Bilan carbone du Pin maritime en contexte de climat changeant

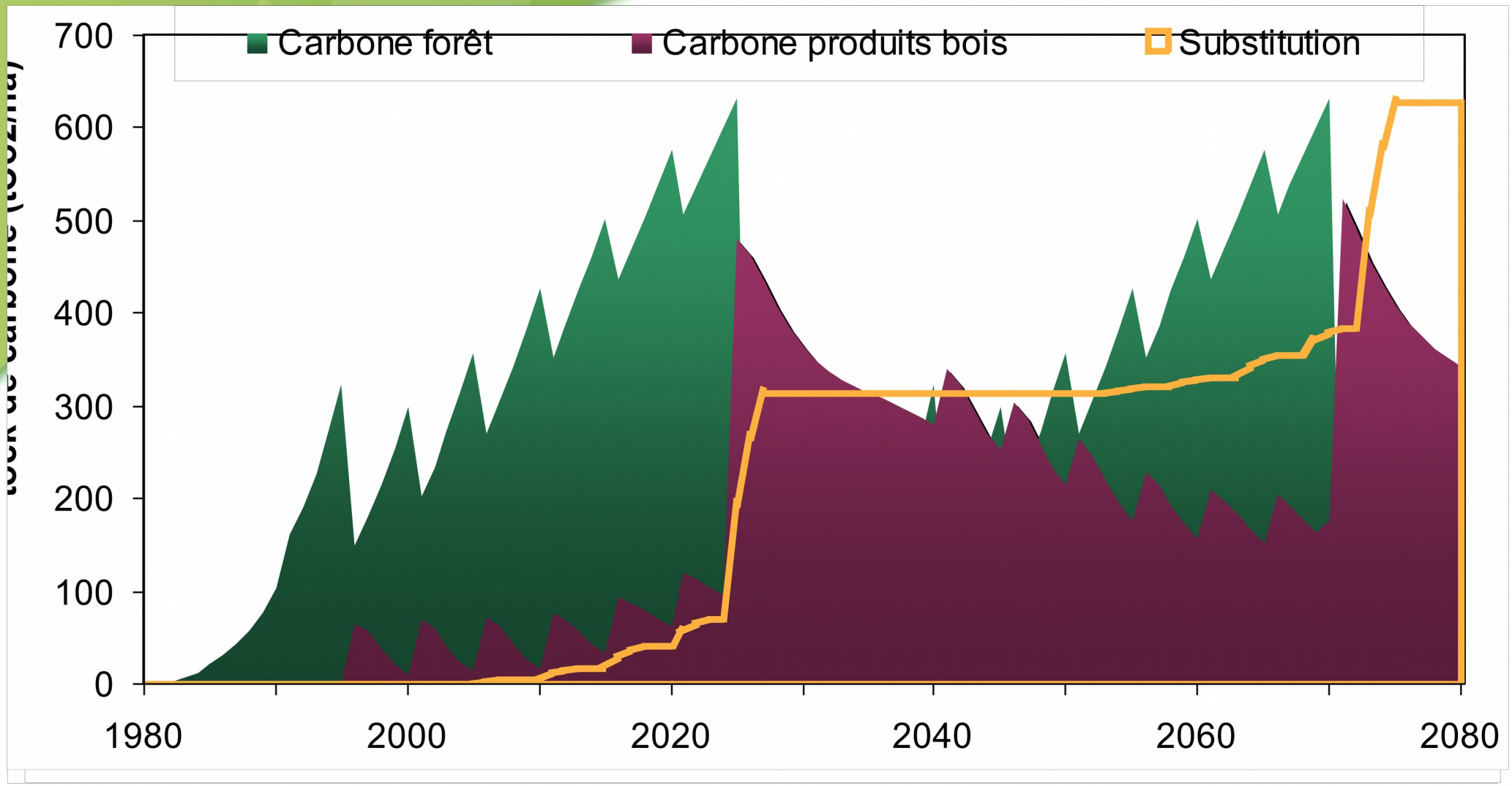
Festival Woodrise - Stockage du carbone en forêt

Mios, le 15 octobre 2018

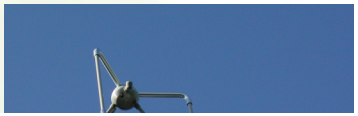
Simon Martel

Institut pour le développement forestier

Dynamique des 3 « S » : modélisation

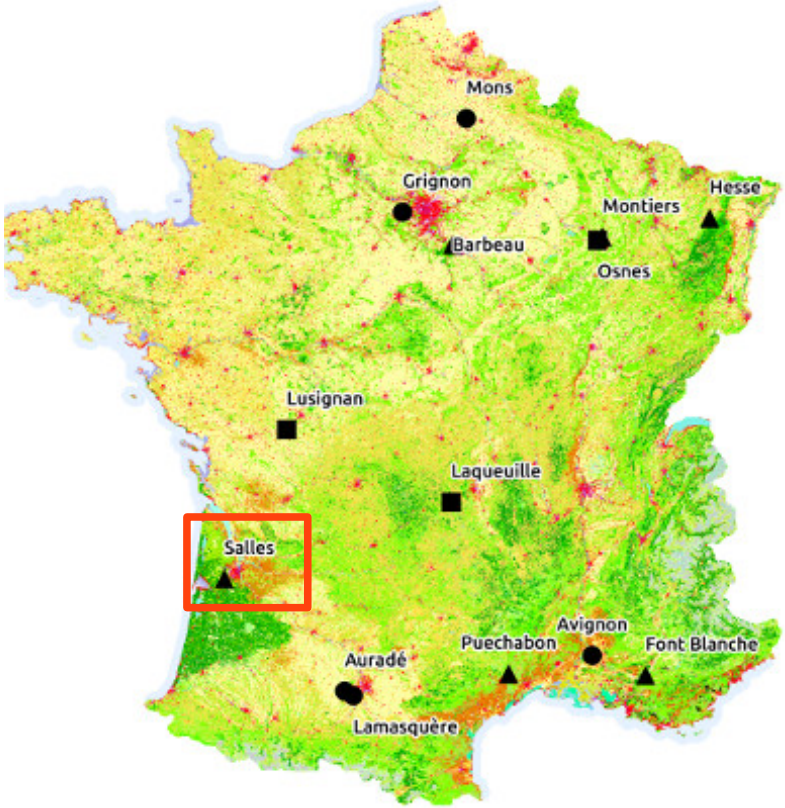


Suivi en temps réel du bilan carbone : site ICOS de Salles



Le principe de mesure des flux turbulents

Flux net = Co variance de la vitesse verticale de vent ↑↓ et de sa concentration [CO2]



