



**HAL**  
open science

## Bilans d'eau, de carbone, et croissance des hêtraies de plaine

André A. Granier, Marianne Peiffer, Olivier Bouriaud, Nathalie Bréda, Patrick Gross, Noël Le Goff, Bernard B. Longdoz, Jérôme J. Ngao, Jean Marc Ottorini, Claude C. Nys

► **To cite this version:**

André A. Granier, Marianne Peiffer, Olivier Bouriaud, Nathalie Bréda, Patrick Gross, et al.. Bilans d'eau, de carbone, et croissance des hêtraies de plaine. Journées Scientifiques et Techniques de l'INRA, Jun 2003, Champenoux, France. 35 p. hal-02830201

**HAL Id: hal-02830201**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02830201>**

Submitted on 7 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Bilans d'eau, de carbone, et croissance des hêtraies de plaine

**André GRANIER\***, INRA-Nancy, Marianne PEIFFER,  
Olivier BOURIAUD, Nathalie BRÉDA, Patrick GROSS, Noël LE GOFF,  
Bernard LONGDOZ, Jérôme NGAO, Jean-Marc OTTORINI,  
Claude NYS

\* UMR INRA-UHP Écologie et Écophysologie Forestières, F-54280  
Champenoux



# Objectifs

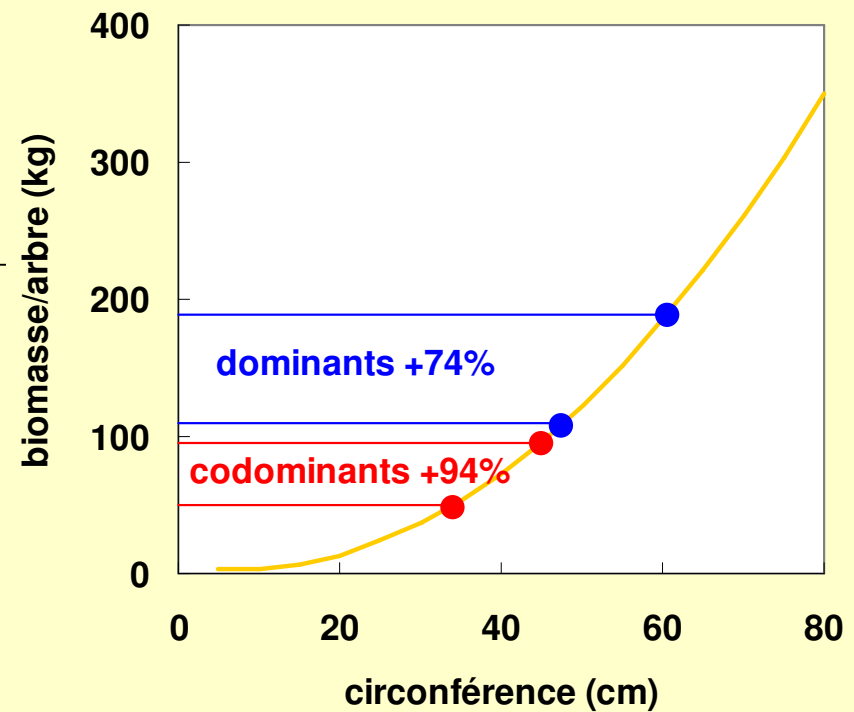
- **Analyser la structure et la croissance de deux hêtraies de plaine**
- **Établir et comparer leurs bilans de masse et d'énergie**
- **Quantifier les conditions de croissance de ces peuplements : le climat et les contraintes édaphiques**

