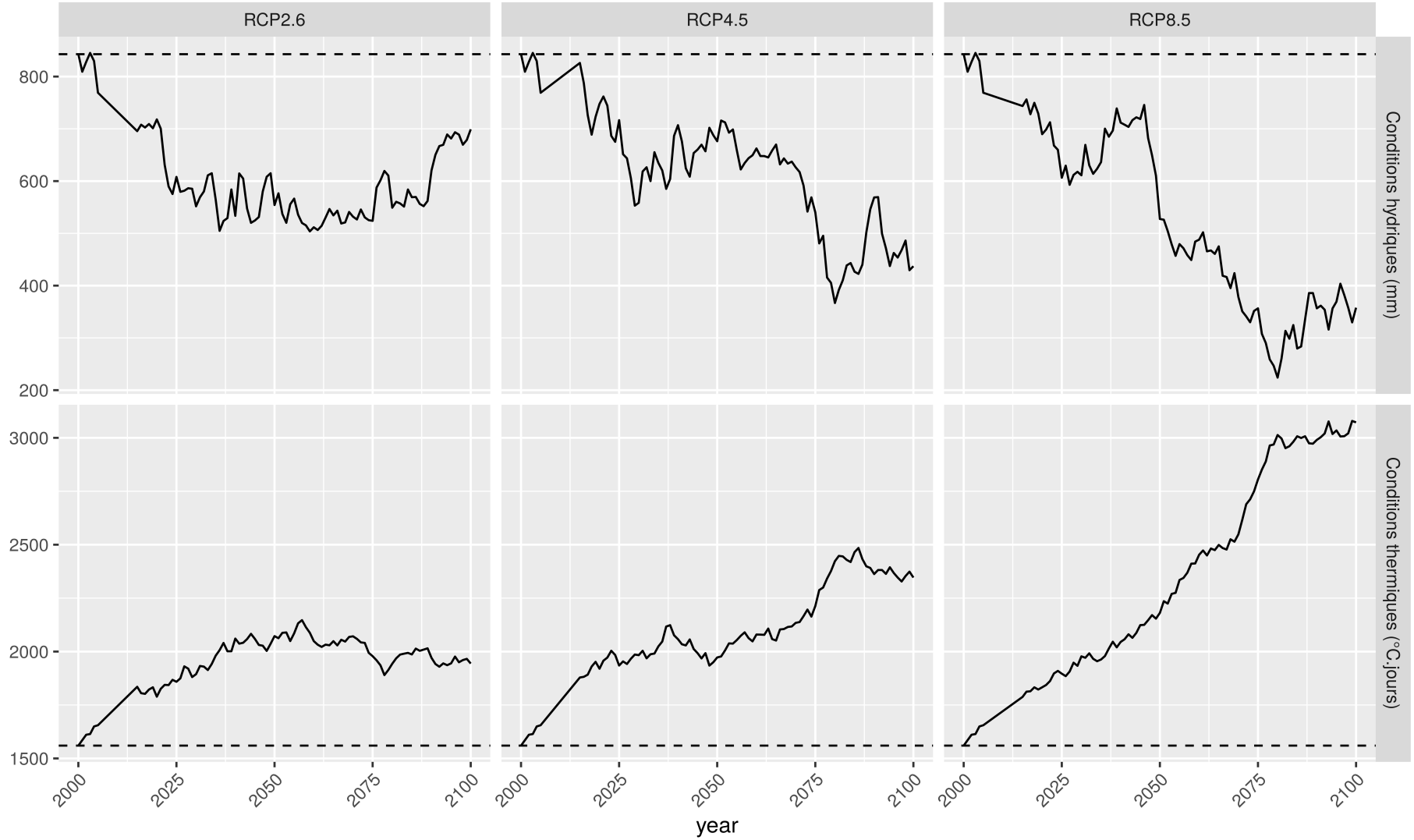
Variabilité démographique en forêt de montagne le long de gradients environnementaux

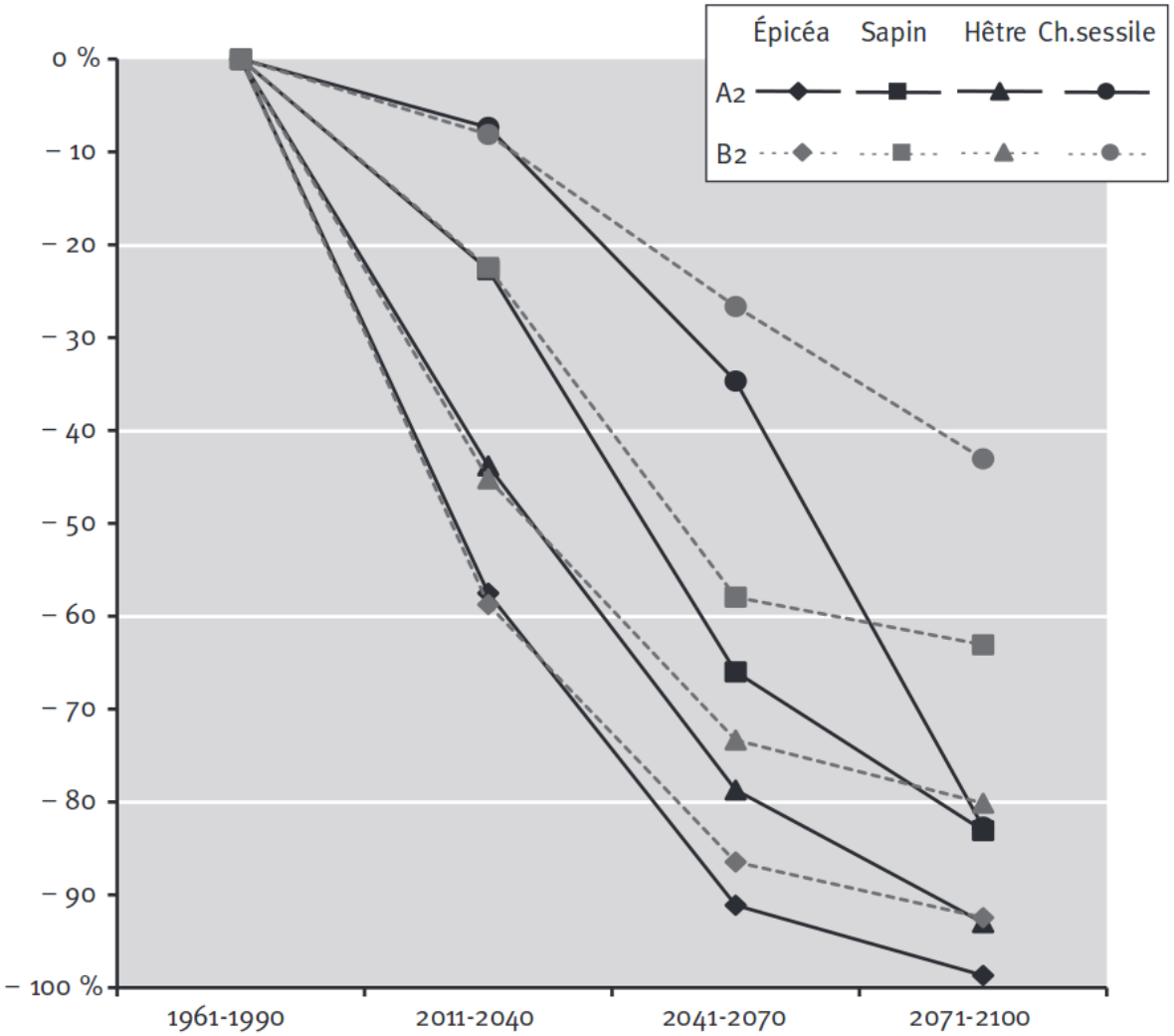
Guillaume LAGARRIGUES
Encadrement : B. Courbaud (IRSTEA Grenoble)
et F. Jabot (IRSTEA Clermont-Ferrand)

