Adaptation des itinéraires sylvicoles au changement climatique

Effet du climat sur la répartition de la croissance au sein d'un peuplement

Cas du chêne sessile et du douglas

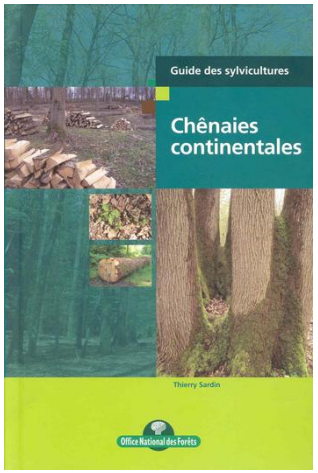
Réseau COOP

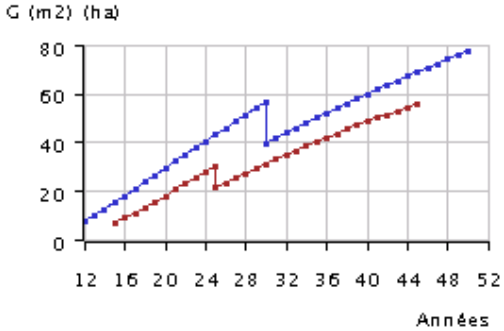
Doctorant : Raphaël Trouvé (2012-2014)

Encadrement : Catherine Collet, François Lebourgeois, Ingrid Seynave, Jean-Daniel Bontemps

Contexte (1/2)

- **Nombreux outils pour raisonner les itinéraires sylvicoles**
  - Connaissances empiriques
  - Tables de productions -> caractéristiques type du peuplement par classe de fertilité
  - Guides de sylviculture -> itinéraires techniques (station, historique, structure…)
  - Modèles de dynamique forestière -> Test de scénarios sylvicoles

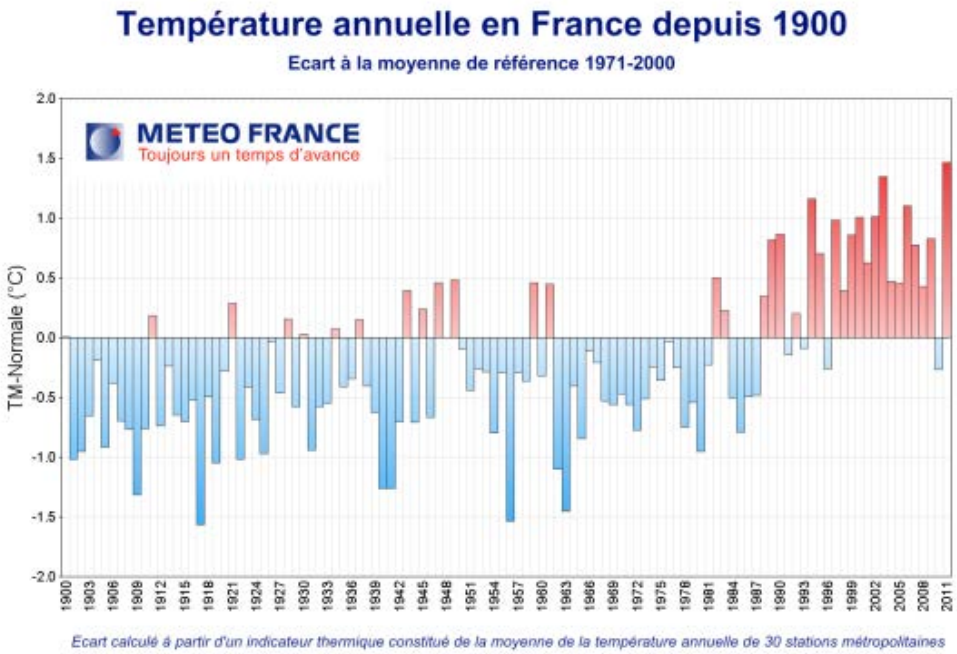




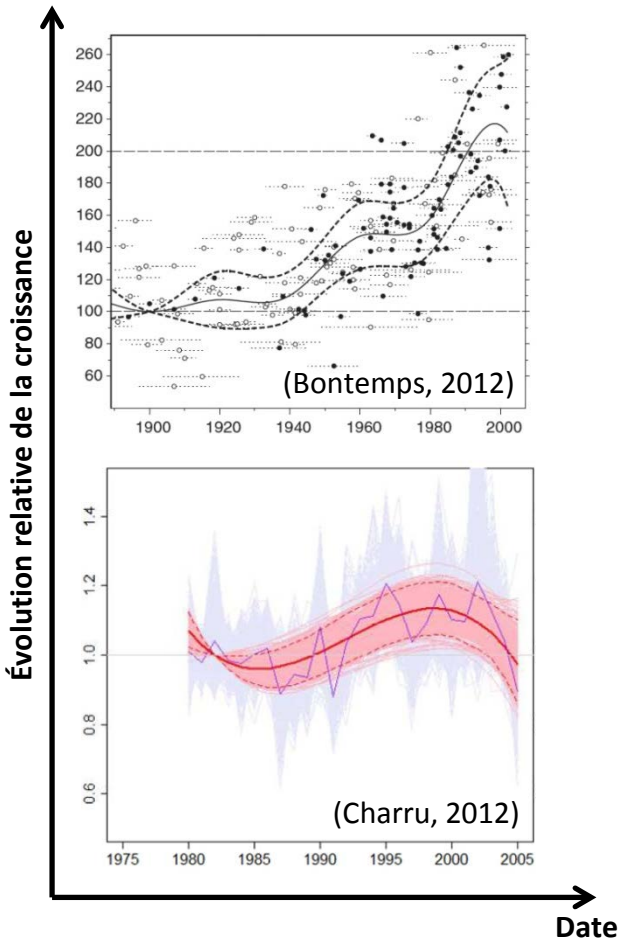
Mais… l'environnement y est généralement considéré stable dans le temps

Contexte (2/2)

- **Changements globaux**



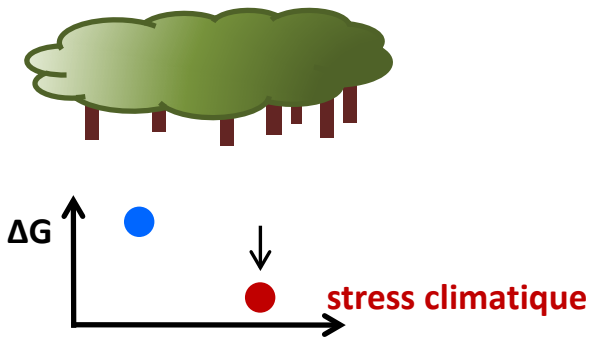
Chêne sessile

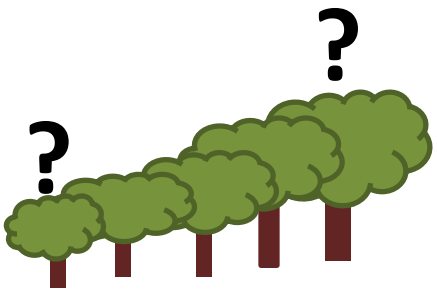


Mieux comprendre les relations reliant croissance, compétition et climat

Question

- **Effet du climat sur ΔG**





$$\Delta G = \sum \Delta g$$

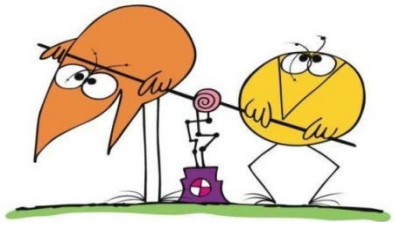
  - Qualifier
  - Quantifier
  - Où à lieu la perte de croissance ?

