

L'évolution du déficit foliaire comme indicateur de santé des forêts en réponse aux changements environnementaux

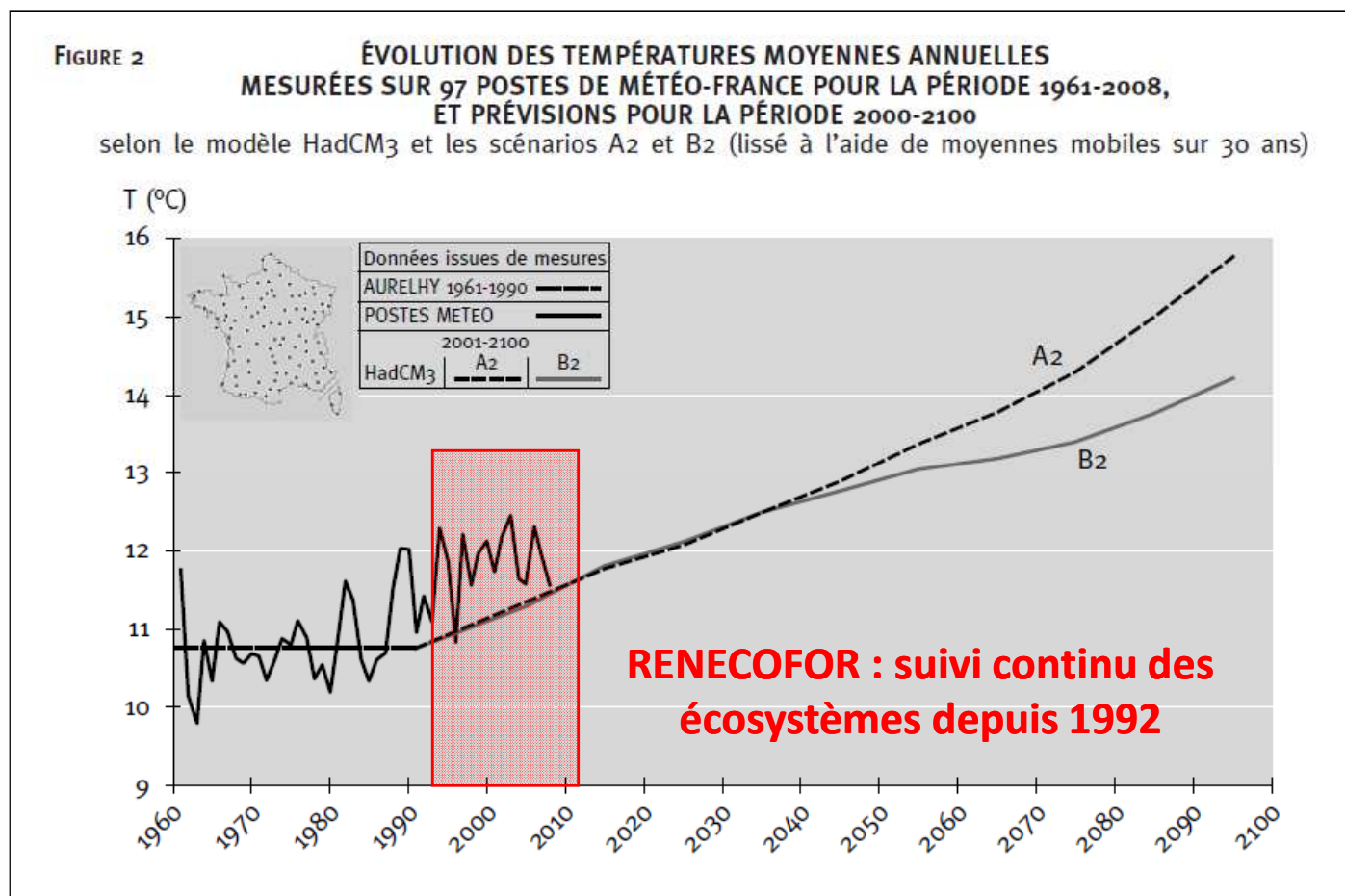
Analyse des résultats du réseau RENECOFOR (Ferretti *et al.* 2010, 2011, 2013)

Manuel NICOLAS (*Office National des Forêts, Dept R&D, Fontainebleau*)