Journées CAQSIS
06 Avril 2016

Changement climatique attendu dans les montagnes françaises

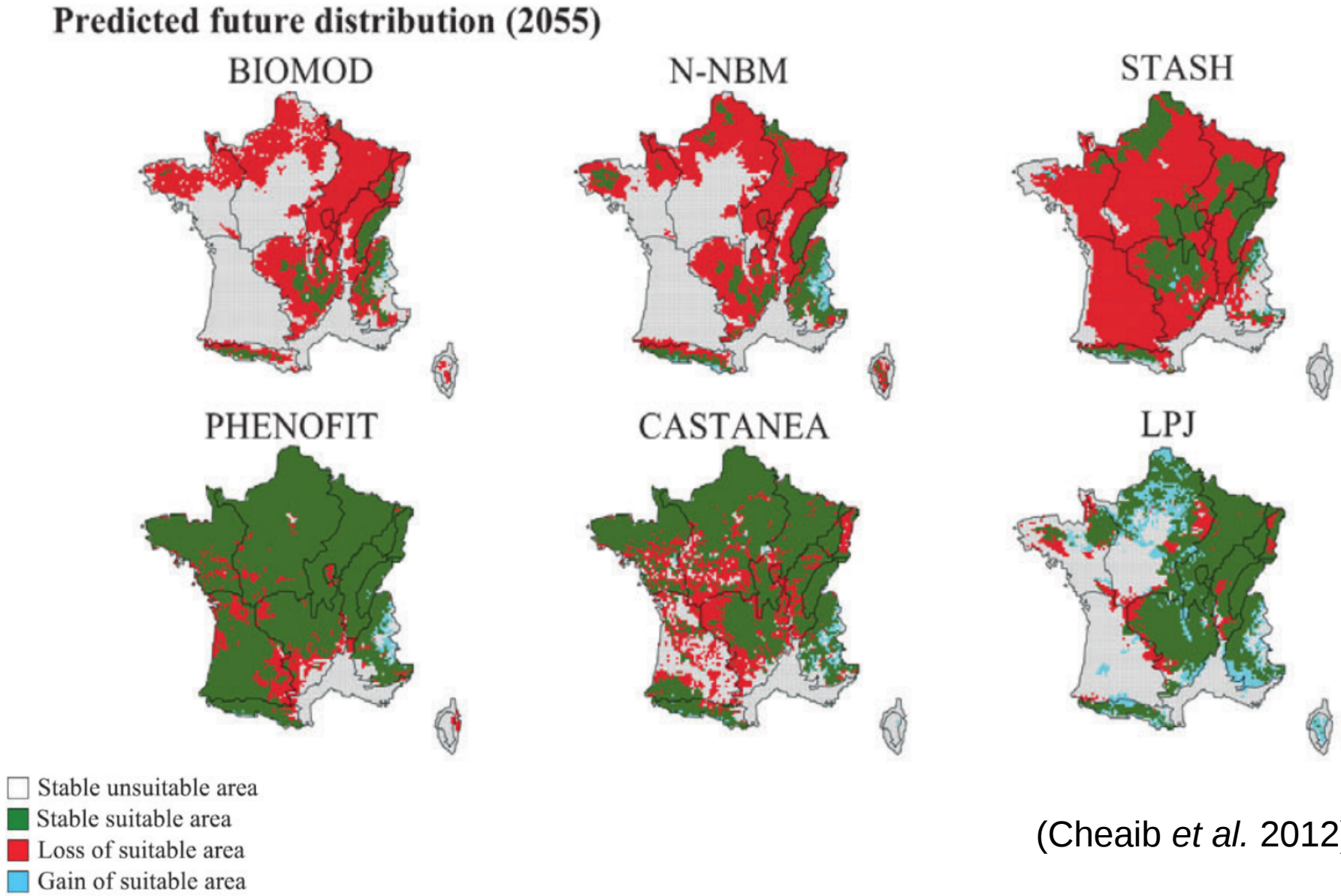


Réponse projetée de l'aire de distribution potentielle des espèces



(Piedallu *et al.* 2009)

... mais les projections sont très variables selon les modèles (ici, pour le hêtre)



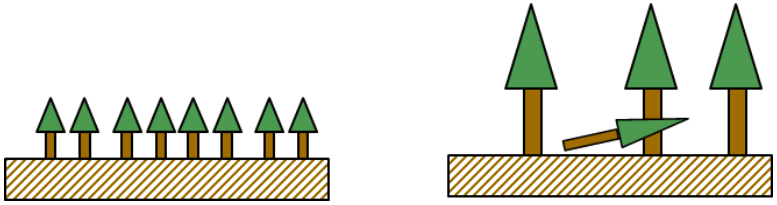
(Cheaib *et al.* 2012)

Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

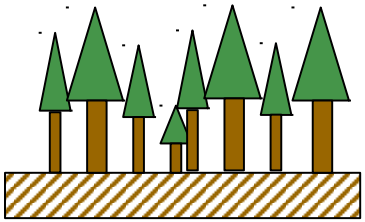
- Densité du peuplement

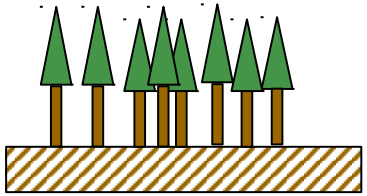


Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus

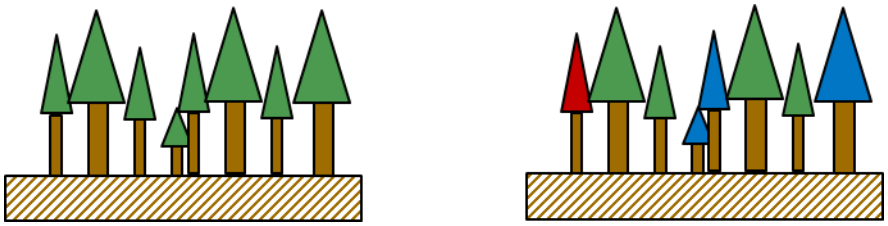




Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces



Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)

