



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

Étude INRA-IGN réalisée pour le MAA, suite au rapport CGAAER (Madignier *et al.*, 2014)

Roux A., Dhôte J.-F. (Coordinateurs),

Achat D., Bastick C., Colin A., Bailly A., Bastien J.-C., Berthelot A., Bréda N., Caurla S., Carnus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Meredieu C., Marçais B., Martel S., Moisy C., Pâques L., Picart-Deshors D., Rigolot E., Saint-André L., Schmitt B.

Caisse des dépôts, CNPF, Paris, 15 Mars 2018

15 mars 2018

« Forêt et atténuation du changement climatique »

- **Démarche et principaux résultats de l'étude**
- **Résultats et limites**



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

Démarche et des principaux résultats de l'étude

❖ **Etude INRA-IGN en deux étapes pour le MAA :**

1. Etat de l'art et propositions méthodologiques

- (i) leviers forestiers d'atténuation du CC
- (ii) Etat du bilan CO₂ de la filière forêt-bois française (2013)
- (iii) scénarios de gestion et de méthodologie de simulation à l'horizon 2050

2. Simulations, bilan CO₂ et analyse économique des scénarios: gestion, climat et crises possibles

❖ **groupe d'experts à compétences variées :**

- INRA : EFPA & SAE2
- IGN
- FCBA

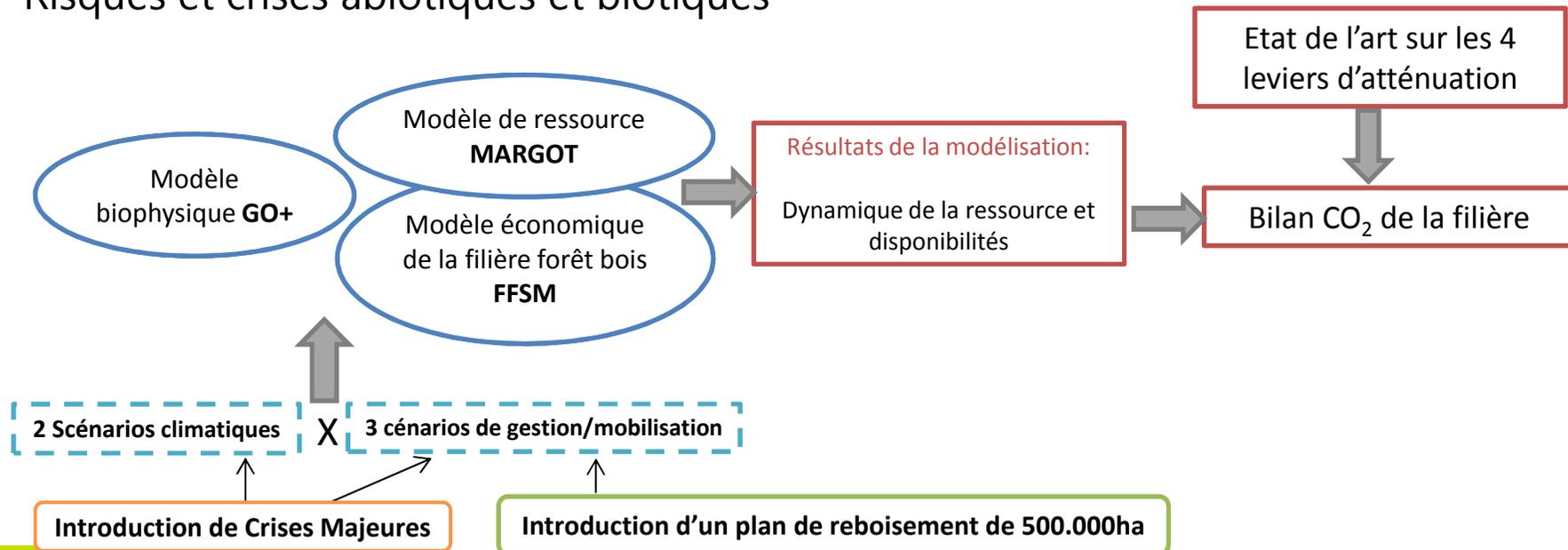
_01

Démarche d'ensemble



Les différentes phases de l'étude

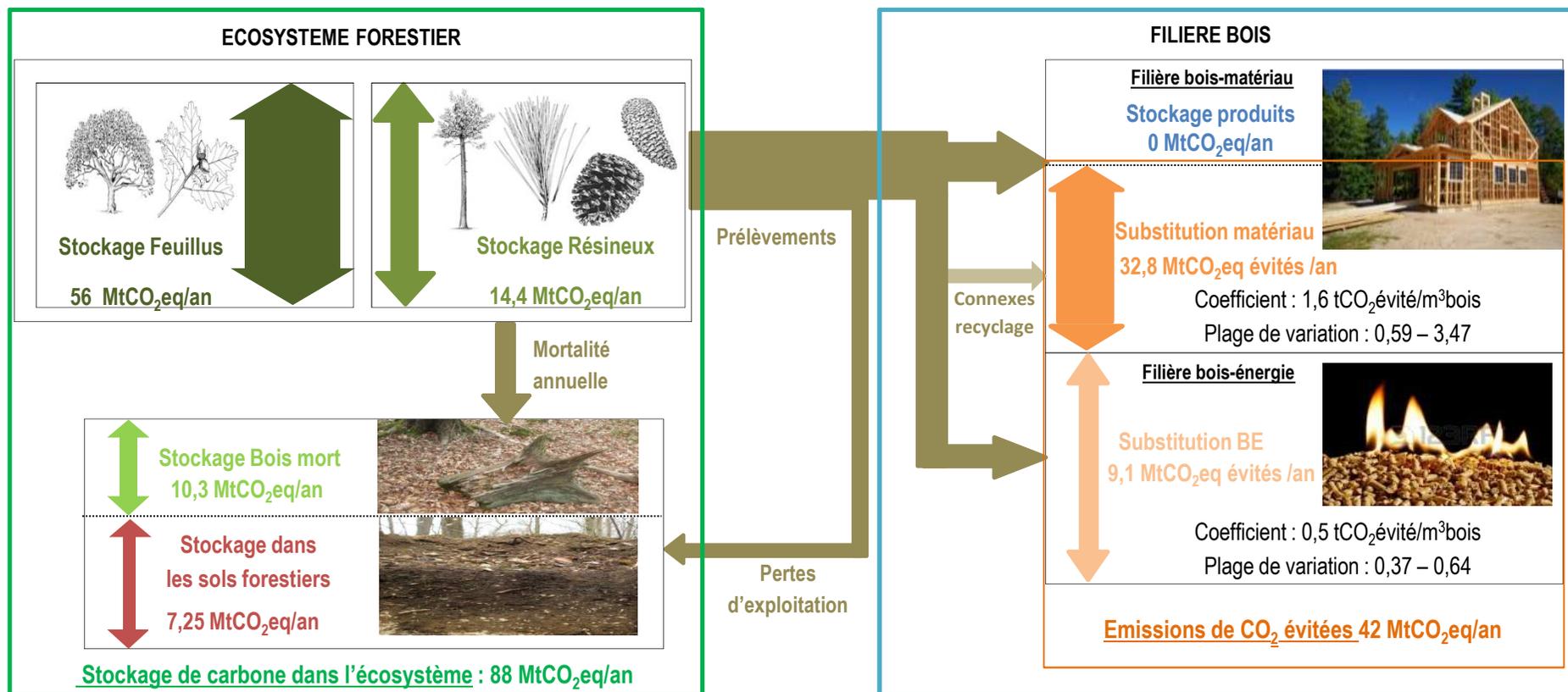
- ❖ Bilan CO₂ de la filière forêt-bois française
- ❖ Effets de scénarios de gestion forestière sur la dynamique des peuplements
- ❖ Effets du changement climatique
- ❖ Risques et crises abiotiques et biotiques