La croissance d'un arbre

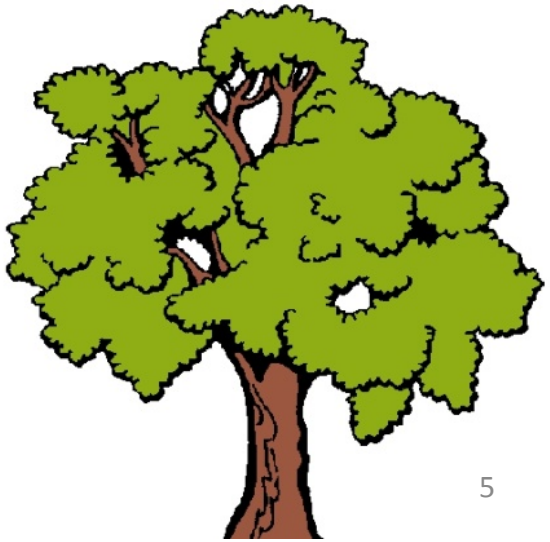
- **Dépend de :**

1. Capacité d'acquisition de la ressource

2. Efficience d'utilisation de la ressource

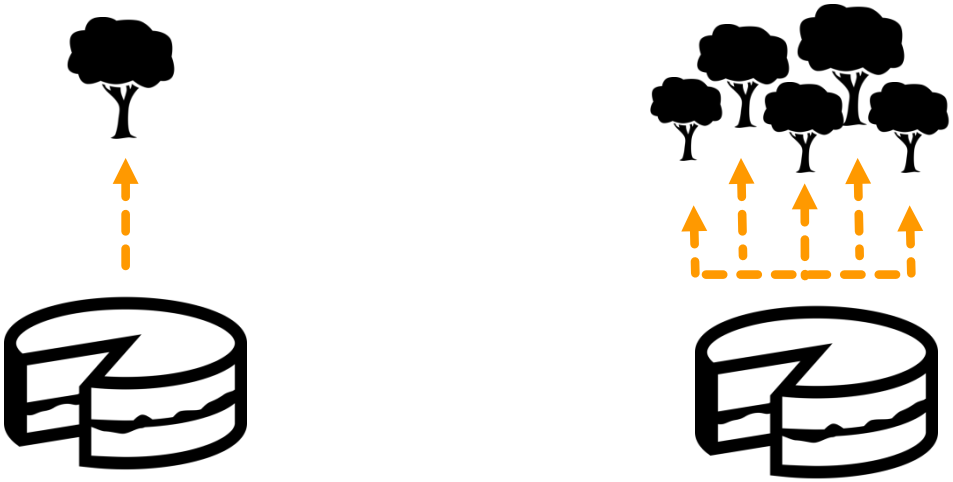


3. Coût de maintien



La compétition

- **Les arbres sont rarement seul en forêt…**
  - Ils interagissent avec leurs voisins en les privant de leur ressource



- **Le partage dépend de la ressource considérée**
  - Trophique
  - Lumière

symétrique

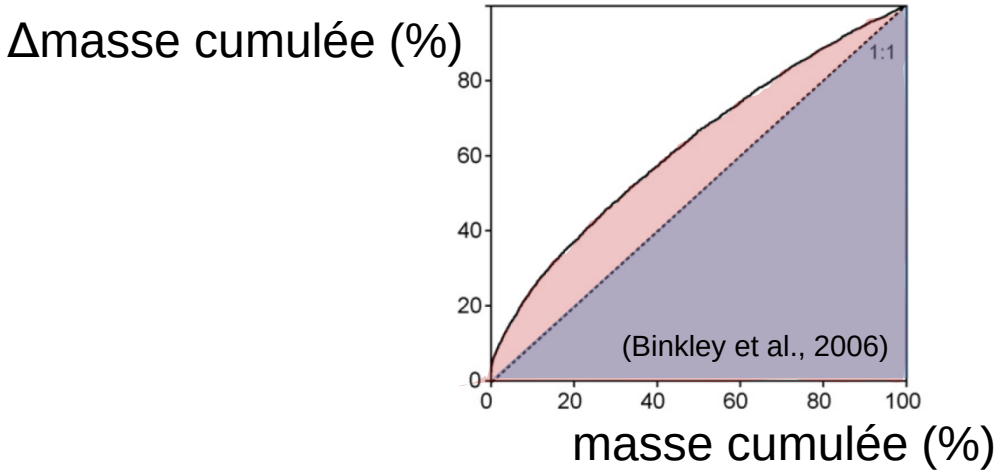
asymétrique

Ressource Hydrique ?

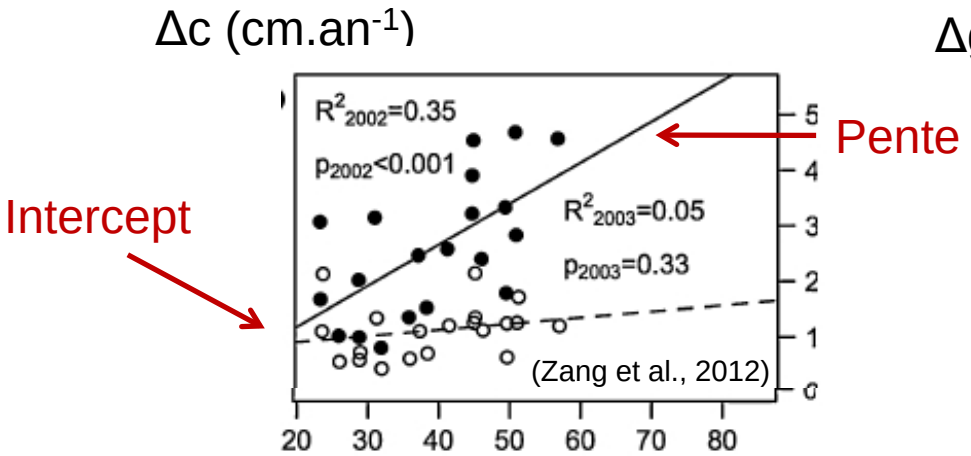
Répartition de la croissance au sein d'un peuplement

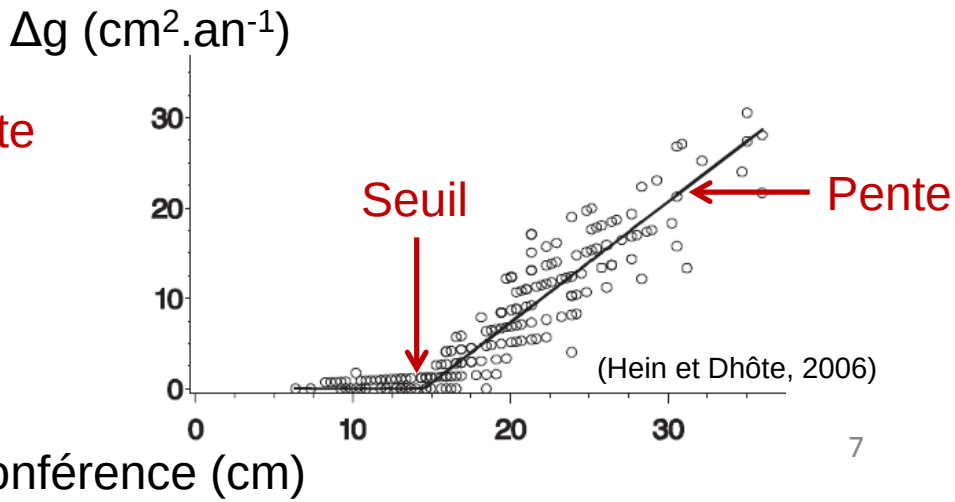
- **2 types d'études**
  - Échelle peuplement (indicateurs intégrés, indice de Gini, dominance de croissance)