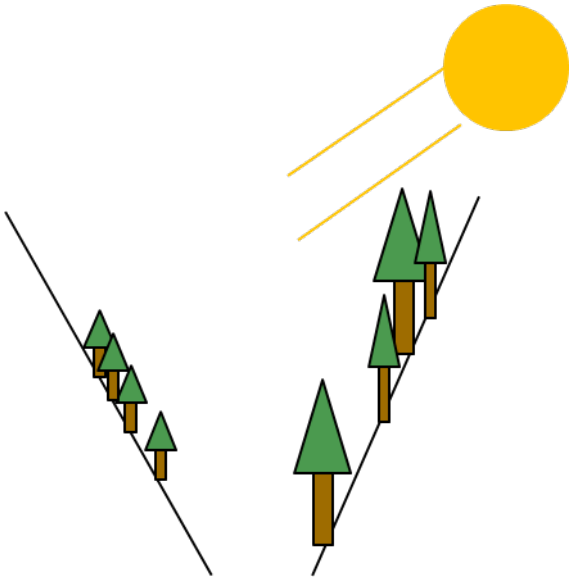
Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)



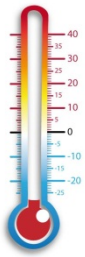
Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)
- Climat



Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)
- Climat

Temporelle

- Saisonnier

Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

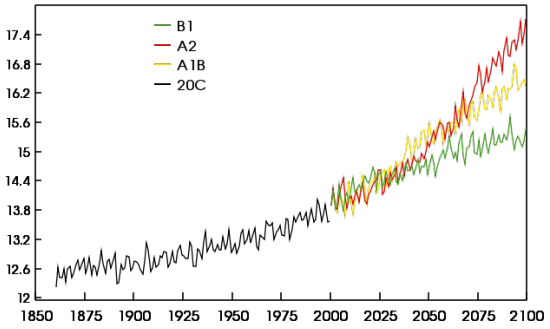
- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)
- Climat

Temporelle

- Saisonnier
- Variabilité inter-annuelle du climat



Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

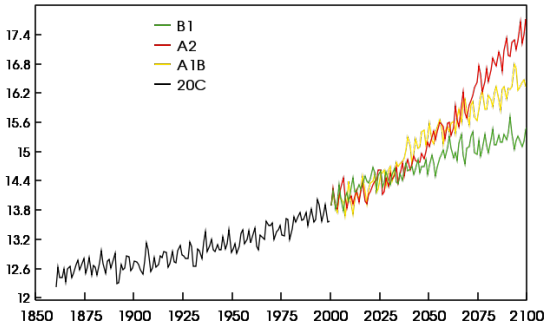
- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)
- Climat

Temporelle

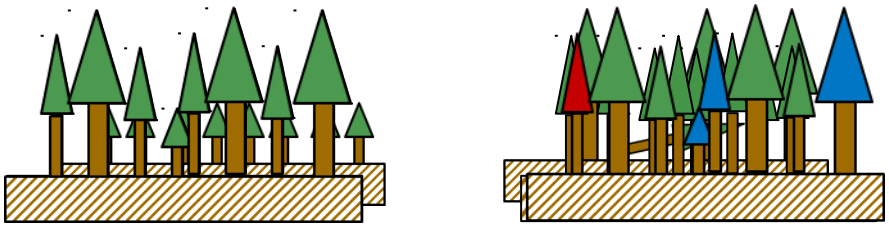
- Saisonnier
- Variabilité inter-annuelle du climat
- Changement climatique



Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- Densité du peuplement
- Diversité de tailles des individus
- Composition en espèces