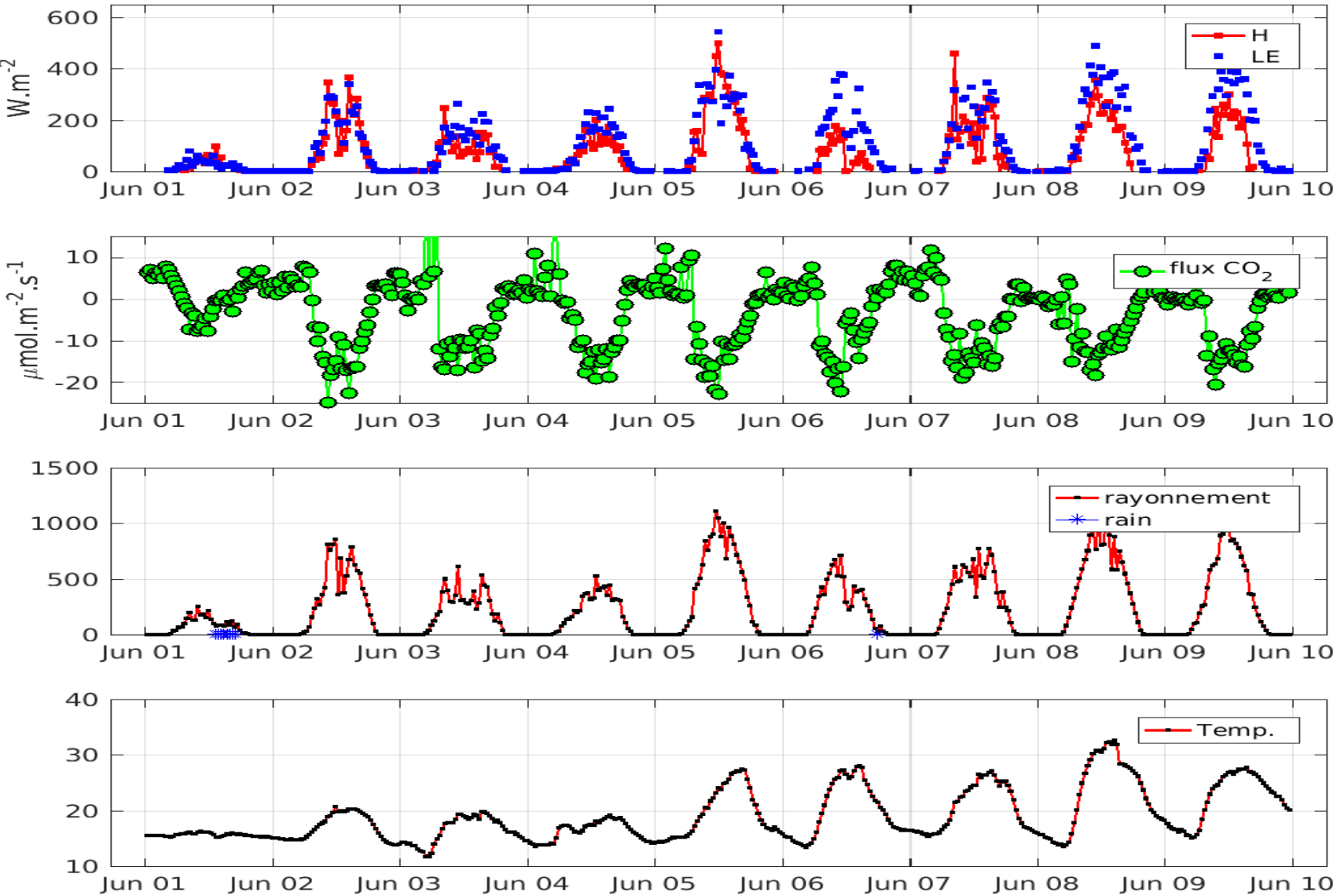
ICOS | Ecosystem Thematic Centre

INRA SCIENCE & IMPACT

Suivi des mesures en direct

CNPF

Suivi en temps réel du bilan carbone



Dissipation de l'énergie

Échanges de CO2 atm/forêt

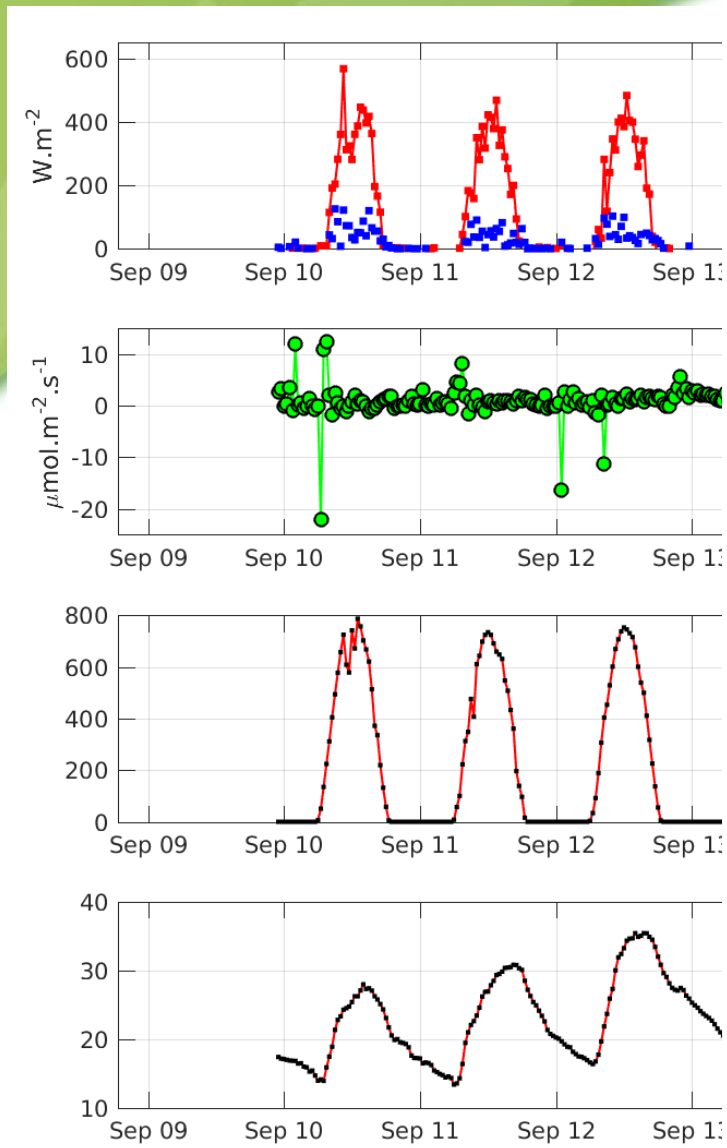
Rayonnement Précipitations

Températures

Source : données ICOS Salles. Lafont, Chipeaux, Loustau, 2016

https://xylofront.pierroton.inra.fr

Reprise de croissance après un stress



Stress hydrique prolongé :