Indice de dominance de croissance =



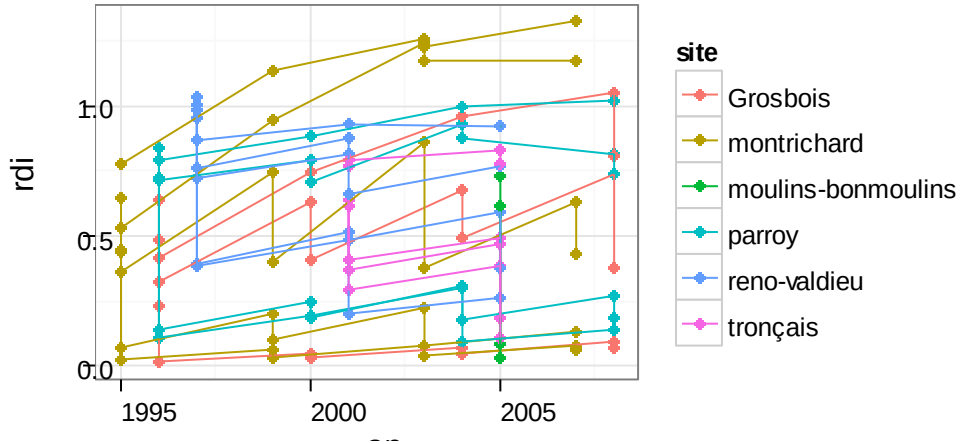
  - Échelle arbre (modélisation de la relation taille-croissance)

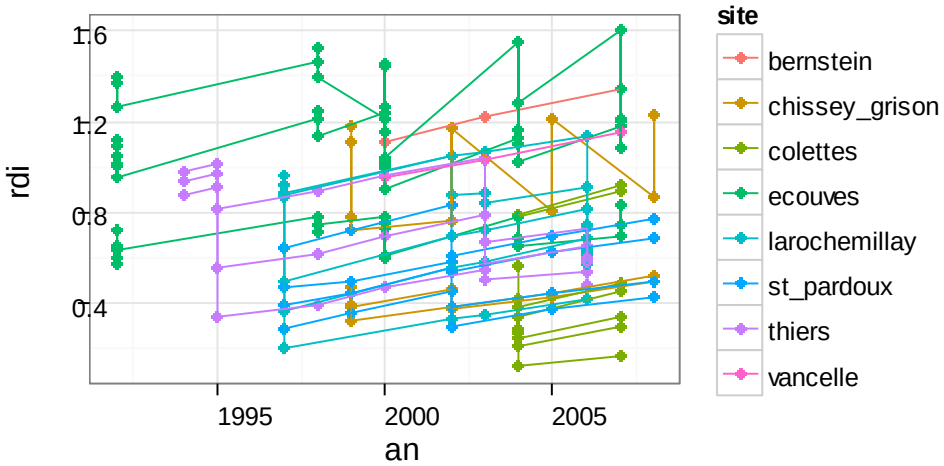


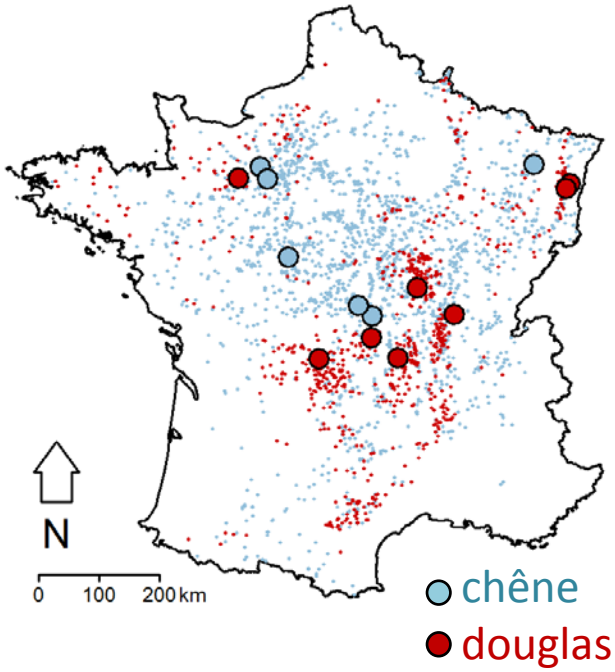


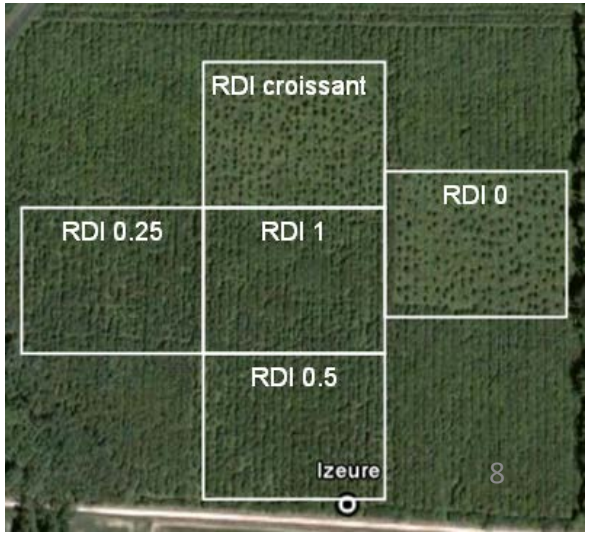
Matériel (1/2)

- **Dispositifs expérimentaux COOP**
  - Forte manipulation de la densité en intra-site
  - Gradients climatiques spatiaux et temporels
  - ~ 25000 accroissements chêne (issus de remesures)
  - ~ 11000 accroissements douglas (issus de remesures)









Matériel (2/2)

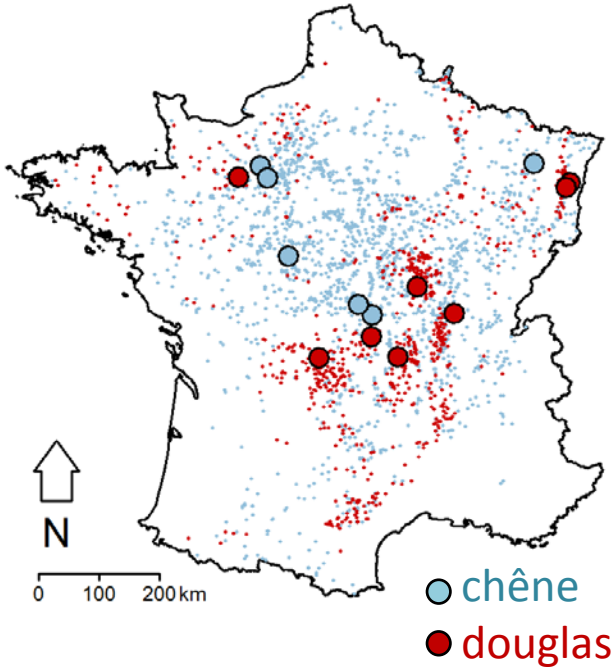
- **Variables climatiques saisonnières**
  - **Variables brutes (Safran)**