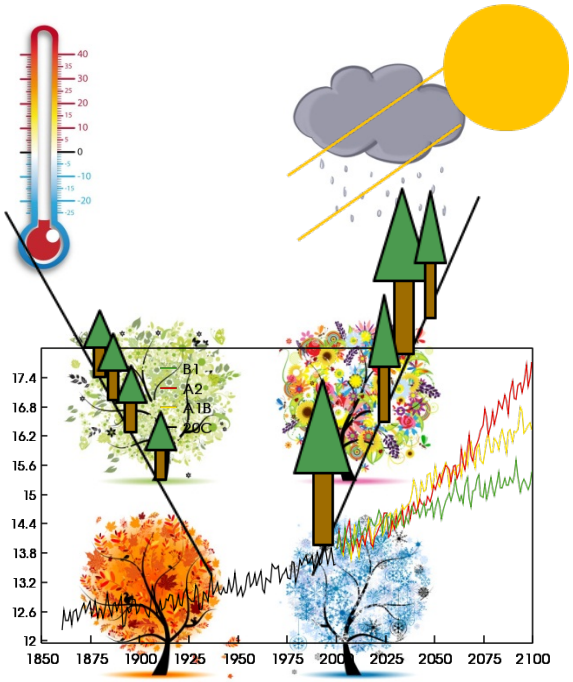


Spatiale

- Sol (profondeur, acidité, …)
- Topographie (Altitude - Exposition)
- Climat

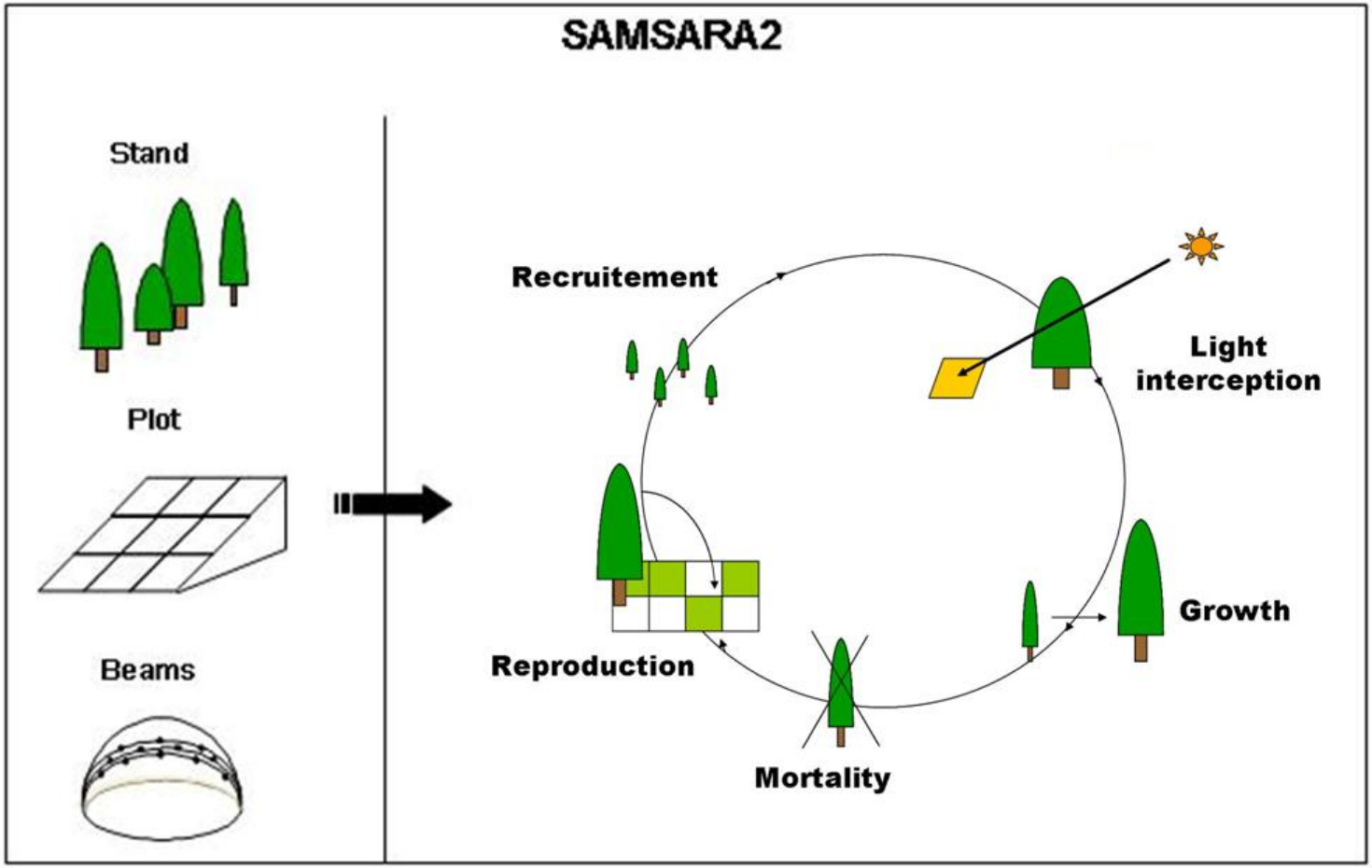
Temporelle

- Saisonnier
- Variabilité inter-annuelle du climat
- Changement climatique



=> Multiplicité et interactions des facteurs : comment démêler leurs effets ?

Samsara2


SAMSARA2
Stand
Plot
Beams
Recruitement
Light interception
Growth
Reproduction
Mortality

Facteurs explicatifs de la variabilité démographique en forêt hétérogène de montagne

Endogène (Structure du peuplement)

- ✓ Densité du peuplement
- ✓ Diversité de tailles des individus
- ✓ Composition en espèces

Spatiale

- ✗ Sol (profondeur, acidité, …)
- ✓ Topographie (Altitude - Exposition)
- ✗ Climat

Temporelle

- ~ Saisonnier
- ~ Variabilité inter-annuelle du climat
- ✗ Changement climatique

Objectifs

(1) calibrer Samsara2 dans des conditions environnementales contrastées

(2) analyser la réponse de la démographie à des variables environnementales

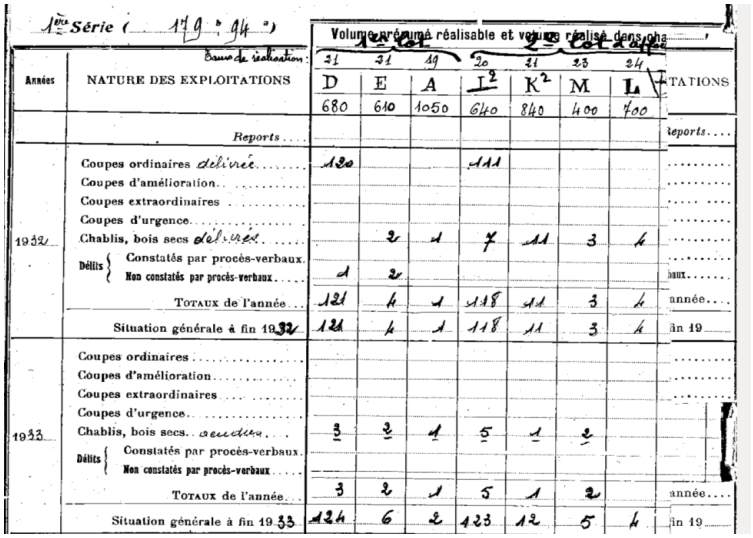
Données de gestion forestière

-I07- MATERIEL INVENTORIE pendant la période du Ier Juin au IO Octobre I93I.-

Diamètres	Volume	Parcelle I : S.N. I6,29 S.R. I5,29				Parcelle 2 : I7,07 I5,00				Parcelle 3 : I9,87 I4,30			
		épicéas.	sapins.	total.	volume	épicéas.	sapins.	total.	volume	épicéas.	sapins.	total.	volume
0,20	0,2	I803	8	I8II	362,2	I529	2	I53I	306,2	I080	47	II27	225,4
0,25	0,4	I337	2	I339	535,6	972	I	973	389,2	868	26	894	357,6
0,30	0,6	95I	8	959	575,4	579	I	580	348,0	72I	22	743	445,8
0,35	0,9	657	7	664	597,6	398	"	398	358,2	60I	I9	620	558,0
0,40	I,2	4I6	6	422	506,4	3I6	I	3I7	380,4	444	I5	459	550,8
0,45	I,6	23I	2	233	372,8	206	I	207	33I,2	284	24	308	492,8
0,50	2,I	I69	"	I69	354,9	I86	"	I86	390,6	207	I3	220	462,0
0,55	2,6	88	"	88	228,8	I2I	I	I22	3I7,2	I20	I3	I33	345,8
0,60	3,2	69	"	69	220,8	73	"	73	233,6	78	8	86	275,6
0,65	3,8	28	I	29	II0,2	24	"	24	9I,2	38	2	40	I52,0
0,70	4,5	I9	"	I9	85,5	I5	"	I5	67,5	26	I	27	I2I,5
0,75	5,2	II	"	II	57,2	9	"	9	46,8	II	2	I3	67,6
0,80	6,0	I	"	I	6,0	I	"	I	6,0	4	I	5	30,0
0,85	6,8	2	"	2	I3,6	I	"	I	6,8	4	3	7	47,6
0,90	7,7	"	"	"	"	"	"	"	"	I	"	I	7,7
0,95	8,6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
I,00	9,6	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
		5782	34	58I6	4027,0	4430	7	4437	3272,9	4487	I96	4683	4I39,8
				380	263			396	2I8			327	289