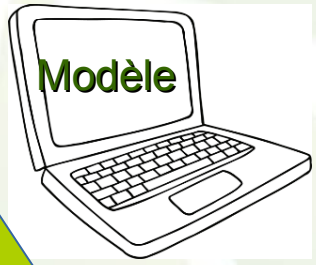
La dissipation de chaleur se fait sous forme de chaleur sensible

Il n'y a plus d'échanges de carbone : les stomates sont fermés

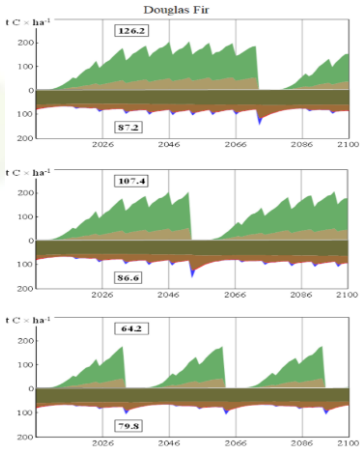
Source : données ICOS Salles. Lafont, Chipeaux, Loustau, 2016

Le projet Evafora : démarche

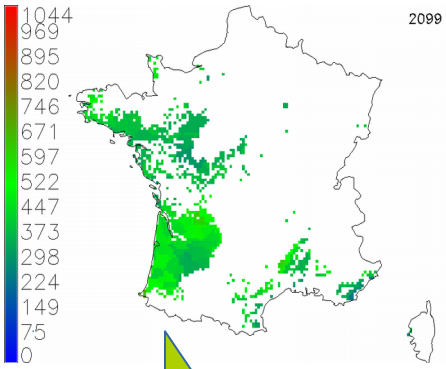
Douglas et Pin maritime



1. Calibration et validation du modèle GO+



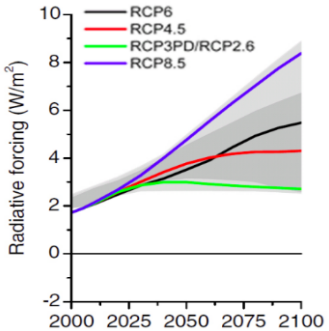
2. Définition des ITK avec les acteurs



2017

2100

Jeux de données « historiques »



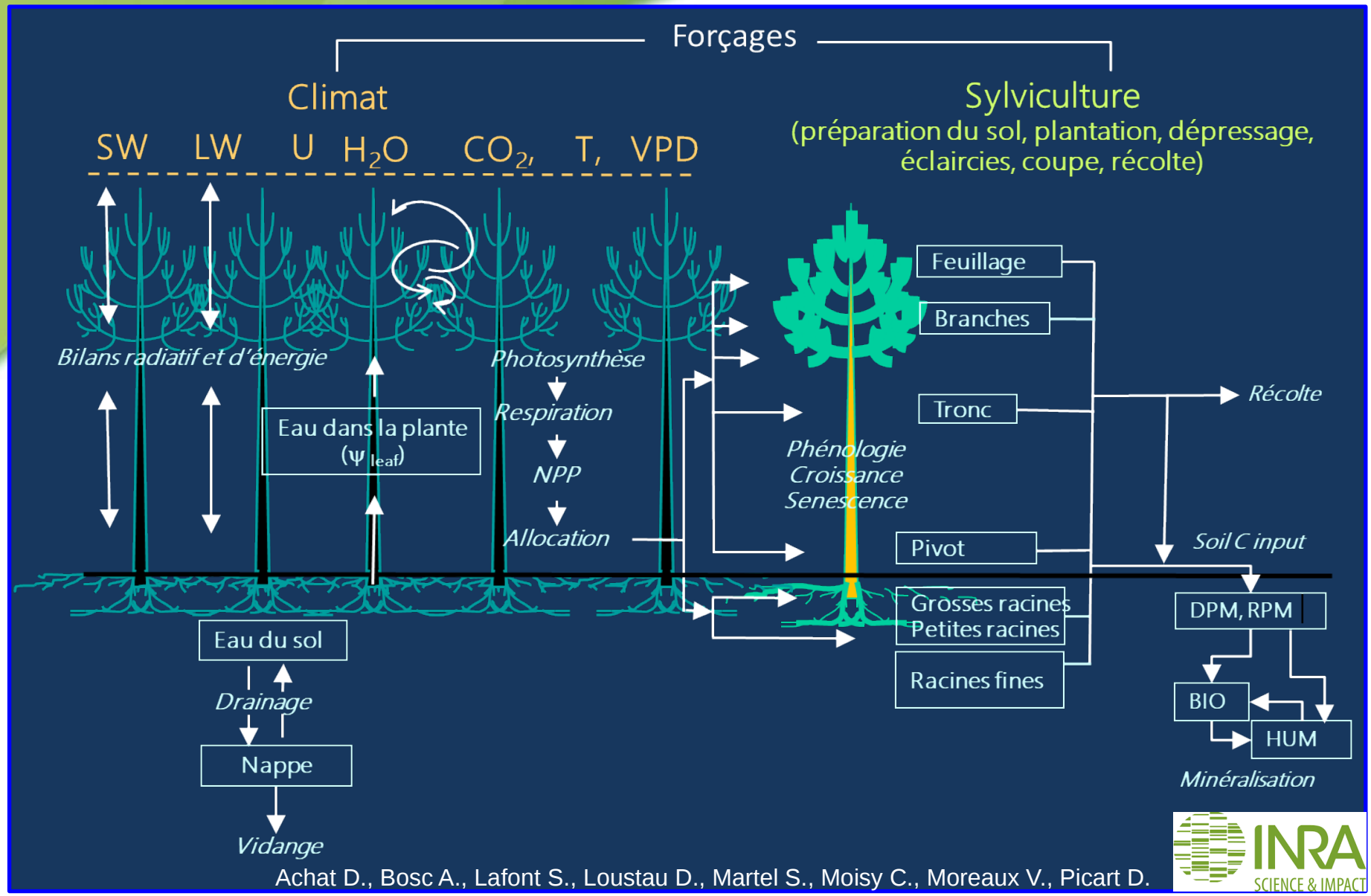
3. Projection
Scénarios climatiques RCP
Régions forestières (Landes de Gascogne et Haut Languedoc)

