

Etude dendroécologique sur le chêne sessile à partir de réseaux d'expérimentations sylvicoles à long terme (ADAREEX)

François LEBOURGEOIS¹ en collaboration avec Anna SCHMITT¹, Raphaël TROUVE², Claudine RICHTER³ et Ingrid SEYNAVE¹

Le contrôle de la densité est souvent évoqué comme une stratégie pour moduler la réponse des arbres au climat (particulièrement à la sécheresse) et pour pallier aux effets des changements climatiques sur la croissance des peuplements. Comme la réponse des arbres dépend fortement de la disponibilité locale en eau et de leur position sociale dans le peuplement, nous avons analysé les effets couplés de la densité des peuplements, du statut social et du bilan hydrique sur la réponse du chêne sessile (*Quercus petraea*) au climat moyen (1997-2012) et à une sécheresse extrême (2003) à travers la résistance (R_t), la résilience (R_s), et la récupération (R_c).

Nous avons utilisé des données rétrospectives de 269 chênes sessiles (âge moyen 34 ans en 2012) récoltées dans le réseau d'expérimentation sylvicole GIS Coop. Ce réseau expérimente trois conditions climatiques (bilan hydrique estival de -182, -126 et -96 mm pour les sites « secs », « mésophiles » et « humides ») et trois densités (RDI : 0,20 ; 0,53 et 1,04, densité « faible », « moyenne », « forte »).

En moyenne, la croissance des arbres dépend très fortement des sécheresses printanières et estivales sur les sites secs et mésophiles et ni la densité et ni le statut social ne modulent la réponse au climat moyen. En revanche, la diminution de la densité a modulé la réponse à la sécheresse de 2003 dans le sens d'une meilleure R_s , R_t et R_c sous faible densité et ceci particulièrement sur les sites secs. Aucune différence n'a été observée entre les statuts sociaux. Ainsi, sur sites secs, bien que les arbres subissent davantage de stress hydrique, ils recouvrent beaucoup plus rapidement leur niveau de croissance pré-crise que les arbres bénéficiant de conditions hydriques meilleures. Les résultats illustrent l'intérêt de la gestion en cas de crise climatique intense et aussi le rôle de l'adaptation locale des arbres dans leur réponse au climat.

Détail auteurs :

¹ Université de Lorraine, AgroParisTech, Inra, Silva, 54000, Nancy, France

² Department of Forest and Ecosystem Science, University of Melbourne, Richmond, VIC 3121, Australia

³ RDI, Office National des Forêts, 77300 Fontainebleau, France



AFORCE
RMT Adaptation des forêts
au changement climatique

ADAREEX

Étude dendroécologique sur le chêne sessile à partir de réseaux d'expérimentations sylvicoles à long terme



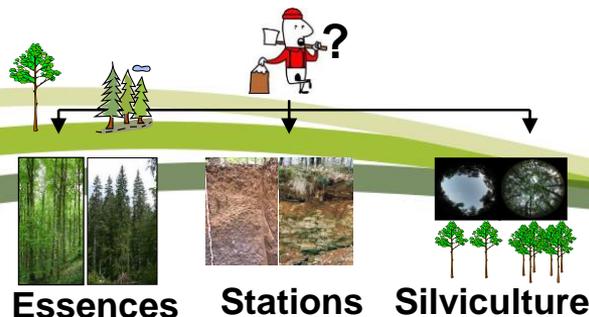
Anna Schmitt, Raphaël Trouvé, Claudine Richter, Ingrid Seynave, François Lebourgeois

Coordination : Lebourgeois François



Adapter la forêt au changement climatique

Les trois leviers du gestionnaire



Sylviculture adaptative

- Accompagnement des transitions
- Quelles actions peuvent être entreprises pour améliorer la capacité du système à faire face aux changements tout en continuant à garantir les objectifs de gestion ?



