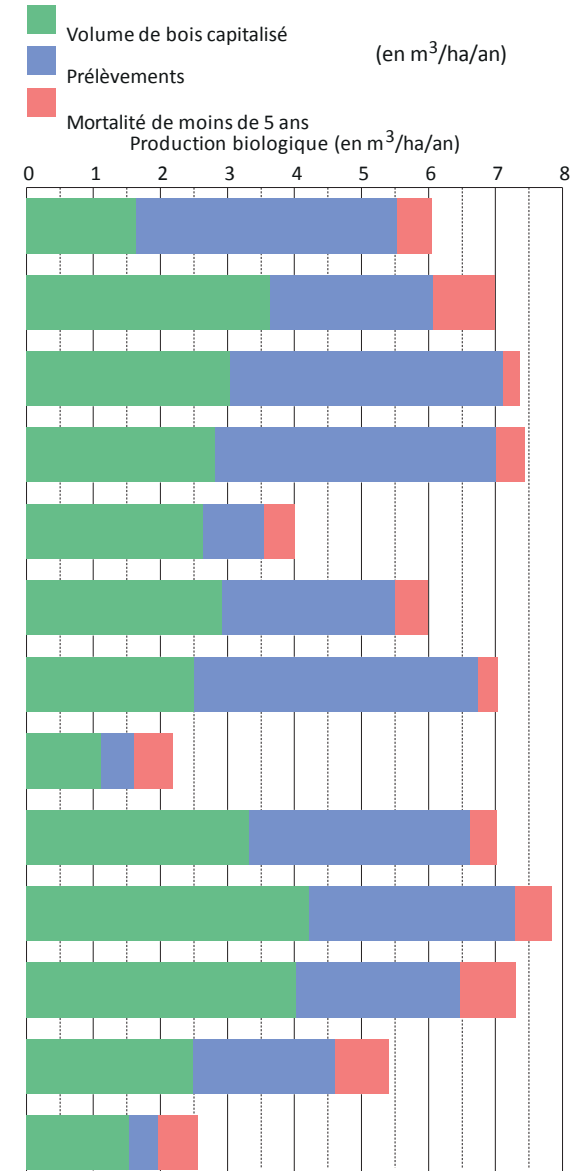
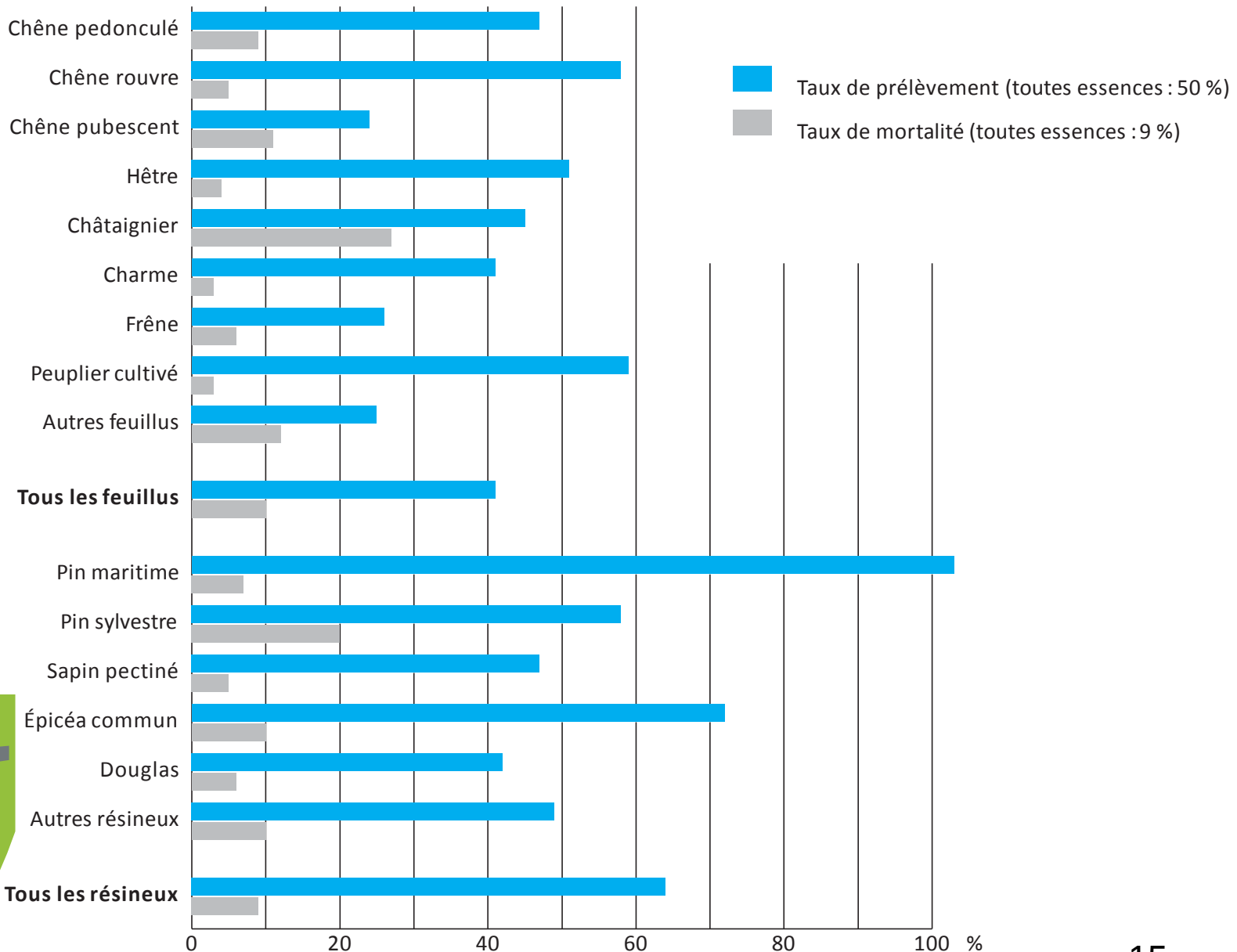


Fig 5. Bilan des flux (en m³/ha/an)

Un potentiel forestier important pour l'économie, les territoires et les Français

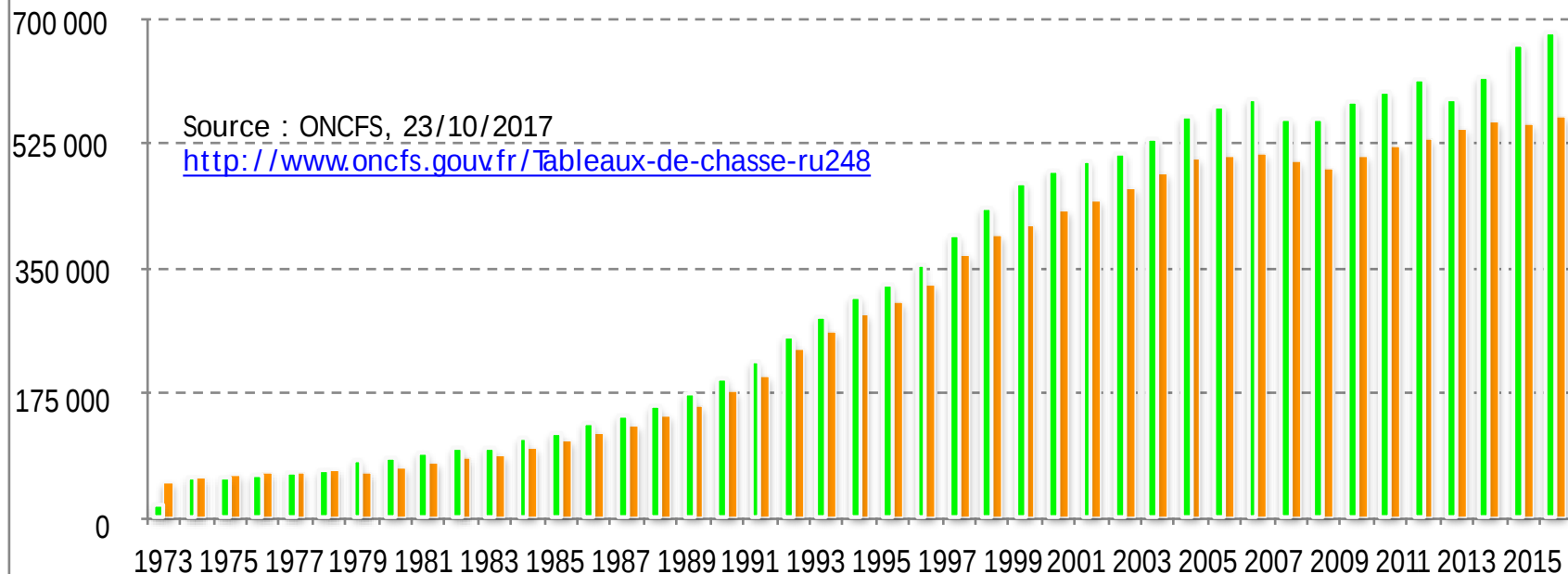
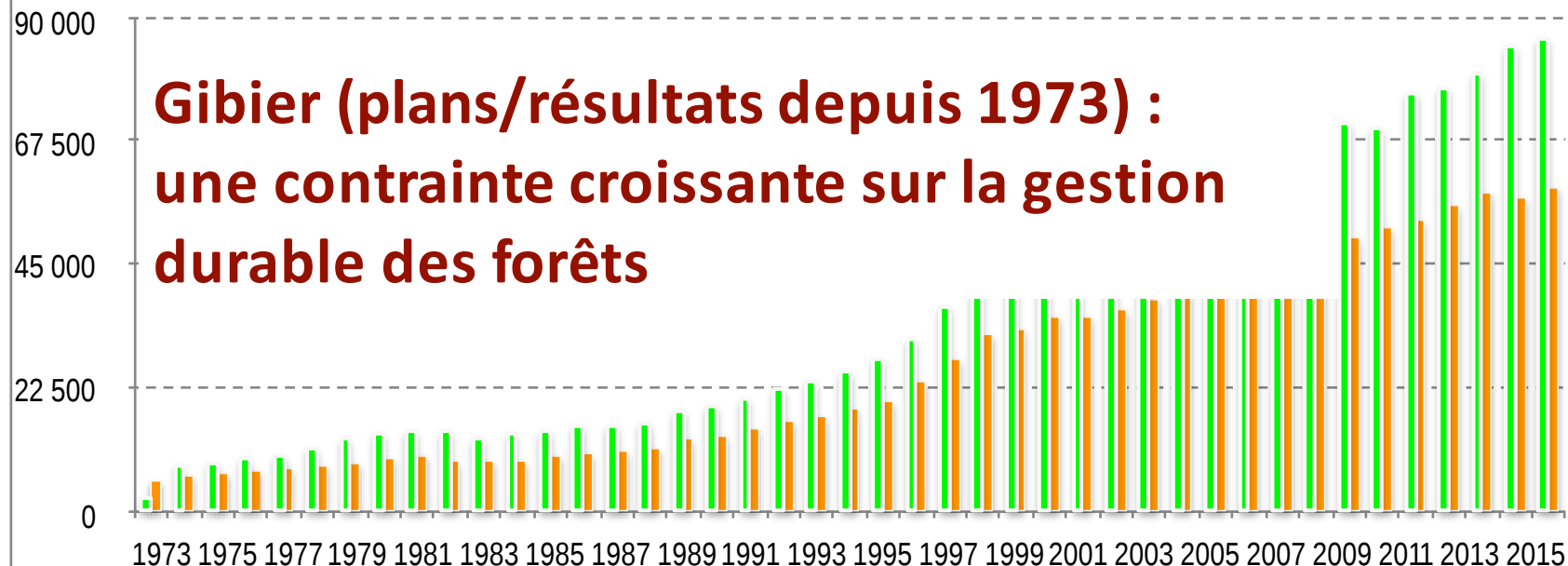




