

Concilier atténuation et gestion adaptative sur Pin maritime et Douglas

Projet EVAFORA

Simon Martel, Denis Loustau et al.

Paris

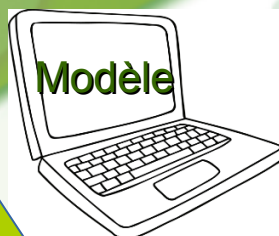
15 mars 2018



Le projet Evafora : démarche

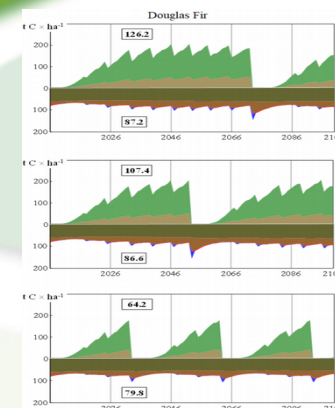
Douglas et Pin maritime

1. Calibration et validation du modèle GO+

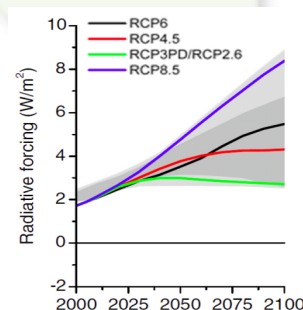


Jeux de données
« historiques »