    Précipitations

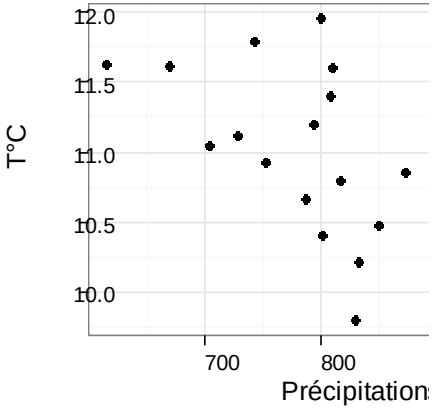
    T°C
  - **Ressource en eau du sol**

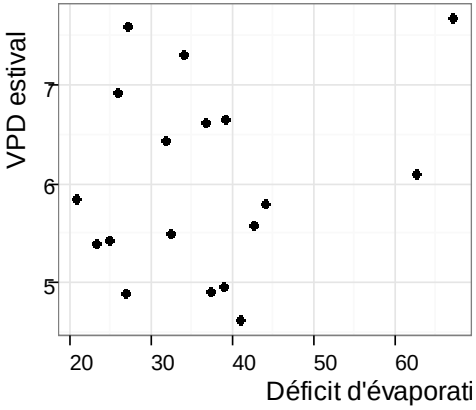
    Déficit d'évaporation
  - **Ressource en eau atmosphérique**

    Déficit d'évaporation atmosphérique (VPD)

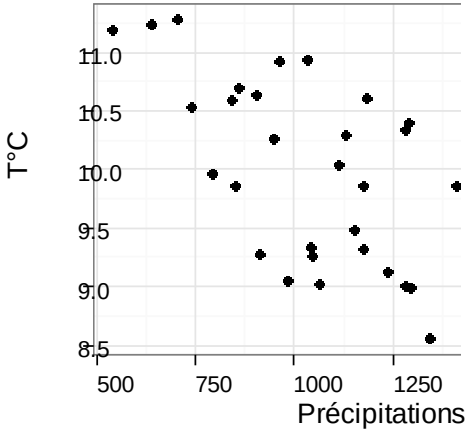


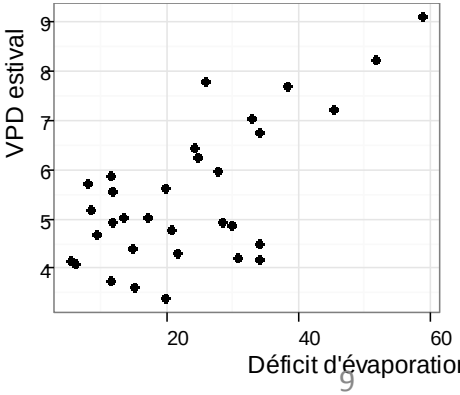
chêne





douglas



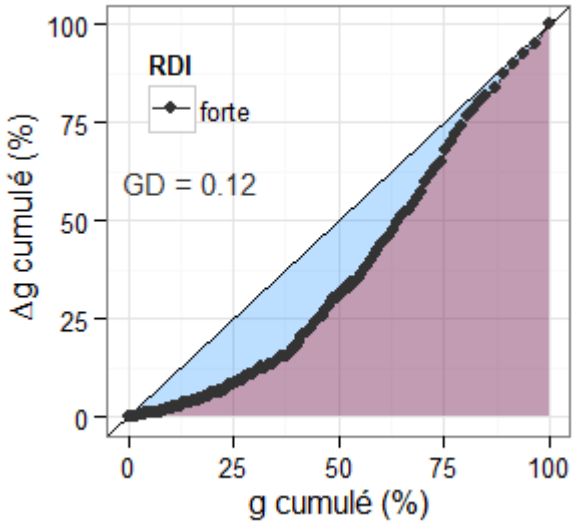


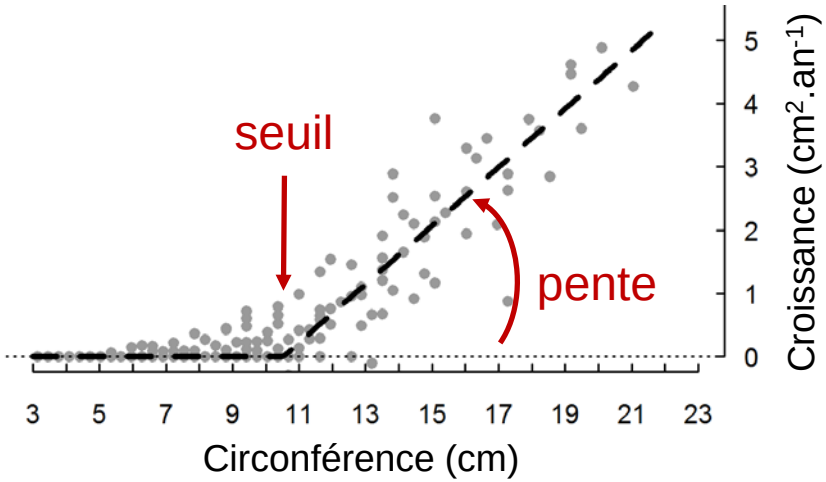
Méthodologie (1/2)

1. Calculs pour chaque placette et chaque période

- Dominance de croissance (DC)
- β_{seuil} et β_{pente} de la régression segmentée

$$\begin{cases} \text{si } c > \beta_{seuil} \; ; \Delta g = \beta_{pente}.(c - \beta_{seuil}) \\ \text{if } c \leq \beta_{seuil} \; ; \Delta g = 0 \end{cases}$$





2. On relie ces paramètres aux variables dendrométriques et climatiques

- Régression linéaire multiple

DC; β_{seuil}; β_{pente} = f( ) + f( ) + f( )

Méthodologie (2/2)

3. Construction modèle global de croissance arbre

$$\begin{cases} \text{si c} > \beta_{seuil}\ ;\ \Delta\text{g} = \beta_{pente}.(c - \beta_{seuil}) \\ \text{if c} \leq \beta_{seuil}\ ;\ \Delta g = 0 \end{cases}$$

- Structuré sur la régression segmentée
- Les paramètres β_{seuil} et β_{pente} sont remplacé par les modèles de régression multiple de l'étape 2.

4. Simulations de conditions climatiques extrêmes à partir du modèle de croissance

- Croissance du peuplement, des dominants, co-dominants et dominés
- Indicateur : Différence relative de croissance entre les années extrêmes et la norme

Résultat (1/3)

- **Régressions multiples sur DC, pente et seuil**

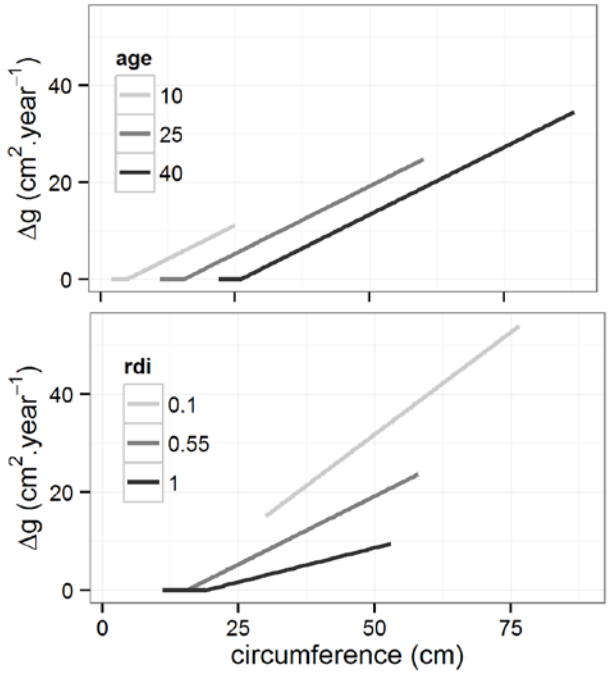
	Age		RDI		Climat: chêne — Déficit estival d'évaporation	Climat: douglas — T°C, VPD été
DC =	↗ ↘		↗	+	↗	↗
Seuil =	↗	+	↗	+	↗	↗
Pente =			↘	+	↘	↘