Introduction

Piedallu et al. 2009



Introduction : Analyse d'indicateur sur l'exemple du déficit foliaire



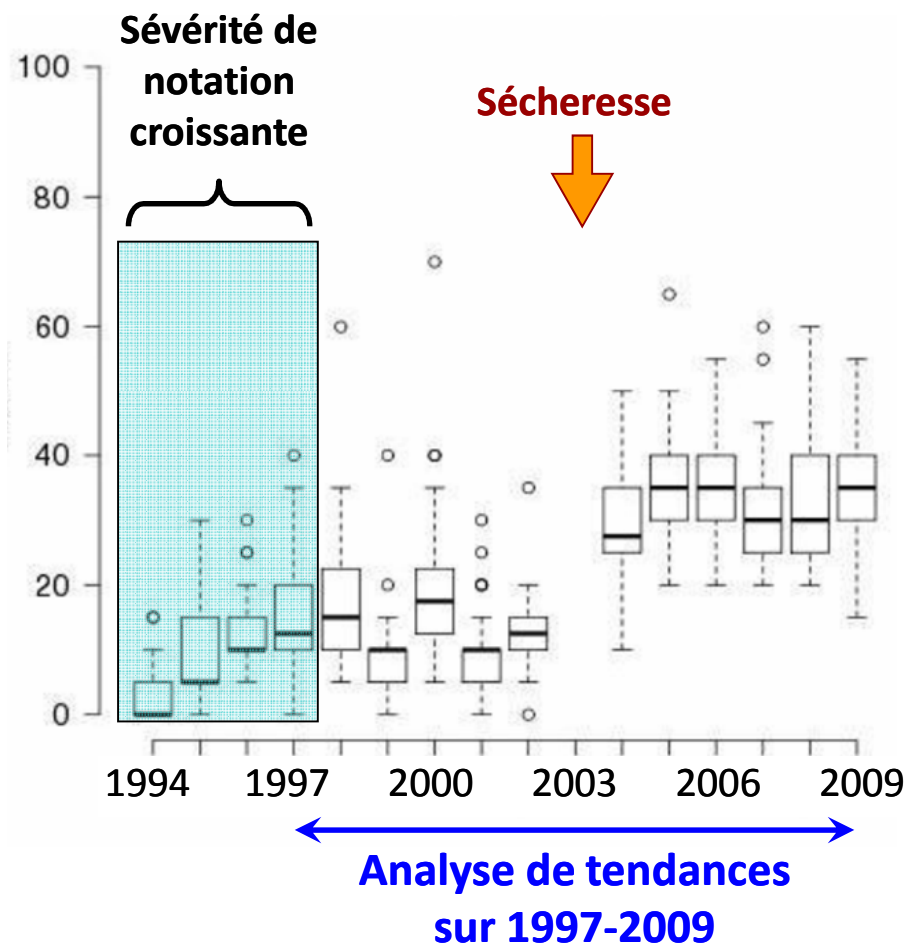
1. **Sensibilité temporelle** : Est-on en mesure de mettre en évidence des variations temporelles significatives (variations interannuelles, tendances) ?
2. **Causes-effets** : A quels changements environnementaux ces évolutions temporelles s'avèrent-elles sensibles ?
3. **Enjeux** : Outre les implications sanitaires, quels impacts sur la croissance les variations du déficit foliaire reflètent-elles ?
4. **Convergences** : Les évolutions constatées sont-elles convergentes avec les résultats d'autres dispositifs de suivi ?



Matériels et méthodes

- RENECOFOR : 102 sites en forêt gérée / 10 essences principales
- 36 Arbres-observation + 16 Arbres-échantillon par site (essence principale, strate dominante)
- Même protocole de notation du déficit foliaire depuis 1994 par classe de 5 % *mais sévérité d'application croissante de 1994 à 1997 pour les feuillus*
- Pas de notation en 2003

Ex: Evolution du déficit foliaire sur le site CHS 88 (*Chêne sessile*)

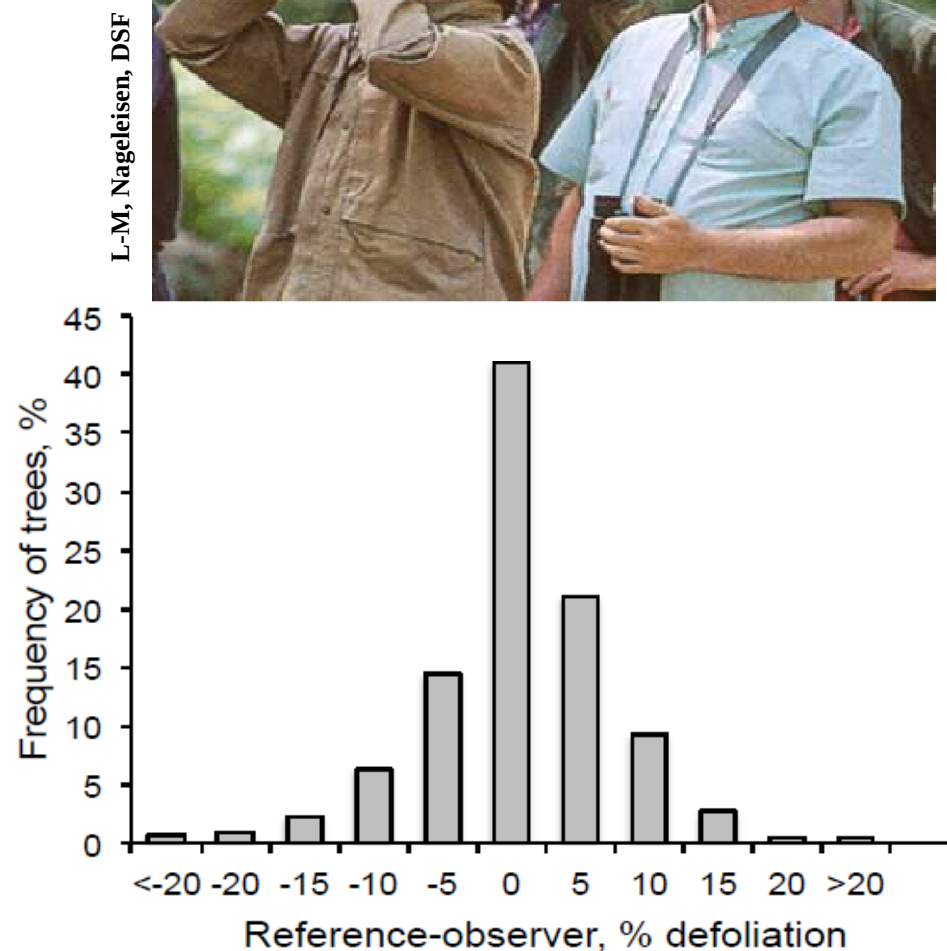
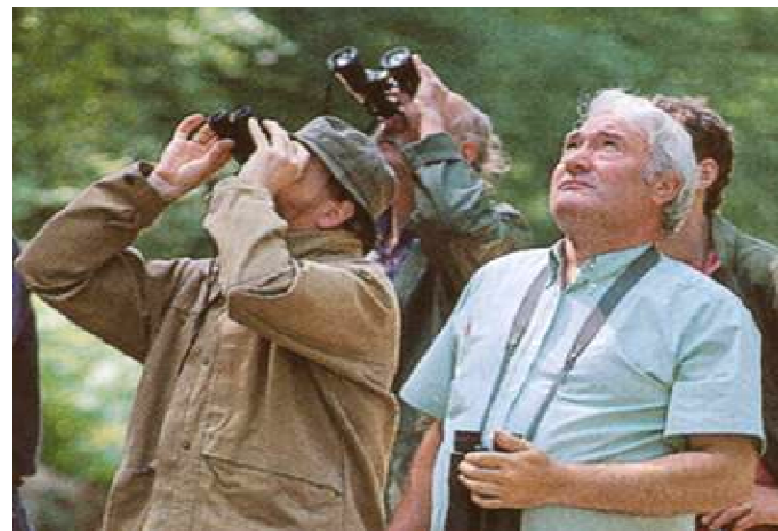