# Structure des peuplements

## Caractéristiques des deux peuplements

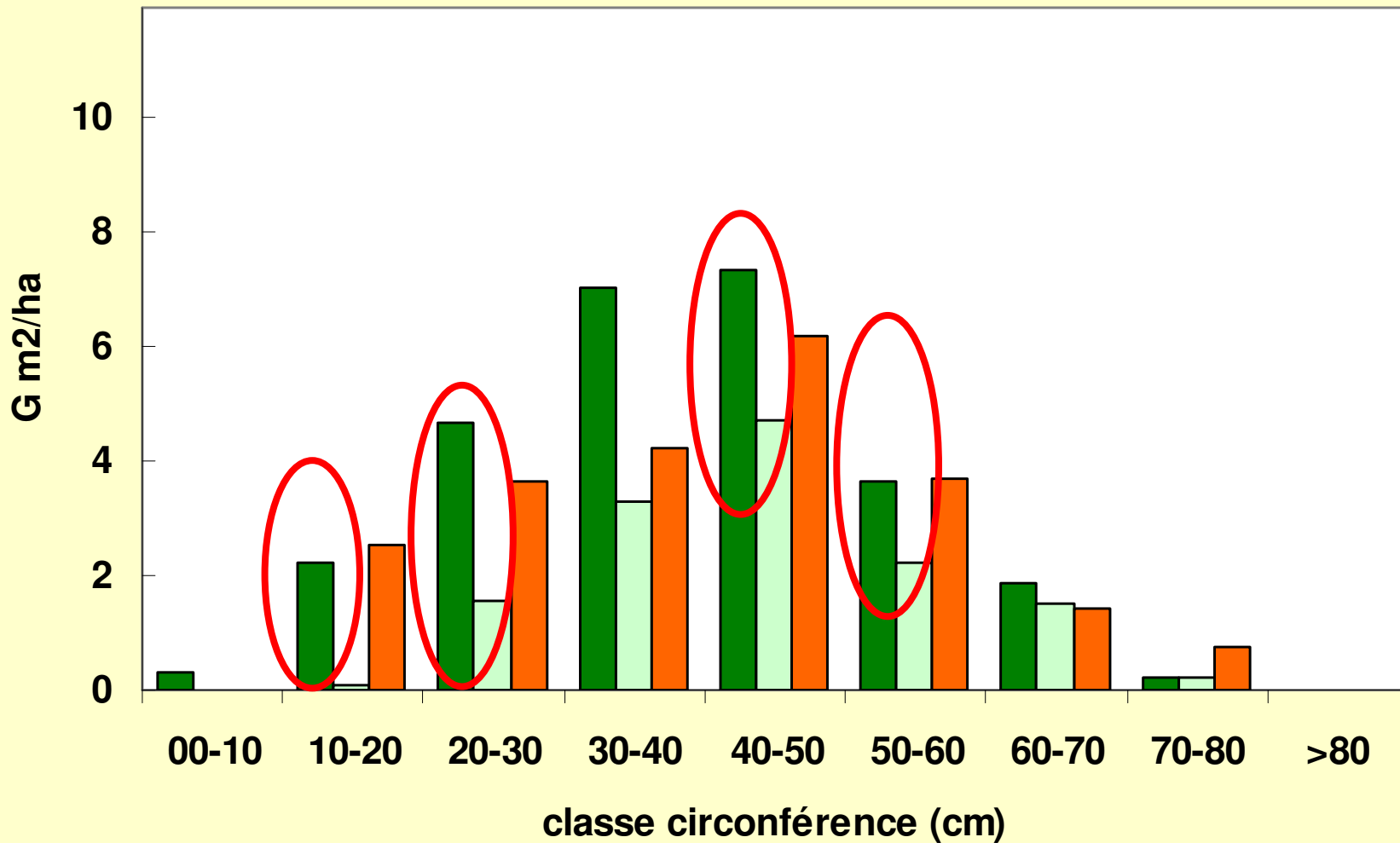
Fougères (35): FOU-2 ; Hesse (57) : Hesse-1

fin 2002	Fougères		Hesse
	avant éclaircie	après éclaircie	
	age (ans)	30	30
densité (n/ha)			
surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)			
hauteur moyenne (m)			
hauteur dominante (m)			
circonférence moyenne (cm)			
indice foliaire (litières)			