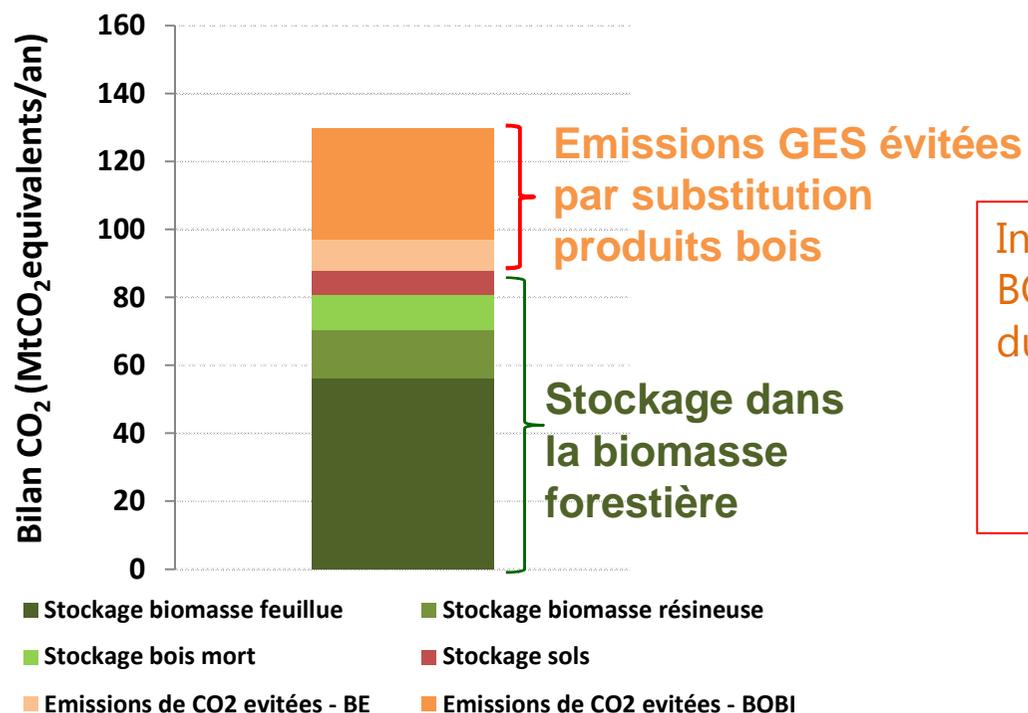
_02 Bilan CO₂ actuel et son évaluation



Flux de CO₂ actuel de la filière forêt-bois



Flux de CO₂ actuel de la filière forêt-bois



Incertitude des coefficients de substitution BO-BI, entre 0,56 et 3,47 tCO₂ évités/m³, due à :

- diversité des produits-bois possibles,
- diversité des produits substitués
- diversité des périmètres d'ACV