Matériels et méthodes : Incertitude d'observation

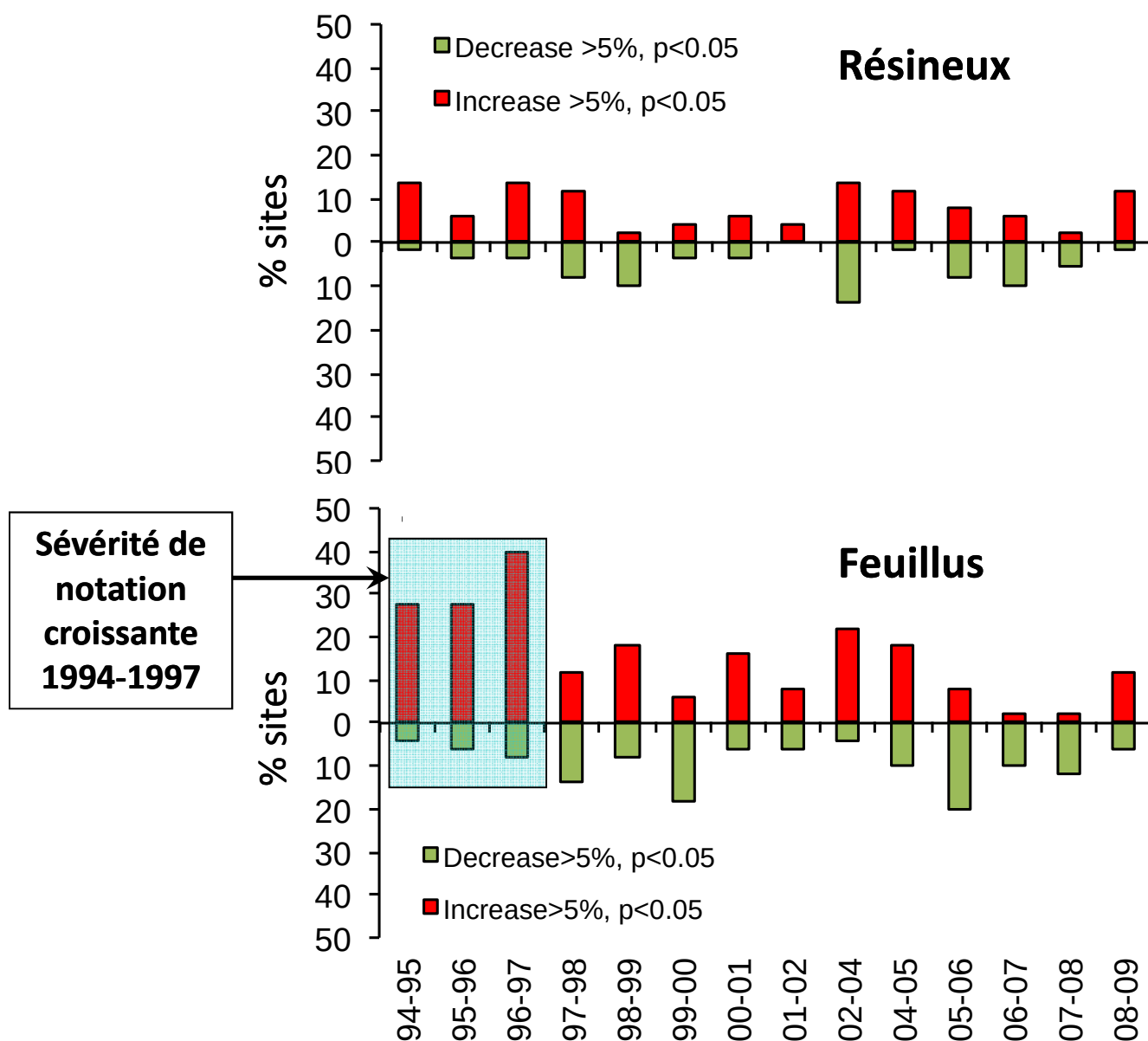
Intercalibrations et relevés de contrôles

⇒ Mesure des différences entre observateurs, par arbre

- Amplitude : de -40 à +30%
- 76 % de différences $\leq 5\%$
- 92 % de différences $\leq 10\%$
- A l'échelle d'un site : incertitude sur le déficit foliaire médian généralement inférieure à 5 % (max 10%)