## Histogramme des tiges en classes de circonférence

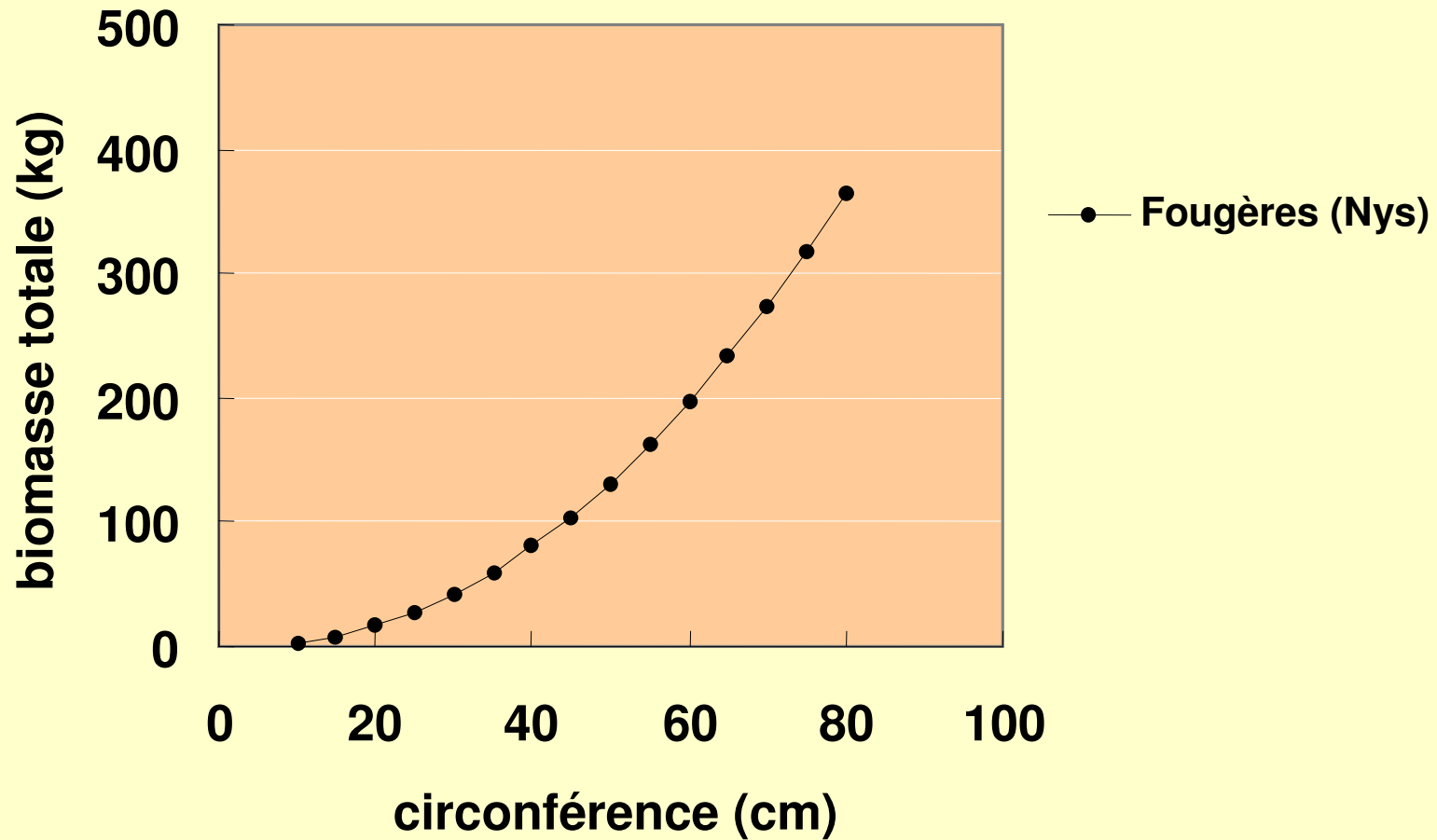
■ Fougères avant éclaircie    □ Fougères après éclaircie  
■ Hesse