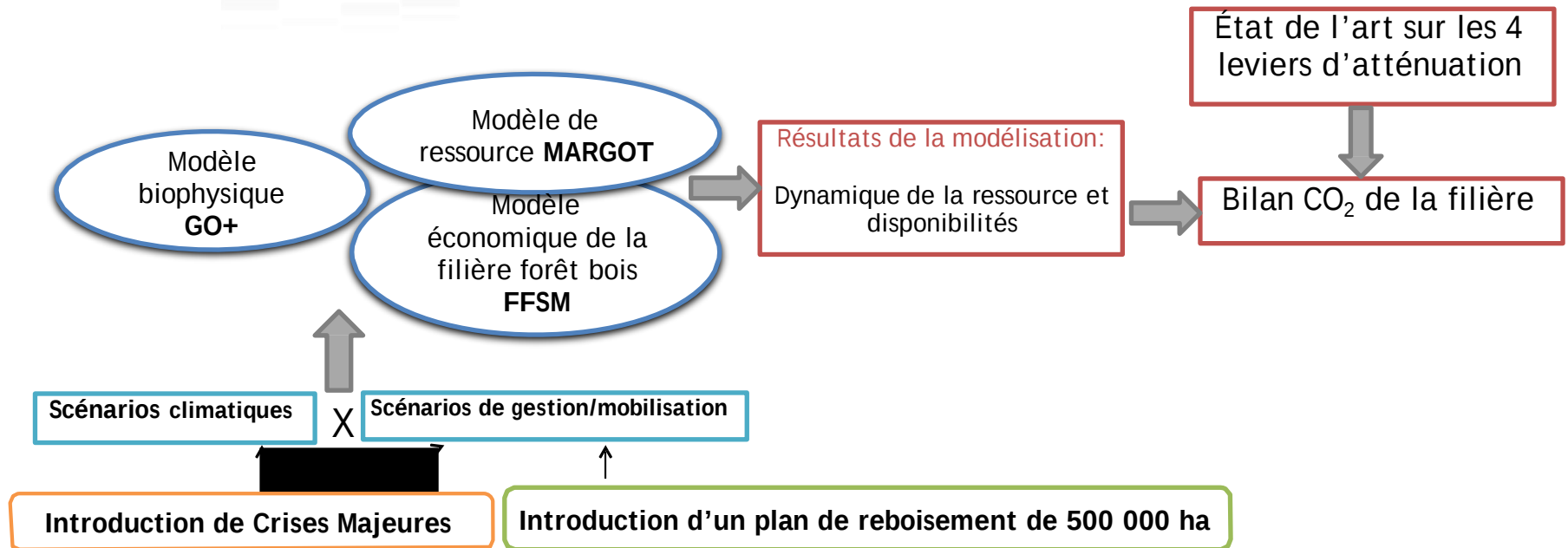
PORTRAIT DES FORÊTS PRIVÉES **AVEC OU SANS PLAN SIMPLE DE GESTION**

*Taux de prélèvement selon le groupe d'essences et le type de propriété,
sur la période 2005-2014*

TYPE DE PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE	PRÉLÈVEMENTS (en millions de m ³ /an)			TAUX DE PRÉLÈVEMENT		
	FEUILLUS	RESINEUX	TOTAL	FEUILLUS	RESINEUX	TOTAL
Forêts privées avec PSG	4,1 ± 0,5	6,6 ± 0,9	10,7 ± 1,0	53 %	84 %	69 %
Forêts privées sans PSG	8,1 ± 0,9	10,0 ± 1,4	18,0 ± 1,7	30 %	67 %	43 %
Forêts publiques	7,7 ± 0,6	5,9 ± 0,8	13,6 ± 1,0	64 %	61 %	63 %
TOTAL	19,8 ± 1,1	22,5 ± 1,7	42,3 ± 2,0	43 %	69 %	53 %



Étapes et dispositif de l'étude



Difficultés spécifiques de l'étude :

- ❖ Horizon 2050
- ❖ Simuler des niveaux très $\neq$ d'intensité de gestion
- ❖ Effets du changement climatique sur ressource/disponibilité
- ❖ Imaginer des crises multiformes (abiotiques/biotiques) de très grande ampleur

Scénario Extensification & allègement des prélèvements

- ❖ Signaux (prix, politique, société) peu encourageants
- ❖ Extensification, gestion minimale & cueillette
 - ❖ Alpes, Pyrénées, pourtour méditerranéen, Massif Central
 - ❖ si la bioéconomie se développe, c'est *via* les importations
- ❖ **Gestion peu active** des forêts :
 - ❖ attitude passive vis-à-vis du changement climatique
 - ❖ renouvellement lent, essentiellement / **régénération naturelle**
 - ❖ - **de sciage feuillu**, GB feuillus -> bois-énergie & exportation de grumes
 - ❖ récolte stable à 50 Mm³ VAT/an (**50% de ΔV en 2015 -> 37% en 2050**)
- ❖ **Biodiversité et services écosystémiques :**
 - ❖ forte augmentation du bois-mort, espaces en libre évolution

Scénario Dynamiques territoriales

- ❖ Rôle déclencheur des crises (attitude réactive), **rôle moteur des régions**
et divergences entre territoires
- ❖ Forte demande en biomasse pour l'énergie, **prix peu rémunérateurs**
 - ▶ **simplification** des pratiques, spécialisation des objectifs
 - ▶ haute montagne & méditerranéen restent extensifs
- ❖ Des **opportunités contrastées** pour la gestion des forêts :
 - ❖ volonté contrariée de se protéger des risques climatiques
 - ❖ **contrats** pour valoriser les **feuillus**, invest. en desserte et travaux
 - ❖ taux de récolte stable (50% de ΔV), **70 Mm³ VAT/an en 2035**
- ❖ **Biodiversité et services écosystémiques :**
 - ❖ **diversité des forêts amplifiée par les divergences entre régions**

Scénario Intensification avec plan de reboisement

- ❖ **Transition forte & rapide** (prix, formation, innovation, investissements), marchés et fiscalité **motivants**, focus/**production feuillus**
- ❖ **Action publique ciblée** et demande/aval :
 - gestion groupée, contractualisation, simplification des aménagements
 - consommation en hausse de **bois issu de circuits courts**
- ❖ **Gestion plus active des forêts & reboisement** :
 - adaptation pro-active au changement climatique
 - plan de reboisement 500 000 ha & remise en production
 - récolte en hausse régulière, jusqu'à 70 % de ΔV en 2050
- ❖ **Biodiversité et services écosystémiques** :
 - gestion + diversifiée des ressources génétiques, amendement sols forestiers

Scénario Intensification avec plan de reboisement

On commente préférentiellement ce scénario :

- considéré/MTES comme « une évidence et un minimum »
- référence pour SNBC malgré les ? sur sa faisabilité

- ❖ **Transition forte & rapide** (prix, formation, innovation, investissements), marchés et fiscalité **motivants**, focus/**production feuillus**
- ❖ **Action publique ciblée** et demande/aval :
 - gestion groupée, contractualisation, simplification des aménagements
 - consommation en hausse de **bois issu de circuits courts**
- ❖ **Gestion plus active des forêts & reboisement** :
 - adaptation pro-active au changement climatique
 - plan de reboisement 500 000 ha & remise en production
 - récolte en hausse régulière, jusqu'à 70 % de ΔV en 2050
- ❖ **Biodiversité et services écosystémiques** :
 - gestion + diversifiée des ressources génétiques, amendement sols forestiers

Plan de reboisement (500 000 ha, 50 000 ha/an) : Sélection des espèces / variétés - itinéraires sylvicoles

Essences	Scénarios sylvicoles		
	Classique	Semi-dédié	Biomasse
Douglas	16,1 (40-50)	17,2 (44)	–
Epicéa de Sitka	30,1 (45)	29,8 (40)	25,7 (30)
Mélèze hybride	15,3 (40)	19,2 (42)	24,4 (20)
Peupliers cultivés	17,0 (20)	–	24,0 (10)
Pin maritime	10,5 (45)	11,8 (39)	–
Pin taeda	16,3 (30)	15,2 (25)	–
Sapin de Vancouver	30,0 (40)	28,0 (30)	22,0 (25)
Eucalyptus (gun & gundal)	–	–	19,0 (10)
Cèdre de l'Atlas	10,8 (60)	–	–
Sequoia sempervirens	–	29,0 (45)	26,0 (30)

Productivité (révolution)