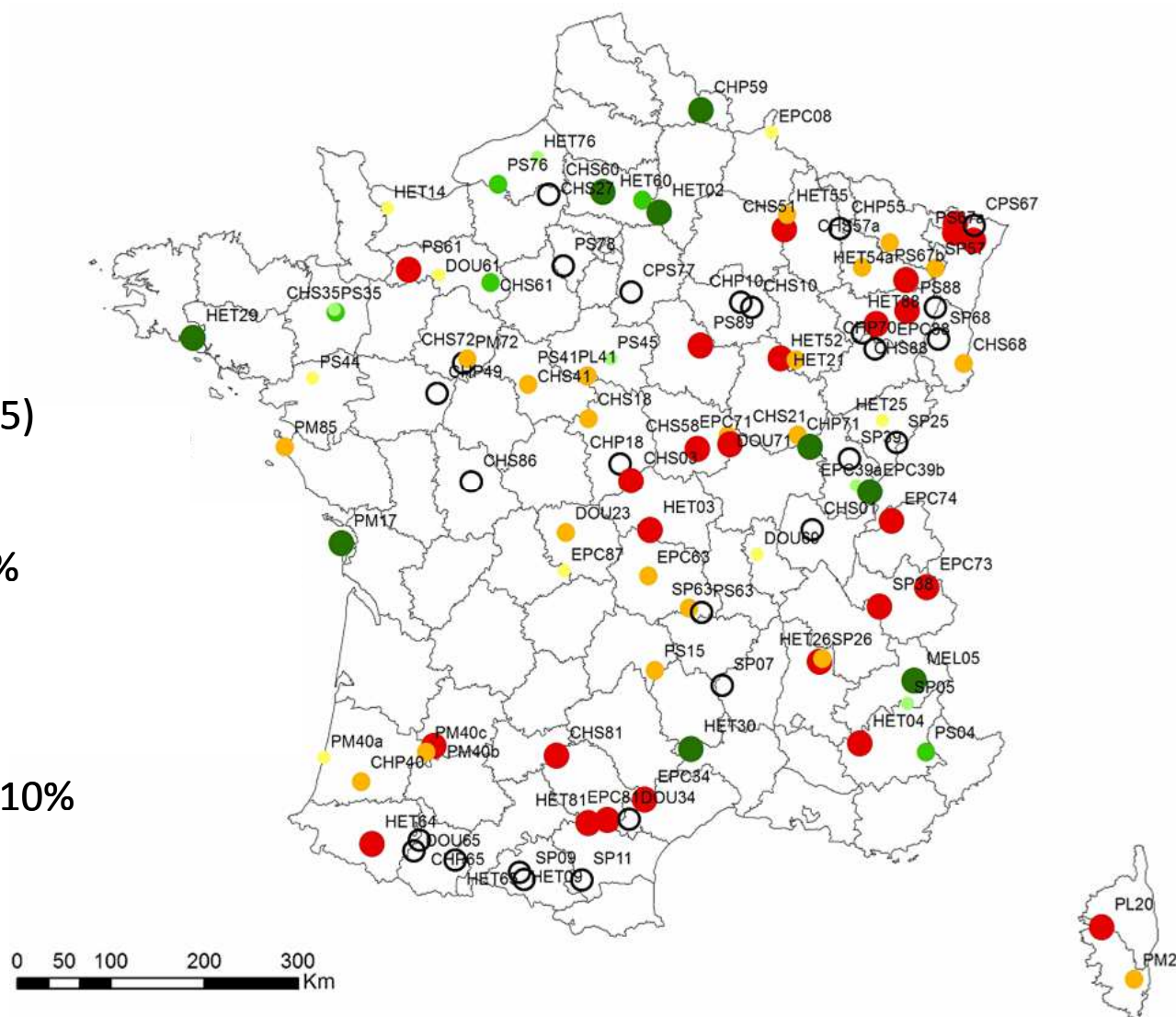


1. Variations temporelles : Variations interannuelles sur RENECOFOR



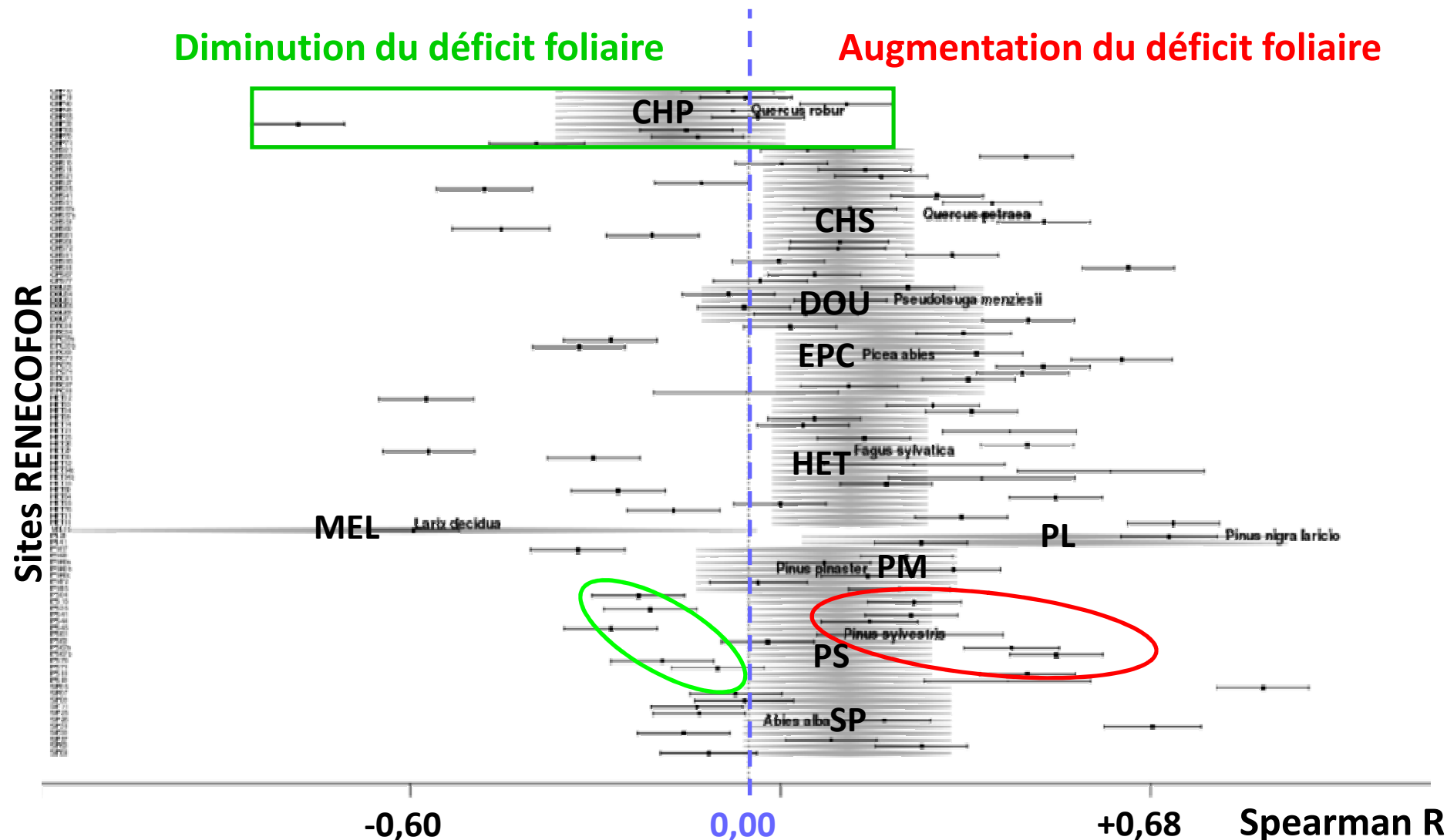
1. Variations temporelles : Tendances 1997-2009 sur RENECOFOR