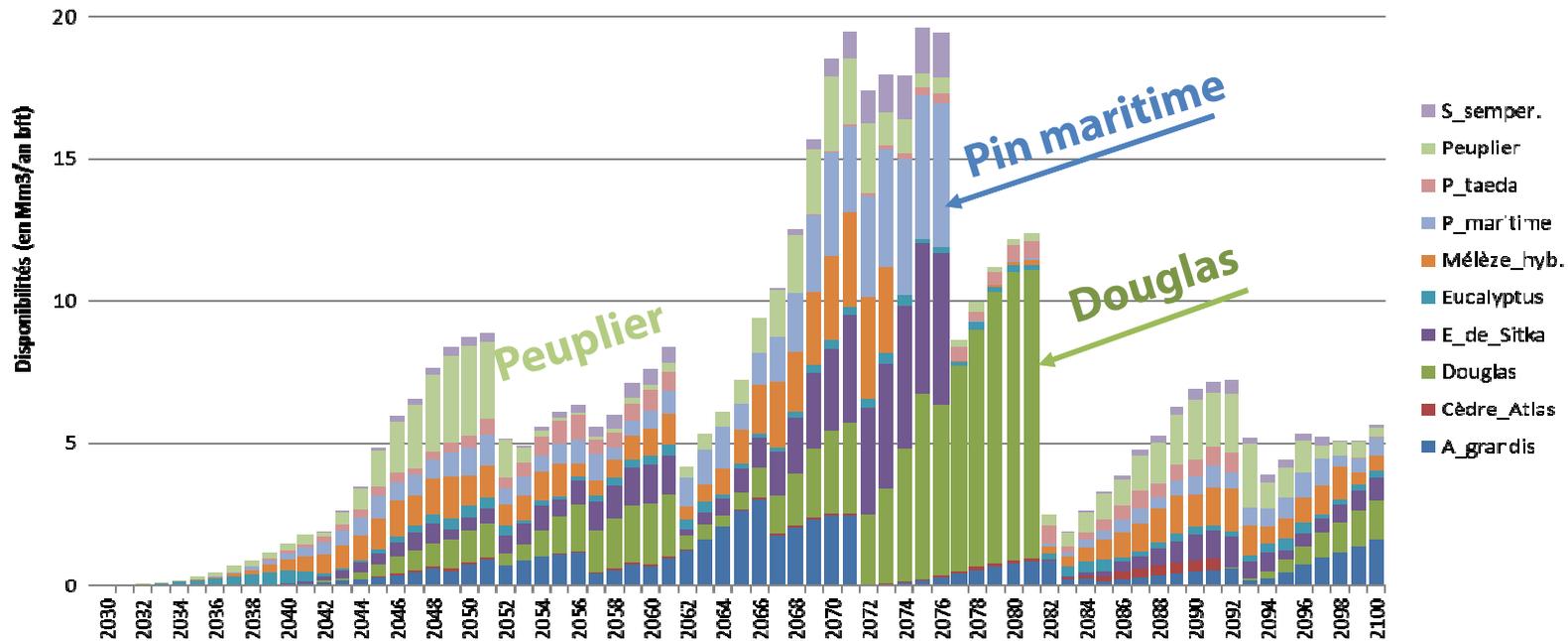
_02

Résultats des simulations à 2050 : Bilan CO₂ et analyse économique selon les trois scénarios de gestion retenus (climat actuel)

Les trois scénarios de gestion retenus à horizon 2050

	<u>1. Extensification et allègement des prélèvements</u>	<u>2. Dynamiques territoriales</u>	<u>3. Intensification, augmentation des prélèvements</u>
Mode de gestion - Variations entre régions	Vastes espaces en libre évolution. Sous-gestion MC, gestion minimale hte montagne et méditerranée	Divergences entre régions (Hte montagne et méditerranée extensives vs. plaines intensives) Prépondérance de la régénération naturelle	Transformation des essences, plantations, Remise en gestion massifs montagneux et méditerranée
Expansion de la surface forestière	+ 400 km ² /an, accrus spontanés	+ 400 km ² /an, qqs plantations localisées	+ 400 km ² /an, Plan de reboisement : + 500.000 ha/ 10 ans
Niveau de récolte national	Maintien du volume récolté , soit ≈55 Mm ³ VAT/an	Maintien du taux de coupes, soit ≈50 % de l'accroissement	Stimulation du prélèvement 100 Mm ³ VAT/an Soit ≈70-75 % de l'accroissement
Allocation de la récolte entre usages	Déplacements d'usages : « grignotage » des gros diamètres par des débouchés bois-énergie	Hétérogène selon les options prises régionalement	Rééquilibrage de l'offre entre BO, BI et BE (avec stimulation BE)

Effet du plan de reboisement sur la récolte disponible

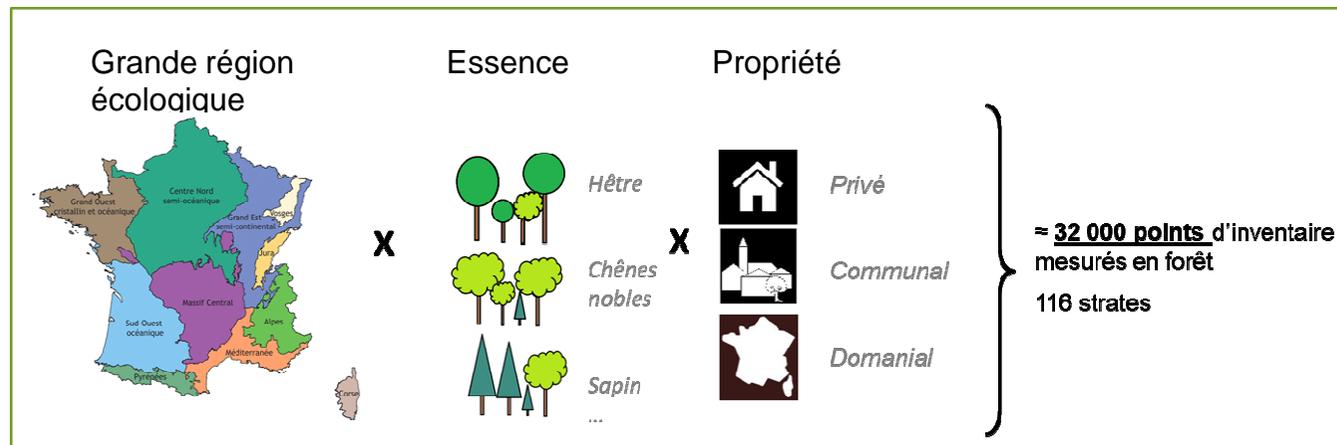


Pic en 2070-80:

Le plan de reboisement proposé ne prend son sens qu'à échéance de 50 ou 60 ans.

Simulations 2050 (modèle MARGOT- IFN)

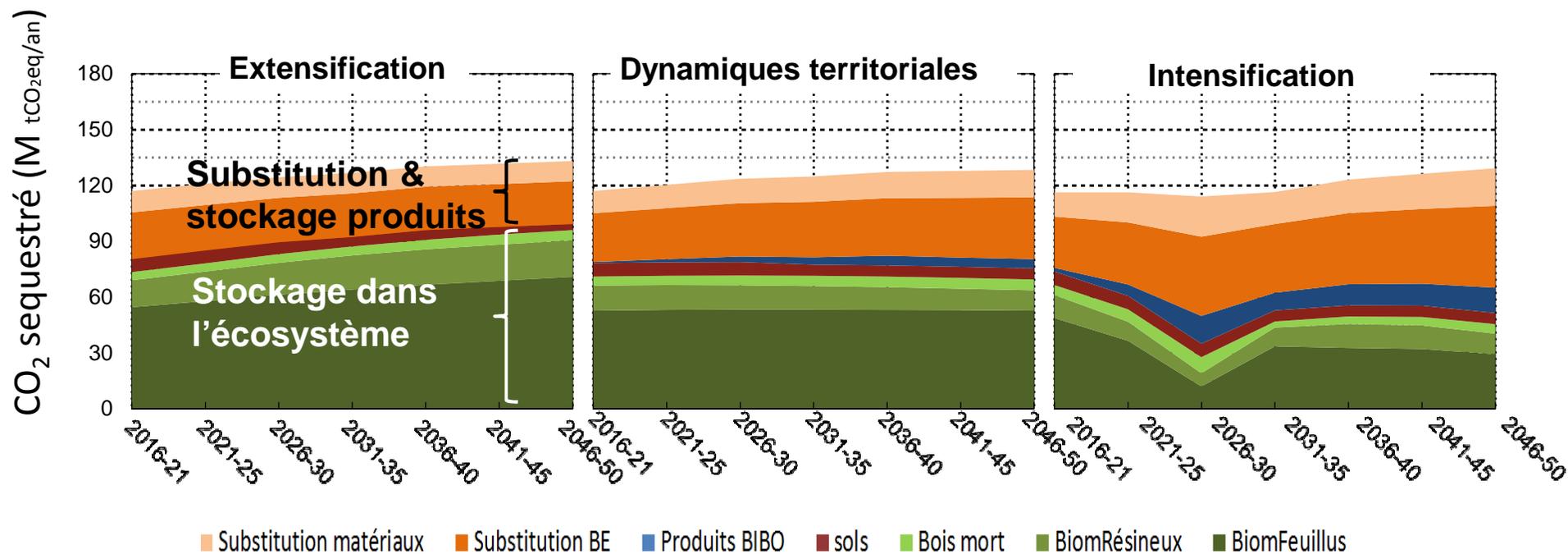
→ **Ressource** : représentation de l'ensemble de la ressource française, dans sa diversité (essences, strates d'âge, régions, propriété)