Inventaires forestiers

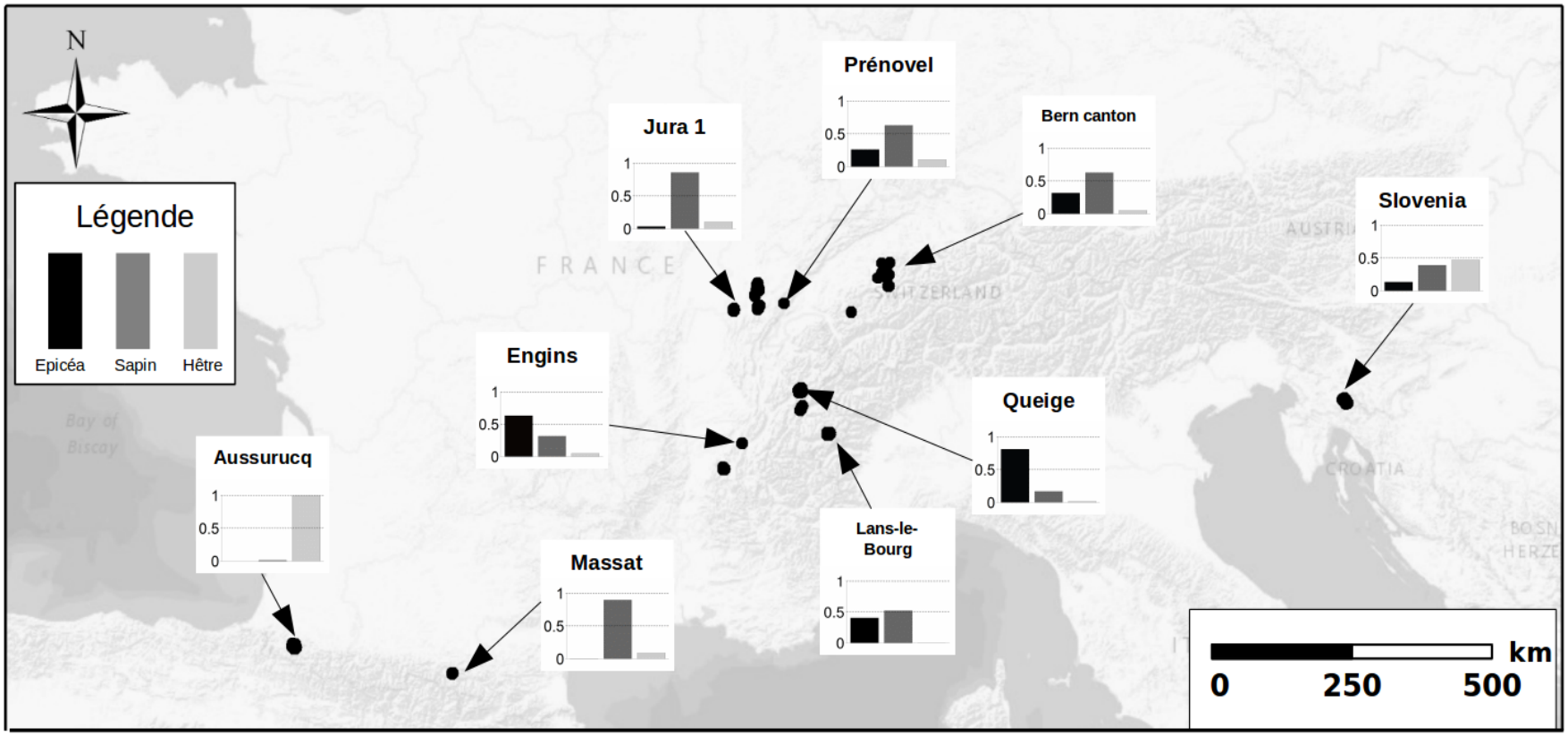
Sommiers



1re Série (179 à 94 ha)

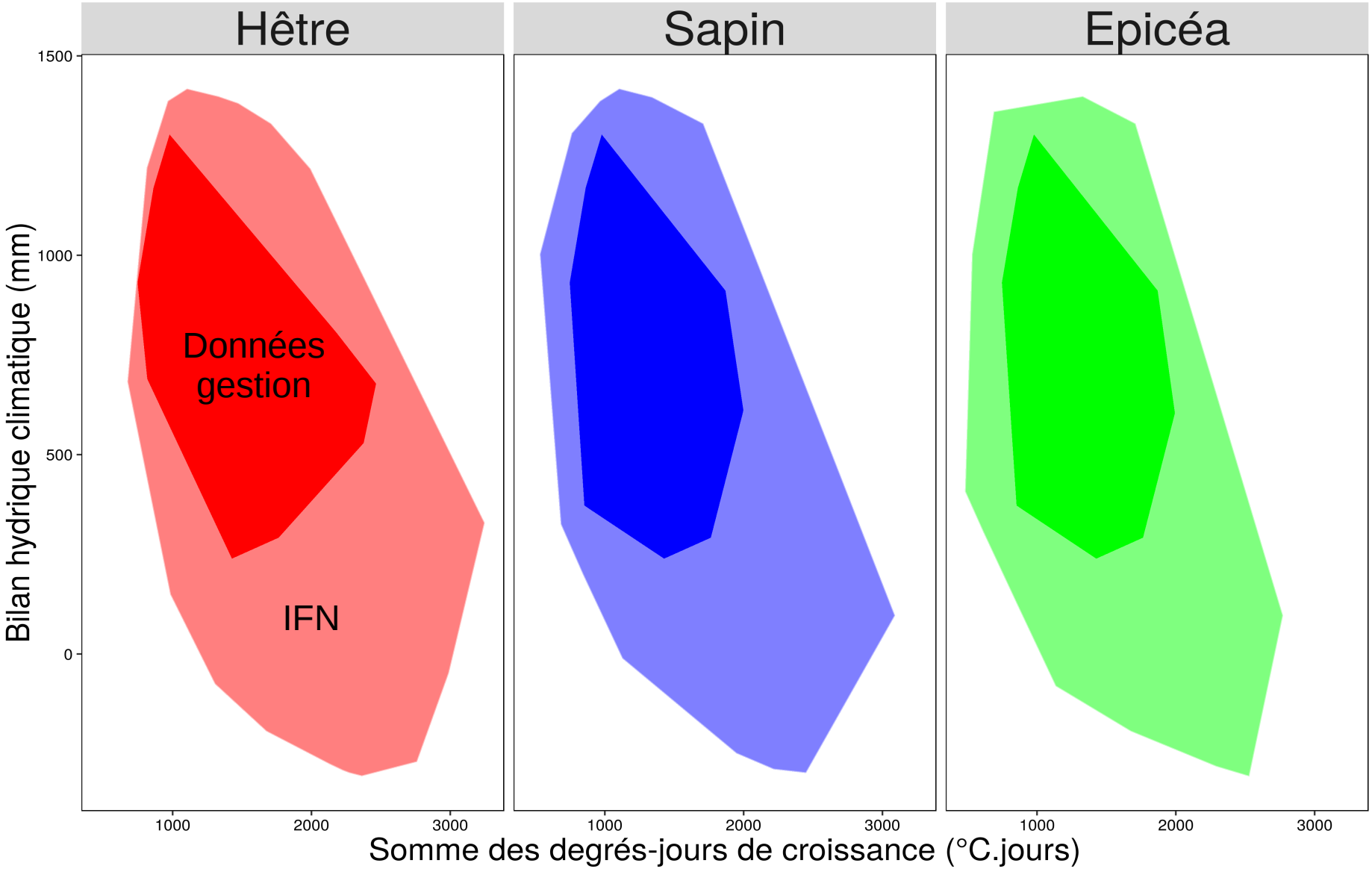
Années	NATURE DES EXPLOITATIONS	21 D	21 E	19 A	20 I²	21 K²	23 M	24 L	TATIONS
	Base de réalisation	680	610	1050	640	840	400	400	
	Reports								Reports
1932	Coupes ordinaires délivrées	120			111				
	Coupes d'amélioration								
	Coupes extraordinaires								
	Coupes d'urgence								
	Chablis, bois secs délivrés		2	1	7	11	3	4	
	Délits — Constatés par procès-verbaux								
	Délits — Non constatés par procès-verbaux	1	2						aux
	Totaux de l'année	121	4	1	118	11	3	4	année
	Situation générale à fin 1932	121	4	1	118	11	3	4	ân 19
1933	Coupes ordinaires								
	Coupes d'amélioration								
	Coupes extraordinaires								
	Coupes d'urgence								
	Chablis, bois secs. délivrés	3	2	1	5	1	2		
	Délits — Constatés par procès-verbaux								
	Délits — Non constatés par procès-verbaux								
	Totaux de l'année	3	2	1	5	1	2		année
	Situation générale à fin 1933	124	6	2	123	12	5	4	ân 19