Financement

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

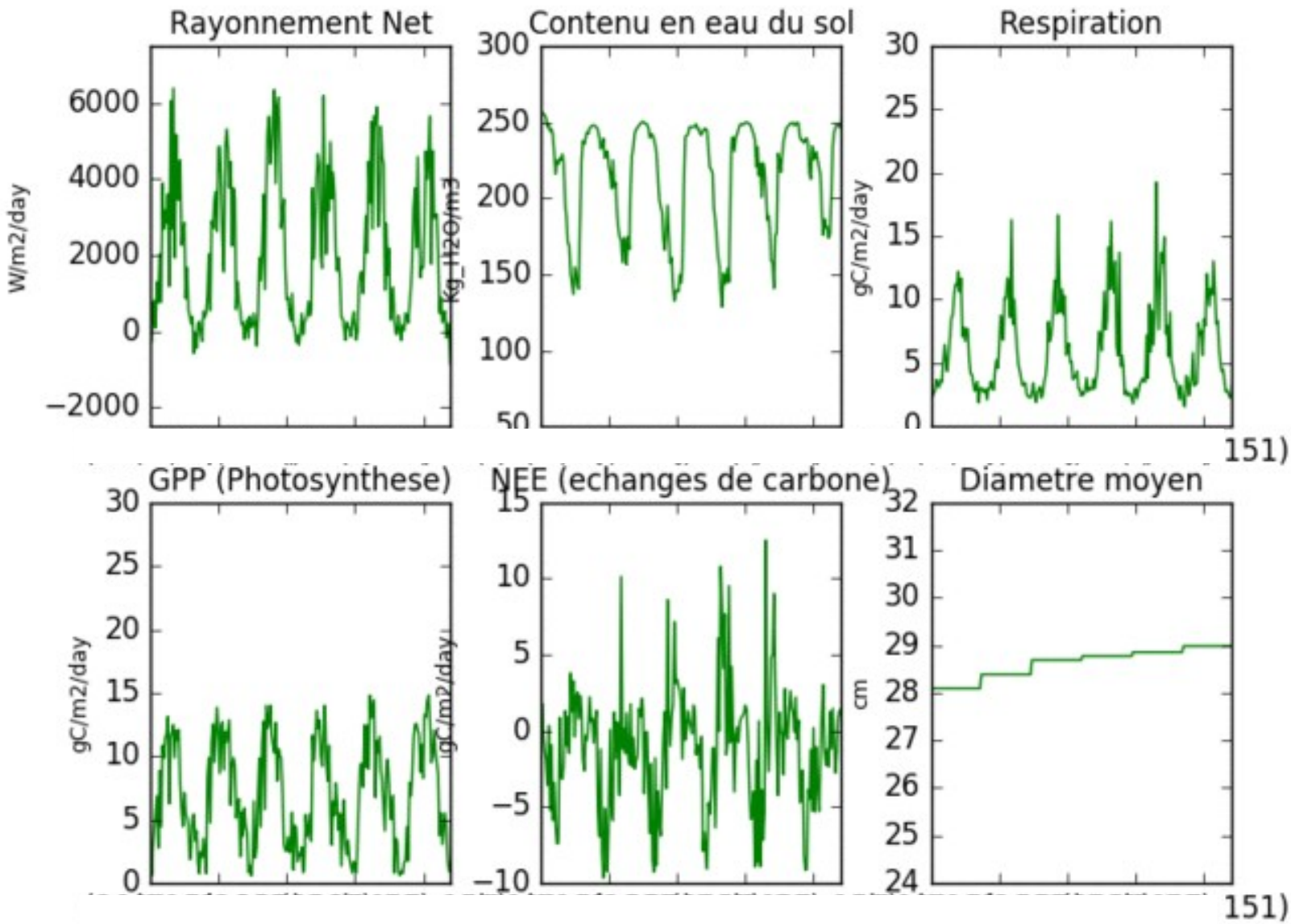
CNPF INRA SCIENCE & IMPACT Parc naturel régional du Haut-Languedoc CNPF