→ **Modèle de croissance** : calibration des taux de croissance par strate

→ **Modèle démographique** avec croissance et mortalité par classe de diamètre

Bilan de CO₂ selon les 3 scénarios de gestion climat actuel



- Les trois scénarios ont un bilan ~comparable en 2050
- Compensation entre stockage en forêt & substitution
- Faible contribution de produits-bois, bois-mort & sols

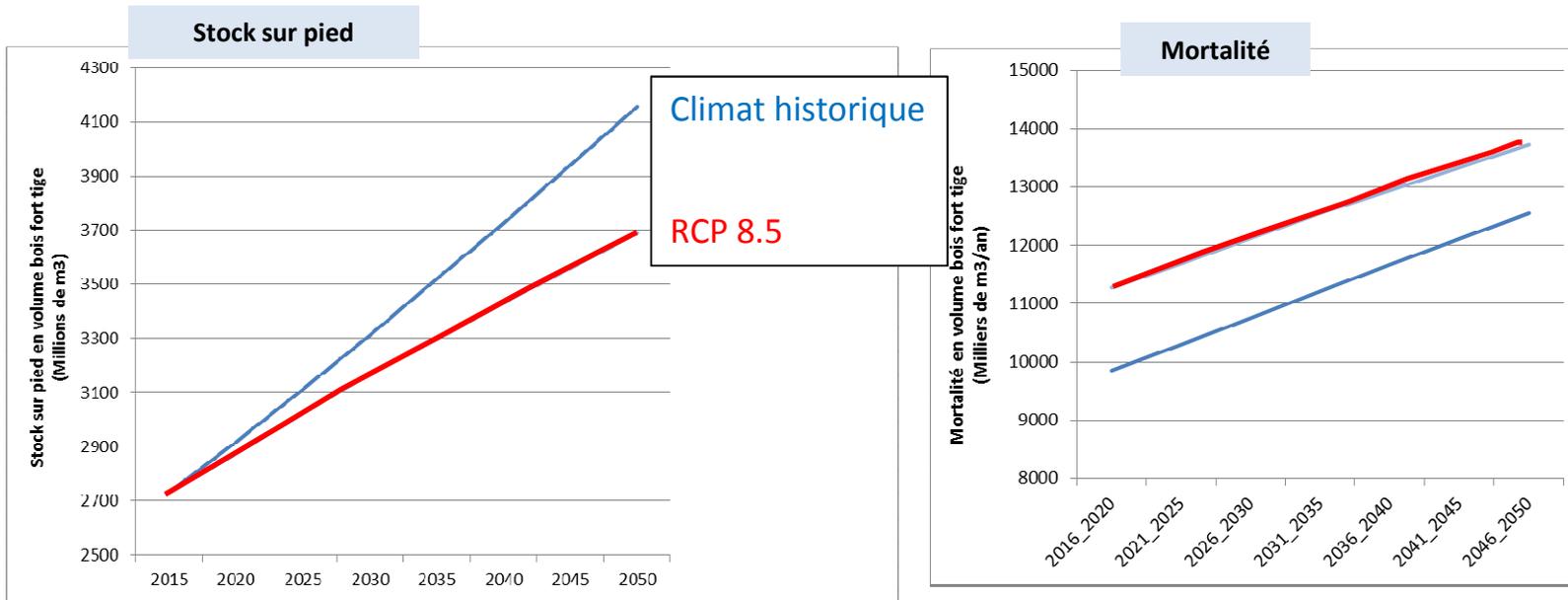
_03

Prise en compte du changement climatique et de crises majeures



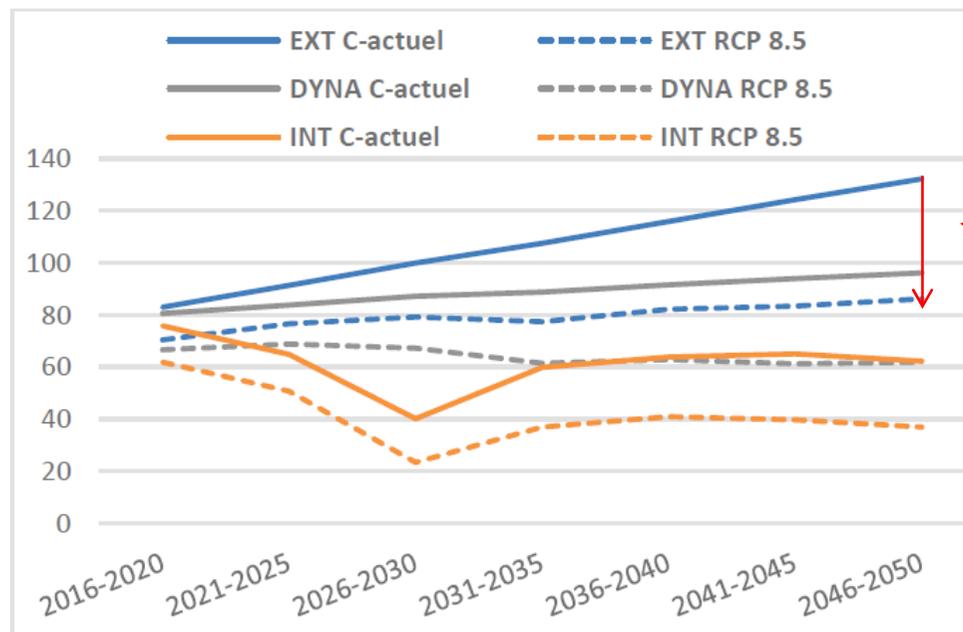
Impacts sur stocks et mortalité

(exemple du scénario « *Dynamiques territoriales* »)