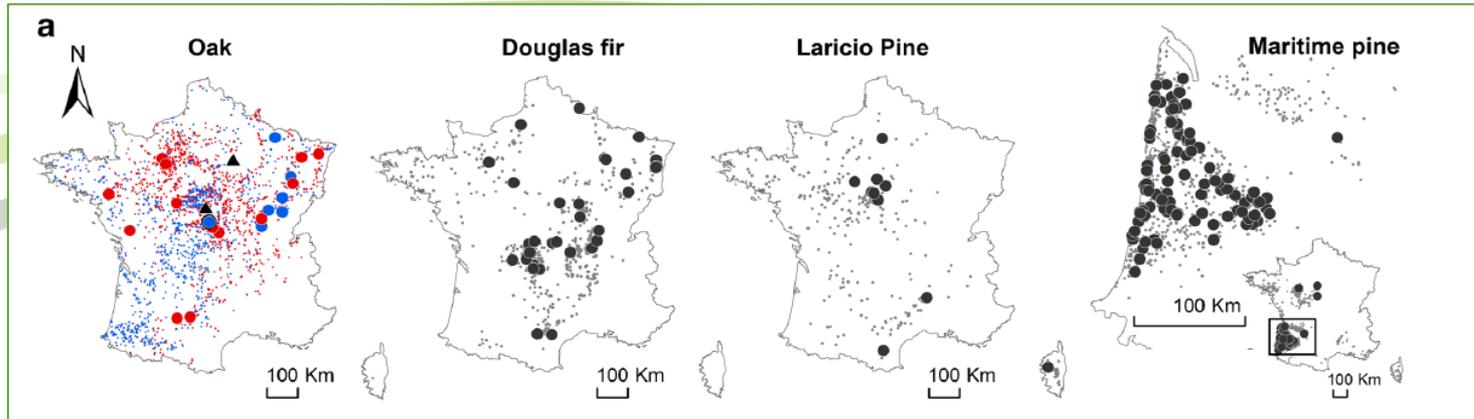
Groupement d'Intérêt Scientifique Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers (GIS Coop)



GIS Coop: networks of silvicultural trials for supporting forest management under changing environment