- Pas de tendance ($p > 0.05$)
- Diminution $> 10\%$
- Diminution de 5% à 10%
- Diminution $\leq 5\%$
- Augmentation $> 10\%$
- Augmentation de 5% à 10%
- Augmentation $\leq 5\%$



1. Variations temporelles : Tendances 1997-2009 sur RENECOFOR

Tendance globale : **+0.16***** avec effet négatif significatif du Chêne pédonculé



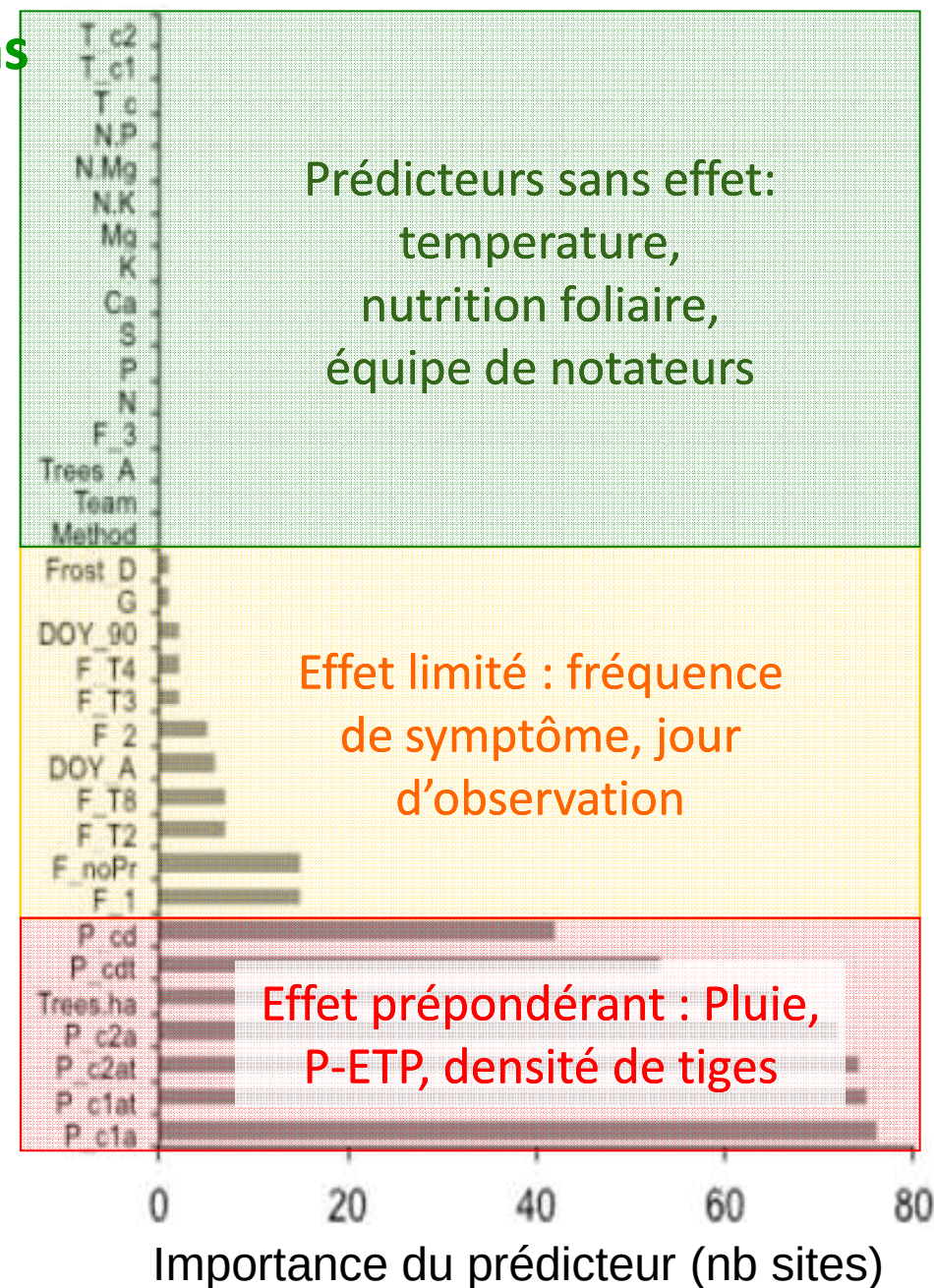
2. Facteurs explicatifs des variations

Site par site : modélisation de l'évolution temporelle du déficit foliaire

33 facteurs explicatifs :