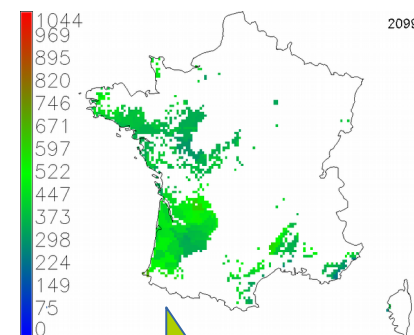
2017



2. Définition des ITK avec les acteurs



2100



3. Projection Scénarios climatiques RCP Régions forestières (Landes de Gascogne et Haut Languedoc)



Financement



Le modèle GO+

0. Phénologie

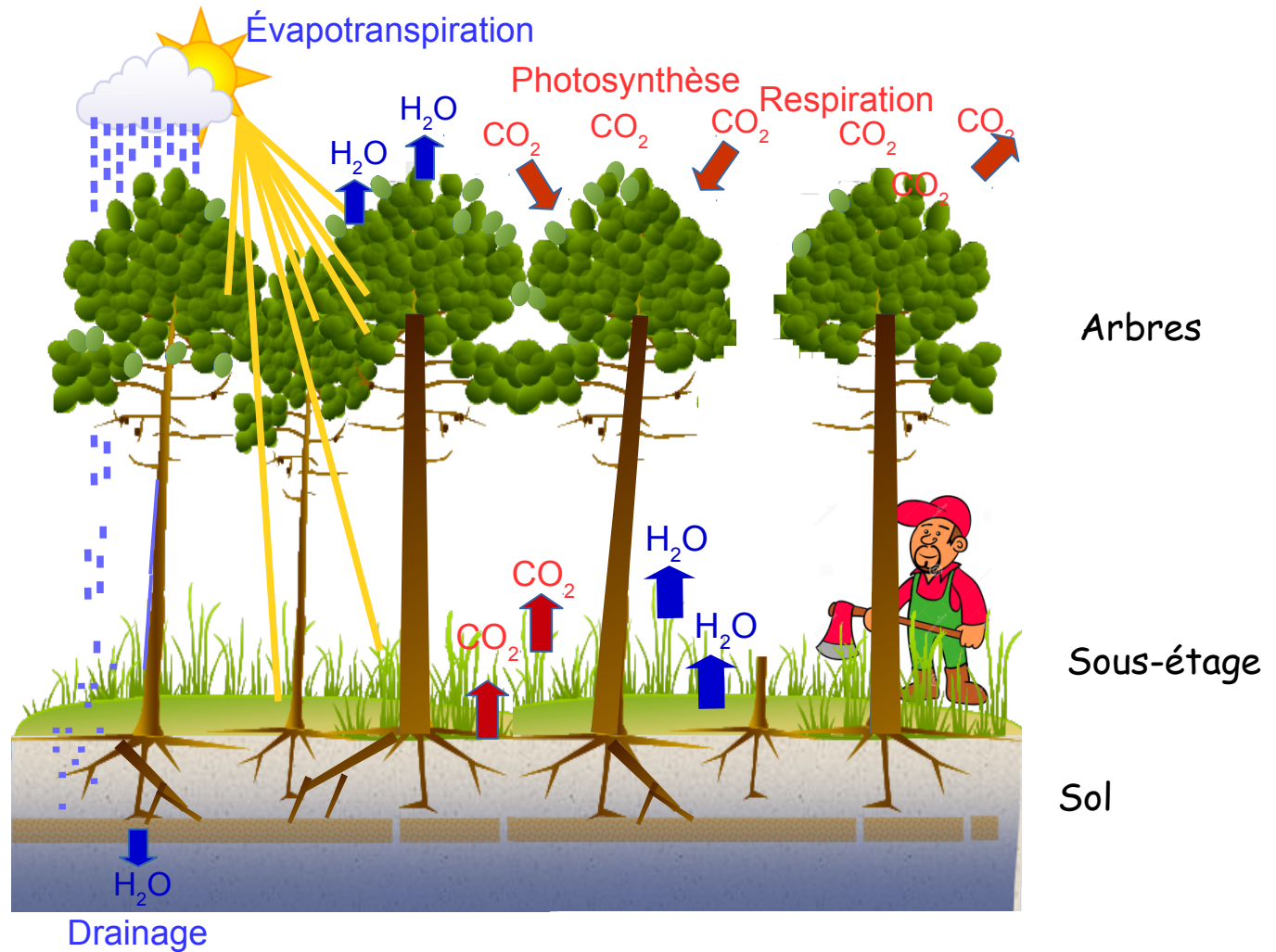
1. Bilan radiatif

2. Bilan hydrique

3. Bilan carbone

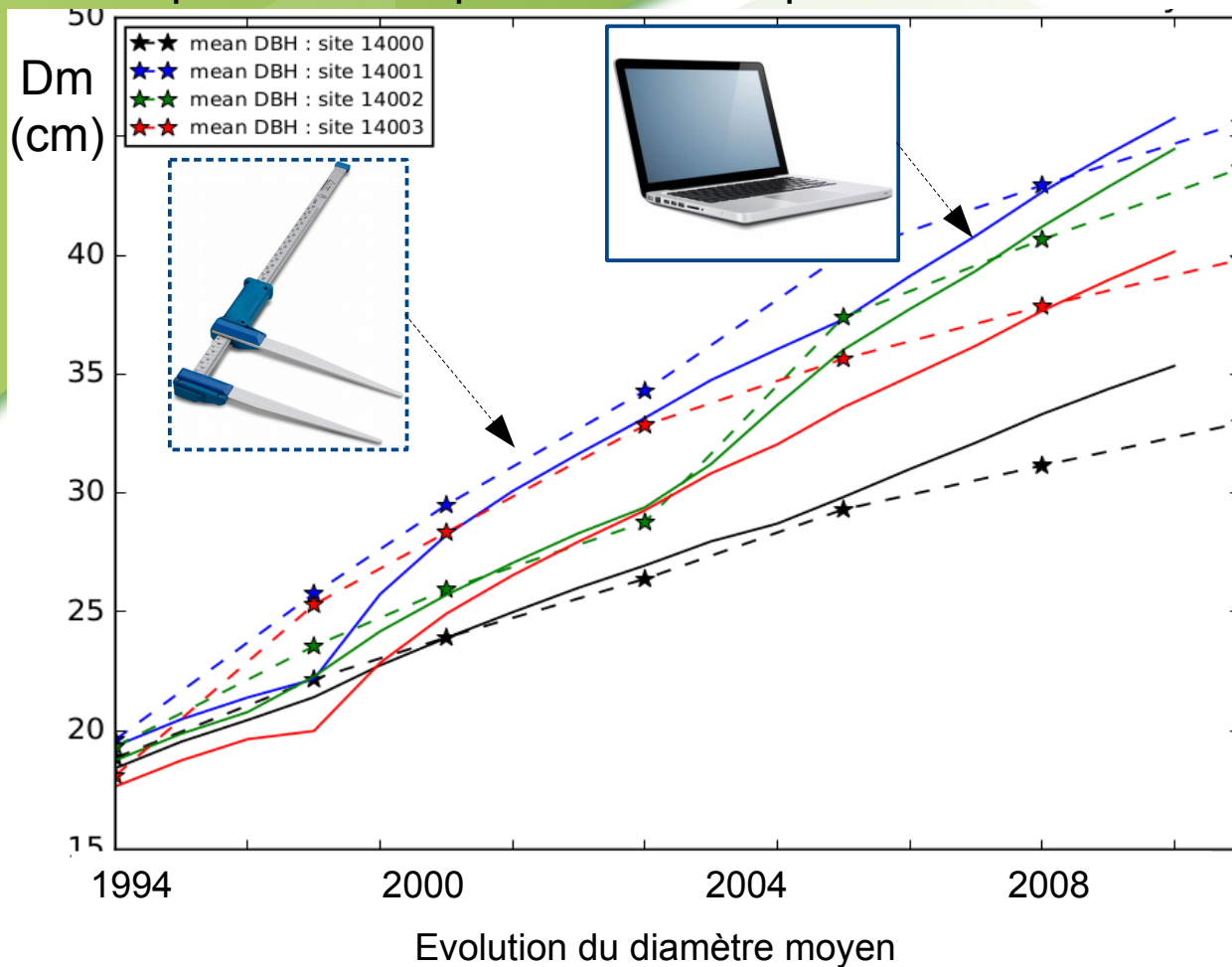
4. Allocation, Croissance et sénescence

5. Opérations sylvicoles



Évaluation du modèle : croissance

Exemple sur un dispositif de la coopérative de données



GISCoop RENECOFOR