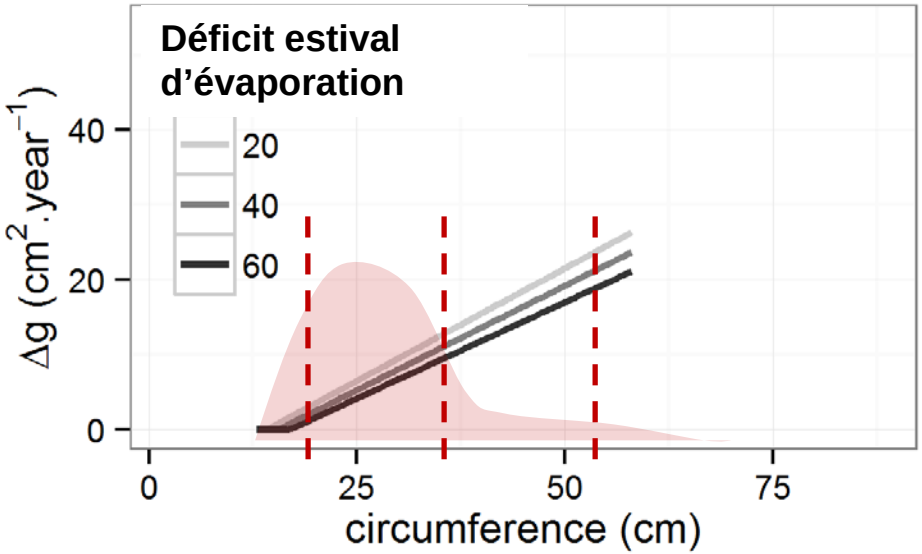
➡ **Stress climatique**

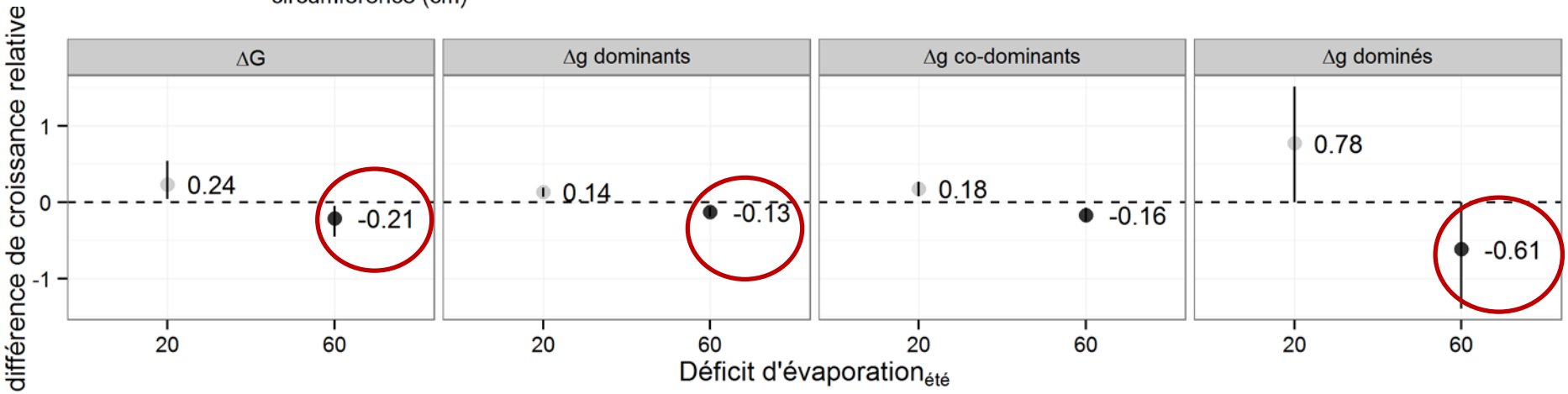
- ↗ Dominance de croissance
- ↗ seuil
- ↘ pente

Résultats (2/3)

- **Simulations chêne sessile**



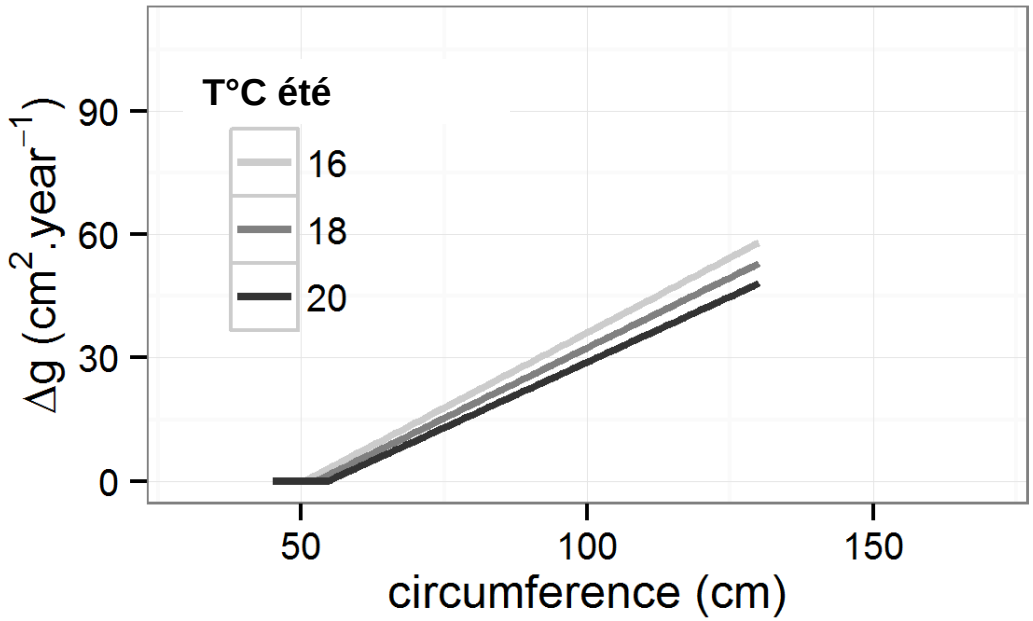


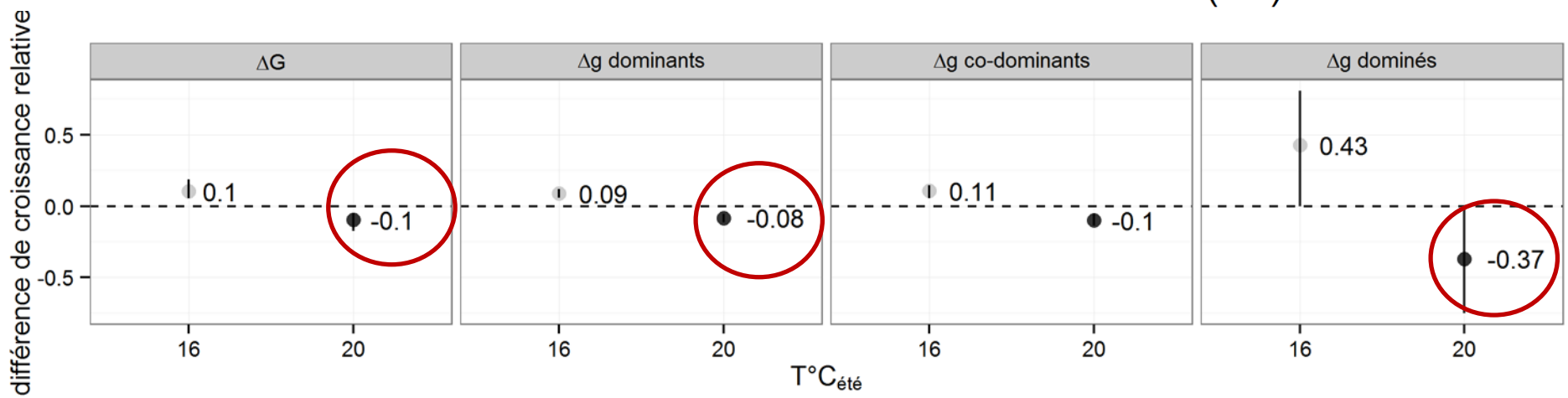


➡ ↗ **Dominance de croissance**

Résultats (3/3)