Impact climatique sur le stockage en forêt

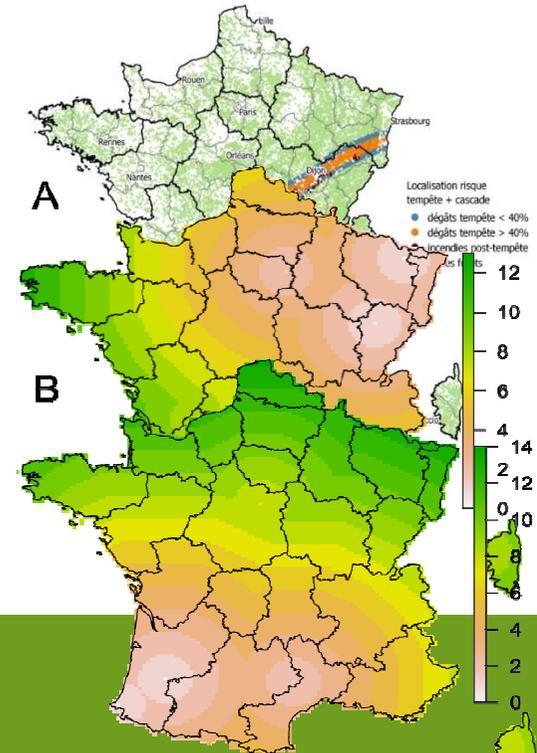
Stockage annuel dans l'écosystème selon les 3 scénarios de gestion et les 2 scénarios climatiques (MARGOT version standard, MtCO₂eq/an)



Le réchauffement climatique (RCP 8.5) réduit de 30 % la séquestration annuelle dans l'écosystème en 2050.

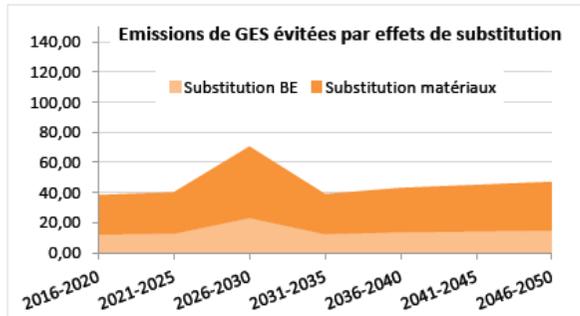
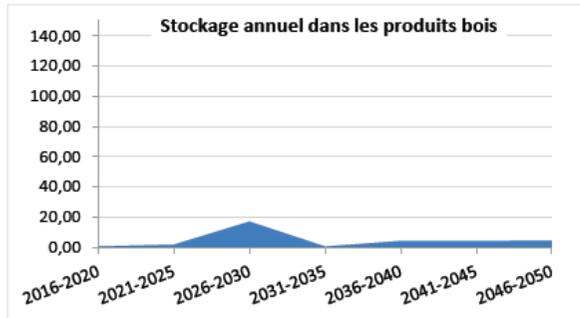
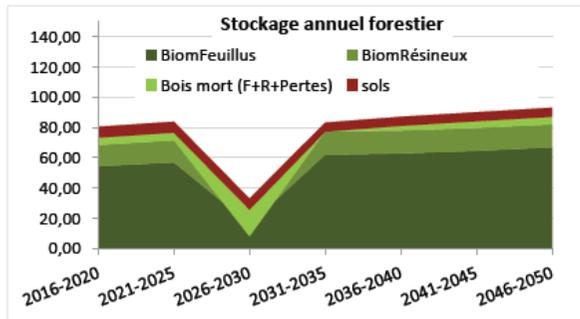
Trois types de crise majeure analysés

- **Crise « Incendie après sécheresse »**
Climat actuel = 75.000 ha incendiés
RCP 8.5 = 175.000 ha incendiés, soit **-30 Mm³ VAT**
- **Crise « Tempête + Scolytes + Incendies »,**
soit **-330 Mm³** (p.m. : Klaus 63 Mm³ VAT)
- **Crise « Invasions biologiques »**
 - A. **Crise sur le chêne** (deux niveaux de sévérité : tous les chênes / chêne pédonculé), soit **-3 à -23 Mm³/an**
 - B. **Crise sur le pin** (deux niveaux de sévérité : tous les pins / pin maritime), soit **-130 à -800 Mm³/an**



Déroulé d'une crise

Ex. : Crise Tempête-scolytes-incendies
survenant en 2026-30, ss Climat actuel &
« *Dynamiques territoriales* »)



- 324 Mm³ de dégâts
- 70 % de la surmortalité récupérée en produits
- **Écosystème : dynamique antérieure rétablie dès 2036**
- **Déficit *in situ* compensé par stockage produits & d'émissions évitées**
- **Mais, réalisme économique et social des hypothèses ?**

_04

Conclusions et limites de l'étude



Des résultats forts ...

- ❖ **Filière forêt-bois acteur de 1^{er} plan pour le PNBC:** 80 à 130 MtCO₂eq/an
- ❖ **Tendance** maintenue jusqu'à 2050 avec légère augmentation potentielle, quel que soit le scénario de gestion retenu
- ❖ **Compensation entre Stockage dans écosystème et Substitution**
Difficulté de mise en œuvre économique scénario « *Intensification* »
 - Modification comportements acteurs de filière : consommateurs et structures industrielles
- ❖ **Le stockage en forêt est vulnérable :**
 - Aggravation du Changt Climatique ou de ses effets (-30 % avec RCP 8.5)
 - Crises majeures notamment biotiques
- ❖ **La préservation du puits en CO₂ en cas de crise repose sur** la capacité de filière à absorber le bois « à sortir »

Incertitudes de nature diverse

- ❖ **Incertitudes réductibles par amélioration modèles et/ou recherche :**
 - **Mécanisme de croissance à long terme des forêts françaises**
 - Variabilité des **coefficients de substitution actuels**
 - **Effets du climat** sur croissance forêts tempérées
 - **Prise en compte du comportement des acteurs**
- ❖ **Incertitudes**
 - **Coefficients de substitution**
 - **Evolution de la demande** (préférences pour produits-bois et type de produits)
 - **Evolution des structures industrielles** de transformation
 - **Trajectoire(s) climatique(s)**
- ❖ **Incertitudes sur aléas et crises majeures :**
 - Fréquence et ampleur des crises
 - Capacités à préparer/absorber les crises (industries, forestiers) : logistique, assurance, mutualisation ?