Données de gestion forestière

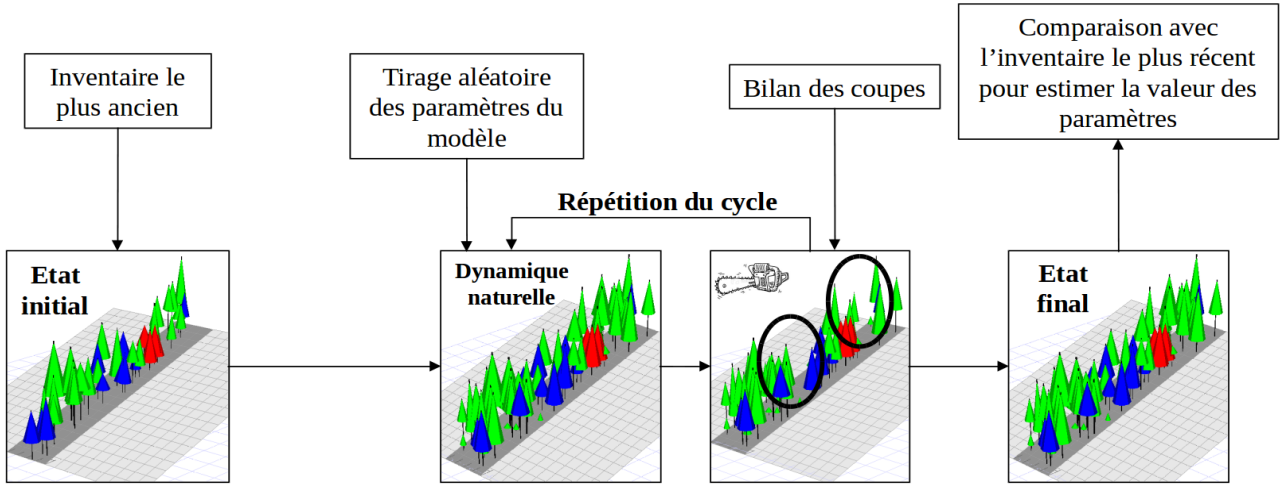


163 peuplements, 19 forêts

Gradients environnementaux

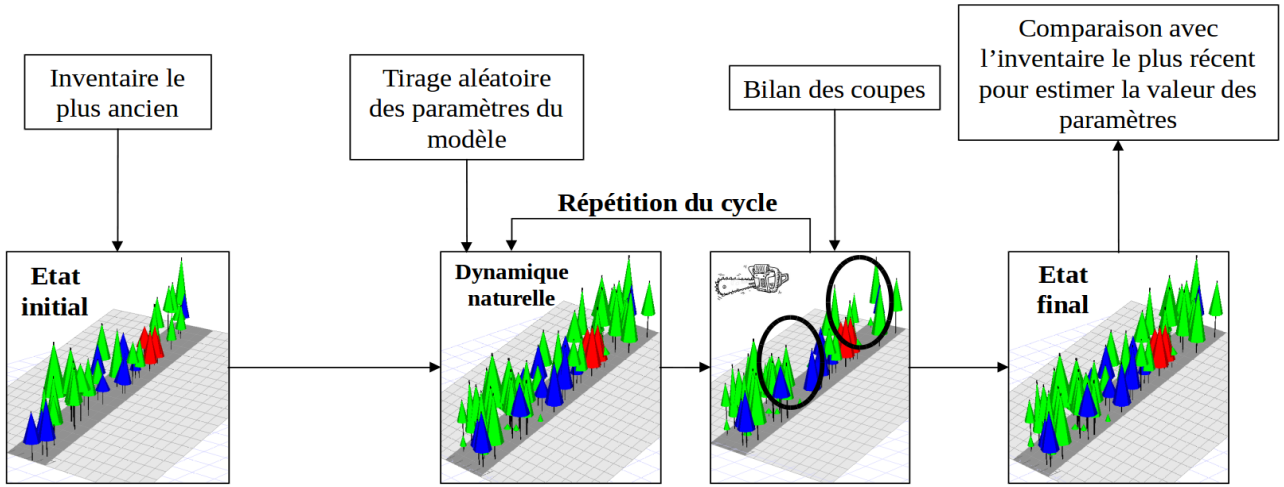


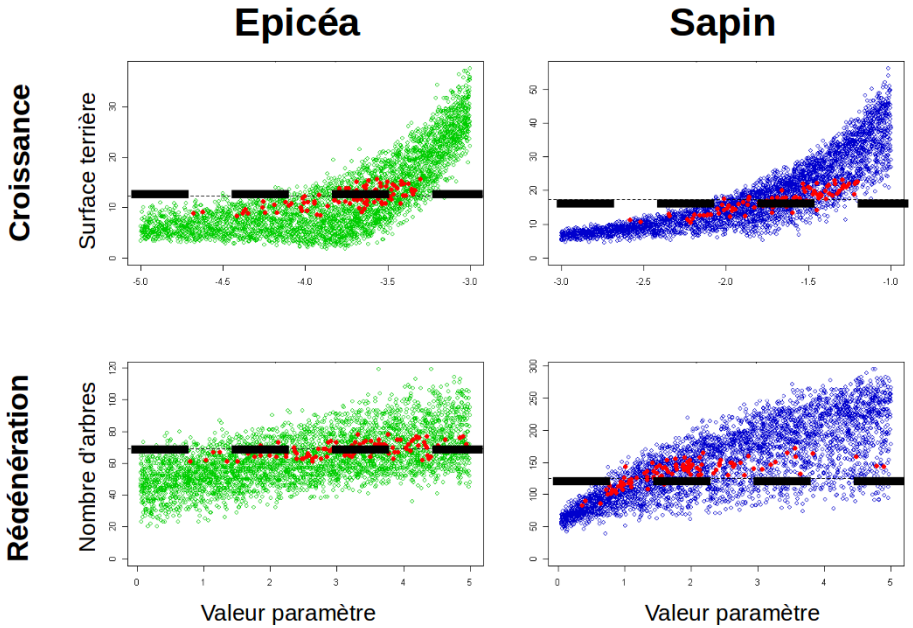
Calibration des paramètres de Samsara2



(Lagarrigues et al. 2015)

Calibration des paramètres de Samsara2





(Lagarrigues et al. 2015)