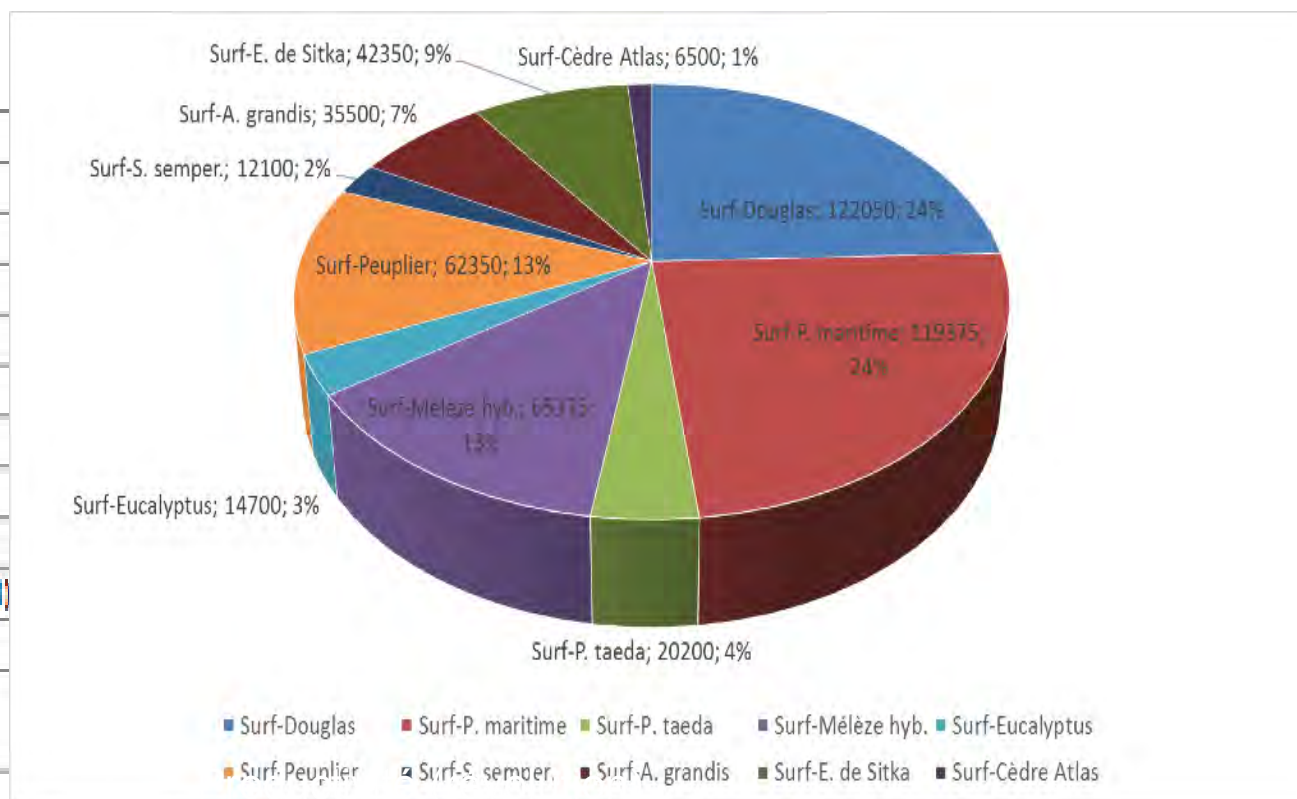
m³/ha/an (années)

60 M de plants/an, pendant 10 ans

- façonner de nouvelles ressources spécialisées, à haut rendement

Plan de reboisement (500 000 ha, 50 000 ha/an) : Sélection des espèces / variétés - itinéraires sylvicoles

Essences
Douglas
Épicéa de Sitka
Mélèze hybride
Peupliers cultivés
Pin maritime
Pin taeda
Sapin de Vancouver
Eucalyptus (gun & gundal)
Cèdre de l'Atlas
Sequoia sempervirens

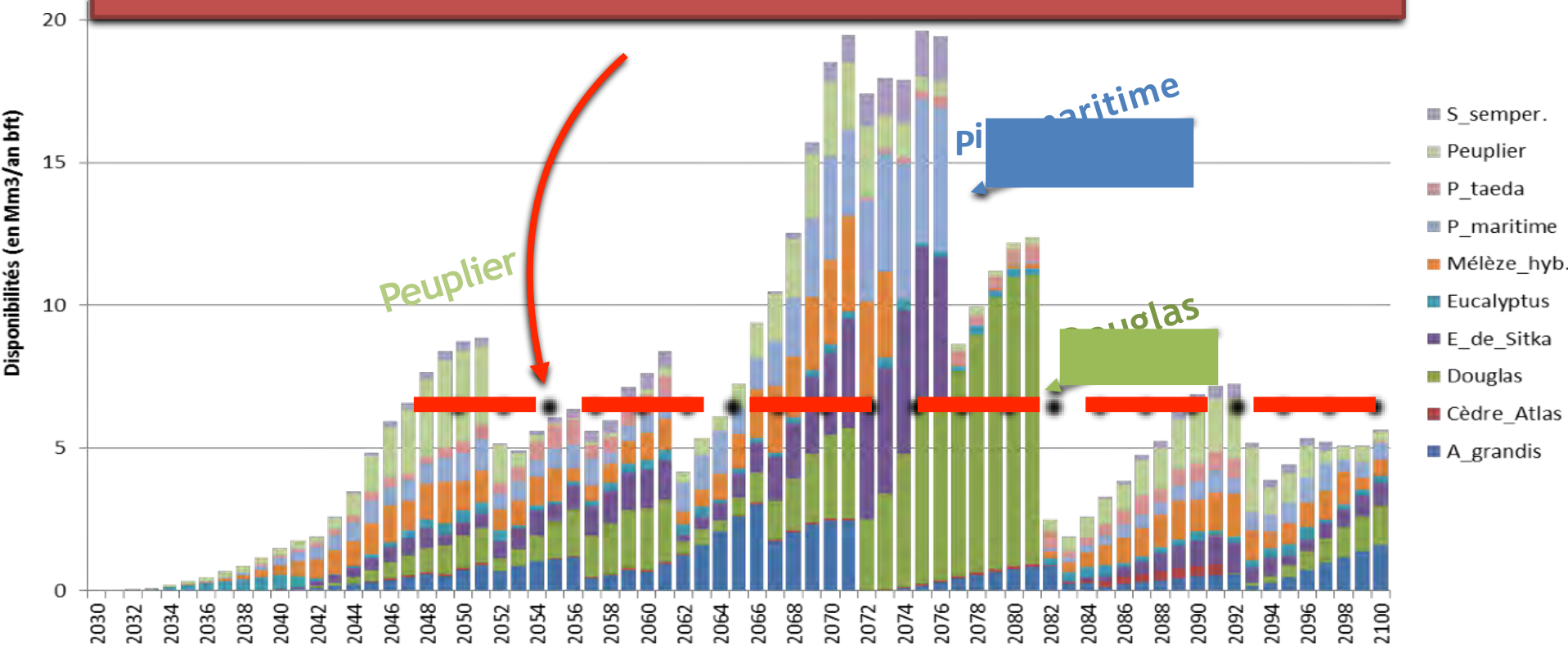


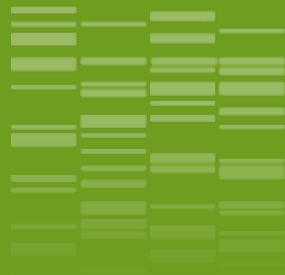
60 M de plants/an, pendant 10 ans $m^3/ha/an$ (années)

- façonner de nouvelles ressources spécialisées, à haut rendement

Plan de reboisement : déploiement, impacts

$\leq 7 \text{ Mm}^3/\text{an}$, $\approx 7 \text{ MtCO}_2/\text{an}$ évitées, à 90% additionnel
+ pic en 2070-80. Conditions de réussite (cf PNFB)

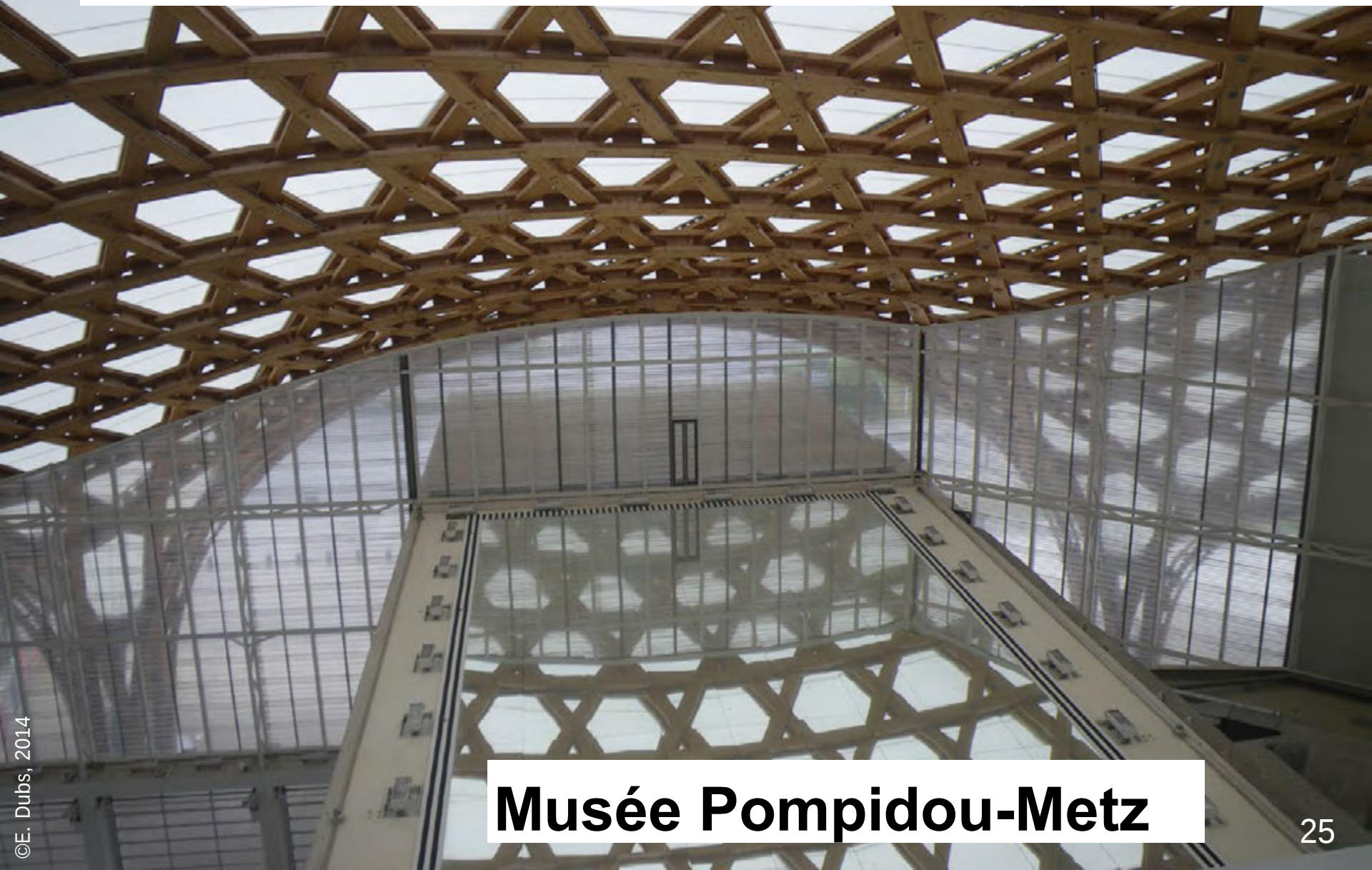




2

Usages multiples du bois : en quoi la mobilisation du bois est-elle par elle-même un geste pour l'environnement ?

Utiliser du bois plutôt que des matériaux concurrents :
efficacité, durabilité, sobriété



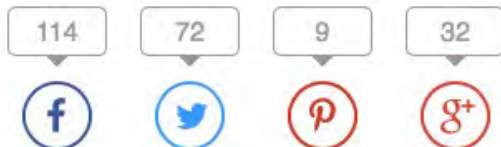
Musée Pompidou-Metz

17/11/2017

du CLT de Tulipier de Virginie



interview with alison brooks at the 2017 world architecture festival



'the smile' by [alison brooks architects](#) has been presented with the 'display' award at the 2017 [world architecture festival](#). the project was one of the [london design festival's](#) landmark projects, and was designed to be inhabited and explored by the public. effectively a beam curving up at both ends, the spectacular, curved, tubular timber structure measured 3.5m high, 4.5m wide, and 34m long. showcasing the structural and spatial potential of cross-laminated american tulipwood, the smile was the first ever 'mega-tube' made with construction-sized panels of hardwood CLT.