Faisabilité économique des scénarios

- ❖ **Atteindre objectif *Intensification* et *Dynamiques territoriales* ⇒**
 - Modification de structure de production, transformation
 - Evolution consommation et nouveaux usages du bois (bioéconomie),
- ❖ **Pour affiner l'analyse :**
 - **Endogénéiser investissements dans la filière** (gains de productivité endogènes, économies d'échelle, capacités industrielles)
 - **Faire évoluer comportements des consommateurs** (incitations non-monétaires, élasticités de long-terme)

❖ Disponibles en ligne :

- **Rapport** (102 p.) & Annexes (14 annexes techniques, 234 p.)
- **Résumé** (8-pages, FR & EN)
- **Vidéos** (2:14 intro & résultats, 0:58 table-ronde, 0:23 conclusions, FR + doublage EN)

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

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

_04

Merci de votre attention !

Roux A., Dhôte J.-F. (Coordinateurs),

Achat D., Bastick C., Colin A., Bailly A., Bastien J.-C., Berthelot A., Bréda N., Caurla S., Carnus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Meredieu C., Marçais B., Martel S., Moisy C., Pâques L., Picart-Deshors D., Rigolot E., Saint-André L., Schmitt B.



Supports supplémentaires

Incertitudes sur les bénéfices de la substitution

- ❖ **Composantes systémiques** de l'incertitude :
- évolution des **technologies bois et filières concurrentes**
 - évolution des **produits et usages**
 - évolution des **préférences des consommateurs**

- ⇒ rendre explicites les contributions des rendements, devenir des co-produits, usages en cascade, fin de vie
- ⇒ traiter la diversité des durées de vie selon les usages, au-delà de BO/BI/BE

Exploration de ces possibles et de leurs conséquences *via* Prospective technologique

- ❖ **Transmission des données résultats** aux MTES et MAA, pour alimenter la révision de la SNBC (IGN, 04/01/2018)
- ❖ **Interventions déjà réalisées** (exposés longs soulignés) :
 - 15 septembre : AG de l'interprofession Arbocentre (région Centre) à Orléans
 - 30 septembre : AG de la fédération départementale des communes forestières de Haute-Saône
 - 3/10, 10/11 et 4/12 : comité de révision de la Stratégie Nationale Bas-Carbone
 - 7 novembre : COP-23 à Bonn, atelier « Gestion durable des forêts et changement climatique », Pavillon France
 - 9 novembre : commission professionnelle Forêt de FCBA
 - 22 novembre : Défi 3 du Comité Stratégique de Filière Bois
 - 24 novembre : atelier Biomasse solide, révision de la Programmation Pluriannuelle de l'Energie
 - 29 novembre : table-ronde « la France neutre en carbone » (MTES et Ministère des Finances)
 - 30 novembre : Club Carbone Forêt-Bois
 - 5 décembre : réunion de travail avec la Coopérative CFBL, Paris
 - 7 décembre : journée régionale des élus, URCOFOR Occitanie, Villegly (Aude)
 - 11 décembre : séminaire ADEME sur « comment optimiser le rôle de la forêt pour le carbone ? »
 - 9 janvier : rencontre avec Alain Grandjean, de Carbone-4 (qui travaille sur la PPE), Paris
 - 15 mars: Assemblée Générale du CNPF, Paris.



❖ **Autres présentations programmées :**

26 janvier : présentation pour le Dépt R&D de l'ONF, Fontainebleau (en webconf)

29 janvier : rencontre avec la société Neosylva (investisseurs en forêt privée)

29 janvier : présentation (date à confirmer) pour l'UMR BIOFORA à Orléans

février : présentation (date à confirmer) pour l'UMR BIOGECO à Bordeaux

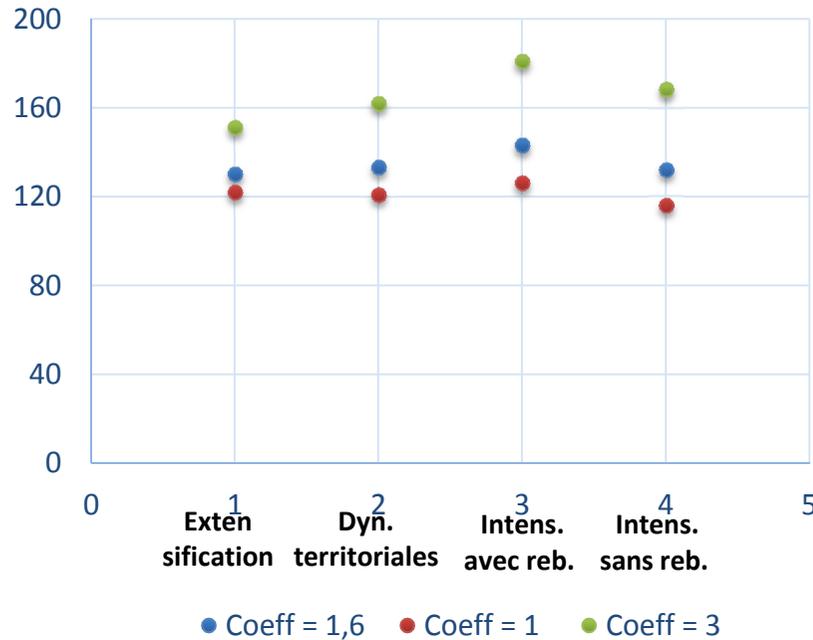
14 mars : Académie d'Agriculture, groupe Forêt-Bois

27-29 mars : communication lors de CAQSIG 2018, Clermont-Ferrand

7 avril : AG des propriétaires forestiers du Loiret

25 avril : intervention pour l'assemblée annuelle des conseillers GROUPAMA à Deauville

Sensibilité au coefficient de substitution BO-BI



Bilan CO₂ en 2050 selon gamme [1;3] de Sarthe & O'Connors (2010)

(M tCO₂eq/an, MARGOT avec densité-dépendance)