Régressions démographie / environnement

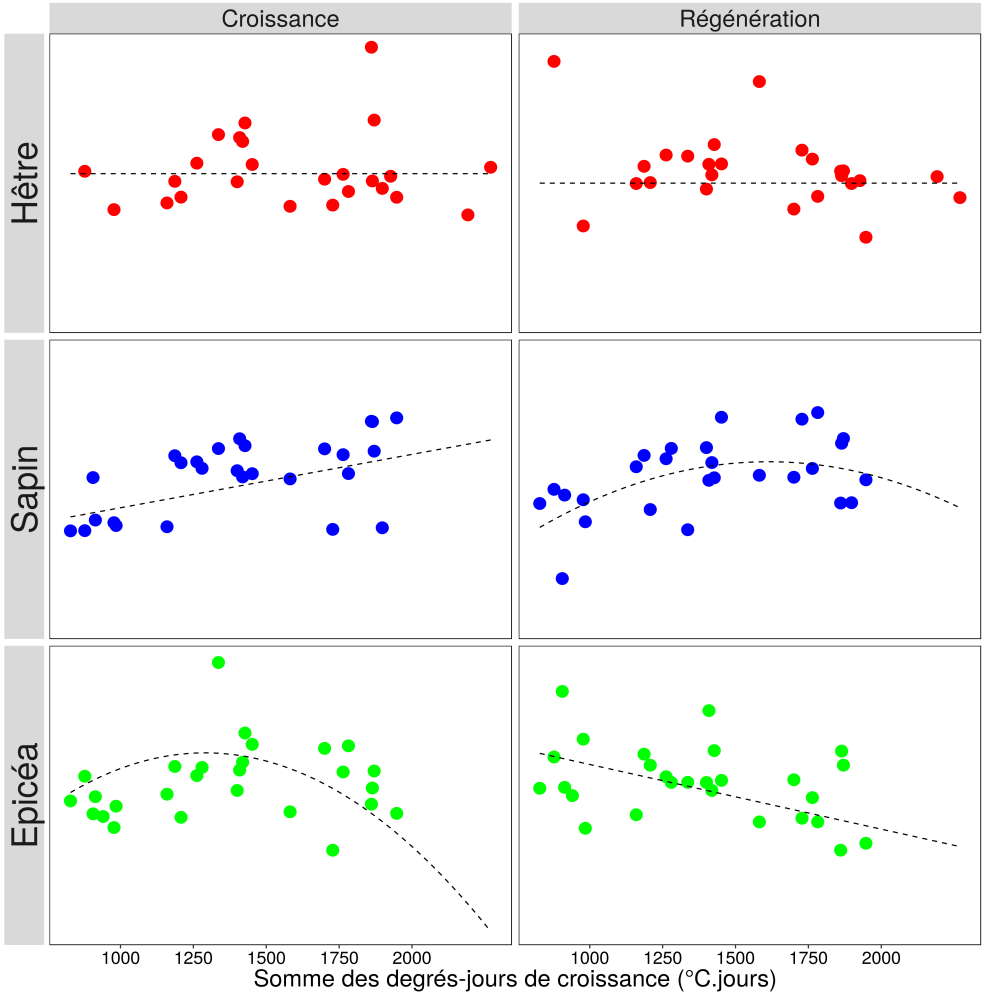
<u>Variables environnementales</u>

Somme des degrés-jours (SGDD)
Saisonnalité des températures (SEAS)
Bilan hydrique climatique (CWB)
pH du sol (pH)

$$\theta = \alpha 0 + \alpha 1.1 \times SGDD + \alpha 1.2 \times SGDD^2 + \alpha 2.1 \times CWB + \alpha 2.2 \times CWB^2 + \alpha 3 \times SEAS + \alpha 4 \times pH + \varepsilon$$

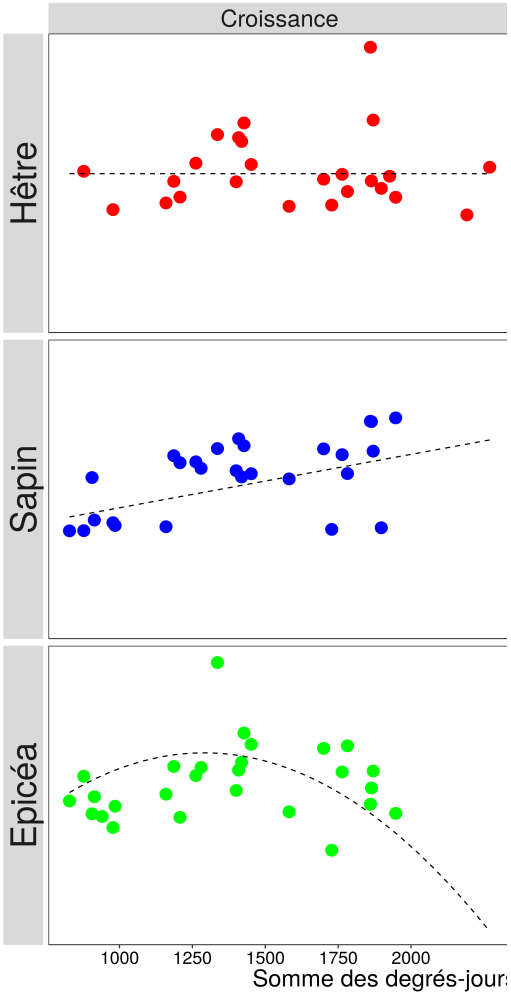
Paramètre Samsara2 recalibré
(processus x espèce)

Résultats - Relations démographie - température

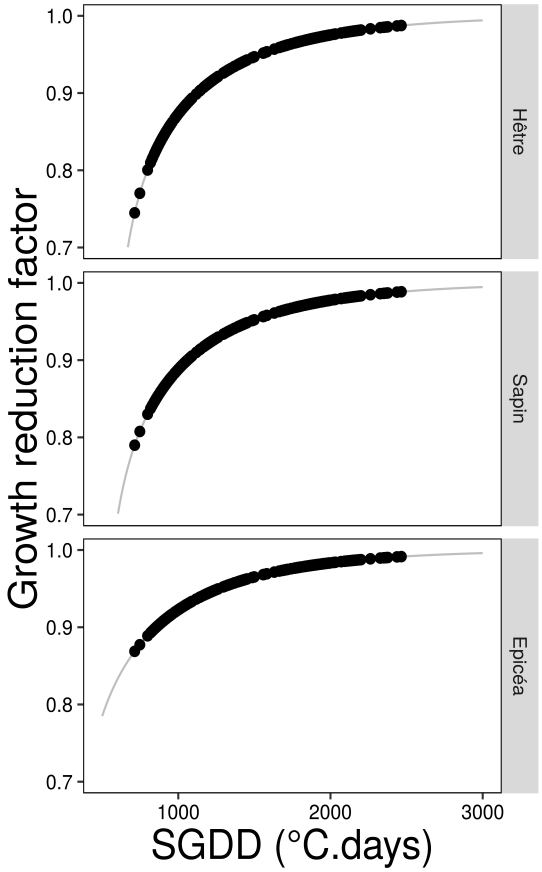


(Lagarrigues *et al.* in prep.)