Le bois, un matériau qui permet de stocker du carbone sur le très long-terme



Chartres (28), 16^{ème} siècle

Bois : un matériau central de la bioéconomie qui va se substituer à tout notre univers technologique



comme matériau de construction :
massif, reconstitué et fibres

comme bioénergies :
chaleur, biocarburants,
cogénération



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



©CNDB, 2007



**Bioraffinerie
Tembec Tartas**

Construction : les tours en bois font leur promotion

IMMOBILIER

L'association ADIVbois a pour ambition de construire 24 immeubles de grande hauteur d'ici à 2020.

Treize projets ont été distingués au Salon WoodRise, à Bordeaux.

Frank Niedercorn

— Correspondant à Bordeaux

En retard dans le domaine, la France va voir les immeubles en bois se multiplier. L'Associa-

qui auront vu le jour en France », se félicite Frank Mathis, président d'ADIVbois.

Le démarrage du projet tenait au constat que la France faisait figure de parent pauvre avec une part du bois inférieure à 6 % pour l'ensemble de la construction, contre de 15 % à 20 % en Scandinavie, en Amérique du Nord ou, encore mieux, au Japon. Un comble, alors que notre pays possède le troisième massif forestier en Europe et que le bois cumule les avantages pour lutter contre le changement climatique.

Un mètre cube de bois stocke en effet 1 tonne d'équivalent CO₂, sachant qu'un immeuble mobilise entre 500 et 3.000 tonnes de bois. La transformation du bois et la



Crop Protection 102 (2017) 104–109

Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection (19/9//2017)

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cropro

Evertree concocte des colles végétales pour les panneaux en bois



LE PROJET EVERTREE

Date de création : mars 2016

Président : Fabrice Garrigue

Effectif : 20 personnes

Secteur : chimie verte

Guillaume Roussange

— Correspondant à Amiens

Des panneaux de bois composés, agglomérés ou MDF plus « verts », grâce à l'utilisation de colle à base végétale. C'est l'une des premières applications développées par la jeune société Evertree, née en mars 2016, de l'union entre la start-up israélienne Biopolymer Technologies, le groupe Avril et le fonds SPI, géré par bpifrance. « Notre additif, le SynerXiD, permet réduire les résines pétrosour-

L'additif d'Evertree illustre les espoirs liés à la recherche sur les protéines végétales dans le domaine des matériaux. Issu du colza, le SynerXiD permet de diminuer de 20 à 40 % les résines à base de pétrole jusqu'à présent utilisées. Au niveau européen, l'enjeu est considérable : 4 millions de tonnes de liant sont consommées chaque année pour fabriquer les 50 millions de mètres cubes de panneaux produits sur le continent.

Une usine à Rouen

Pour servir le marché, Evertree compte investir, selon son PDG, « plusieurs dizaines de millions d'euros » dans un site de production industrielle. Basée à Grand-Couronne, dans la banlieue de Rouen, où Avril dispose déjà d'une unité de trituration, cette usine devrait voir le jour d'ici à 2020. En attendant, la société a investi 1,5 million d'euros dans un pôle de recherche basé à Venette, dans l'Oise, au sein de l'institut Pivert, dédié aux protéines végétales. Inauguré en juillet, ce centre de 1.000 m² se compose d'un laboratoire de protochimie et de différents halls de développement de pro-

Enregistrer le PDF dans Evernote et donc les formaldéhydes, dans les panneaux de bois », résume Fabrice Garrigue, président de l'entreprise.

projets de recherche y sont menés, dans le secteur du bâtiment, mais aussi des adhésifs et même des cosmétiques. ■



Efficacy of extracts from eight economically important forestry species against grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*) and identification of active constituents

Dulcie A. Mulholland ^{a,*}, Barbara Thuerig ^b, Moses K. Langat ^a, Lucius Tamm ^b, Dorota A. Nawrot ^a, Emily E. James ^a, Meywish Qayyum ^a, Danni Shen ^a, Kallie Ennis ^a, Amy Jones ^a, Heikki Hokkanen ^c, Natalia Demidova ^d, Denis Izotov ^e, Hans-Jakob Schärer ^b

^a Natural Products Research Group, Department of Chemistry, University of Surrey, GU2 7XH, United Kingdom

^b Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick, Switzerland

^c Department of Agricultural Sciences, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finland

^d Northern Research Institute of Forestry, Nikitov St. 13, Arkhangelsk, Russian Federation

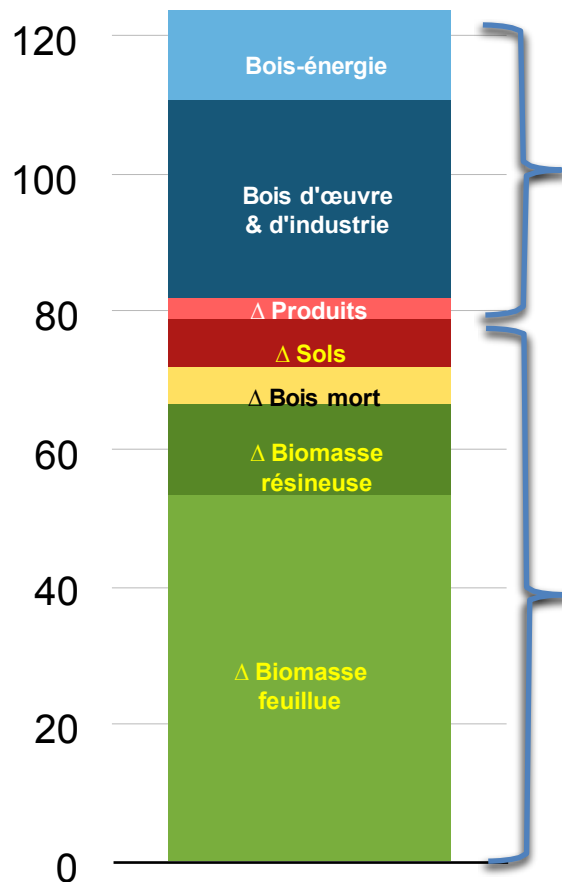
^e Sector of Biologically Active Substances, Department of Forestry, Far East Forestry Research Institute, Khabarovsk, Vo-Iochayevskaya 71, Russia



Nouveau campus CentraleSupélec, Gif/Yvette

Les composantes du bilan CO₂ de la filière forêt-bois : sphère socio-économique vs écosystème

140 Mt CO₂ equivalents/an



Sphère socio-économique :
stockage dans les produits
& émissions évitées par
effet de substitution

45 MtCO₂eq/an

**Stockage dans
l'écosystème forestier**

79 Mt CO₂eq/an



Ventilation du bilan annuel
Scénario Dynamiques territoriales
Projection/période 2026-30

Total : 124 MtCO₂eq/an

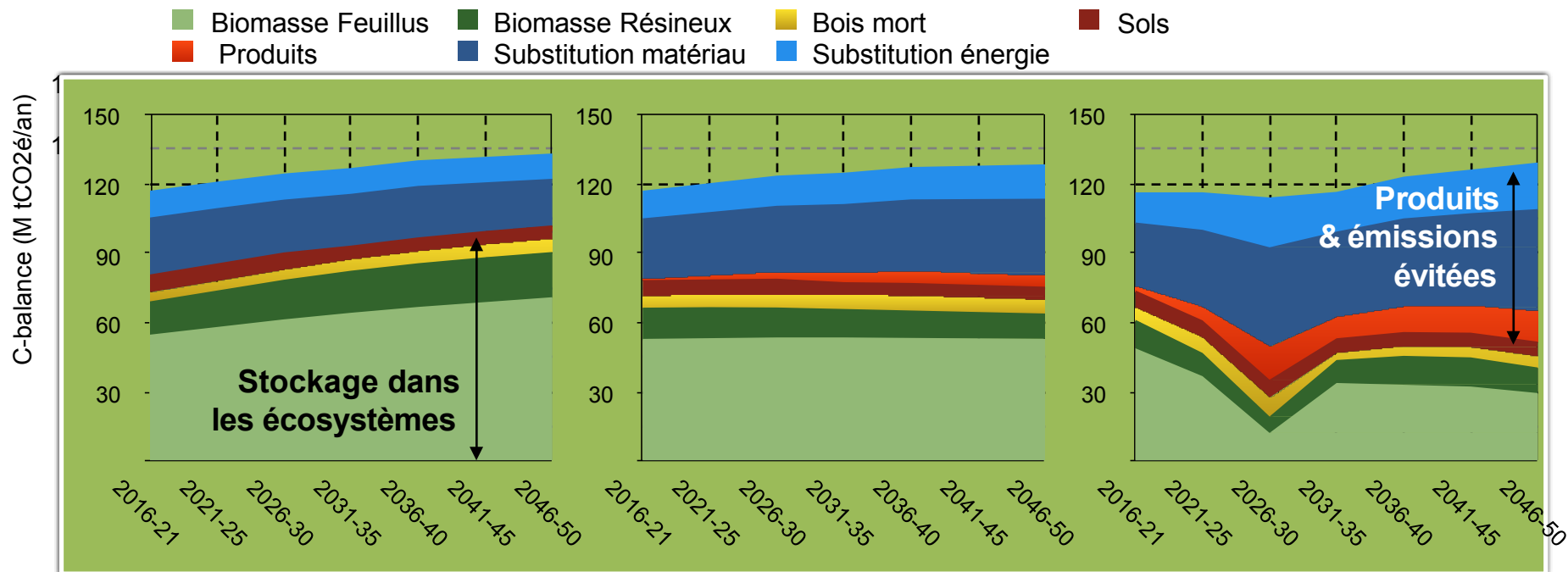
27% des émissions de GES brutes 2016

Bilan-carbone de la filière forêt-bois française sous 3 scénarios de gestion / mobilisation

Extensification
Récolte 50 Mm³/an

Dynamiques territoriales
50 → 70 Mm³/an (2050)

Intensification
50 → 90 Mm³/an (2050)