Un modèle à base de processus : GO+



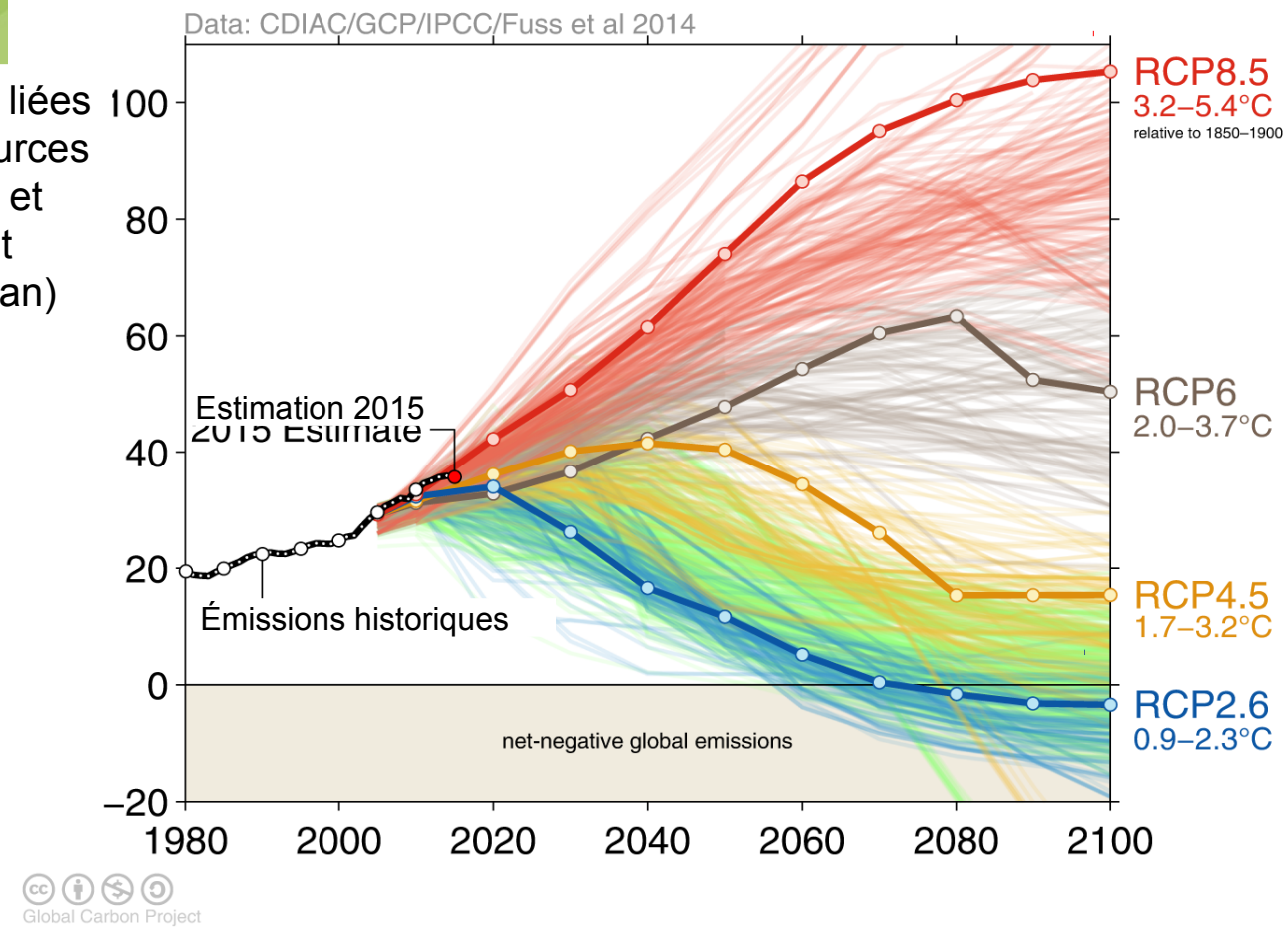
Achat D., Bosc A., Lafont S., Loustau D., Martel S., Moisy C., Moreaux V., Picart D.

Exemple de simulation



Scénarios d'émission

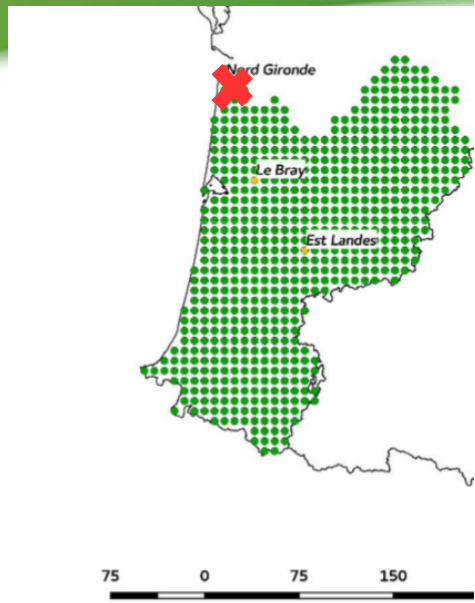
Émissions liées aux ressources fossiles et ciment (GtCO2/an)