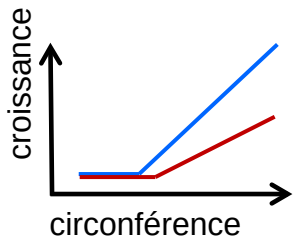
- **Simulations douglas**

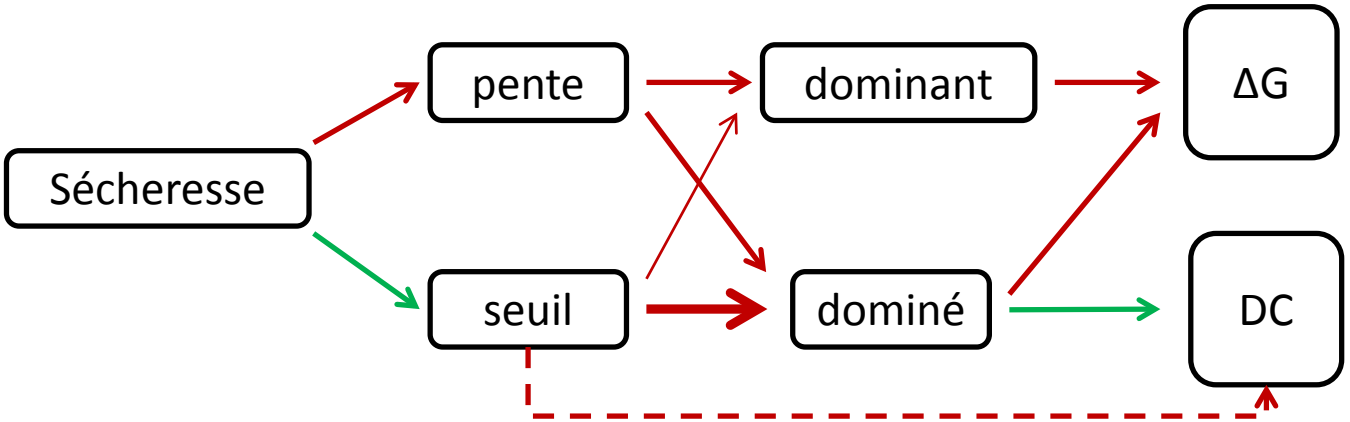




Discussion

- **Résumé**





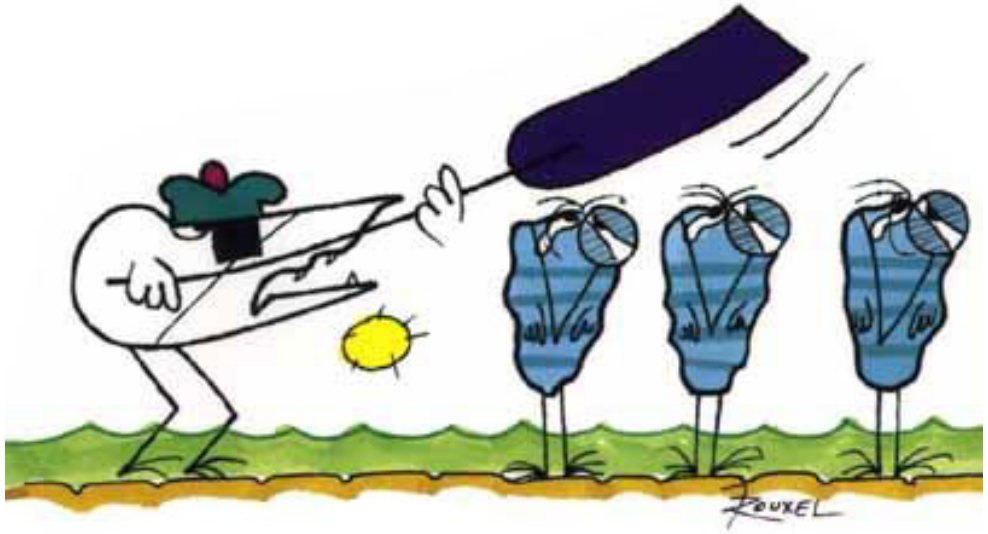
  - Importance de modéliser la pente et le seuil

- **Interprétation fonctionnelle**
  - Seuil : taille minimale en dessous de laquelle l'arbre n'intercepte pas assez de ressource pour grandir
  - Lors des sécheresses, certains dominés se font « rattraper » par le seuil

- **Partage de l'eau inéquitablement réparti entre arbres ?**

Dominants :
  - Potentiel hydrique interne plus bas ?
  - Densité racinaire plus forte, préemption de la ressource ?
  - Racines plus profondes ?