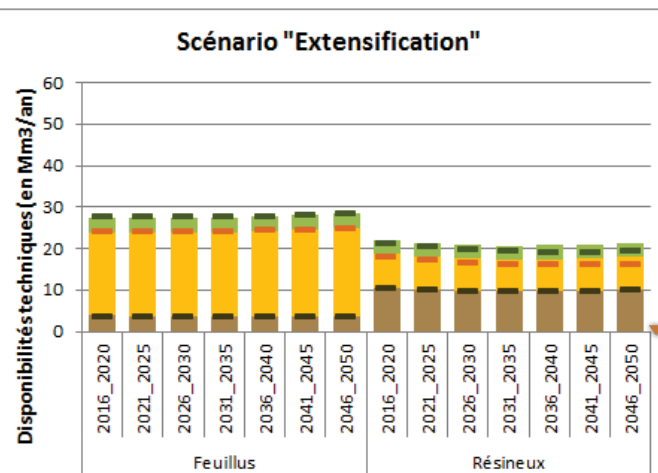
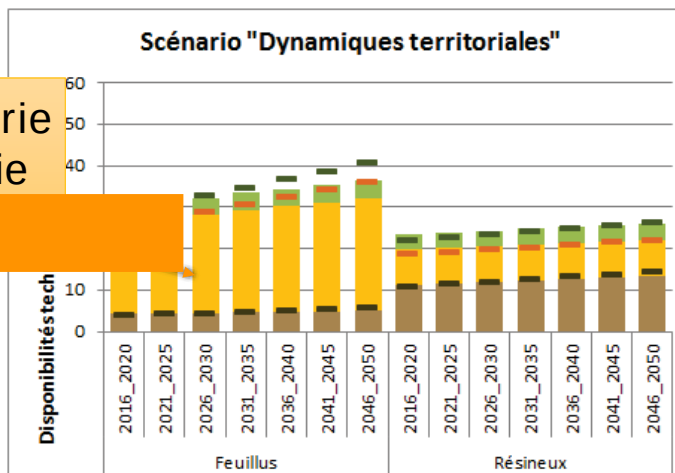
78% écosystème (labile)
22% produits & émissions évitées (≈ non-réversible)

**Impact de la filière
sur l'atmosphère**

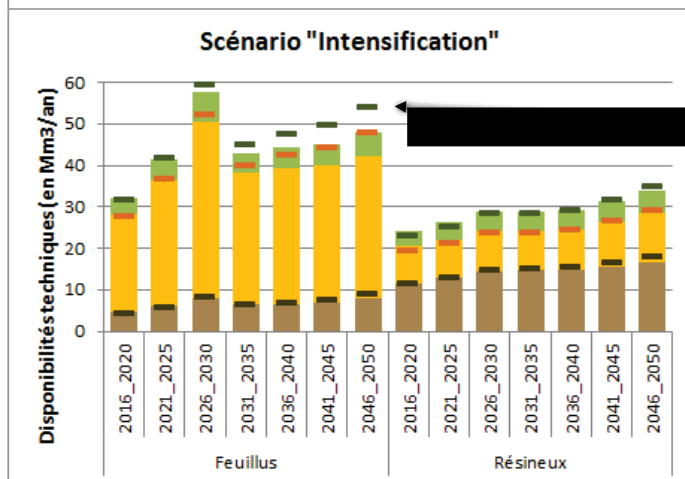
44% écosystème (labile)
56% produits & émissions évitées (≈ non-réversible)

Un fort réchauffement (RCP 8.5) pénaliserait peu les disponibilités 2050

Bois d'industrie
& bois-énergie



Bois d'œuvre



Scénario RCP 8.5

Niveaux analogues
sous climat actuel

■ BIBE

■ BO

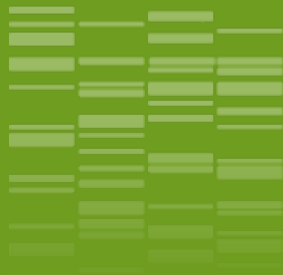
Scénario "climat actuel"

— MB

— BIBE

— BO

· sauvegarder les bénéfices-carbone via stockage produits & substitution

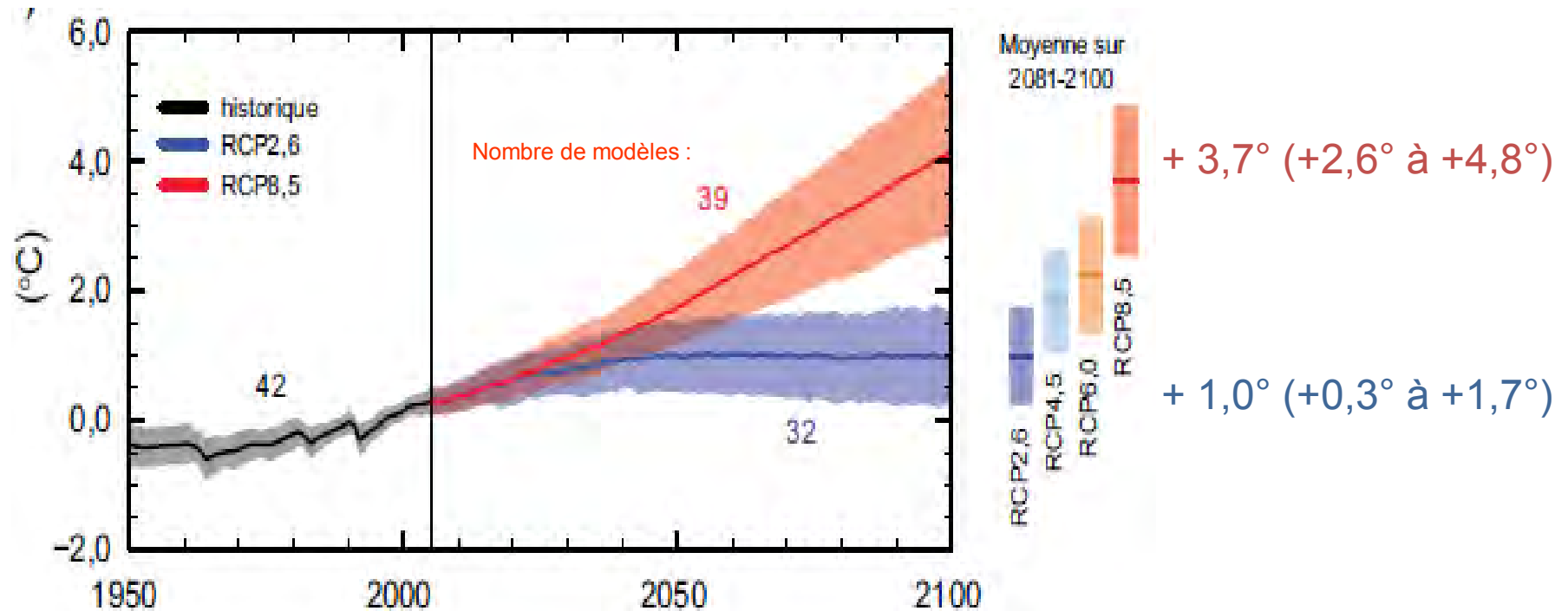


3

Risques et défi climatique : comment transformer les forêts, en l'assumant et en diversifiant ses options ?

Température moyenne de la planète jusqu'en 2100 cf âges d'exploitabilité de nos espèces

en surface (CIMP5, période de référence 1986-2005)



Chêne, 200 ans

Sapin/Hêtre, 130 ans

Épicéa, 80 ans

Douglas, 50 ans

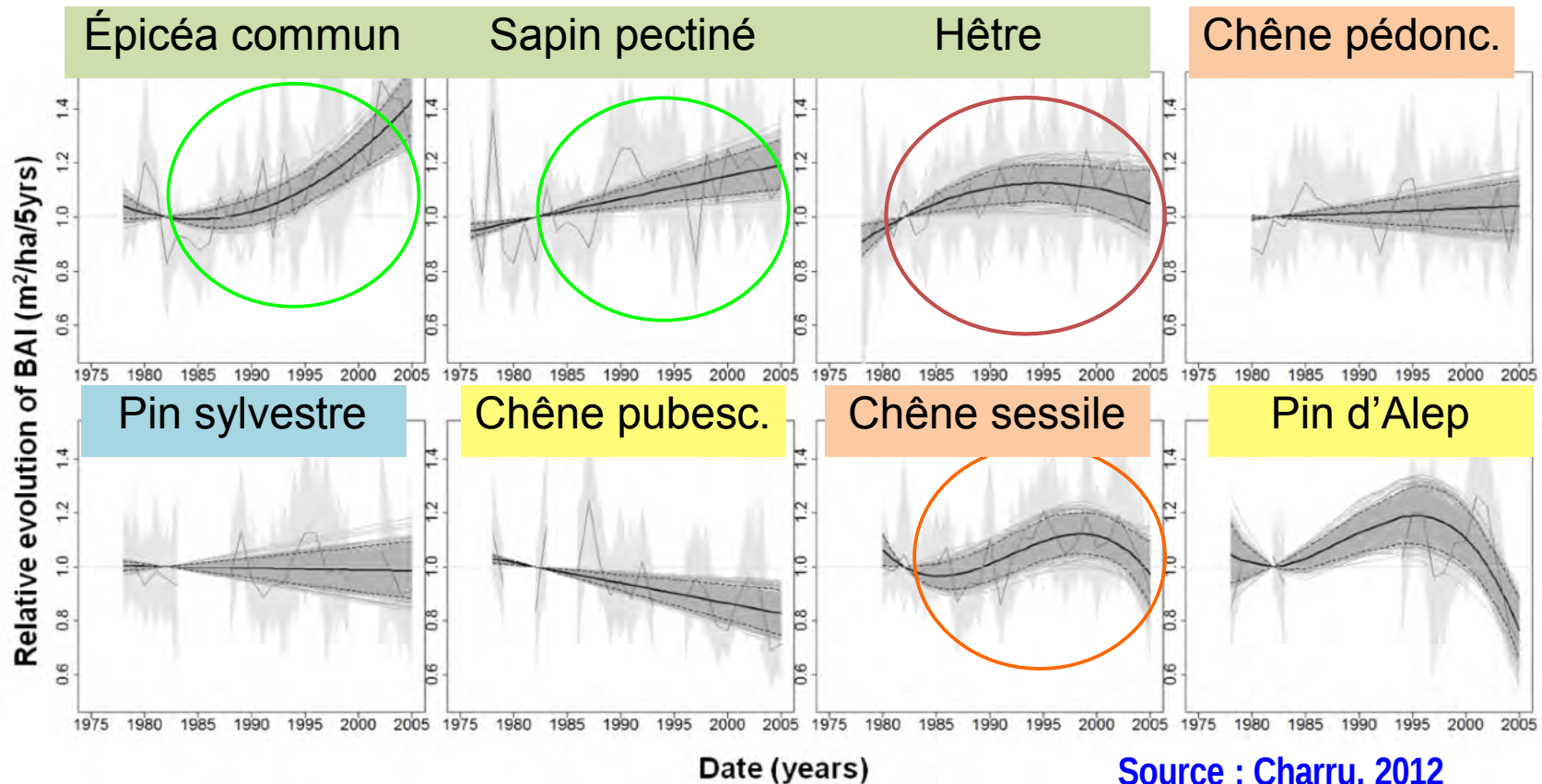
Tendances productivité France entière, 1982-2005

➤ **+42%**

montagnardes

généralistes

tempérées/plaine



Source : Charru, 2012

➤ **-17%**

méditerranéennes

- ▶ depuis 30 ans, rôle important du changement climatique
- ▶ accélération si t° initiale faible, Pluies importantes, forte variation de t°