Office National des Forêts

INRA
SCIENCE & IMPACT

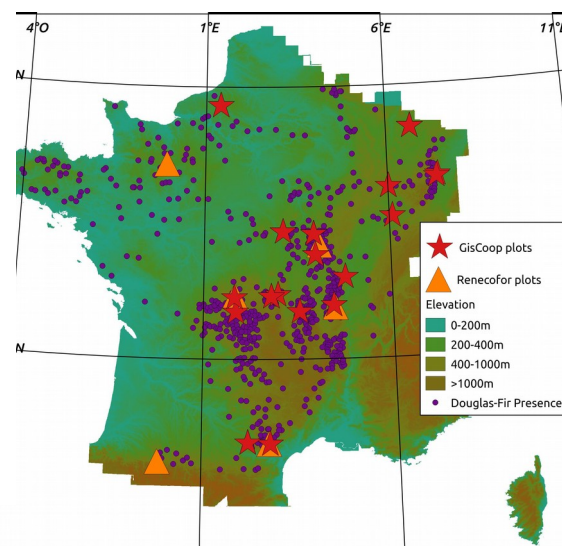
irstea

AgroParisTech

CNPF
NATIONAL CENTRE FOR FOREST RESEARCH

FCBA

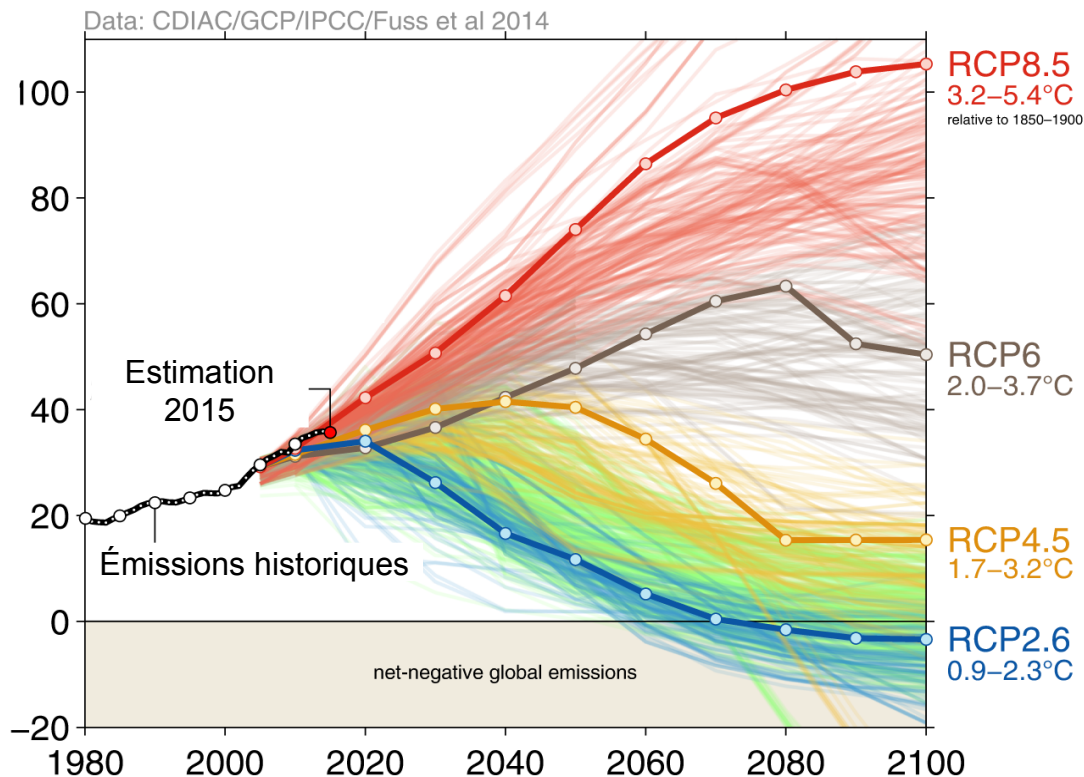
cpia



CNPF

Projection avec scénarios climatiques

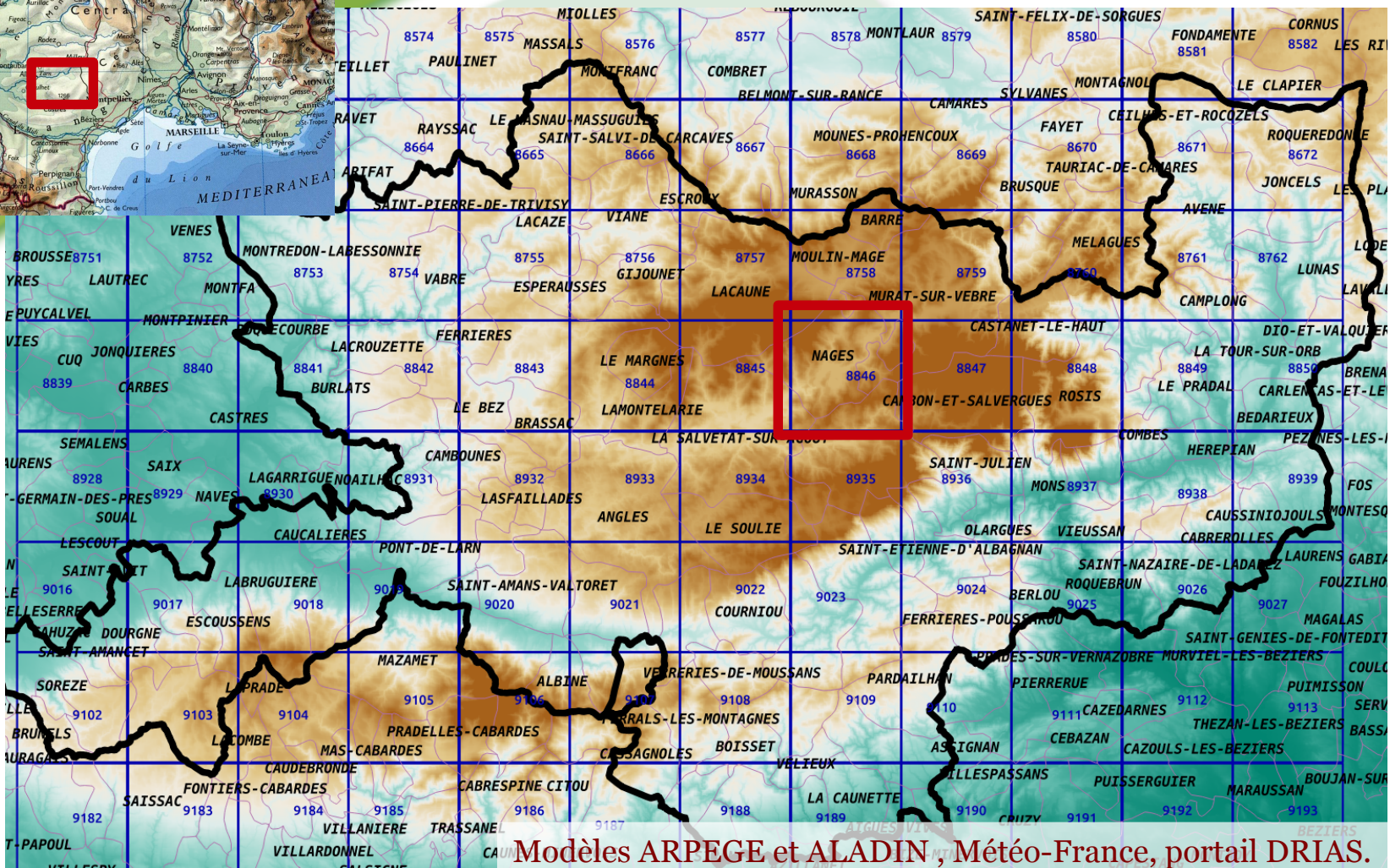
Émissions
liées aux
ressources
fossiles
(GtCO₂/an)



Pas de politique
climatique

Politique
active de réduction

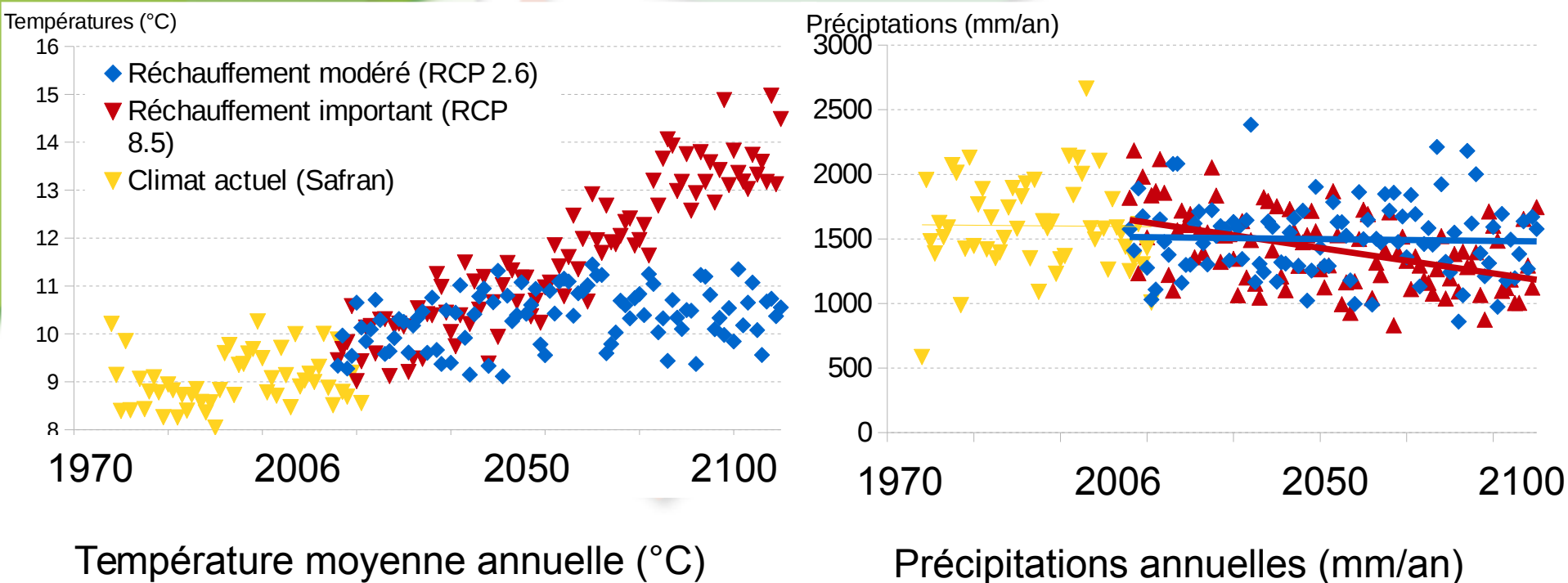
Projection climatique en Haut Languedoc



Modèles ARPEGE et ALADIN, Météo-France, portail DRIAS.