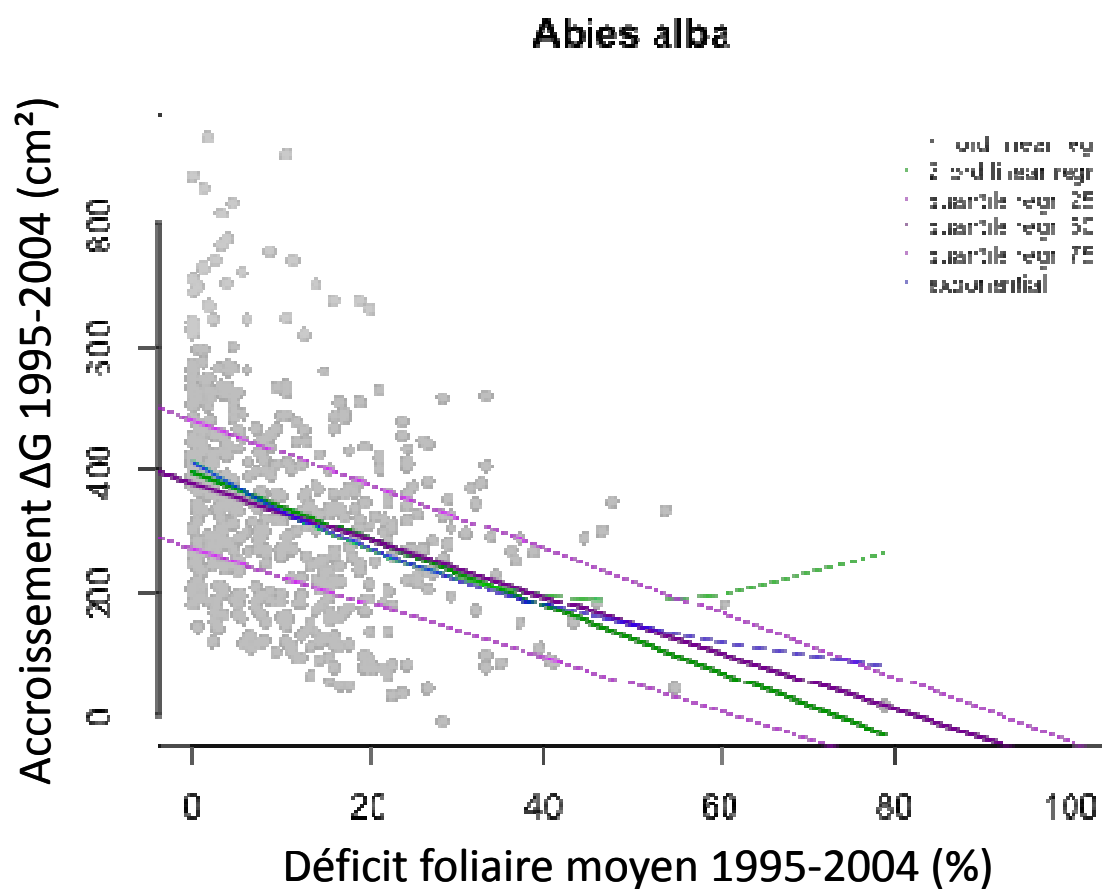
- Météo (10) : années *N*, *N-1*, *N-2*
- Nutrition foliaire (9)
- Peuplement (3) : dendrométrie, phéno
- Fréquence de symptômes (8)
- Méthodologie (3)

Régression PLS $\Rightarrow$ Hiérarchisation de l'importance des facteurs explicatifs



3. Relation entre croissance et déficit foliaire

Corrélation négative significative entre déficit foliaire moyen et accroissement en surface terrière des arbres sur 10 ans