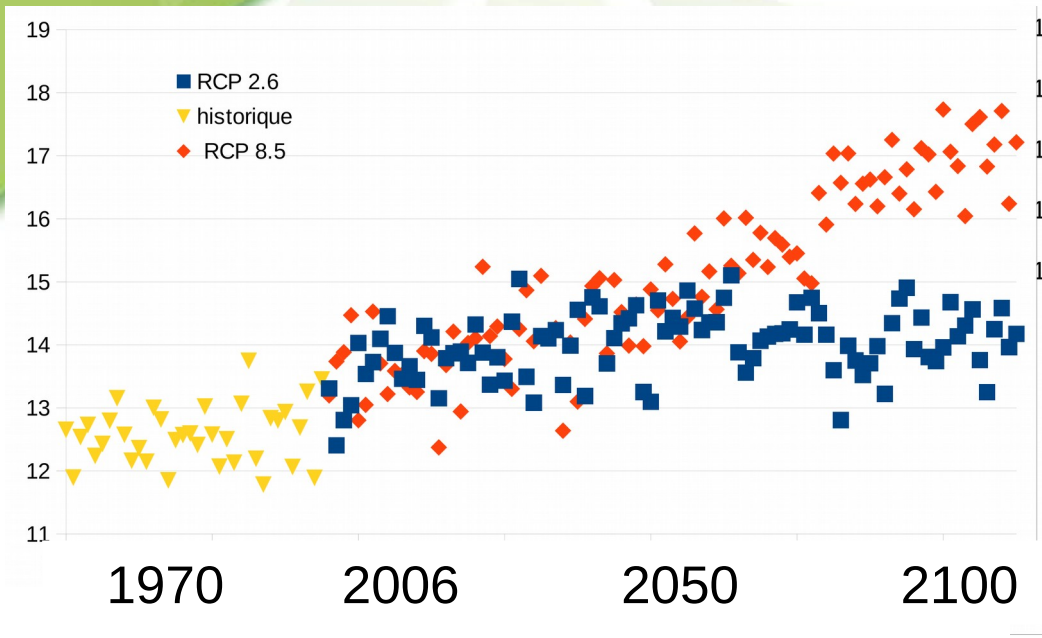
Pas de politique climatique

Politique active de réduction

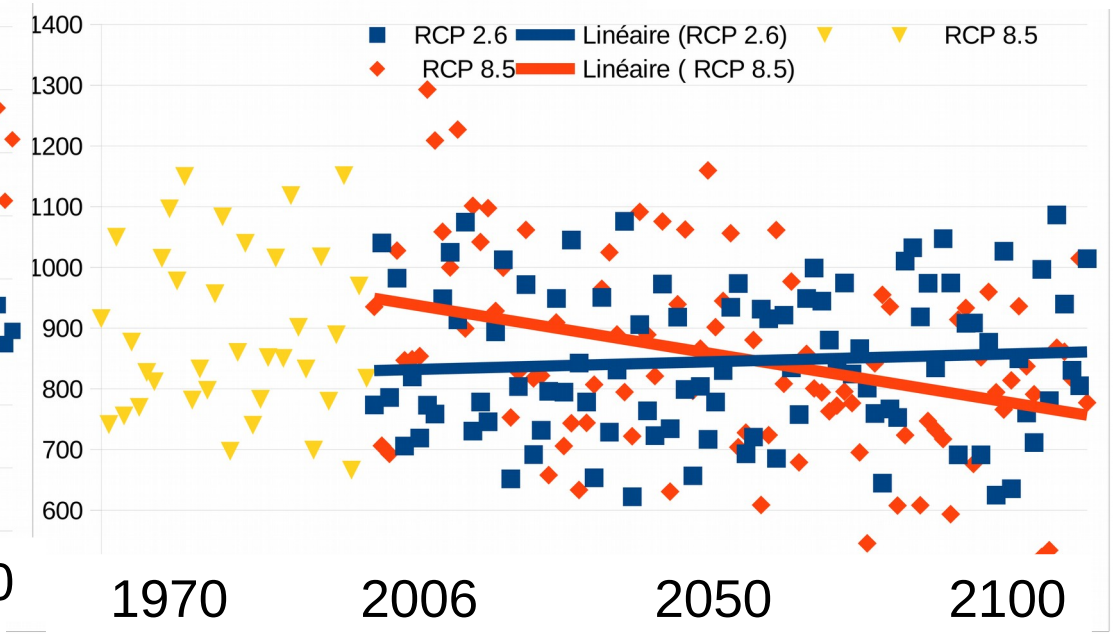
Projections climatiques



Projections climatiques Nord Médoc
(modèle Météo France)



Température moyenne annuelle (°C)



Précipitations annuelles (mm/an)

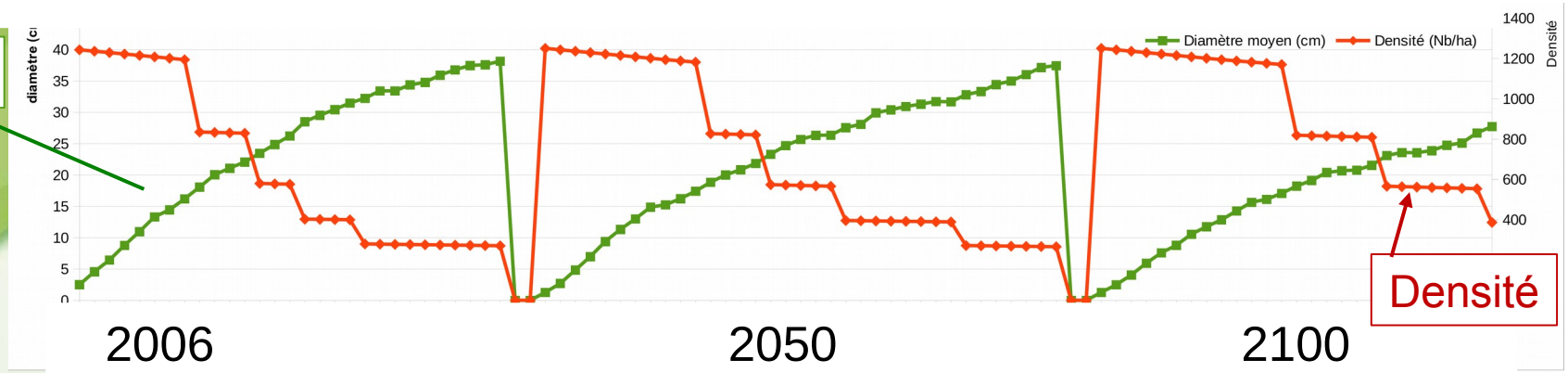
Pin maritime : itinéraires techniques élaborés avec les sylviculteurs, puis simulés

Scénario	Travail du sol avant plantation	Densité de plantation (tiges/ha)	Coupes et entretiens									Compartiments récoltés à la coupe finale
			Débroussaillage			Débroussaillage, éclaircies (%tiges) et coupes rases (CR)						
			5 ans	7 ans	10 ans	Circ = 55 cm	Circ = 70 cm	Circ = 85 cm	Circ = 100 cm	Circ = 120 cm		
Standard 1 – S1	x	1250	x		x	30	30	30	30	CR		tronc
Standard 2 – S2	x	1250	x		x	30	30	30	30	CR		tronc+souche
Intensif 1 – I1	x	1250	x		x	30	30	CR				tronc+souche
Intensif 2 – I2	x	1250	x		x	30	CR					tronc
Semi Dédié – SD	x	2500		50		30	30	30	30	CR		tronc+souche
			5 ans	7 ans	10 ans	Circ = 55 cm	Circ = 75 cm	Circ = 95 cm	Circ = 115 cm	Circ = 150 cm		
Extensif – Ex		1250	x		x	30	30	30	30	CR		tronc