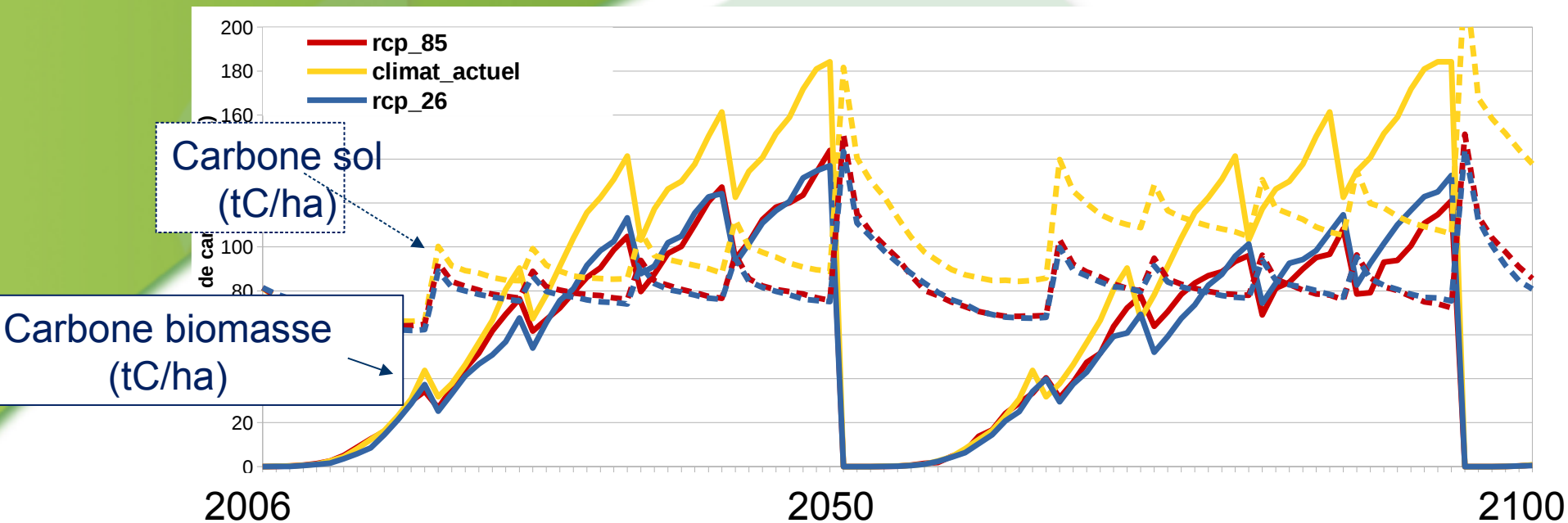
Climat futur en Haut-Languedoc

Données d'entrée du modèle GO+



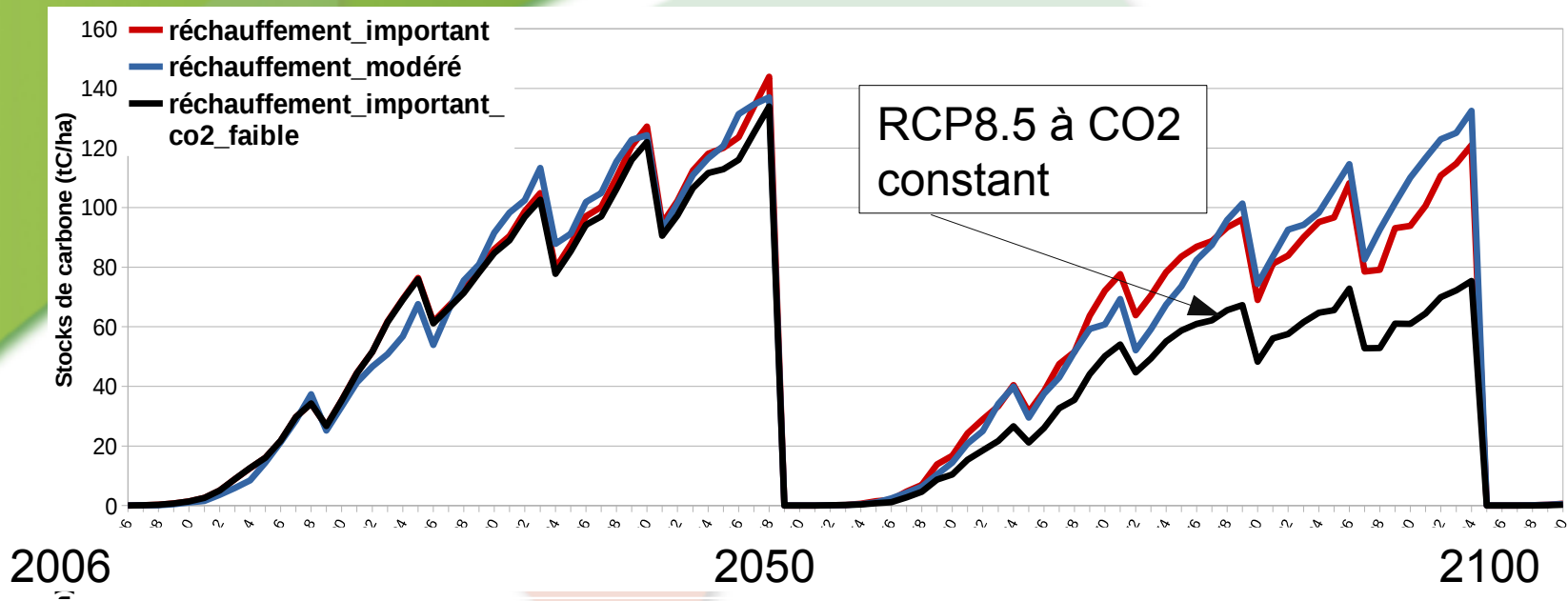
+ Rayonnements, VPD, vent, [CO₂]

Comparaison des scénarios climatiques



→ Quel que soit le réchauffement, le climat actuel est plus favorable pour le stockage de C biomasse et sol

Comparaison des scénarios climatiques



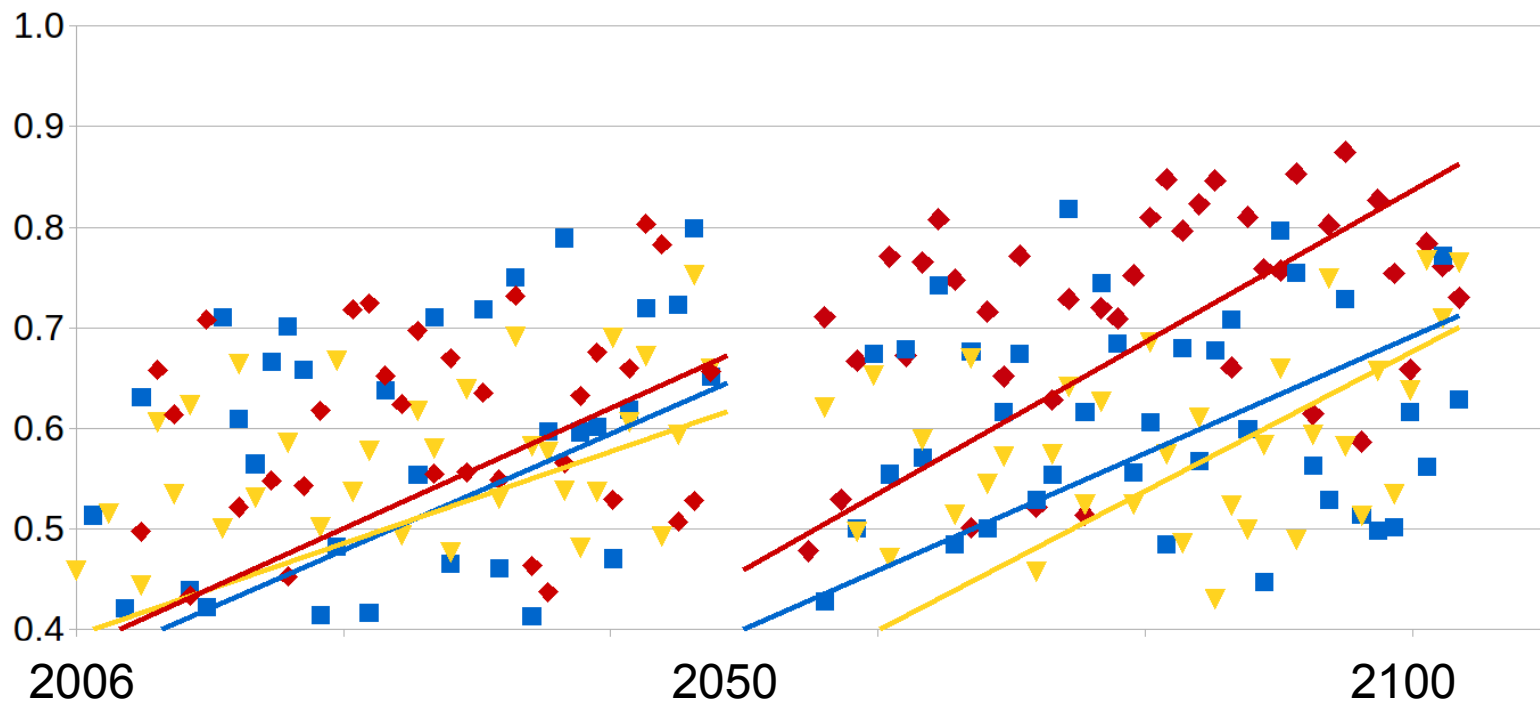
→ La perte de croissance liée au stress hydrique est compensée par l'augmentation du CO2 atmosphérique