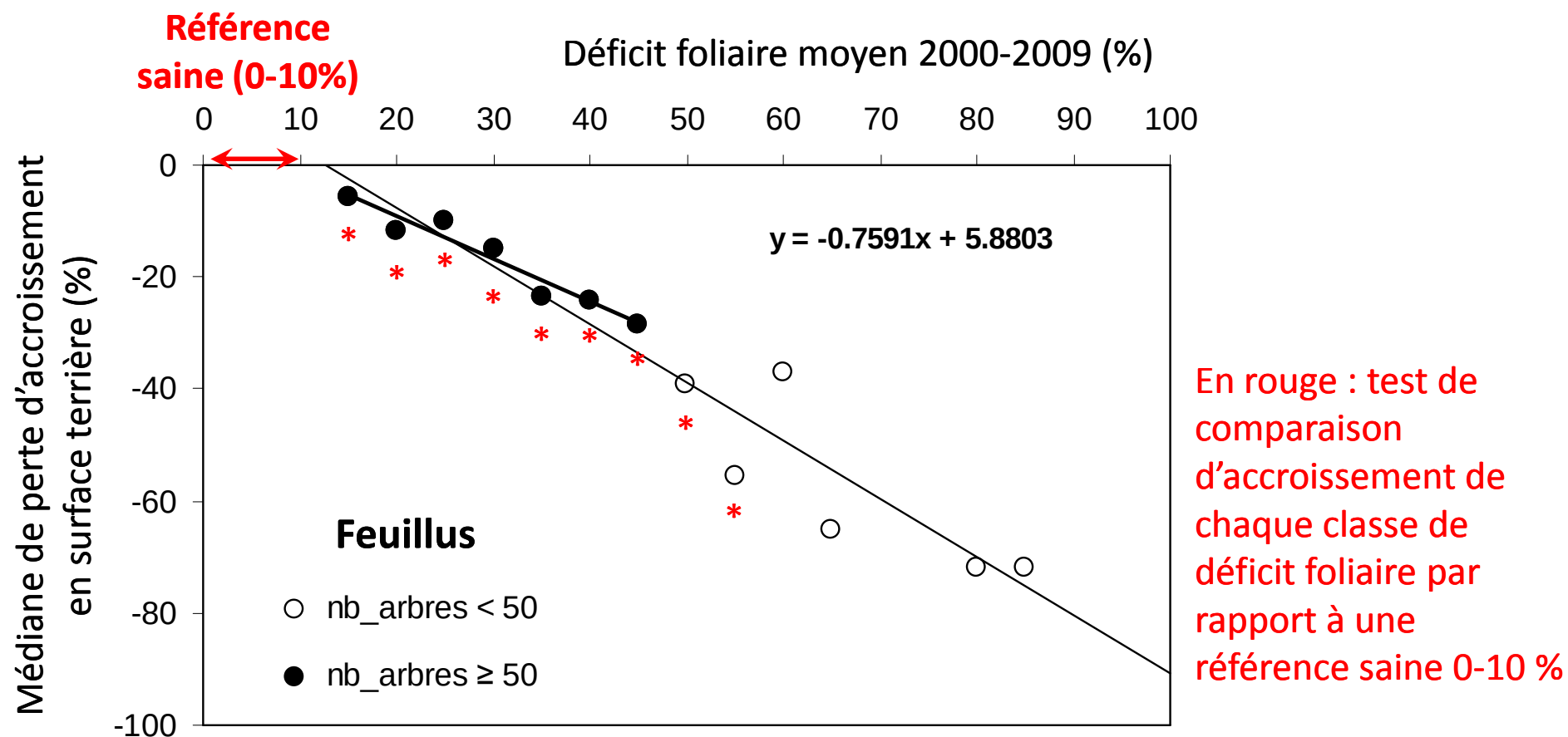


Essence	Nb arbres	R_{Spearman}
CHP	435	-0.27***
CHS	896	-0.23***
CPS	47	-0.60***
DOU	223	-0.33***
EPC	466	-0.11**
HET	817	-0.01 ^{ns}
PL	90	-0.32***
PM	290	-0.31***
PS	419	-0.09(*)
SP	520	-0.40***

3. Relation entre croissance et déficit foliaire

Perte d'accroissement significative dès les faibles classes de déficit foliaire

Pente : -0.76 pour les feuillus, -1.17 pour les résineux

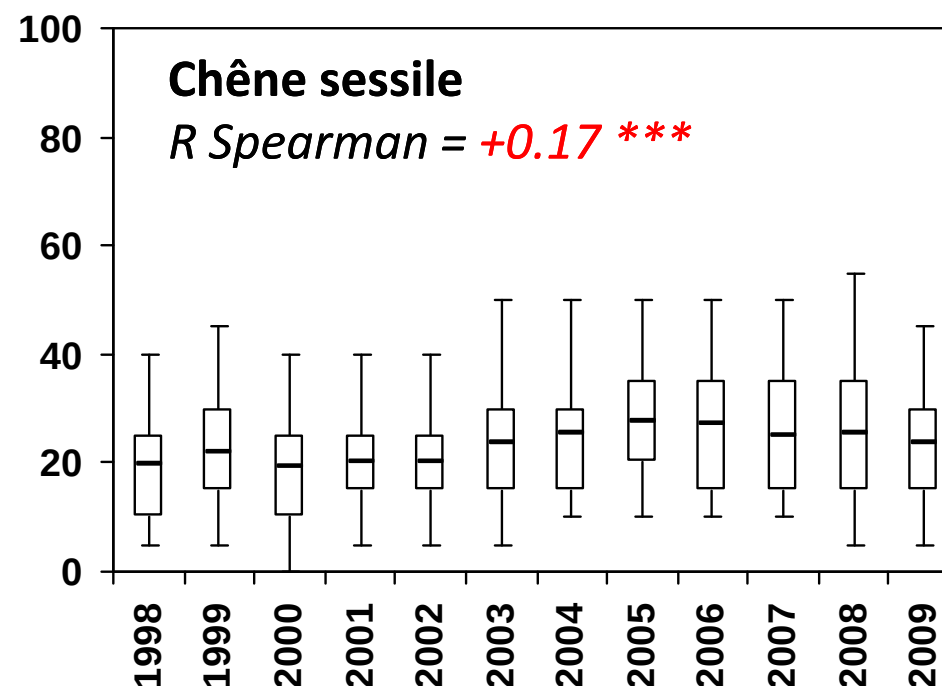
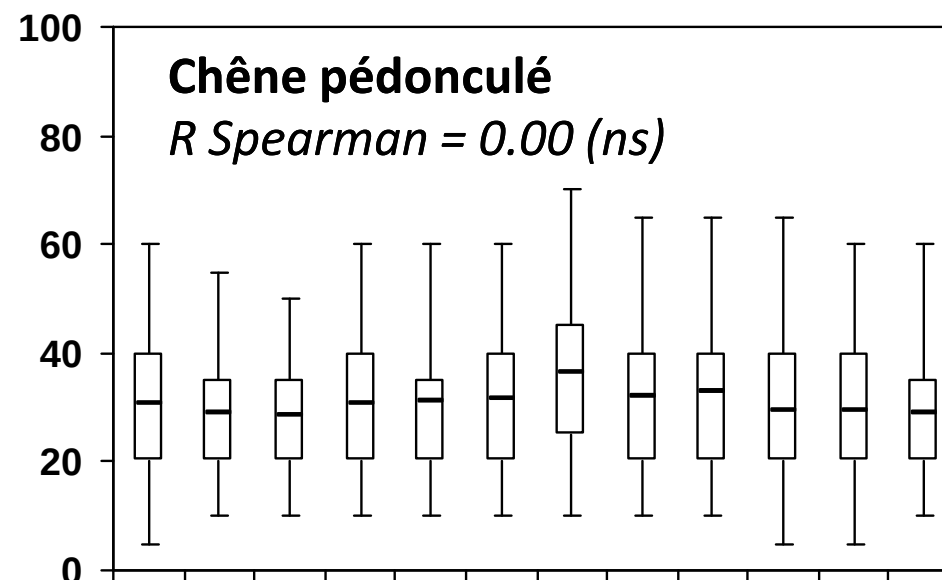