Des crises à des échelles inusitées (temps/espace)

Explosion dégâts du Dendroctone/pins (USA, Canada)

Prelude to Disaster 1990-1996



Into the Jack Pine 2007-2013



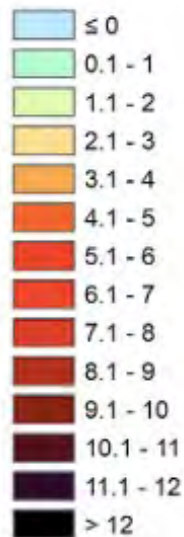
Mountain Pine Beetle outbreak in Western North America

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

2051-2080 Projected Change in Mean Temperature: January

Under the RCP4.5 scenario, relative to a baseline of 1976-2005

**Temperature Change (°C)
(Relative to 1976-2005)**



20 octobre 2017

2017, année record pour les incendies meurtriers au Portugal

Actualité / Monde / Europe /

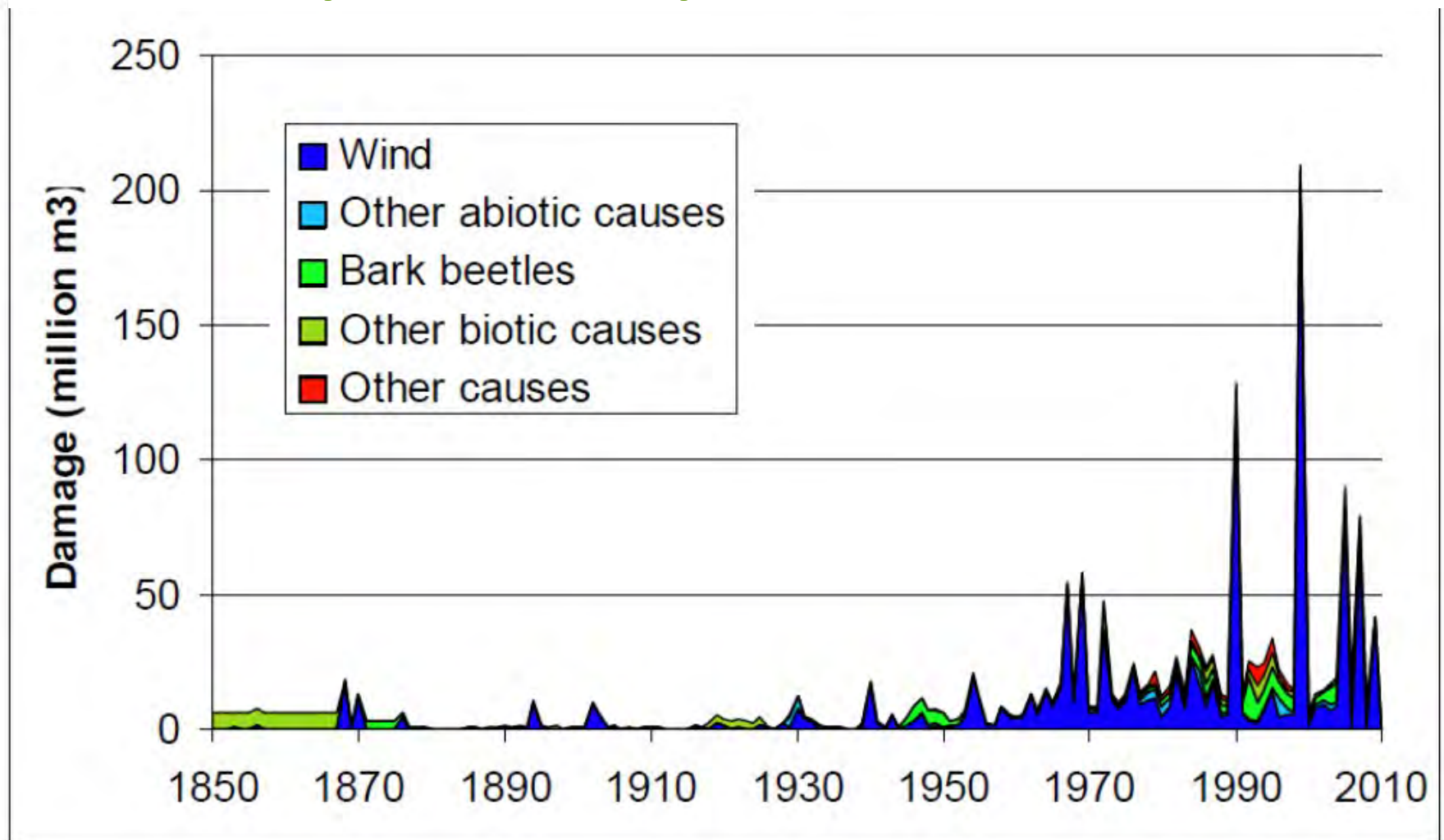


l'express

21 octobre 2017

Aidés par la canicule et les fortes chaleurs pesant sur le continent européen à la mi-juin 2017, plusieurs feux de forêt d'ampleur ont ravagé le centre du Portugal. Le seul foyer immense de la région de Leira, près de Pedrogao Grande, est responsable de 64 morts et 204 blessés, le plus meurtrier de l'histoire du pays. L'origine des feux semblait alors naturelle, après de violents orages suivis par des températures atteignant, par endroits, plus de 40°C. La sécheresse accumulée et une chaleur plus élevée que de saison provoque à nouveau, mi-octobre, des incendies jusque dans la Galice espagnole, où 41 personnes perdent la vie. En un an, plus de 350 000 hectares de végétation ont brûlé au Portugal.

Non-stationnarité des régimes de perturbation : cas des tempêtes en Europe



source: Schelhaas (2008), Gardiner et al. (2010)

Trois histoires de crise d'une ampleur sans précédent

- **Crise « Incendie après sécheresse »**

Climat actuel = 75.000 ha incendiés

RCP 8.5 = 175.000 ha incendiés, soit **-30 Mm³**

soit 0,6 année de récolte actuelle



- **Crise « Tempête + Scolytes + Incendies »,**

soit **-330 Mm³** (p.m. : Klaus 63 Mm³)

soit 6 années de récolte actuelle



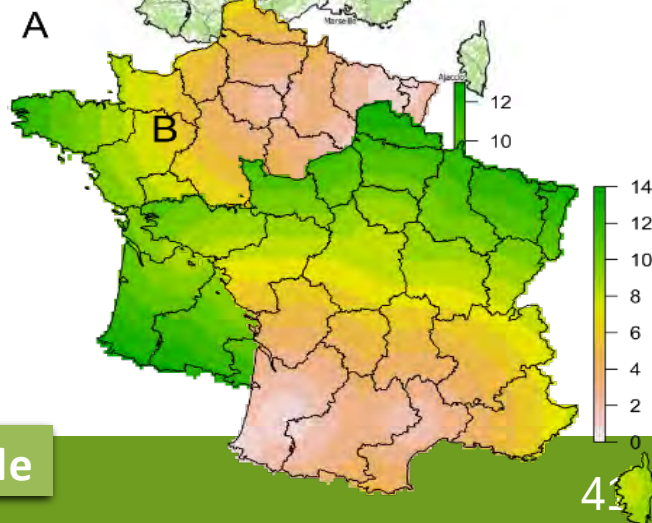
- **Crise « Invasions biologiques »**

A. **Crise sur le chêne** (deux niveaux de sévérité : tous les chênes / chêne pédonculé),

B. **Crise sur le pin** (deux niveaux de sévérité : tous les pins / pin maritime)

impact **-130 à -800 Mm³. -3 à -23 Mm³/an**

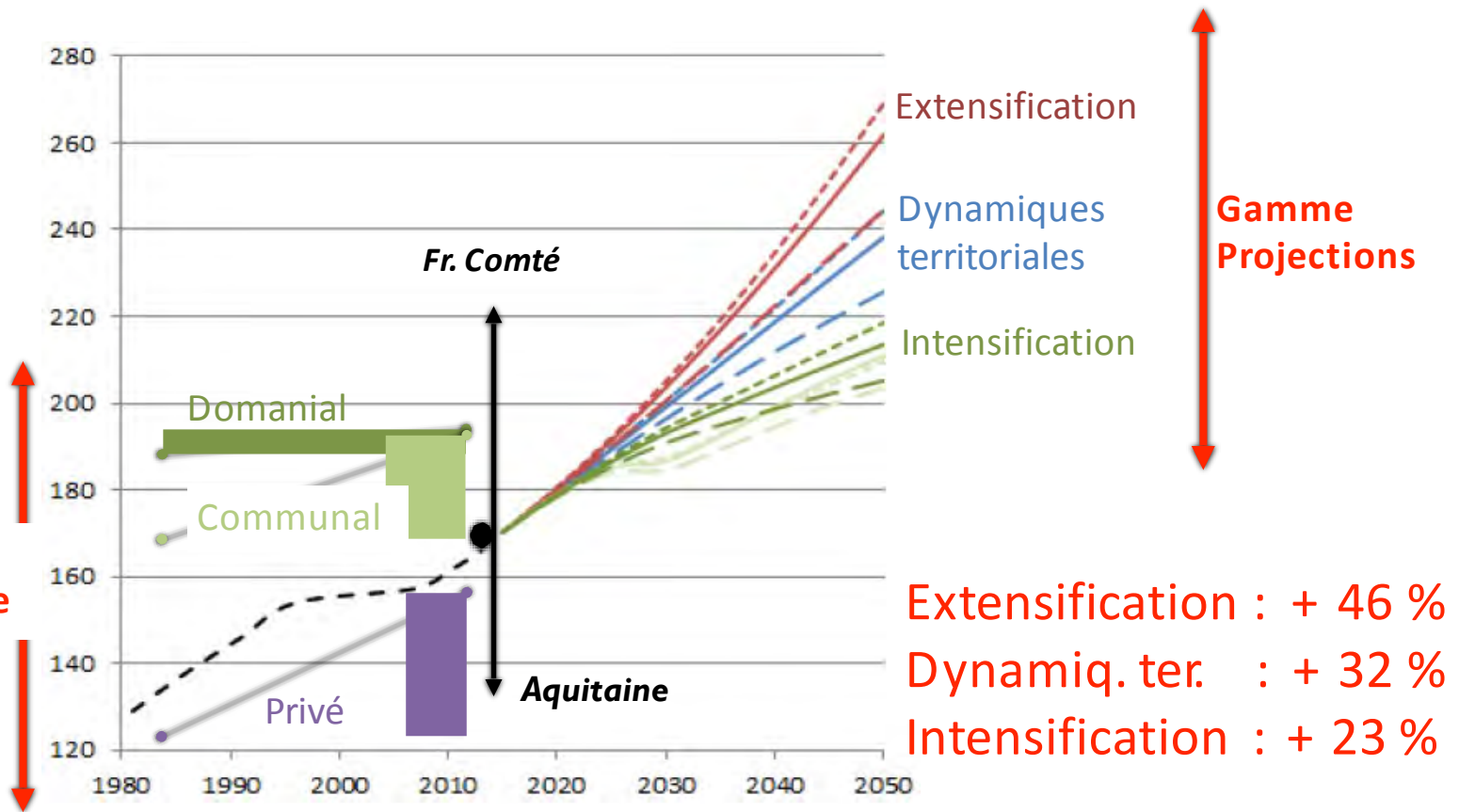
3-15 années de récolte actuelle



Le volume/ha projeté augmente dans les 3 scénarios - Intensification préserve mieux les capacités de manœuvre