Résultat de simulation :

Comparaison des facteurs de stress

◆ RCP 8.5 — ▼ Climat actuel — ■ RCP 2.6

Indice de
stress
[0-1]



→ Le stress hydrique augmente fortement avec le réchauffement :
Les risques de dépérissement sont élevés en RCP 8.5

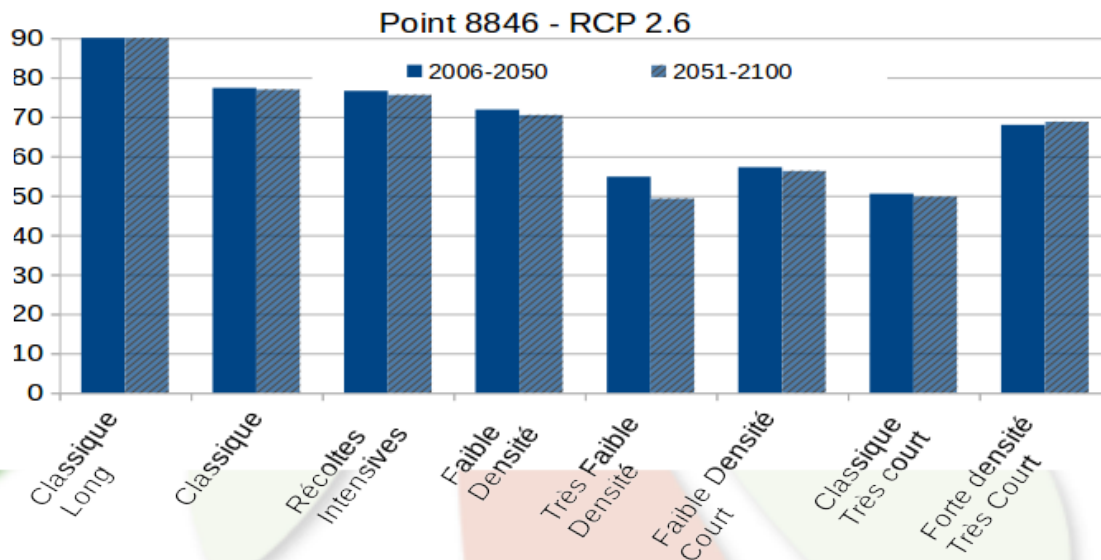
Itinéraires techniques définis avec les acteurs forestiers

Nom de l'ITK	Densité de plantation	Durée de révolution	Travaux du sol	Dépressage	Nombre d'éclaircies	Compartiments récoltés	Produits BO	Produits BIBE
Classique long	1200	60		x	5	troncs	+++	-
Classique	1200	45		x	3	troncs	++	-
Récoltes intensives	1200	45		x	3	troncs + rémanents	++	-
Faible densité	500	45			3	troncs		
Très Faible densité	250	45		-	3	troncs	++	+
Faible densité court	500	37		-	2	troncs	+	+
Forte densité très court	1600	30	Labour	-		troncs + rémanents	-	+++

Comparaison entre itinéraires techniques :

Carbone biomasse

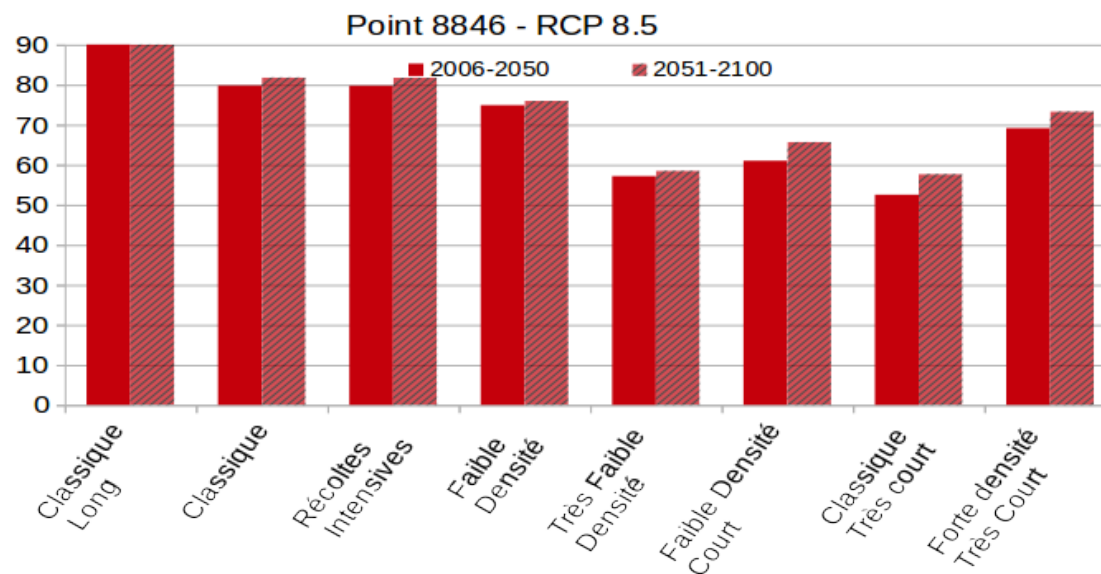
Stocks
moyens
de
carbone
biomasse
(tC/ha)



- Le stockage décroît avec la diminution des durées de révolution, sauf sur-densité

- Les itinéraires à faible densité semblent moins impactés par le réchauffement important

Stocks
moyens
de
carbone
biomasse
(tC/ha)