# Questions

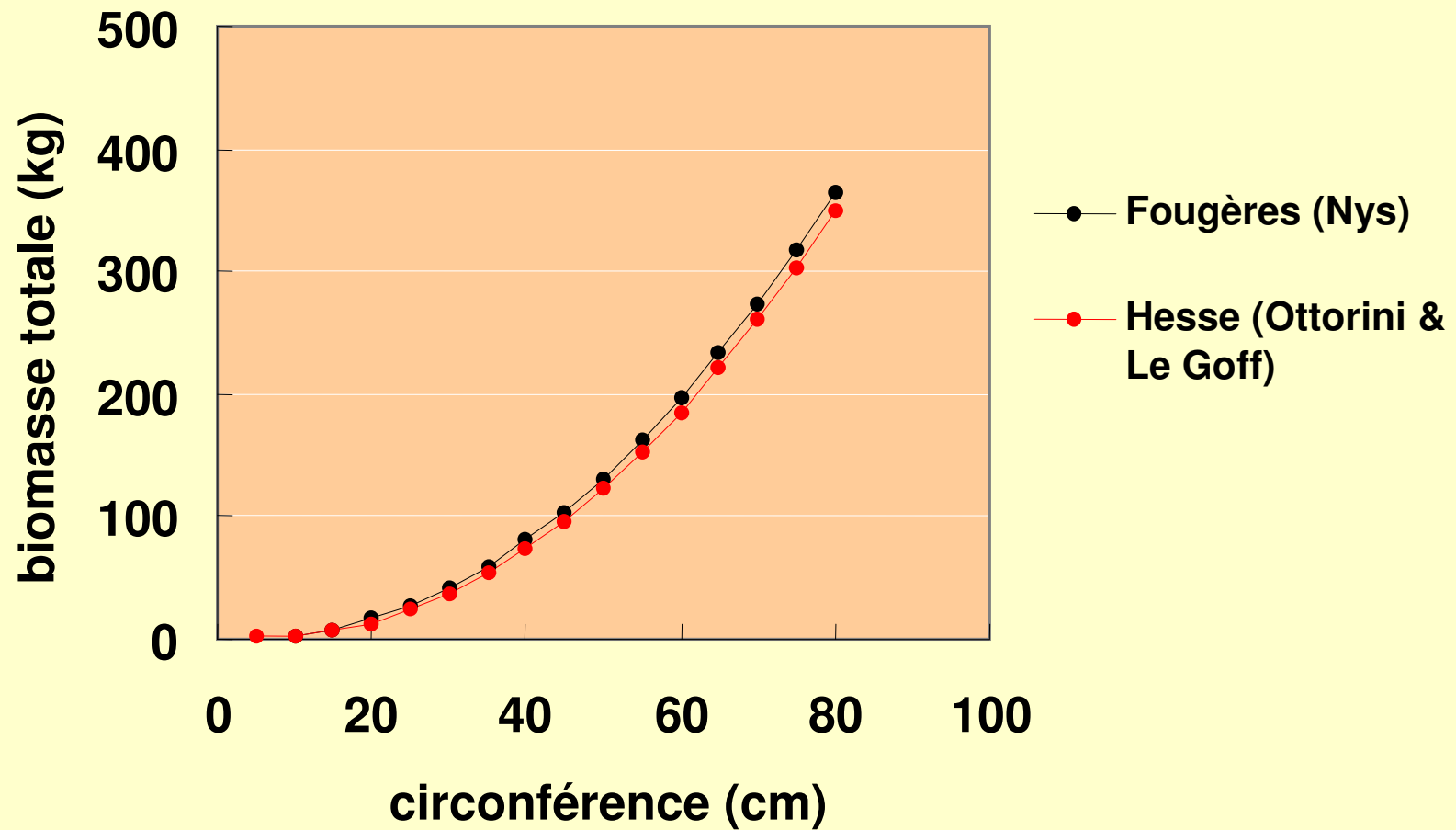
- **estimation de la biomasse totale et de son accroissement par compartiments :**
  - **analyses de tiges et tarifs de biomasse**