Seynave et al. *Annals of Forest Science*, 2018

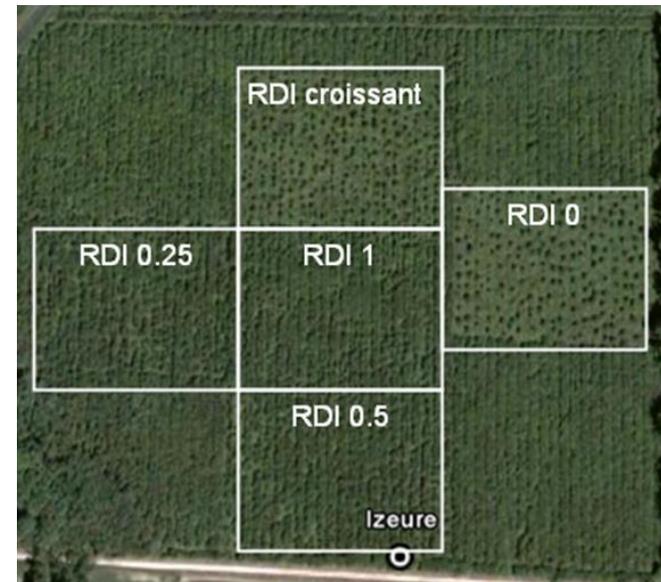
Réseaux d'expérimentations sylvicoles



Seynave et al. Annals of Forest Science, 2018

Installation début des années 1990 – 5 espèces

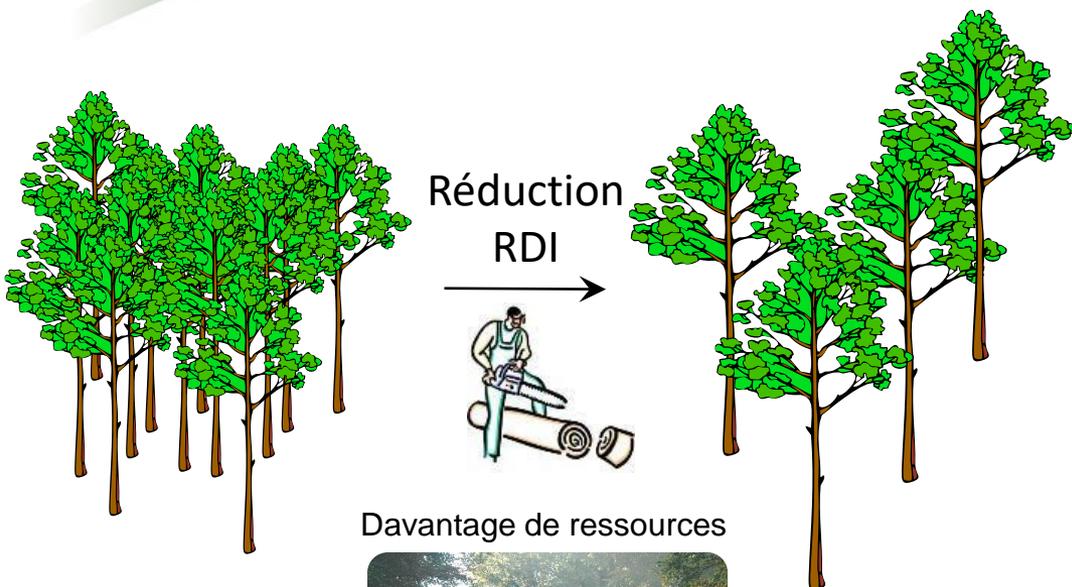
- Sites – 1206 placettes
- Niveaux de densités variables
- Inventaires forestiers répétés (tous les 3-4 ans)



RDI = Relative Density Index
 $RDI = N/N_{max}$ (Reneike, 1933)

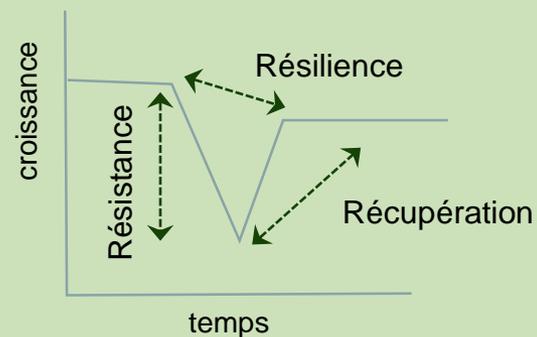
Réponse au climat et densité des peuplements

Les hypothèses



Hypothèses réponse climat

Sensibilité	-
Résistance	+
Résilience	+
Récupération	+



(modifié d'après Lloret et al. 2011, Pretzsch et al. 2013)

Matériel et méthodes





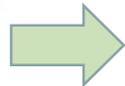
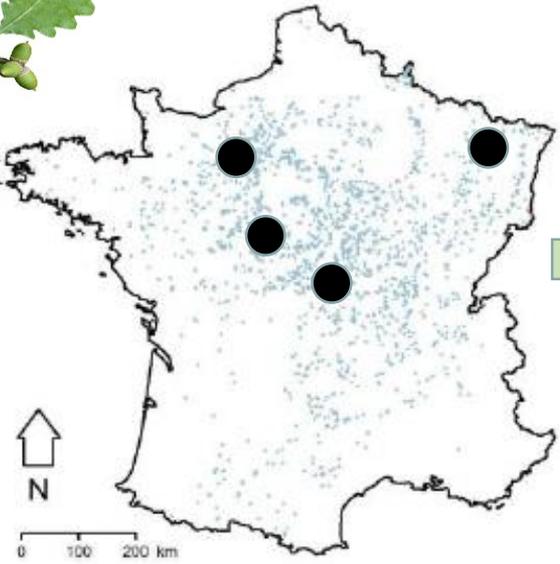
Échantillonnage dans le GIS Coop

Réseau « Chêne sessile »

4 sites (sur 22) / 15 placettes
2 à 3 niveaux de RDI par site



(Trouvé 2015, Schmitt 2017)



3 conditions hydriques (1997-2012)

	« humide » (1 site)	« mésophile » (2 sites)	« sec » (1 site)
T année	10,4 °C	10,8 °C	11,6 °C
T hiver	2,6 °C	3,9 °C	4,6 °C
P année	860 mm	790 mm	700 mm
P été	230 mm	200 mm	160 mm
P-ETP (été)	-96 mm	-126 mm	-182 mm
RU (mm)...	170 mm	130 mm	190 mm

(Points : placettes IFN avec 80% de CHS)



Échantillonnage dans le GIS Coop

Réseau « Chêne sessile »

3 conditions hydriques (1997-2012)