Merci de votre attention

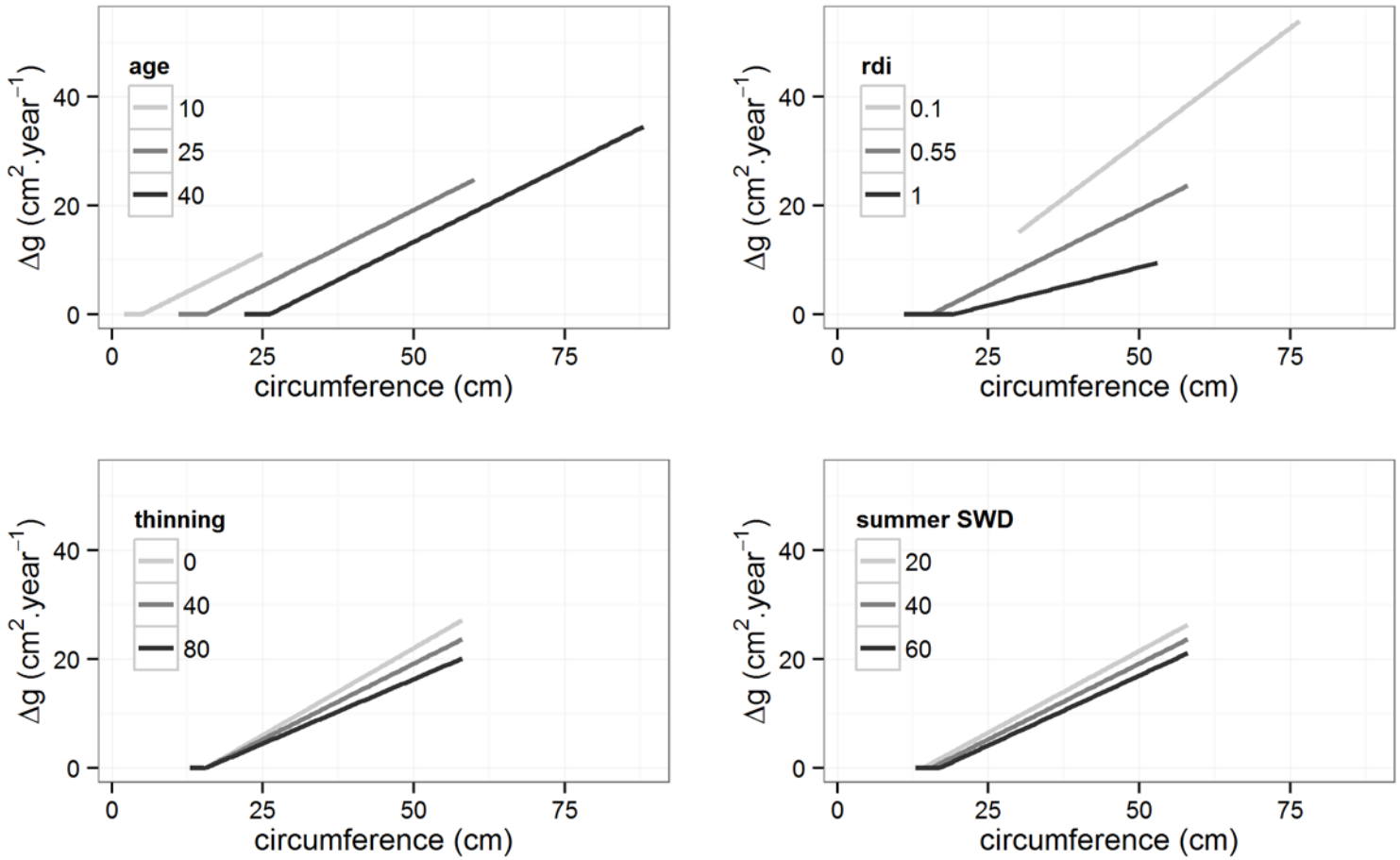


Devise Shadock : « Pour qu'il y ait le moins de mécontents possibles, il faut toujours taper sur les mêmes »

Merci de votre attention

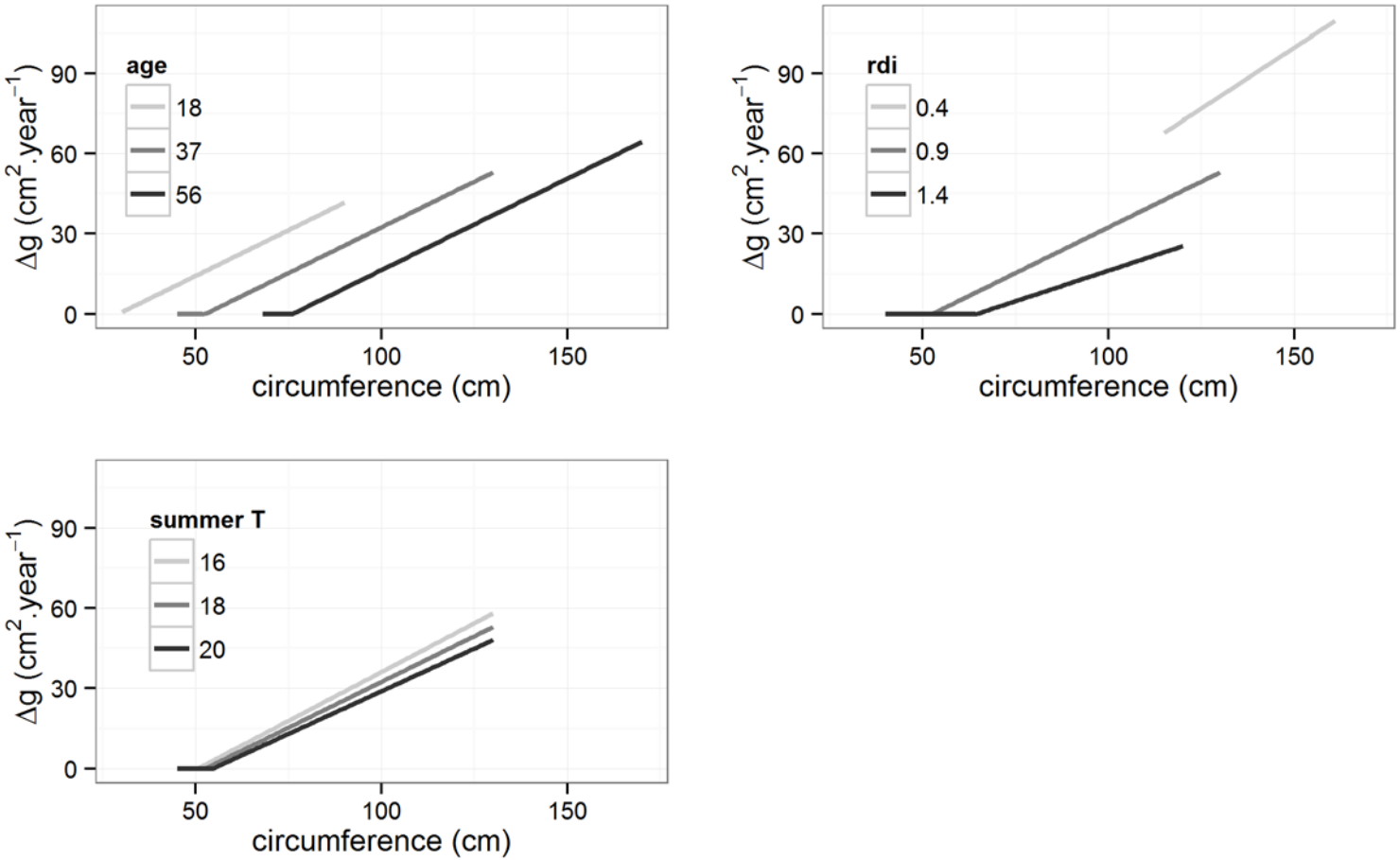
État de l'art

- **Chêne**



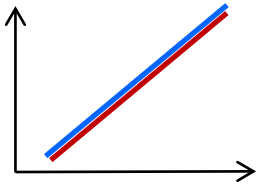
État de l'art

- **Douglas**

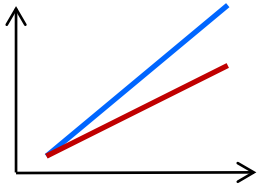


État de l'art

- **Effet de la densité**

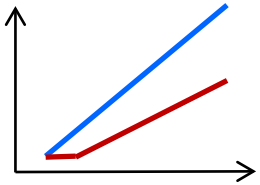


-(Pretzsch et, 2011)



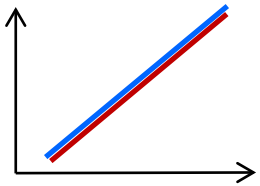
-(Dhôte, 1994)

-(Hein et Dhôte, 2006)

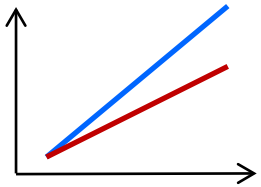


-(Deleuze, 2004)

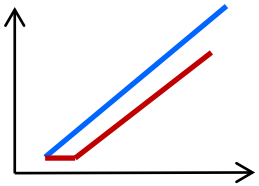
- **Effet d'un stress climatique**
  - Uniquement sur la relation taille-croissance

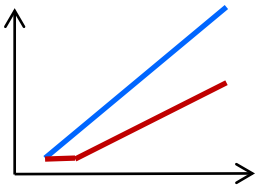


-(Castagneri et al., 2012)
-(Zang et al., 2012)



-(Zang et al., 2012)
-(Pretzsch et, 2011)
-(Rotzer et al., 2013)
-(Whichman et al. 2001)





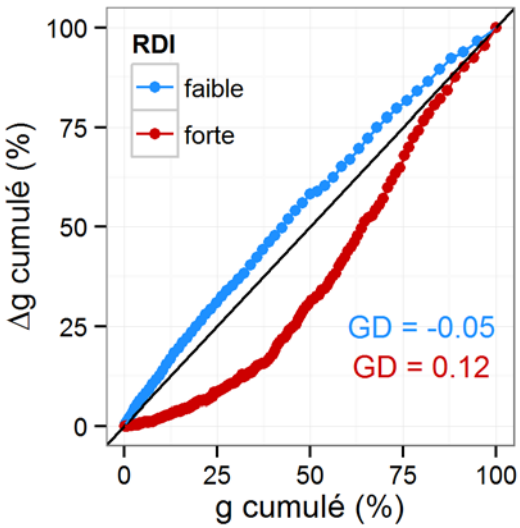
-(Dhôte, 1994)