volume
moyen
m³/ha

Gamme
historique

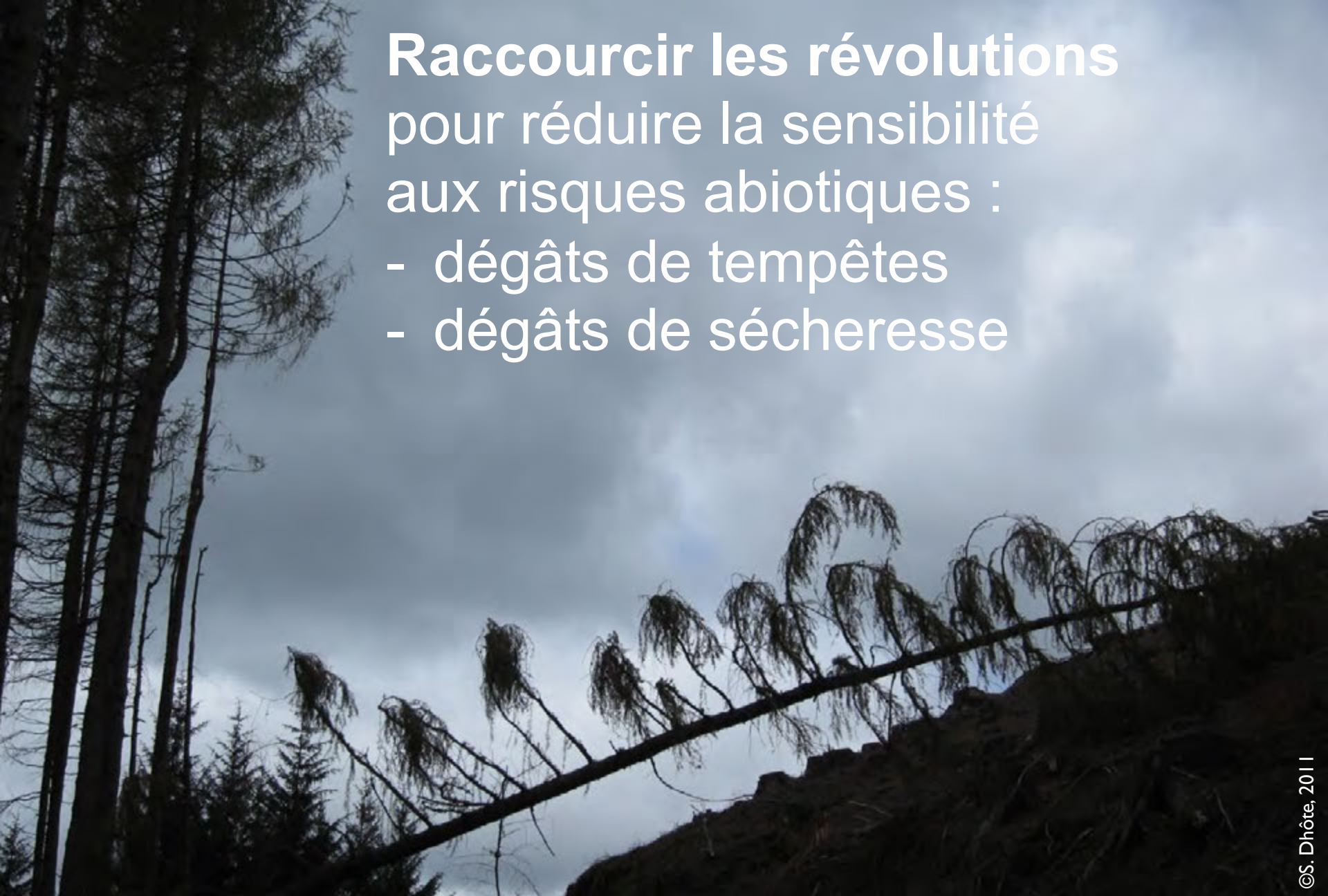


freiner une capitalisation porteuse de risques aggravés



Renouveler plus rapidement pour

- prévenir des dégâts forestiers massifs
- **accroître les capacités adaptatives**
- assurer qualité & continuité des services écosystémiques



Raccourcir les révolutions pour réduire la sensibilité aux risques abiotiques :

- dégâts de tempêtes
- dégâts de sécheresse

Raccourcir les révolutions pour réduire la sensibilité aux risques abiotiques :

- dégâts de tempêtes
- dégâts de sécheresse

un certain révisionnisme des « clercs » sur l'impératif de
raccourcissement des révolutions :

- ne pas se tromper de cible (capitalisation)
- insister sur l'impasse économique GB-TGB
- illustrer les solutions technologiques (canter, CLT...)

Sylviculture des essences structurantes : diversifier les modes de renouvellement

- 
- ◉ Régénération naturelle « *habituelle* »
 - Cas part. : conservation ressources génétiques
 - ◉ Idem avec révolution très courte
 - ◉ Planter des provenances méridionales
 - ◉ Planter des espèces apparentées (favoriser l'hybridation)
 - ◉ Introduire des espèces acclimatées : Robinier, Pins, Douglas, ...
 - ◉ Introduire des espèces exotiques

Sylviculture des essences structurantes : diversifier les modes de renouvellement

les essences sociales majeures ne sont pas à l'abri d'une grosse crise sanitaire :

- ne pas s'enfermer dans la régénération naturelle
- démonter le mythe du « végétal local forcément + adapté, + adaptable et + résilient »
- assumer le caractère intentionnel de l'aménagement f.

- ◉ Planter des provenances méridionales
- ◉ Planter des espèces apparentées (favoriser l'hybridation)
- ◉ Introduire des espèces acclimatées : Robinier, Pins, Douglas, ...
- ◉ Introduire des espèces exotiques

Planter des matériels forestiers de reproduction produits en vergers à graines peut 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

Diversité allélique

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

Diversité plus élevée en vergers à graines

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

Pas d'organisation spatiale de la diversité en plantation

Source : INRA (Catherine Bastien, 2016)



Arboretum de Roumare (Normandie) en 4/2018 (42 ans)

Abies procera

**Sequoia
sempervirens**

Abies grandis

Les choix d'essences anciens et atypiques nous informent aujourd'hui

Forêt de Fontainebleau - Pin maritime, Rocher Fourceau (plle 72)



Villevêque (Maine et Loire)
plantation feuillue vs peuplier **6 ans** Source :
FCBA (2002)
Chêne pédonculé-frêne vs clone Boelare

arrêt des fossiles, décarbonation très rapide,
émergence des procédés biosourcés :
il faudra savoir créer de la performance par
l'amélioration génétique et savoir s'en servir par
le déploiement des variétés améliorées...

Recherche d'efficacité :
≠ potentiels génétiques à exploiter

Meilleure mise en valeur des sols avec des résineux à haute performance



**parcelle 58 en F. Domaniale de Bellême (61)
à côté de la place Launay-Morel-2**



Meilleure mise en valeur des sols avec des résineux à haute performance

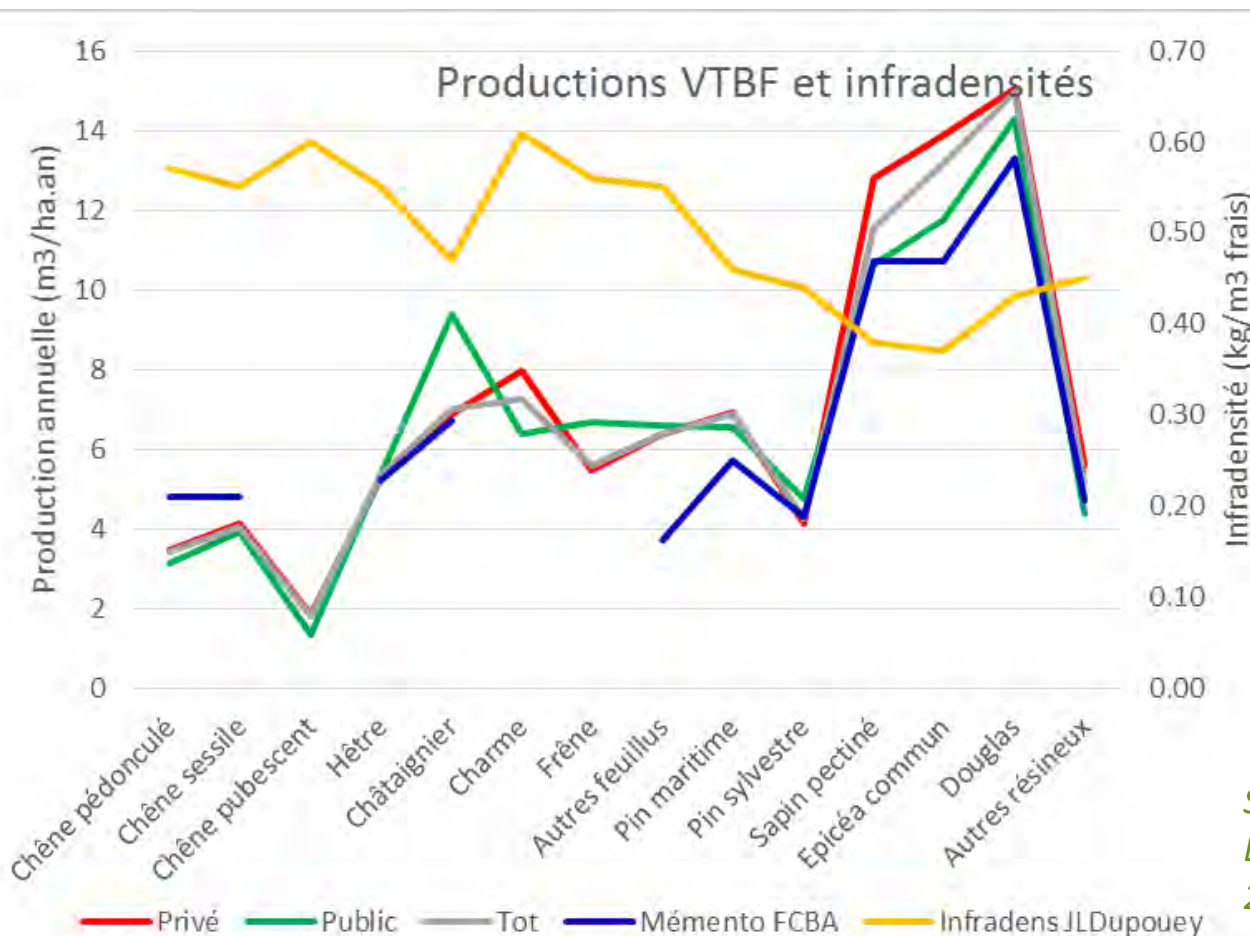
le mélange est $\approx$ bénéfique contre les risques biotiques :
il n'y a aucun inconvénient à diversifier les massifs
feuillus de plaine en plantant des résineux...