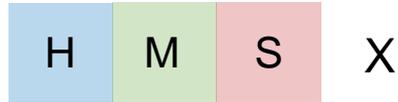
Densité	« humide »	« mésophile »	« sec »	
Forte RDI ~ 0,9	D C dé 30	D C dé 58	D C dé 29	117
Moyenne RDI ~ 0,5		D C dé 53	D C dé 28	81
Faible RDI ~ 0,2	D C dé 19	D C dé 42	D C dé 20	81
	49	153	77	279

(6 à 10 arbres / statut)



Méthodes d'analyses

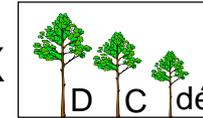
Niveau hydrique



Densité



Statut social



Carottage – Mesures des cernes – Interdatation



(Lebourgeois et Mérian, 2012)

Age moyen en 2012 : 29 ans

Réponse moyenne
1997-2012

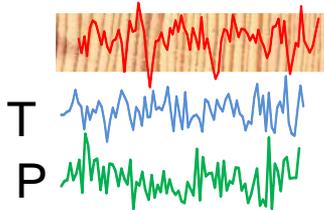
33 chronologies
(standardisées)



Réponse à la
sécheresse de 2003

279 arbres

Résistance
Résilience
Récupération



- Périodes
- Facteurs
- Fonction Corrélations *Boostrapped* (CCB)
(Guiot 1991 ; Bunn 2008 ; Mérian 2012 ; Zang et Biondi 2013)



Réponse à la sécheresse de 2003

Résistance, Récupération, Résilience

(modifié d'après Lloret et al. 2011, Pretzsch et al. 2013)

Avant Séch. (AvS)

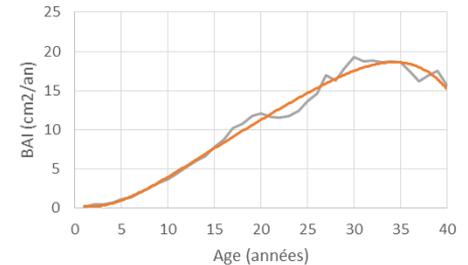
BAI (2000-2002)

Après Séch. (ApS)

BAI (2004-2006)

Séch. (S)
BAI 2003

BAI dégagés effet âge



$$\text{Résistance (Rt)} = \frac{S}{\text{AvS}} = \frac{\text{BAI 2003}}{\text{BAI (2000-2002)}}$$

$$\text{Récupération (Rc)} = \frac{\text{ApS}}{S} = \frac{\text{BAI (2004-2006)}}{\text{BAI 2003}}$$