## Relations allométriques chez le hêtre: comparaison de 3 sites européens

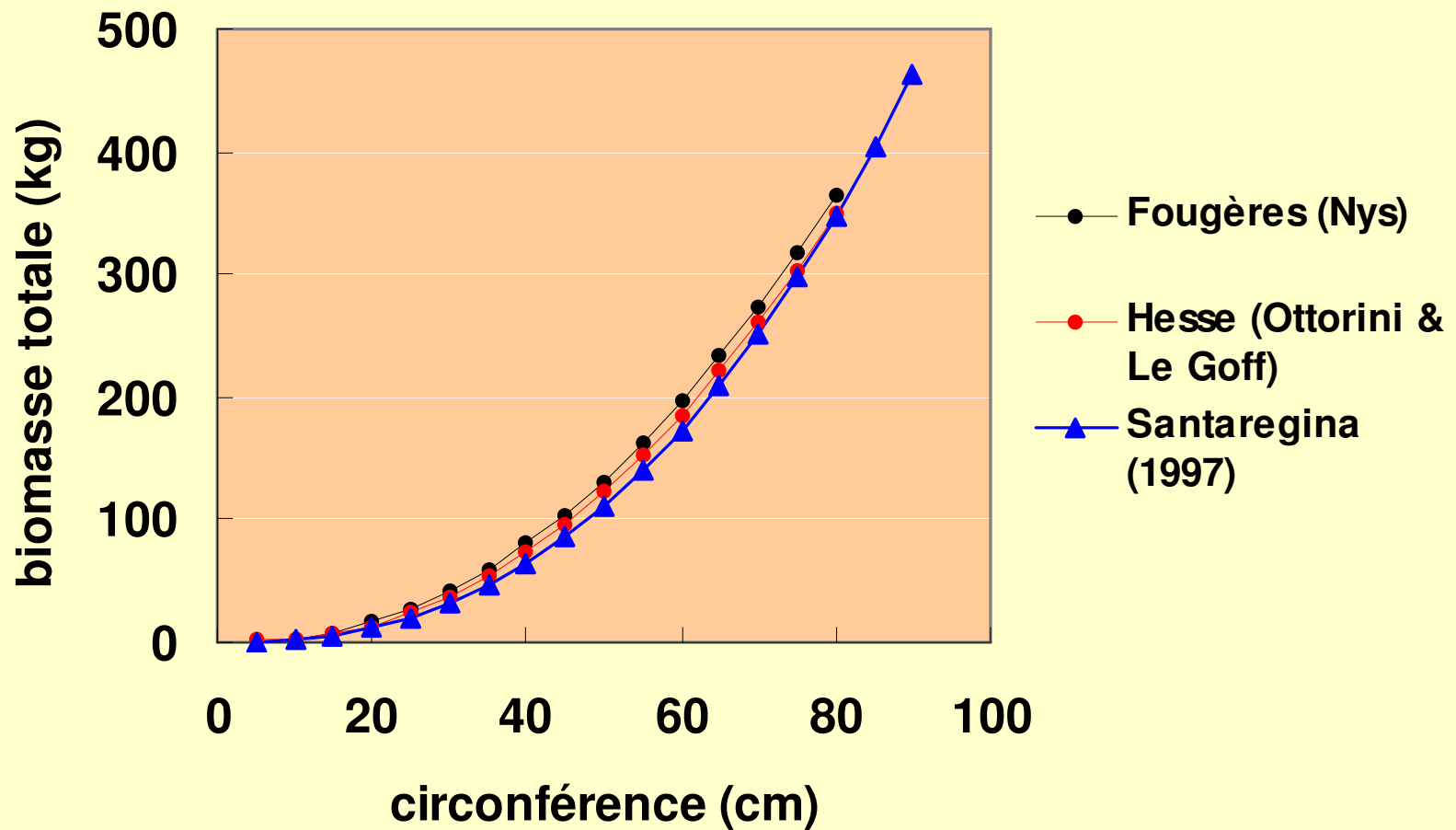




## Relations allométriques chez le hêtre: comparaison de 3 sites européens



## Relations allométriques chez le hêtre: comparaison de 3 sites européens



## Caractéristiques des deux peuplements

fin 2002	Fougères		Hesse
	avant éclaircie	après éclaircie	
âge (ans)	30	30	36
densité (n/ha)	4200	1033	3144
surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	27.3	13.5	21.6
hauteur moyenne (m)	12.4		14.6
hauteur dominante (m)	14.6		17.9
circonférence moyenne (cm)	25	41	35
indice foliaire (litières)	7.4		7.6
<b>biomasse (t MS/ha)</b>	<b>167</b>	<b>86</b>	<b>137</b>
<b>accroissement biomasse (t MS/ha/an)</b>	à calculer sur 1997-1999 <b>10.1</b> (2000-2002)		<b>8.9</b> (1996-1998) <b>9.7</b> (1999-2002)

## Caractéristiques des deux peuplements

fin 2002	Fougères		Hesse
	avant éclaircie	après éclaircie	
âge (ans)	30	30	36
densité (n/ha)	4200	1033	3144
surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	27.3	13.5	21.6
hauteur moyenne (m)	12.4		14.6
hauteur dominants (m)	14.6		17.9
circonférence moyenne (cm)	25	41	26
indice foliaire (litières)	7.4		7.6
biomasse (t MS/ha)	167	88	137
accroissement biomasse (t MS/ha/an)	à calculer sur 1997-1999 10.1 (2000-2002)		8.9 (1998-1999) 9.7 (1999-2002)
<b>enlevé par éclaircie</b>			<b>29</b>
<b>en 1999</b>			
<b>en 2003</b>	<b>60</b>		
<b>total biomasse</b>	<b>167</b>	<b>167</b>	<b>166</b>

# Climat et bilan hydrique

# Questions

- **similitudes vs. différences climatiques et édaphiques déterminant les conditions du développement et de la croissance**

## Climat et contrainte hydrique

climat :	Fougères	Hesse	
	<i>1997-2002</i>	<i>1996-2002</i>	<i>1950-2002</i>
Tair (°C)	11.2	9.9	8.9
précipitations (mm)	1083	989	857
N gel	5	31	34
rayonn. global (kJ m <sup>-2</sup> )	3588	3940	3872