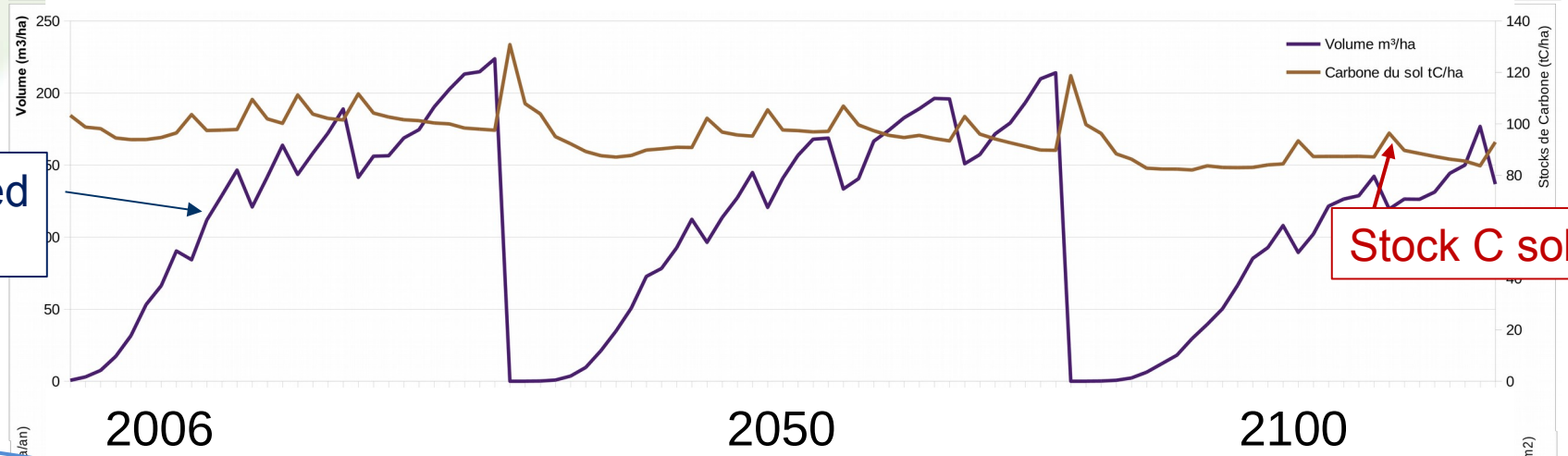
Pin maritime : exemple de simulations

Nord-Médoc – RCP 2.6 – Itinéraire standard – Lande sèche

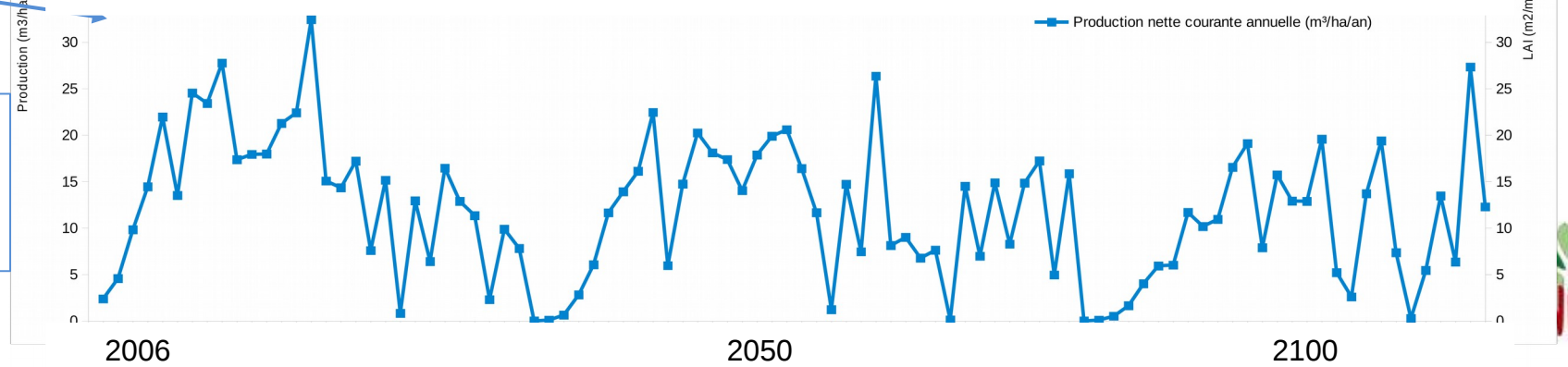
Diamètre (cm)



Volume sur pied (m3)



Production nette annuelle (m3 / ha / an)



Résultats : Productions annuelles brutes

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié
Réchauffement modéré : RCP 2.6	25	2006-2050	12.3	12.3	12.3	11.4	10.1	12.2
		2051-2100	8.9	11.1	11.1	10.3	9.5	10.8
	75	2006-2050	14.4	14.1	14.1	12.6	11.4	14.5
		2051-2100	11.7	13.1	13.1	11.7	10.4	12.3
	125	2006-2050	16.1	15.7	15.7	13.7	12.8	16.1
		2051-2100	14.0	14.7	14.7	13.2	11.1	13.9
Réchauffement important : RCP 8.5	25	2006-2050	13.1	13.1	13.1	11.9	10.4	13.6
		2051-2100	10.4	12.7	12.7	11.6	10.4	12.0
	75	2006-2050	15.2	14.8	14.8	13.1	11.8	15.7
		2051-2100	12.7	14.5	14.5	13.1	11.5	13.0
	125	2006-2050	17.2	16.3	16.3	14.1	12.7	16.5
		2051-2100	15.0	16.2	16.2	14.2	12.3	16.4

Valeurs en m^3/ha/an

Résultats : Productions annuelles brutes

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié	Moy.
Réchauffement modéré : RCP 2.6	75	2006-2050	14.4	14.1	14.1	12.6	11.4	14.5	12.8
		2051-2100	11.7	13.1	13.1	11.7	10.4	12.3	
Réchauffement important : RCP 8.5	75	2006-2050	15.2	14.8	14.8	13.1	11.8	15.7	13.7
		2051-2100	12.7	14.5	14.5	13.1	11.5	13.0	

Valeurs en m³/ha/an

Réchauffement plus fort = Production plus importante
→ La « fertilisation CO2 » compense le stress hydrique !

Résultats : Facteur de stress

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié
Réchauffement modéré : RCP 2.6	25	2006-2050	0.51	0.46	0.46	0.42	0.39	0.46
		2051-2100	0.56	0.51	0.51	0.47	0.43	0.51
	75	2006-2050	0.44	0.38	0.38	0.35	0.32	0.40
		2051-2100	0.50	0.44	0.44	0.40	0.36	0.42
	125	2006-2050	0.37	0.33	0.33	0.29	0.27	0.33
		2051-2100	0.43	0.37	0.37	0.34	0.29	0.38
Réchauffement important : RCP 8.5	25	2006-2050	0.50	0.45	0.45	0.40	0.37	0.45
		2051-2100	0.64	0.57	0.57	0.52	0.47	0.56
	75	2006-2050	0.42	0.37	0.37	0.33	0.32	0.39
		2051-2100	0.58	0.52	0.52	0.47	0.42	0.48
	125	2006-2050	0.35	0.30	0.30	0.27	0.26	0.30
		2051-2100	0.53	0.47	0.47	0.40	0.37	0.48

Résultats : Facteur de stress

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié	Moy.
Réchauffement modéré : RCP 2.6	75	2051-2100	0.50	0.44	0.44	0.40	0.36	0.42	**0.43**
Réchauffement important : RCP 8.5	75	2051-2100	0.58	0.52	0.52	0.47	0.42	0.48	**0.49**

Attention au stress hydrique !