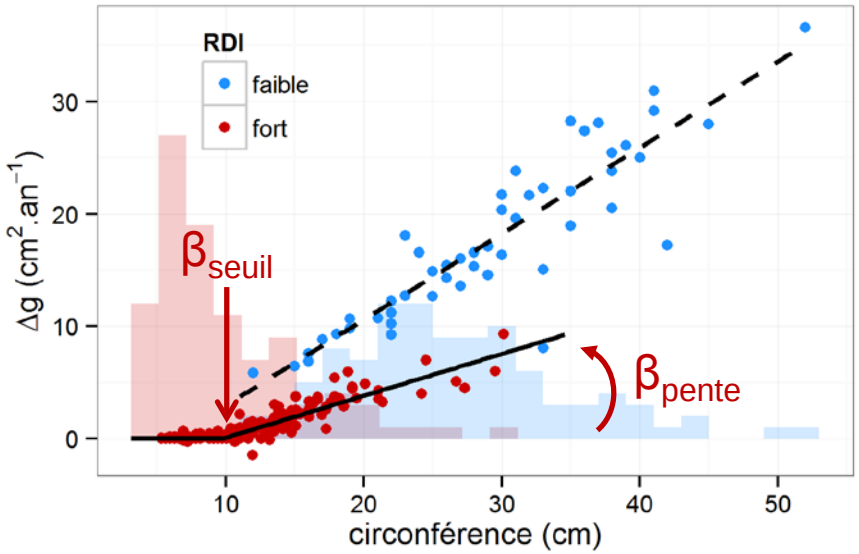
Méthodologie (1/2)

1. Calculs pour chaque placette et chaque période

- Indice de Growth dominance (GD)
- β_{seuil} et β_{pente} de la régression segmentée

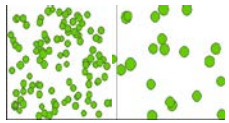
$$\begin{cases} \text{si } c > \beta_{seuil} \; ; \Delta g = \beta_{pente}.(c - \beta_{seuil}) \\ \text{if } c \leq \beta_{seuil} \; ; \Delta g = 0 \end{cases}$$





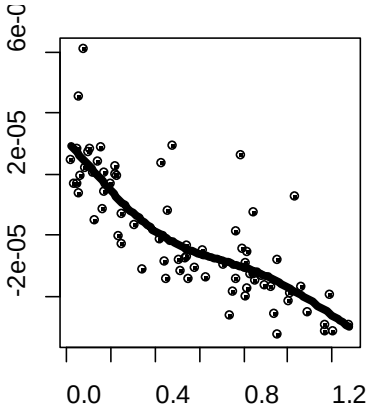
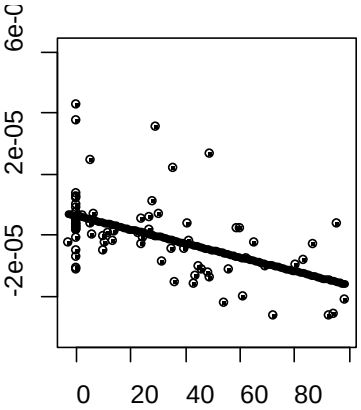
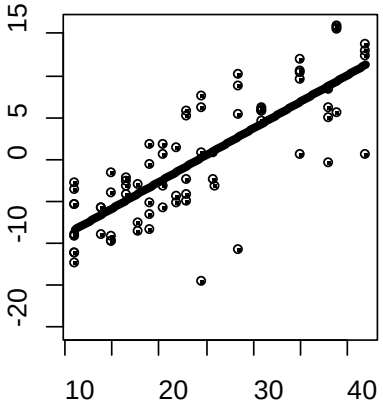
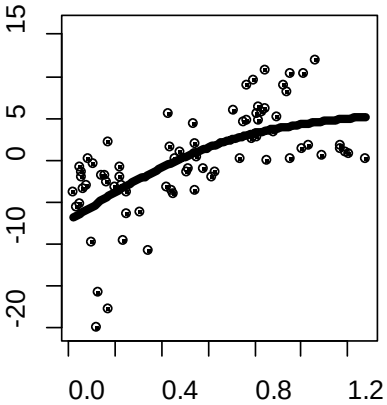
2. On relie la valeur de ces paramètres aux variables de la placette et de la période

- Régression linéaire multiple

GD; β_{seuil}; β_{pente} = f( ) + f() + f( )

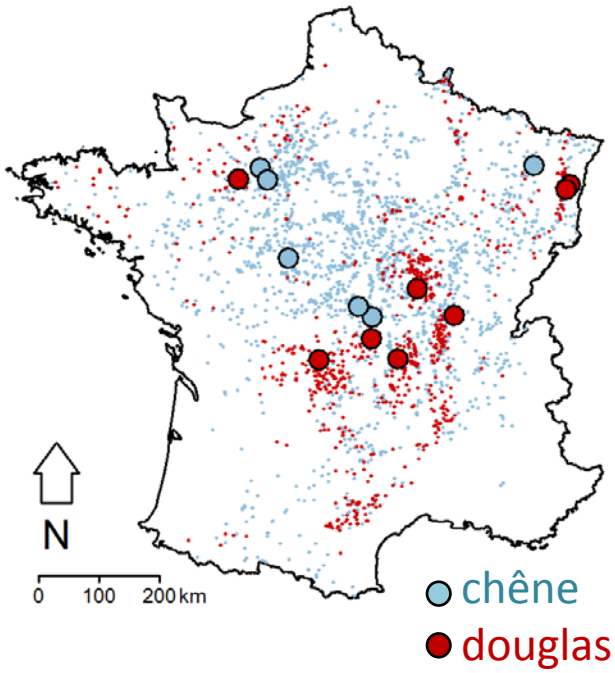
Résultats

- **Modélisation du seuil et de la pente**
  - Effet des variables dendrométriques

	Age	Densité	Intensité d'éclaircie
Pente		 +	
Seuil	 +		

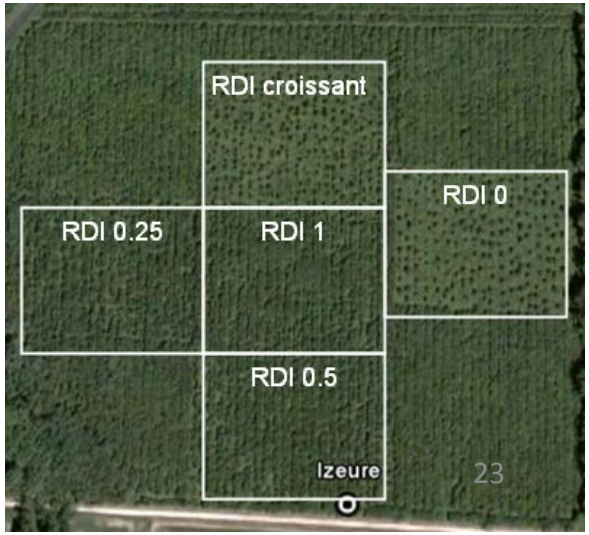
Matériel

- **Dispositifs expérimentaux COOP**
  - Forte manipulation de la densité en intra-site
  - Gradients climatiques spatiaux et temporels
  - ~ 25000 accroissements chêne (issus de remesures)
  - ~ 11000 accroissements douglas (issus de remesures)



- **Variables climatiques saisonnières (Safran)**
  - **Variables brutes**

    Précipitations T°C
  - **Ressource en eau du sol**

    Déficit d'évaporation
  - **Ressource en eau atmosphérique**

    VPD