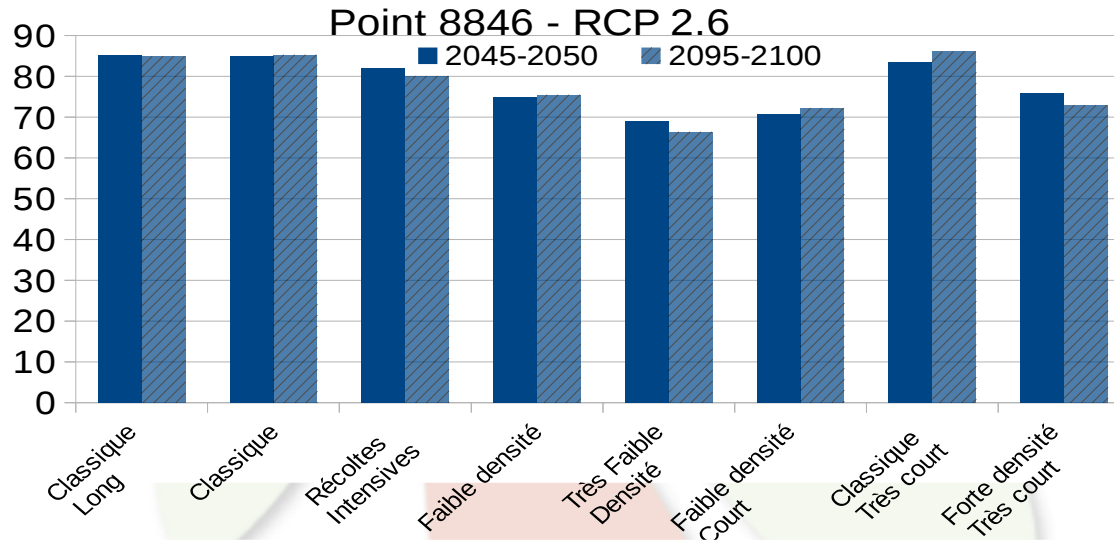


- Les itinéraires longs sont productifs en climat actuel, mais sensibles au réchauffement

Comparaison entre itinéraires techniques :

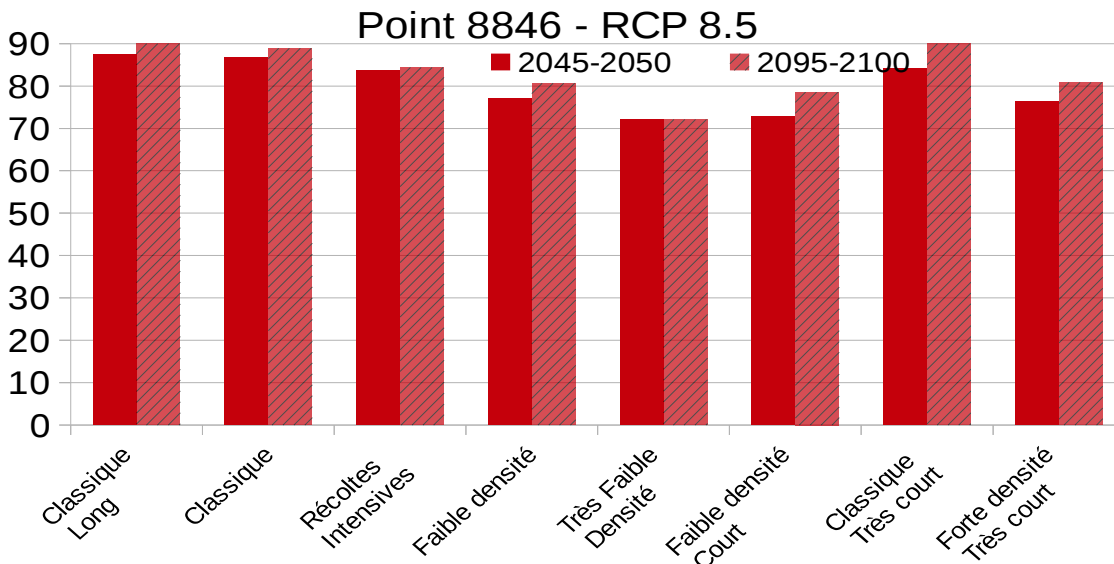
Carbone du sol

Stocks de carbone du sol (tC/ha)



→ Les faibles densités stockent moins de carbone dans le sol (moins d'apports)

Stocks de carbone du sol (tC/ha)

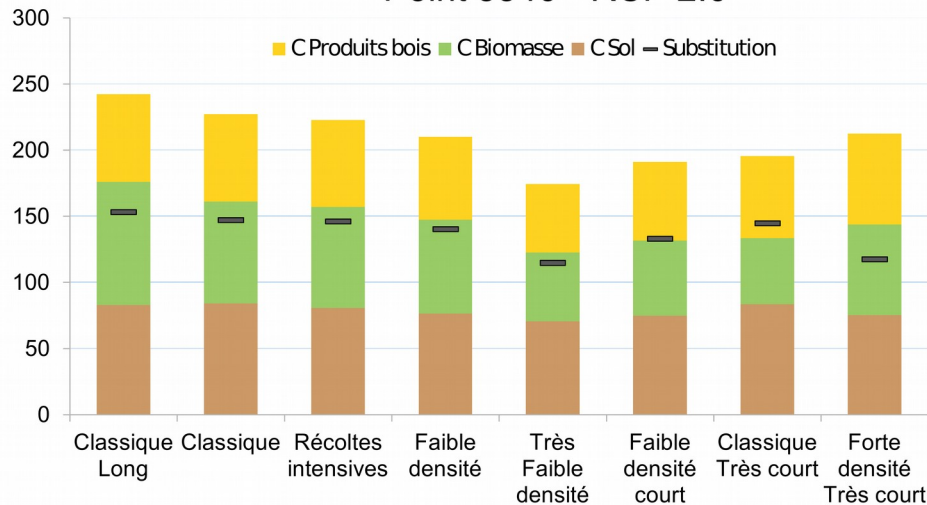


→ La récolte des menus bois et souches conduit à diminuer le stock de carbone du sol

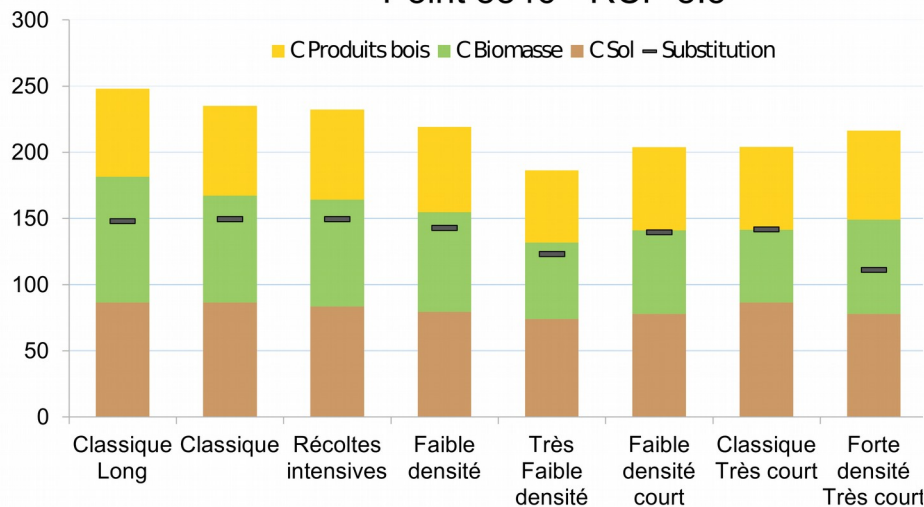
Comparaison entre itinéraires techniques :