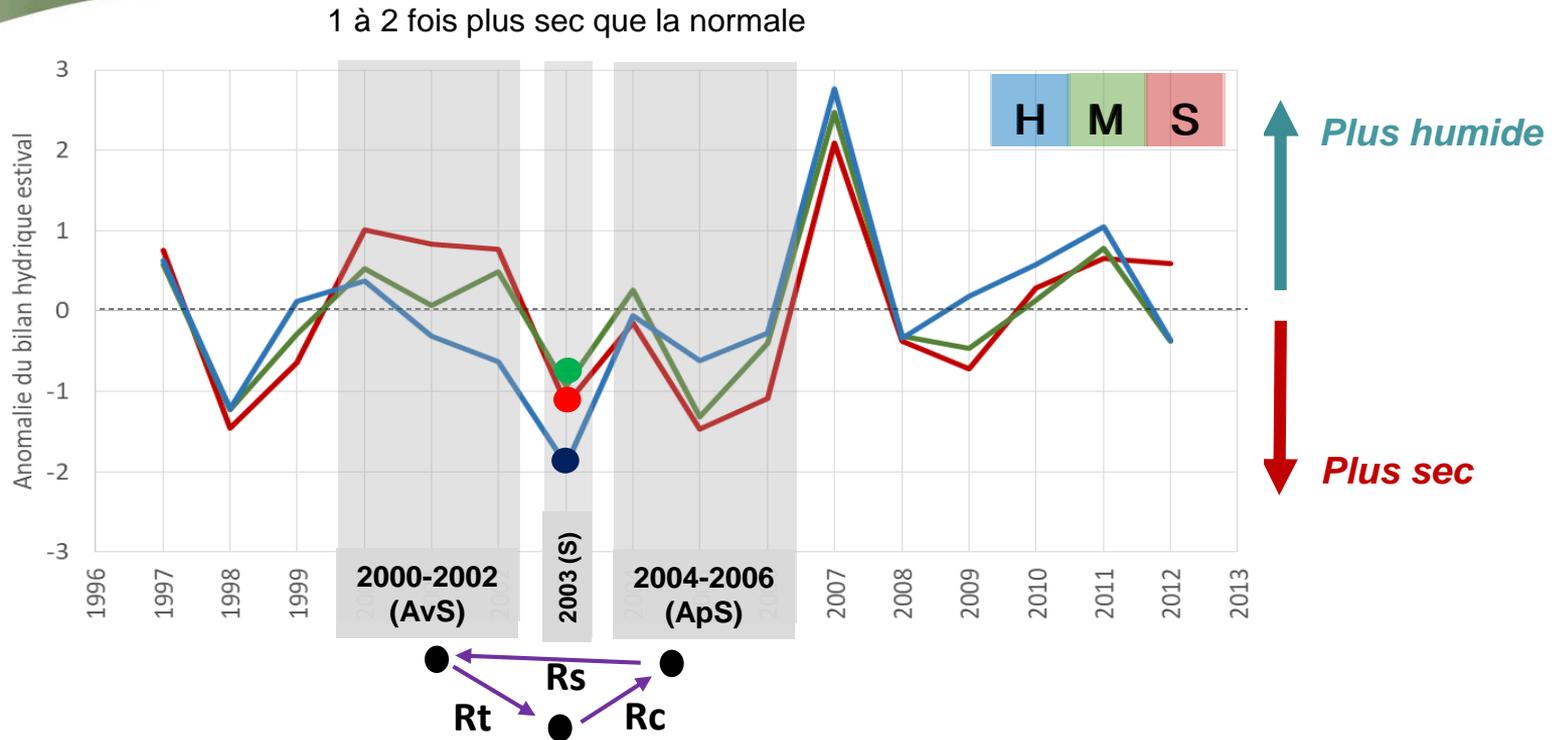
$$\text{Résilience (Rs)} = \frac{\text{ApS}}{\text{AvS}} = \frac{\text{BAI (2004-2006)}}{\text{BAI (2000-2002)}}$$