Les trois composantes d'évolution(s) des coefficients de substitution

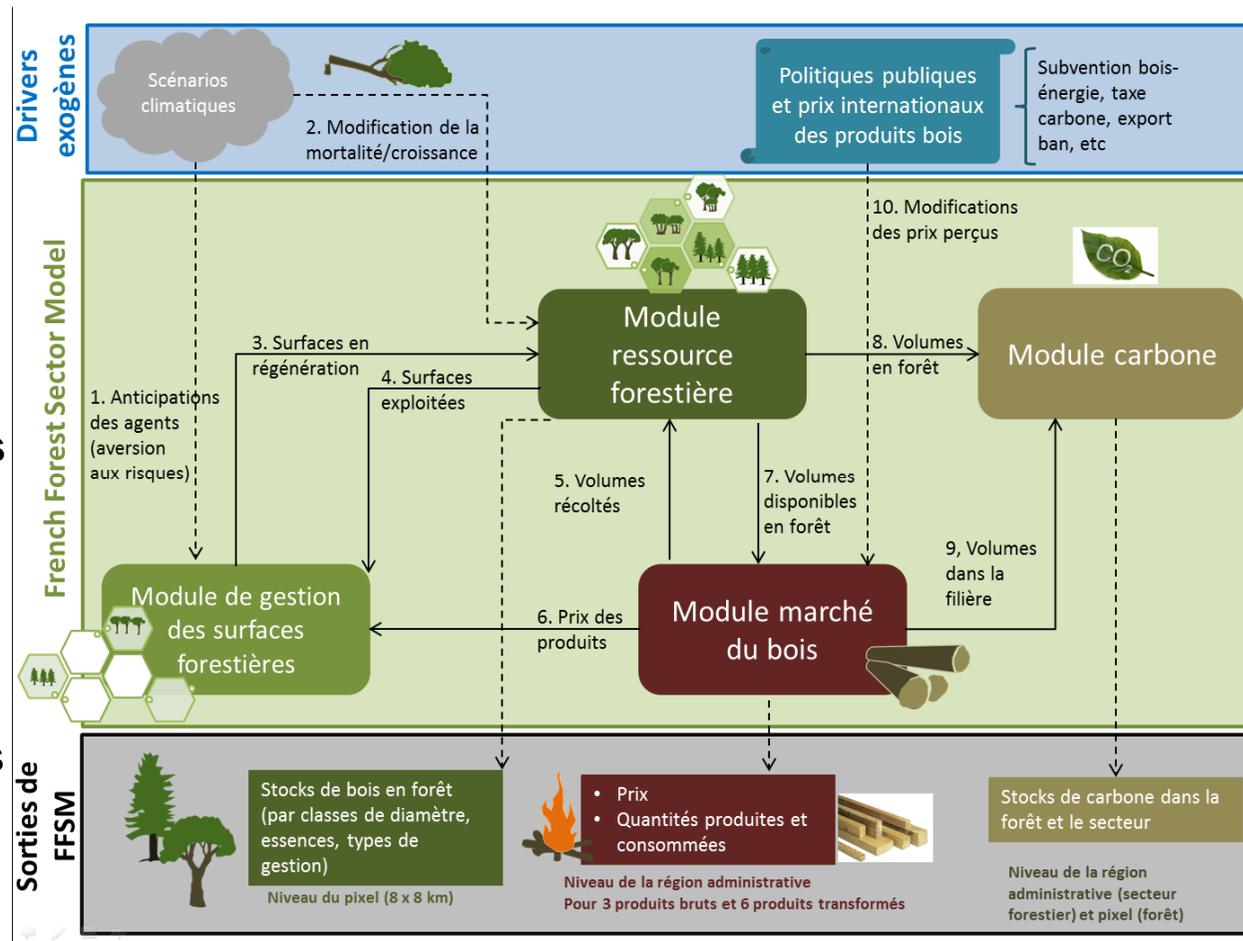
- Evolution de la composition du **panier de consommation** de produits-bois (ici, quasi-stable et non variable selon scénario)
- Evolution des **technologies** de production des **produits-bois**
- Evolution des **technologies** de production des **produits alternatifs**

Analyse économique

- ❖ **Objectif initial** : utiliser en entrée de MARGOT des niveaux de récolte économiquement crédibles et donc issus de FF5M pour les scénarios « *Extensification* » et « *Intensification* »
- ❖ **D'où**, adapter le paramétrage de FF5M aux hypothèses de ces deux scénarios de gestion et *shunter* le module de ressources FF5M pour le remplacer par les résultats de MARGOT
- ❖ **Simulations à horizon 2050** nécessitent **incitations** quand hypothèses sortent de la trajectoire tendancielle. Dans FF5M = **instruments de politiques publiques sous forme de subventions**

FFSM

- ❖ **French Forest Sector Model**
- ❖ **Modèle théorique fait pour tester modifications « toutes choses étant égales par ailleurs »**
- ❖ **Structure modulaire et récursive** (année de base recalibrée pour les besoins de l'étude)



Traduction des scénarios dans le modèle

Paramètres	Valeurs pour scénario extensification	Valeurs pour scénario intensification
Comportement des gestionnaires forestiers		
Proportion de surfaces forestières soumises à une gestion "active" (= gestion gouvernée par la maximisation des profits).	0.2	0.7
Anticipation des agents (risques et prix)	0.2	0.9
Aversion au risque (moyenne utilisée pour construire la Loi normale)	1.6	0.2
Investissements portant sur l'offre et à la demande de produits bois		
Baisse du coût de production de bois d'œuvre (F et R) et de BIBE (en % du prix de marché)	0	25% (BIBE 35%)
Baisse du coût des produits transformés pour le consommateur (en % du prix de marché)	0	25% (BE 35%)
Mesures structurelles		
Baisse du coût de transformation (en % du coût de transformation initial).	0	30%
Baisse du coût de transport entre régions administratives françaises (en % du coût de transport initial).	0	30%
Baisse du coût de l'investissement initial (plantations) en forêt. Si 100%, les propriétaires forestiers ne supportent pas le coût de l'investissement.	0	100%
Interrupteur: lien offre/stock		
Si=1, alors l'offre ne dépend pas de l'évolution du stock forestier, même si celui-ci s'accroît.	1	--
Interrupteur: reboisement		
Possibilité de reboiser avec des essences spécifiques	no	yes

Difficulté à implémenter le scénario « Intensification »

- ❖ **Le domaine de validité** du module économique limité, **ne représente pas** :
 - **En amont, les conséquences de l'investissement** sur la capacité de production, la structure de la production, les gains de productivité, les économies d'échelle
 - **En aval, la modification du comportement des consommateurs sur le long terme** (élasticités prix de court terme)
- ❖ **Conséquence** : à structure de production/transformation/consommation constante, le **scénario « Intensification » est difficilement atteignable** (au mieux « *Dyn.Terr.* ») et très « coûteux » ⇒
 - **Réactiver/renouveler le tissu industriel** de la filière, son orientation produits et ses technologies
 - **Modifier les préférences** des consommateurs (vers matériau bois)
 - **Se mobiliser auprès des propriétaires forestiers** pour réduire coûts production

Impact du changement climatique

❖ Scénarios climatiques :