4. Convergences : *Chêne Sessile* vs *Pédonculé*

Réseau systématique 16 km x 16 km

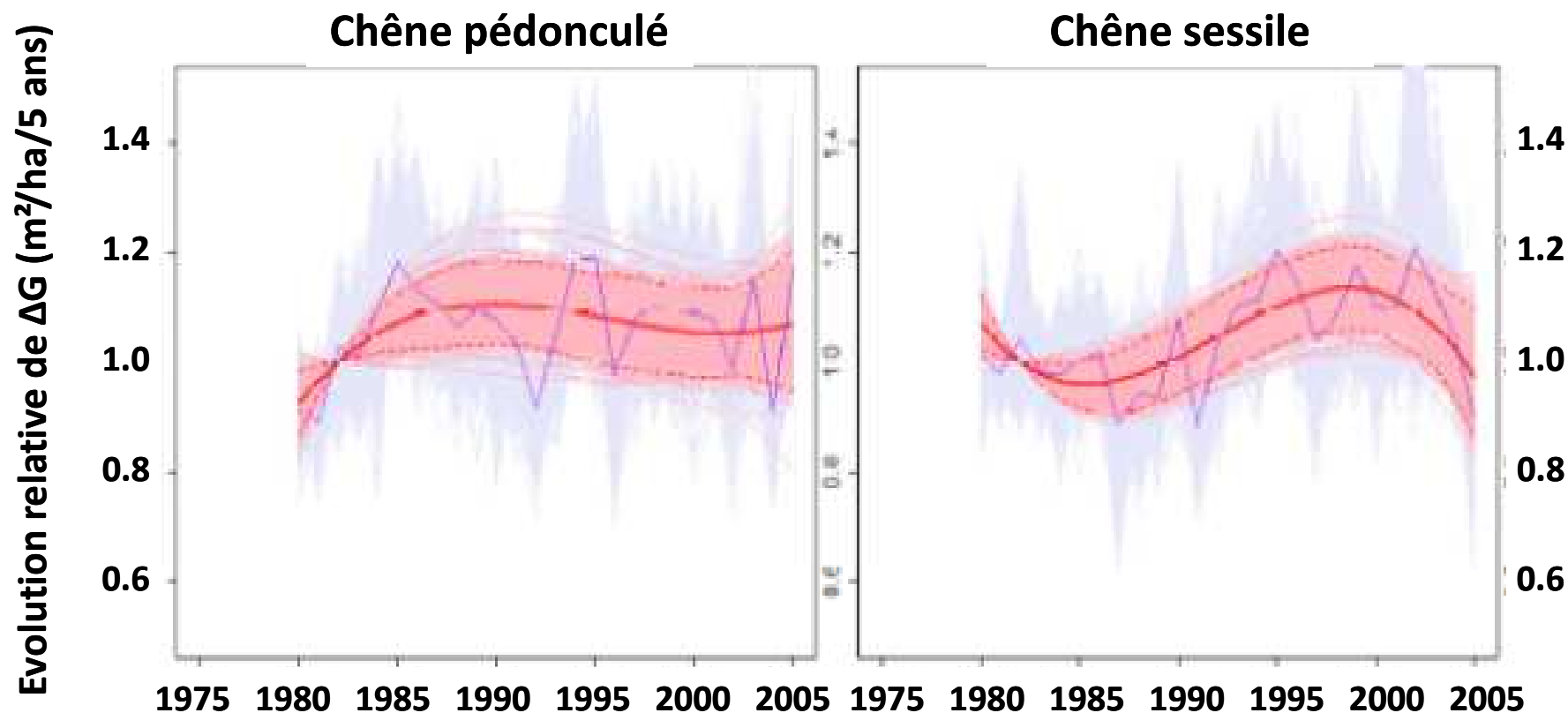
Déficit foliaire : tendances 1998-2009
sur les sites de forêts publiques
(*Bilan patrimonial 2011*)

	Chêne pédonculé	Chêne sessile
N sites	30	45
N arbres	191	432
Moyenne	31 %	23 %
Ecart-type	17 %	13 %
R Spearman	0.00 (ns)	0.17 ***



4. Convergences : *Chêne Sessile* vs *Pédonculé*

Inventaire Forestier National : accroissement en surface terrière ($\text{m}^2/\text{ha}/5$ ans) pour la période 1980-2005 (Charru, 2012) – tendances du 3ème degré



Conclusions

- 1. Evolutions temporelles** : des variations interannuelles et tendances à moyen terme significatives, au-delà des incertitudes d'observation ; tendance globale plutôt à l'augmentation mais nuancée malgré les tendances météo déjà constatées
- 2. Causes-effets** : hiérarchisation nette entre des facteurs explicatifs principaux – *alimentation hydrique des années N, N-1 et N-2, densité de tiges, (fréquence de symptômes)* – et des facteurs sans effet sur aucun site – *équipe de notateurs, nutrition foliaire, température*
- 3. Enjeux de croissance** : corrélation négative significative à l'échelle arbre sur 10 ans ; perte d'accroissement dès les faibles classes de déficit foliaire
- 4. Convergences** avec les résultats du réseau 16x16 et de l'IFN quant au faible impact de la sécheresse de 2003 sur le chêne pédonculé en comparaison notamment du chêne sessile