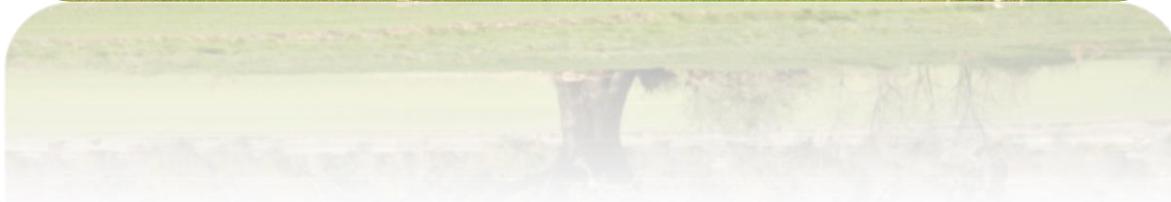
Réponse à la sécheresse de 2003

Anomalies climatiques

$$A_i = \frac{Obs_i - Moy_{1997-2012}}{STD_{1997-2012}}$$



Résultats

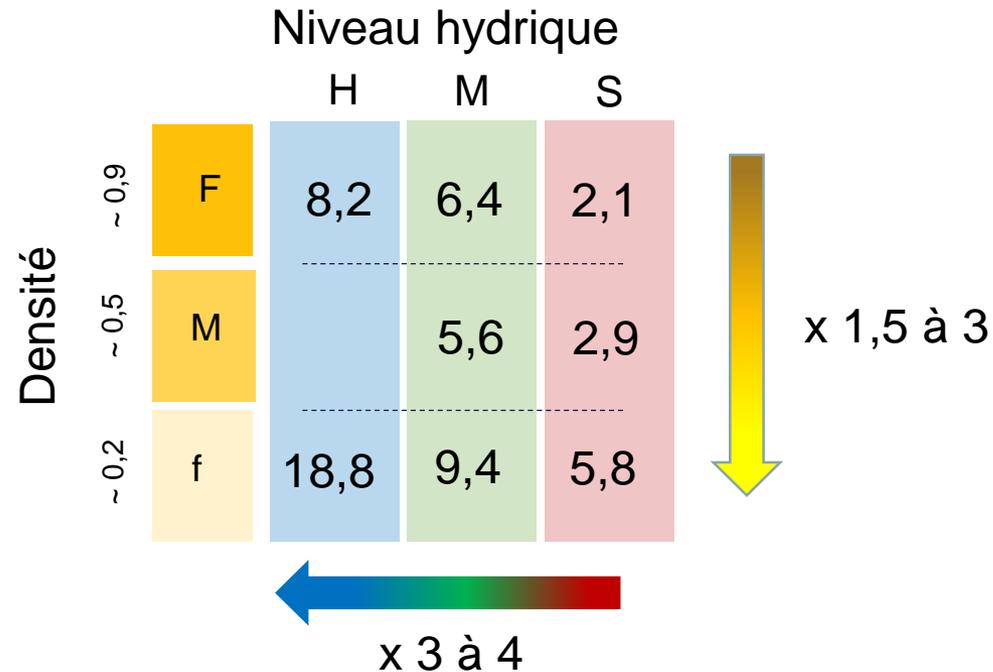




Résultat 1

La croissance est plus forte sur site « humide » et sous faible densité
Effet Site >> Effet densité

BAI sur la période 1997-2012 (cm² / an)





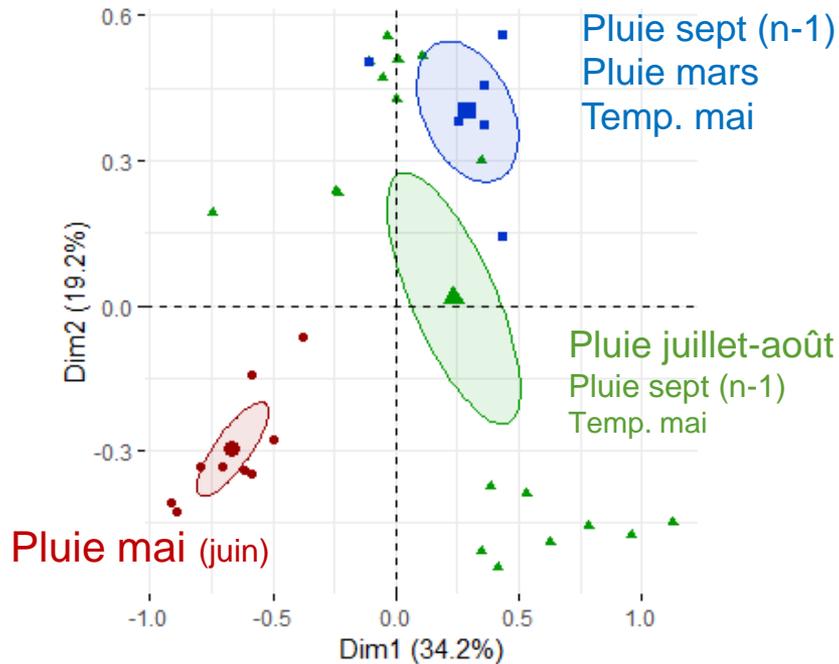
Résultat 2

La réponse moyenne au climat varie selon les conditions hydriques mais pas selon la compétition (densité-statut)