- « **témoin** » : climat actuel (référence 2003 – 2013)
⇒ comprend les effets de la sécheresse de 2003
- « **sévère** » : RPC 8.5 du GIEC
⇒ forte hausse des températures moyennes : 2,6°C à 5,3°C en été

❖ Impacts sur la production forestière :

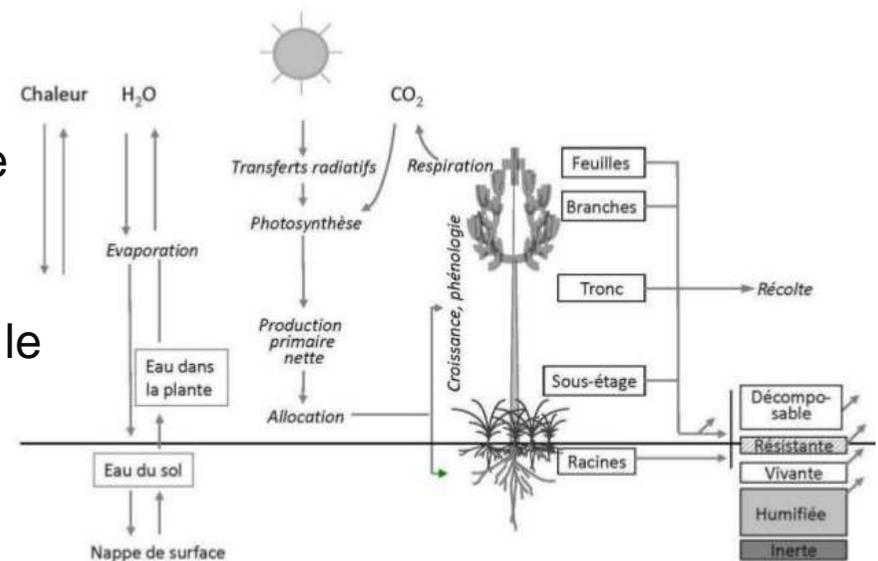
- **Dérives issues du modèle GO+** (INRA-Ispa) introduites dans modèle MARGOT (IGN)

Impact du changement climatique

❖ Modèle GO+

• Processus biophysiques et biogéochimiques

- Feuillus (hêtre) ; pins (pin maritime) ; autres résineux (Douglas)
- Évaluation des anomalies de croissance et de mortalité entre période future et période de référence de MARGOT (2003-2013)
- Variation de l'anomalie dans l'espace et dans le temps (grille Safran) :
 - 3 groupes d'essences
 - 2 classes de réserve utile
 - 2 classes d'âge

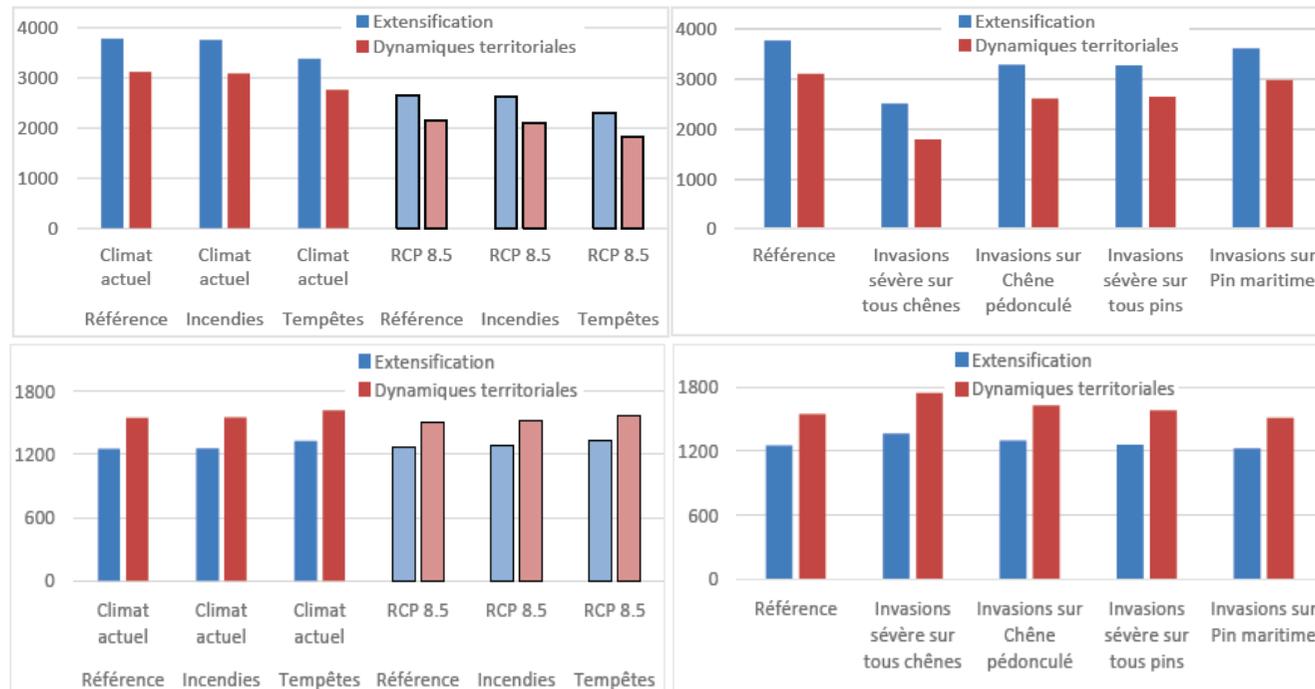


❖ Dialogue entre GO+ et MARGOT

Bilans CO₂ cumulés (2016-2050) pour scénarios « Extensification » & « Dynamiques territoriales »

- Effets Forts sur stockage écosystème vs Faibles sur émissions évitées
- Chute conséquente en RCP 8.5 / climat actuel, aggravée avec Tempêtes
- Effondrement avec crise sur Chênes / sur Pins

Stockage C
cumulé 2016-50
(MtCO₂ eq)



Analyse économique

- ❖ **Les objectifs du scénario « Intensification » seraient économiquement impossibles à atteindre sans modification des structures de production, de transformation et de consommation → nouveaux usages du bois**
- ❖ Comparativement au scénario « *Extensification* », **le scénario « Intensification » se traduit en un gain de surplus pour les agents économiques de la filière**
- ❖ **Affiner l'analyse ⇒ Modéliser les impacts de l'investissement dans la filière** (gains de productivité endogènes ; économies d'échelle ; capacités industrielles) **et les comportements des consommateurs** (incitations non-monétaires, élasticités de long terme)