Effets d'atténuation

Point 8846 - RCP 2.6



Point 8846 - RCP 8.5



→ Les stocks « biomasse » sont les plus variables

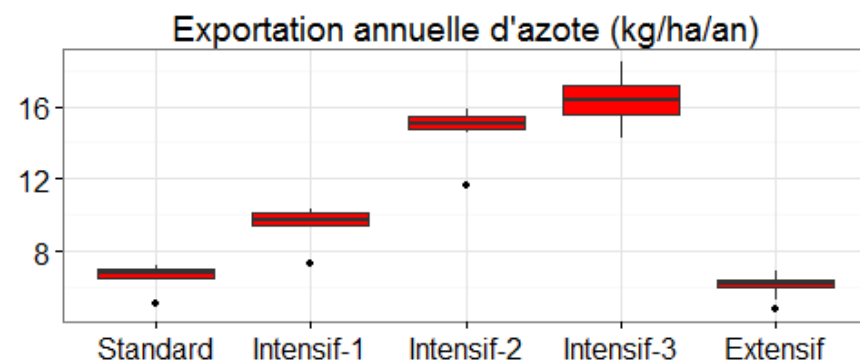
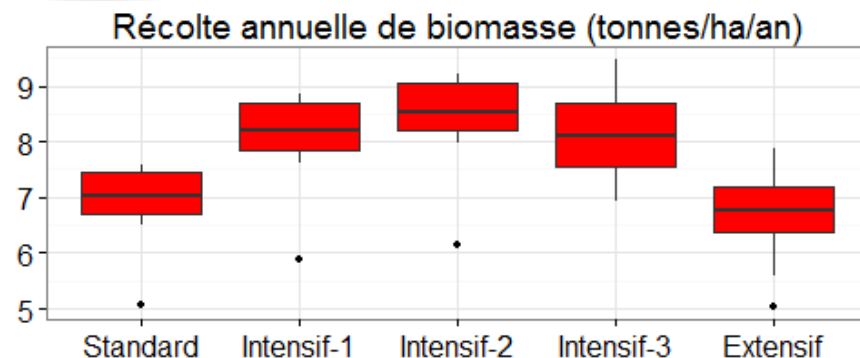
→ Les itinéraires standards présentent les meilleurs bilans carbone

→ Peu de différence entre RCP

Impact de l'intensification sur les nutriments

ITK	Récoltes	Révolution
Standard	Tronc	50 ans
Intensif 1	Tronc, branches, souches	50 ans
Intensif 2	Tronc, branches, souches, aiguilles	50 ans
Intensif 3	Tronc, branches, souches, aiguilles	30 ans
Extensif	Tronc	70 ans
Simulations : 2006-2100 / climat avec réchauffement important / Puy-de-Dôme		

- ⇒ Récolte des aiguilles: faible gain en biomasse récoltée mais forte ↗ des exportations en nutriments (N, aussi P, K, Ca et Mg)
- ⇒ Raccourcissement révolution: ↘ récolte de biomasse mais ↗ exportations de nutriments
- ⇒ Impacts sur les stocks de nutriments dans le sol (↘ fertilité chimique)



Synthèse des résultats d'EVAFORA

- On observe une rupture climatique vers 2050 avec des climats et leurs conséquences qui se différencient
- Concernant la croissance forestière, et donc le bilan C « biomasse » :

Climat historique > RP 2.6 ~ RCP 8.5

GO+ ne simule pas la mortalité sensu stricto mais montre la forte augmentation du stress en contexte de réchauffement important !

- Les itinéraires à forte biomasse sur pied (extensifs ou dédiés biomasse) sont productifs en climat favorable mais très sensibles au climat.
- Le carbone du sol diminue si on prélève rémanents et souches, si on laboure
- Les bilans sur les autres éléments majeurs (N,P,K,Ca,Mg) indiquent la même tendance : l'intensification a un coût !
- La perte de carbone in situ (biomasse et produits bois) n'est pas compensée par l'effet de substitution lors de la mise en place d'itinéraires de récolte totale

Retour sur la démarche et perspectives

Bilan

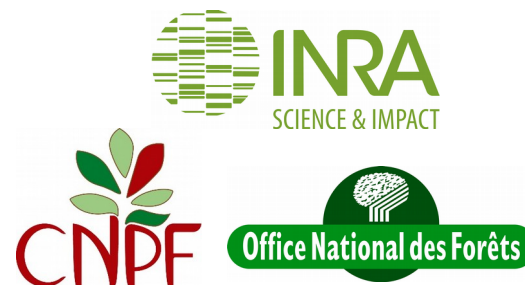
- Le modèle est un très bon support de discussion sur la prise en compte des changements climatiques dans la gestion. La pédagogie sur les méthodes, scénarios et limites du modèle est primordiale.
- Les acteurs forestiers se prêtent volontiers à la définition de scénarios de gestion et s'approprient les scénarios climatiques proposés.
- L'approche de modélisation est considérablement enrichie par la confrontation modèle-acteurs

Perspectives

Projet Forêts-21 :

Web Service forestier de pilotage stratégique
2020-2100 avec les résultats de simulations
GO+ / CAT / ForestGales

Partenaires :



Financement :



Merci pour votre attention

Personnes ayant contribué au projet :

David Achat,
Alexandre Bosc,
Patricia Braconnier,
Nathalie Bréda,
Miriam Buitrago,
Christine Deleuze,
Sébastien Drouineau,
Mathieu Fortin,
Henri Husson,
Anne Jambois,
Sébastien Lafont,
Jean Lemaire,
Elsa Libis,
Denis Loustau,
Cécile Maris,
Magali Maviel,
Christophe Moisy,
Andoni Mugica,
Alexandre Petroff,
Olivier Picard,
Delphine Picart,
Grégory Sajdak
Ingrid Seynave