Résultats : Productions annuelles brutes

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié
Réchauffement modéré : RCP 2.6								
Réchauffement important : RCP 8.5	75	2006-2050	15.2	14.8	14.8	13.1	11.8	15.7
		2051-2100	12.7	14.5	14.5	13.1	11.5	13.0
Variation 2é moitié de siècle			-16%	-2%	-2%	0%	-2%	-17%

Les itinéraires semi-dédié et extensifs sont plus sensibles au stress

Résultats : Carbone du sol

RCP	Réserve Utile Max	Période	Extensif	Standard 1	Standard 2	Intensif 1	Intensif 2	Semi-dédié
Réchauffement modéré : RCP 2.6	25	2006-2050						
		2051-2100						
	75	2006-2050						
		2051-2100						
	125	2006-2050						
		2051-2100						
Réchauffement important : RCP 8.5	25	2006-2050						
		2051-2100						
	75	2006-2050						
		2051-2100						
	125	2006-2050						
		2051-2100						
Moyennes			96.2	95.3	91.7	90.0	89.6	89.7

Effet négatif de l'intensification sur le carbone du sol (labour et récolte des souches/rémanents)

Impact de la gestion sur le carbone du sol (L. Augusto, 2017)

- Éclaircie	n.s.	initial size of C pools	
- Coupes rases : -> sans perturbation du sol -> avec perturbation du sol	n.s. −	initial size of C pools	
- Densité de plantation	?		research needed
- Récoltes de rémanents et souches	−	climate	
- Durée de révolution	+	forest history	research needed
- Choix des Essences : → Identité → Diversité	? ?		research needed

Sequestration
(soil)

Source : Augusto, 2017 (INRA)

Conclusion

> Les itinéraires de non gestion sont les plus sensibles : la gestion sylvicole atténue l'effet négatif du climat

> Le mode de gestion « standard » représente une option résiliente au climat

> La sylviculture de bois d'œuvre génère le meilleur bilan carbone

> On cherchera à privilégier des stratégies gagnant-gagnant :

→ atténuation et adaptation vont de pair

→ optimisation conjointe des « 5S »

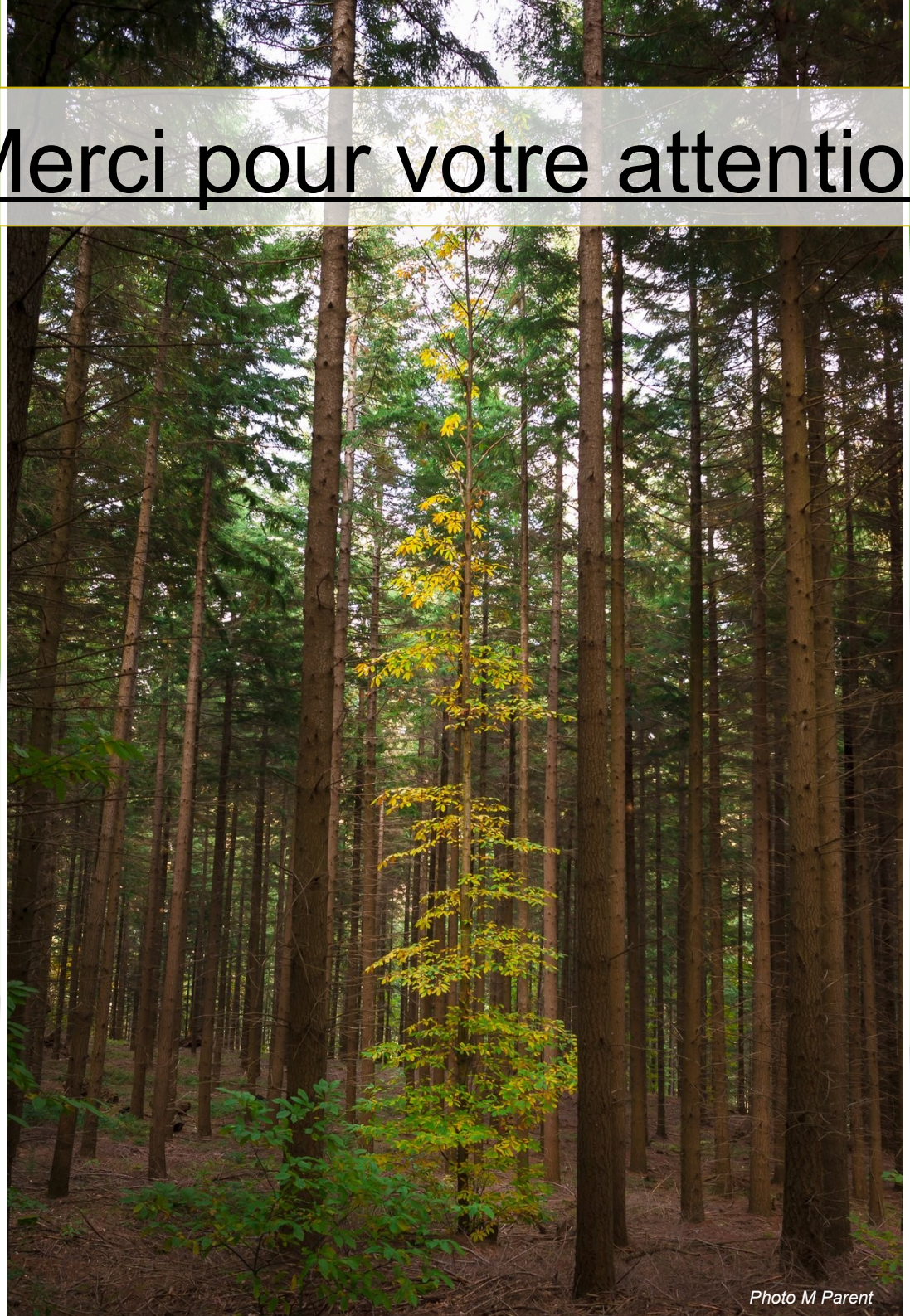
> Attention aux pratiques néfastes pour le carbone du sol

> L'utilisation en cascade du bois maximise le bilan carbone

> Eco-efficience : limitation des émissions liées aux opérations, réduction des distances de transport (circuit court)

CNPF

Merci pour votre attention



Personnes ayant contribué au projet EVAFORA:

David Achat,
Alexandre Bosc,
Patricia Braconnier,
Nathalie Bréda,
Miriam Buitrago,
Amélie Castro,
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,
Lucie Rupil,
Grégory Sajdak,
Ingrid Seynave