parcelle 58 en F. Domaniale de Bellême (61)
à côté de la place Launay-Morel-2

Performance-carbone des ≠ essences

Position des essences pour la séquestration de C :

- performance élevée des résineux à croissance rapide
- non prise en compte ici de l'usage du bois et de la substitution



	tC/ha.an
Chêne pubescent	0.67
Pin sylvestre	1.03
Chêne pédonculé	1.20
Autres résineux	1.21
Chêne sessile	1.37
Pin maritime	1.73
Hêtre	1.94
Châtaignier	2.03
Frêne	2.08
Sapin pectiné	2.19
Autres feuillus	2.34
Epicéa commun	2.43
Charme	3.16
Douglas	3.67

Sources : données IGN 2014 + coefficients JL Dupouey revus avec Emerge (Deleuze et al., 2016)



4 Conclusion

Redéfinir le cadre conceptuel, économique et politique de la production forestière

- ❖ Cadre philosophique/moral : redéfinir un compromis forestier autour de **bioéconomie-risques-adaptation** (+ approprié que le compromis multifonctionnalité-naturalité des années 1980)
- ❖ Enjeux principaux de **biodiversité** dans le cadre d'une forte augmentation des récoltes de bois :
 - exploitation du bois $\neq$ dégradation des forêts (cadre *Sustainable Forest Management*)
 - une gestion beaucoup + active conditionne...
un + large potentiel adaptatif et des projets de conservation + ciblés et + efficaces
 - levier de transformation : gestion intelligente/diversifiée des ressources génétiques
 - point de vigilance 1 : rétablir l'équilibre forêt-gibier
 - point de vigilance 2 : entretenir un bon fonctionnement biogéochimique des sols forestiers
- ❖ Les bioénergies : **une opportunité** pour remettre en production des espaces forestiers, **à 2 conditions** :
 - Maintenir un mix-produits équilibré : matériau ; bois d'industrie ; bioénergies
 - Offrir aux propriétaires des prix décents, rémunérant la forte multifonctionnalité & la durabilité
- ❖ Nécessité d'une **transformation proactive** de la filière (*Plan Recherche et Innovation 2025 Forêt Bois*):
 - Solidifier le **modèle économique** : contrats d'appro, taxe carbone, fiscalité, rémunération des aménités
 - **Innover** sur les usages du bois, de ses fibres et de ses molécules
 - **Éduquer** la société, les médias et les décideurs économiques sur la gestion durable des forêts
 - **Adapter la forêt et préparer les ressources forestières du futur**
- ❖ **La plantation** (nouvelles espèces, variétés, provenances) : **une dimension centrale** de la profonde transformation des forêts et des pratiques, à engager sans tarder pour que la filière forêt-bois contribue, au niveau attendu par la société, à la décarbonation rapide de l'économie

Rappel : « La récolte de bois et sa valorisation par une industrie performante, suscitées par un marché important, représentent le défi le plus immédiat d'une gestion durable des forêts françaises »

Source : [les indicateurs de gestion durable des forêts françaises](#) (Edition 2000)

R^G [sur researchgate.net](#)

La filière forêt-bois, un acteur majeur de notre politique climatique

- ❖ **Puits forestier** français : phénomène historique, exposé/aléas, réversible
 - ❖ **ambivalence** vis-à-vis du changement climatique
 - ❖ bilan-C : inerties & dépendance vis-à-vis de l'**évolution des usages**
 - ❖ bilan-C : 1 certaine stabilité par compensation entre composantes
- ❖ **Incertitudes** repérées / prospective et modélisation/simulation :
 - ❖ comportements-acteurs : narration, quantification, rôle structurant crises
 - ❖ capacités des **modèles** de simulation (horizon, processus, calibration)
 - ❖ gamme des coefficients : modélisat° de filière, compar. **inter-sectorielles**
 - ❖ intégration de connaissances disciplinaires éloignées
- ❖ Les bénéfices de **substitution** jouent un rôle important :
 - ❖ quantité : 35 à 65 M tCO₂eq/an, matériau > énergie
 - ❖ le %(substitution+produits) discrimine fortement les scénarios
 - ❖ Reboisement : créer **une ressource spécialisée** pour jouer la carte subst°
- ❖ **Usage des produits** : atténuer les fluctuations et sécuriser les bénéfices-C antérieurs (leviers : durée de vie, usage en cascade, co-produits)

Réinvestir massivement dans la gestion durable des forêts : un changement complet de trajectoire

- ❖ Cadre : **un nouveau compromis bioéconomie-risques-adaptation** doit se substituer à celui hérité des années 1980 (cf prospective Sébillotte) :
 - raisonner récolte, transformation et production pour optimiser l'usage des ressources forestières à l'échelle mondiale
 - utiliser davantage les forêts, les renouveler, **planter** de nouvelles forêts
 - **utiliser les sols forestiers de manière + ciblée** et + efficace
 - progresser vers un + fort niveau d'intégration de la filière forêt-bois
 - **créer de la résilience à ≠ niveaux** écologiques, techniques et organisationnels
- ❖ **Expliciter en quoi il s'agit d'un retour très étendu à la gestion durable :**
 - ❖ pour décarboner rapidement, **utilisation massive de la biomasse**, yc forestière
 - ❖ essor de la **bioéconomie** : intensifier le recours à **des procédés basés sur des flux biosourcés** (construction, énergies, chimie...)
 - ❖ l'**accumulation** actuelle de biomasse en forêt **aggrave la vulnérabilité** vis-à-vis des ≠ aléas (sécheresse, tempêtes, incendies, ravageurs, maladies émergentes)
 - ❖ **vulnérabilité commerciale** : capacité à écouler de forts volumes en sauvetage
 - ❖ conditions de l'**adaptation au CC** : accélération du renouvellement, réduction des termes d'exploitabilité, retour à l'équilibre forêt-gibier, gestion + différenciée des ressources génétiques, amendement, planification

Qu'a-t-on appris en diffusant ces résultats ?

- ❖ Mise à l'épreuve de la formule pédagogique sur une gamme + large d'acteurs (>≈ 40 dates depuis 2 ans) :
 - ❖ les ≠ panels découvrent souvent des pans entiers de l'argumentation qui leur étaient inconnus, déformés (rôle d'intoxication/désinformation/embrigadement joué par les médias)
 - ❖ les ≠ pistes de transformation proposées heurtent les habitudes naturalistes bien installées depuis 30 ans, et posent de nouveaux défis techniques, logistiques, économiques et stratégiques
 - ❖ en priorité éduquer, et mettre en mouvement (rôle des « clercs »)
 - ❖ les publics « éduqués-urbains-éloignés de l'industrie » privilégient une grille de lecture idéologique (« l'action de l'homme conçue par principe comme dégradant la nature »), qui sape la légitimité de la sylviculture et les conditions d'un progrès continu

Coefficients de conversion Biomasse

Gammes de valeurs	Résineux			Feuillus		
	Basse	Centrale	Haute	Basse	Centrale	Haute
Concentration en carbone	0.45	0.475	0.5	0.45	0.475	0.5
Infradensité (t/m ³)	0,36	0,40	0,44	0,52	0,55	0,58
BEF(root)	1.20	1.30	1.30	1.20	1.28	1.30
BEF(branch)-Colin (2014)	1,25	1,30	1,35	1,5	1,56	1,6
pm BEF (branch) CARBOFOR		1.34			1.61	
Coefficients intégrés (en t/) pour :						
C par m ³ vbftige IGN	0,24	0,32	0,39	0,42	0,52	0,60
CO ₂ par m ³ vbftige IGN	0,89	1,18	1,42	1,55	1,91	2,21
C par m ³ VAT	0,19	0,25	0,29	0,28	0,33	0,38
CO ₂ par m ³ VAT	0,71	0,91	1,05	1,03	1,23	1,38

Tableau 3 : Gamme de variation des coefficients de transformation des volumes bois fort tige (IGN) en volumes aérien total (BEF) en C et en CO₂ - France- État actuel en gras

Coefficients de substitution-produits

adapté de Sathre et O'Connor (2010)	Basse	Centrale	Haute
Displacement Factor en tC/tC	1,0	2,3	4,3
On ne considère que des résineux : usage en structure prépondérant (80% des sciages sont résineux) ; ces coefficients s'appliquent par m³ de produit mis en œuvre, en revanche, ils incorporent les émissions évitées par les coproduits du bois-rond dont est issu le produit (ne pas les compter une seconde fois) selon ρ-bois (infradensité en t/m³ anhydre) en t CO₂/m³ à 15% humidité.			
ρ -bois = 0,36	0,66	1,52	2,84
ρ -bois = 0,40	0,73	1,69	3,16
ρ -bois = 0,44	0,81	1,86	3,47
pour teneur C = 0,5			
ρ -bois = 0,36	0,63	1,44	2,70
ρ -bois = 0,40	0,70	1,60	3,00
ρ -bois = 0,44	0,77	1,76	3,30
pour teneur C = 0,475			
ρ -bois = 0,36	0,59	1,37	2,56
ρ -bois = 0,40	0,66	1,52	2,84
ρ -bois = 0,44	0,73	1,67	3,12
pour teneur C = 0,45			

Tableau 6: Calcul de coefficients de substitution-matériau rapportés au m³ de produits.

40 rencontres avec des acteurs depuis nov. 2016

- ❖ région Centre + régions limitrophes, événements nationaux/européens
- ❖ accélération / restitution de l'étude INRA-IGN « Leviers forêt »
- ❖ **40 rencontres** avec des publics très variés :
 - ❖ interpros F-B en AG : Arbocentre, **France-Bois-Régions**
 - ❖ territoires : COFOR 25, 70, Occitanie + **Univ. rurale Val de Braye (72)**
 - ❖ forestiers : FP-45, FP-41, **Coops, experts & ONF**
 - ❖ industries bois : comm. FCBA, Défi 3 du CSF-Bois, COPACEL
 - ❖ banque, assurance, aménageurs : EPA Marne, Club C, **Groupama**
 - ❖ ONG : FNE, Vieilles Forêts, **pôle compétitivité DREAM**
 - ❖ cours AgroParisTech, complètement révisé en 2017 & 18
 - ❖ cercles de chercheurs : colloques, Journée Recherche IGN...
 - ❖ cénacles + politiques : COP-23, SNBC, « France neutre en C », ADEME
 - ❖ **investisseurs en forêt** : Plantons pour l'avenir, mécénat, **Neosylva**
 - ❖ **« Grands » comptes** : **Carbone4, EPE, ASCOM (≈ CAC40), ENGIE**