ACP sur les CCB des 33 chronologies

Ellipse de confiance à 95% => **aire disjointe = différence**

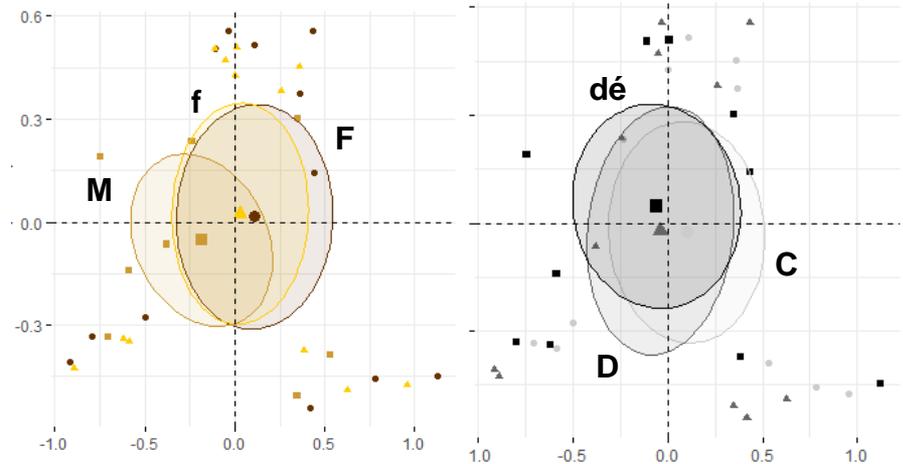
Niveau hydrique



Densité



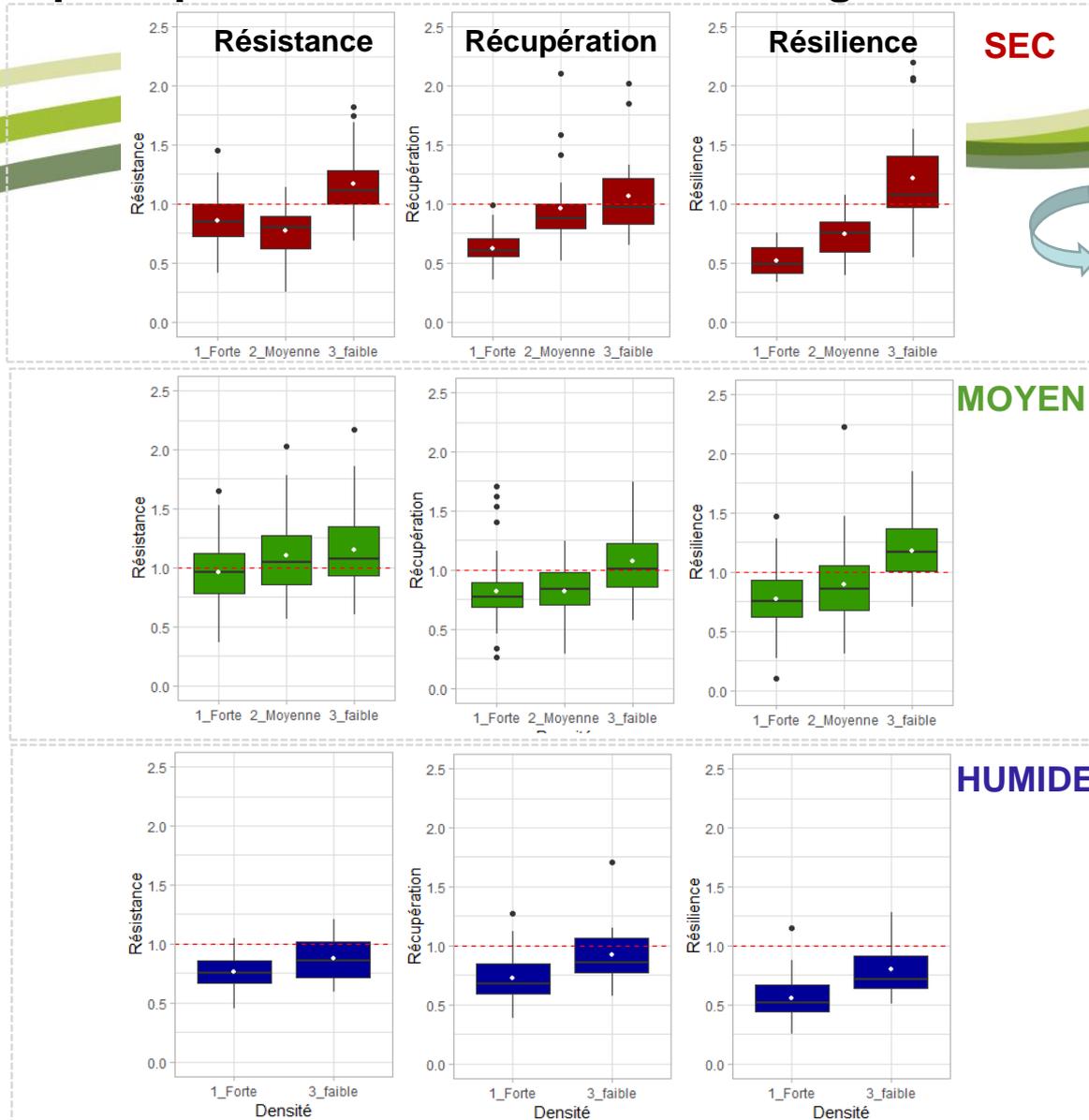
Statut social



Facteur le plus commun : effet (+) temp. hivernale (jan-fév)