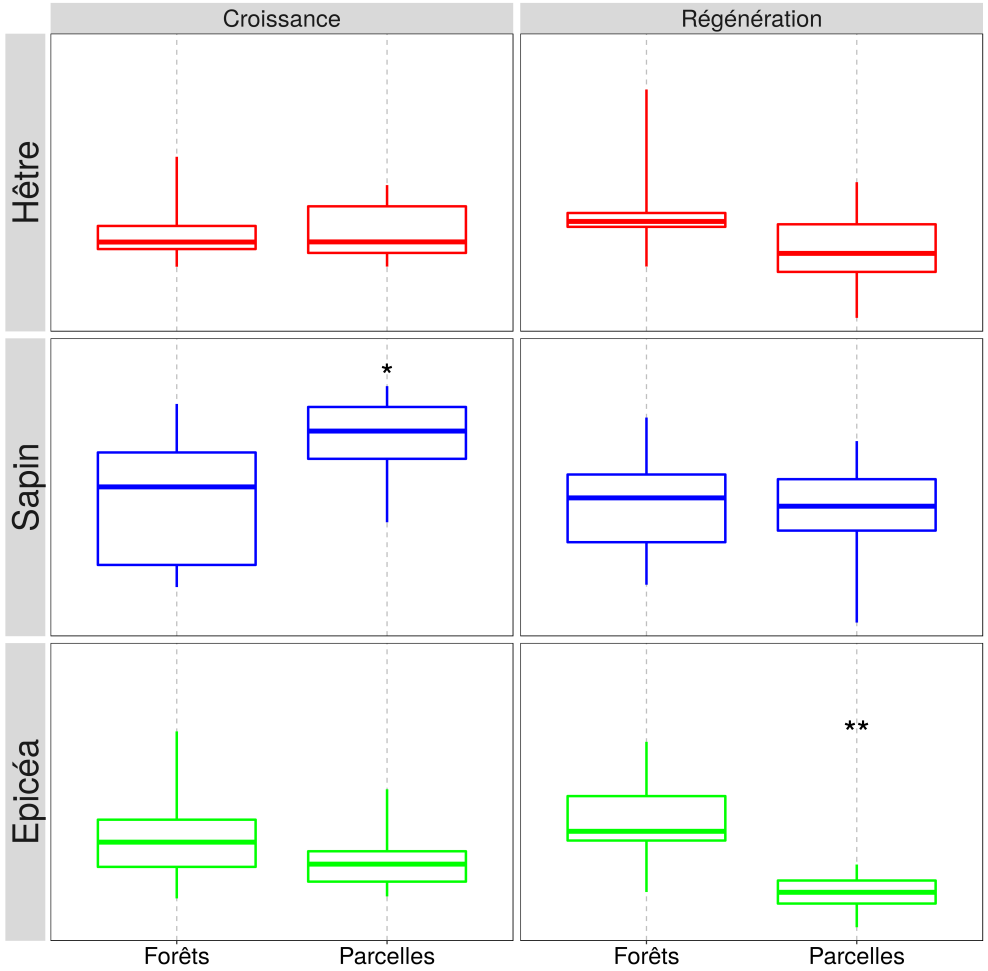
Résultats - Relations démographie - température

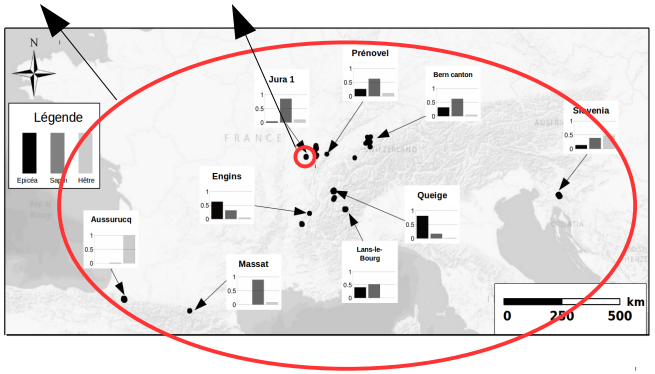


ForClim



Comparaison des variabilités entre parcelles d'une même forêt et entre forêts





(Lagarrigues *et al.* in prep.)

Perspectives

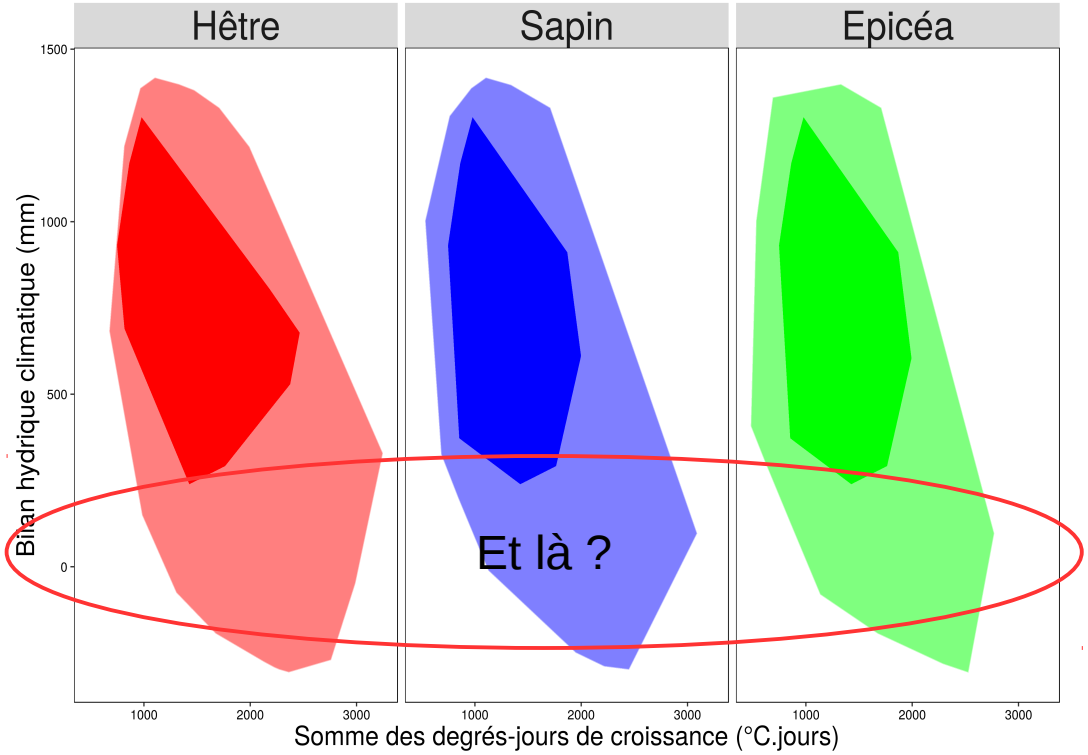
- Vulnérabilité des peuplements en prévision du changement climatique
  => Tenir compte de la variabilité démographique entre parcelles !

- Quelles adaptations possibles pour la gestion irrégulière de ces peuplements ?

Perspectives

- Vulnérabilité des peuplements en prévision du changement climatique
  => Tenir compte de la variabilité démographique entre parcelles !

- Quelles adaptations possibles pour la gestion irrégulière de ces peuplements ?



Références

Cheaib, A., Badeau, V., Boe, J., Chuine, I., Delire, C., Dufrêne, E., François, C., Gritti, E.S., Legay, M., Pagé, C., Thuiller, W., Viovy, N. & Leadley, P. (2012) Climate change impacts on tree ranges: model intercomparison facilitates understanding and quantification of uncertainty. *Ecology Letters*, **15**, 533–544.

Lagarrigues, G., Courbaud, B., Jabot, F., Klopcic, M., Zingg, A. & Gégout, J.-C. (2016) Weak responses of tree species dynamics to climatic factors in mesic European mountain forests. *Journal of Ecology*, **in prep**.

Lagarrigues, G., Jabot, F., Lafond, V. & Courbaud, B. (2015) Approximate Bayesian computation to recalibrate individual-based models with population data: Illustration with a forest simulation model. *Ecological Modelling*, **306**, 278–286.

Piedallu, C., Perez, V., Gégout, J.-C., Lebourgeois, F. & Bertrand, R. (2009) Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'Epicéa, du Sapin, du Hêtre et du Chêne sessile en France. *Revue forestière française*, **61**, 567–593.