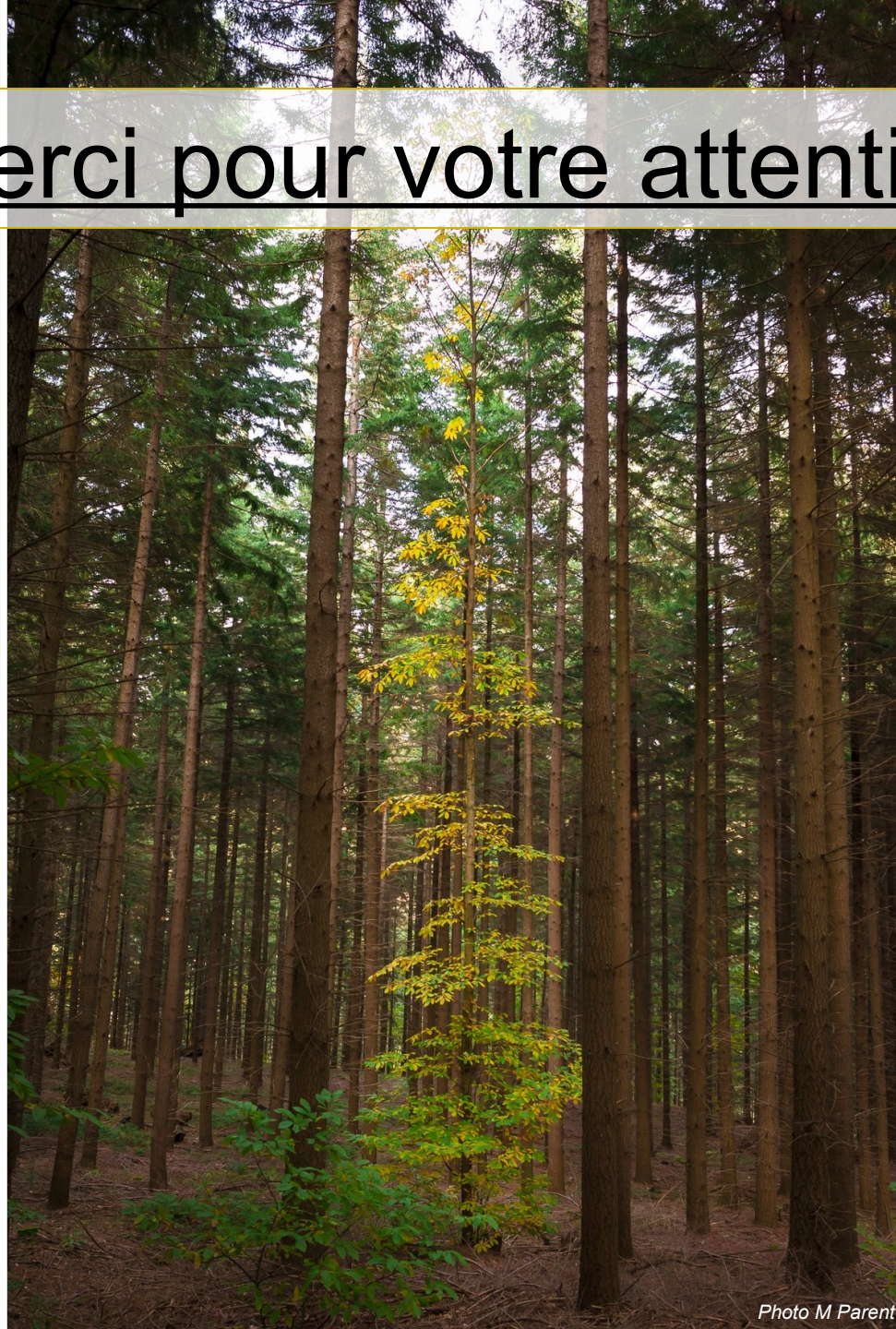


Photo M Parent

Diapos « Bonus »

Quel type de modèle?

Un modèle = représentation théorique simplifiée d'un système complexe
→ permet de se projeter dans le temps et dans l'espace !

Modèle empirique ou modèle mécaniste?

Modèles empiriques

statistiques
descriptifs

+ Précision

- Contingent des données
de calibration

Exemples :

Fagacée,
PP3,
Mathilde...

Modèles mécanistes / déterministes

basés sur la représentation
-connue ou décrite- de processus
biologiques et physiques

+ Généricité

+ Extrapolation

- Complexité

Exemples :

Castanea,
GO+...

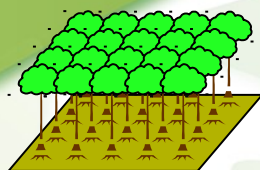
Modèles théoriques
génériques, simples

« tous les modèles sont
FAUX, certains sont
utiles ! » (Box, 1987)

GO+ : données d'entrée et de sortie

État initial

1. Biomasse sur pied
(Diamètre moyen, variance du diamètre, ...), densité, âge
2. Caractéristiques de sol (prof. d'enracinement, réserve utile, carbone du sol,...)



Horaire
Journalier
Annuel

Variables de sortie

Phénologie

Dates de débourrement/sénescence des feuilles, LAI

Bilan d'énergie

Rayonnement net
Albédo

Bilan hydrique

Évapotranspiration
Drainage

Production

Production/accroissements annuel(s)
Estimation de la mortalité

Bilan carbone

Stocks/flux de carbone sol et biomasse
« **Surcouches** »
Bilan C produits bois, incendies, bilans minéralomasses, etc...



Horaire

Forçage climatique

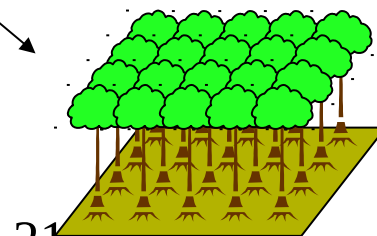
Rayonnement
Températures
Précipitations
Humidité de l'air
Vitesse de vent
Pression atmosphérique
(+ [CO₂]atm)



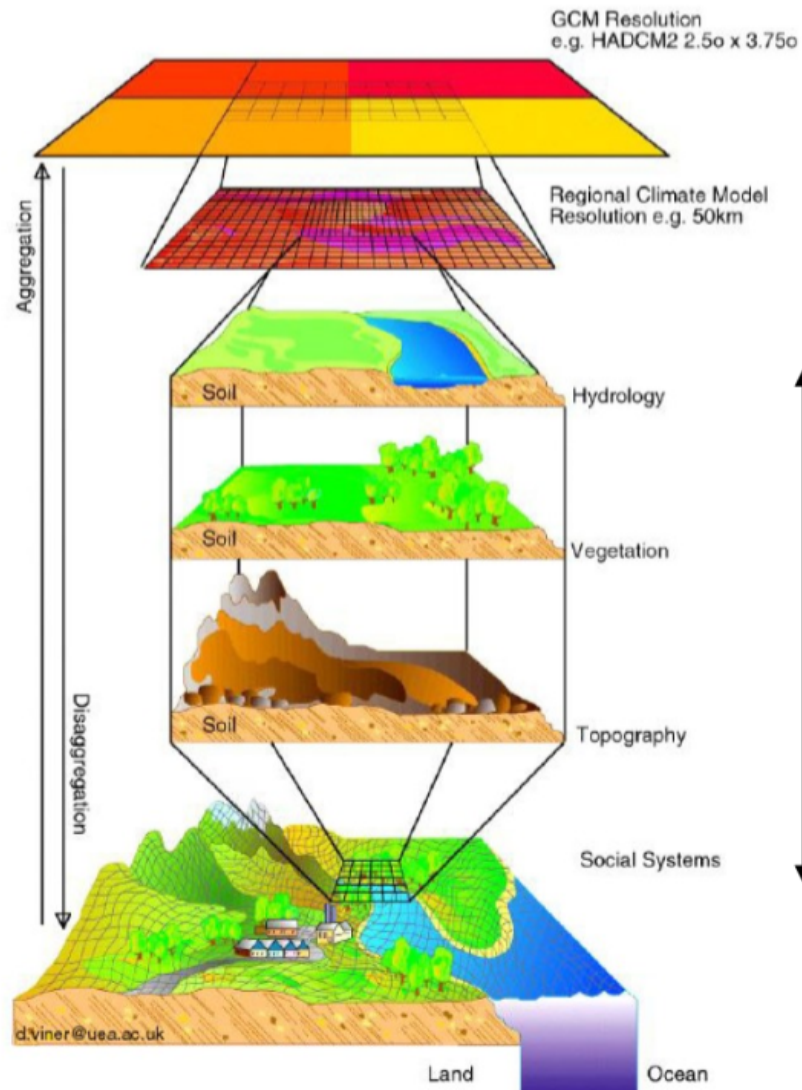
Annuel

Forçage « gestion »

Régime d'éclaircies et récoltes), travail du sol, élagage, fertilisation



Modèles et données pour la projection spatialisée de scénarios



Scénarios climatiques globaux

100 – 300 km

Scénarios climatiques régionaux

10 – 50 km

Modèles hydrologiques

Modèles d'impacts
quelques km à quelques mètres

Données sols et topographie

Végétation

Usage des terres

Pratiques culturelles, ITK

Modèles (exemples)

HadCM2, Arpege..

ALADIN

TNT, MODFLOW,
EAUDYSSEE

GO+, CASTANEA,
ORCHIDEE, LPJ...

Infosols

ESA, CNES, IGM,
Teruti

Enquêtes d'acteurs

Évaluation : croissance forestière

Évaluation sur les accroissements de 62 placettes « GIS coop de données » et 6 placettes Renecofor