Résultat 3

Réduire la densité améliore Rt, Rc, Rs d'autant plus que les conditions sont contraignantes



SEC

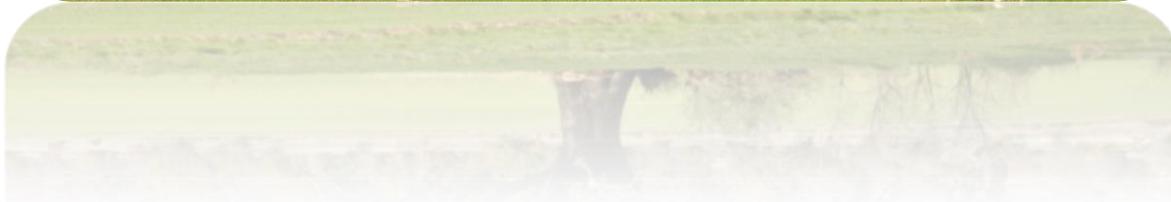


Plus forte réponse des arbres dominés (Rc, Rs)

MOYEN

HUMIDE

Conclusions et recommandations

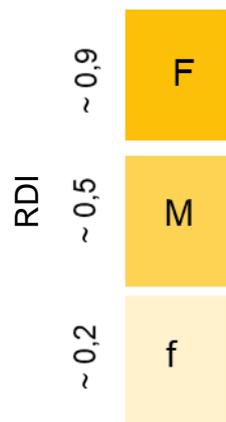




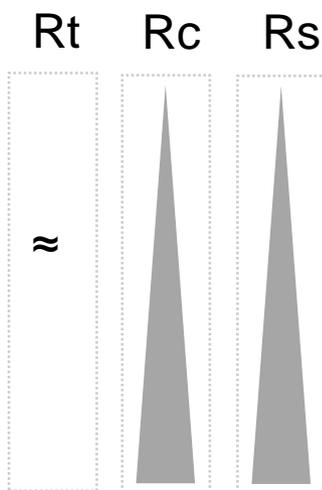
Réponse aux sécheresses extrêmes

Synthèse des travaux sur le réseau GIS Coop Chêne

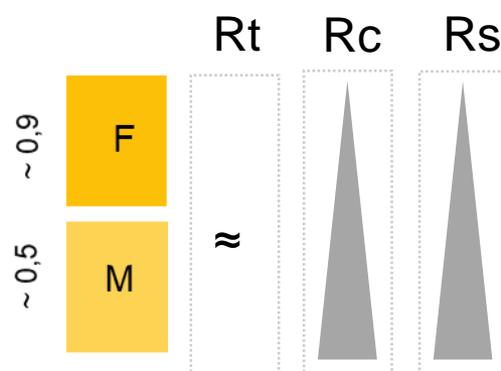
Schmitt, 2017
Schmitt et al. In prep



2003
Arbres ~ 20 ans



1976
Arbres ~ 100 ans



Thèse Trouvé 2015
Trouvé et al. 2015
Trouvé et al. 2016
Lebourgeois et al. 2017

Effet plus fort sur site sec



Recommandations

1. **Attention aux meilleures stations... moins bonne résilience des arbres**
2. **Réduire la densité (RDI < 0,5) oui mais...**
 - ⇒ $\Delta D > \Delta H$... **Changement de forme (arbre plus trapu)** (Trouvé et al. 2015, 2019)
 - ⇒ **Production du peuplement** (Trouvé et al. 2019)
 - ⇒ **Qualité des bois**
3. **Sylviculture plus dynamique sur stations contraignantes**

Perspectives

- **Formation ingénieur forestier AgroParisTech**
- **Reformulation des lois de croissance dendrométriques**
- **Amélioration des outils d'aide à la décision (Fagacées...)**

**Merci de votre attention
Et à tous les contributeurs du GIS Coop !**