## Climat et contrainte hydrique

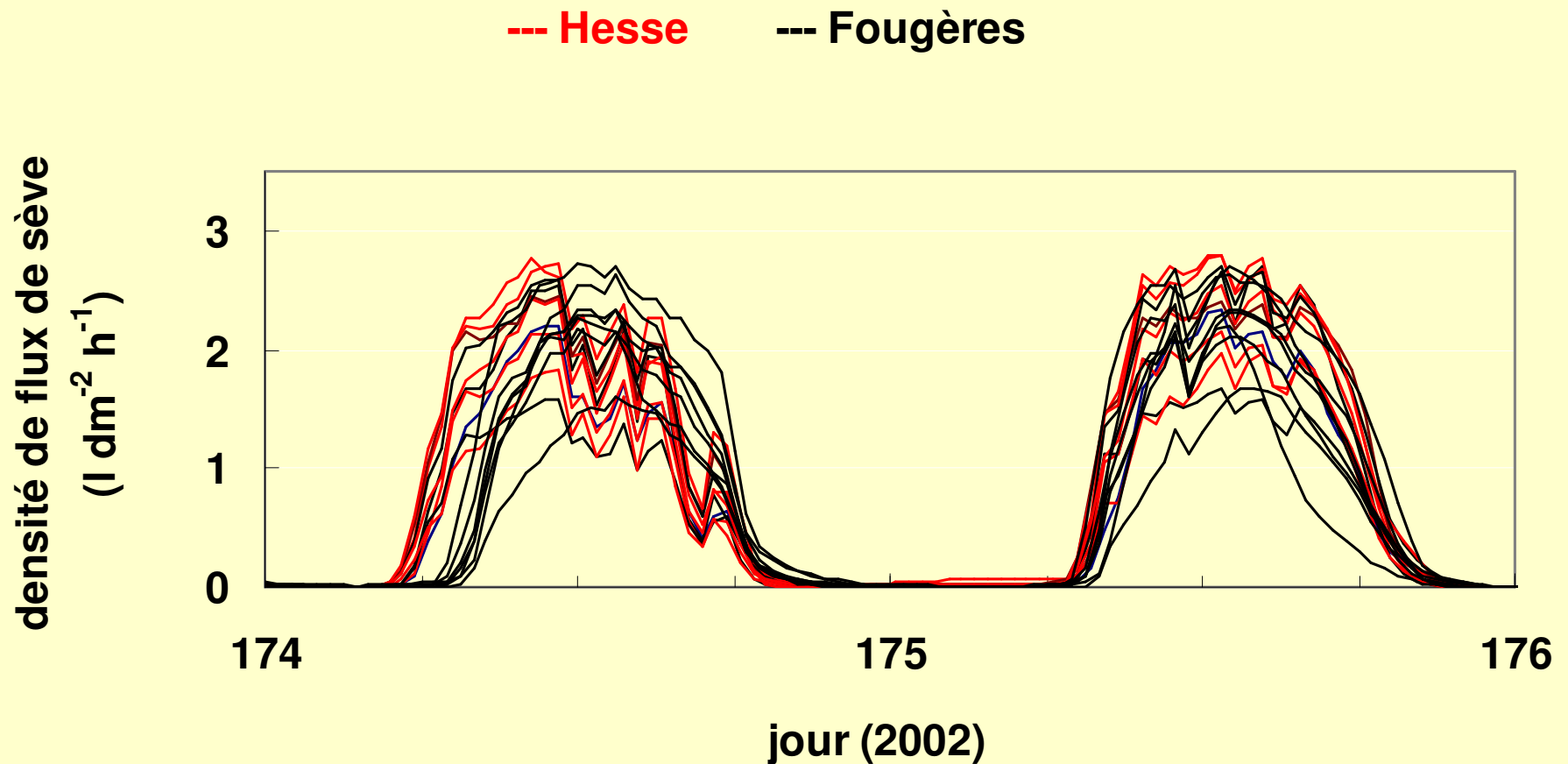
climat :	Fougères	Hesse	
	1997-2002	1996-2002	1950-2002
Tair (°C)	11.2	9.9	8.9
précipitations (mm)	1083	989	857
N gel	5	31	34
rayonn. global (kJ m <sup>-2</sup> )	3588	3940	3872
<b>bilan hydrique :</b>			
transpiration (mm)	223	263	222
interception (mm)	137	157	145
NJ stress	16	35	31
stress moyen	4.3	10.4	10.2
drainage mm)	729	559	462



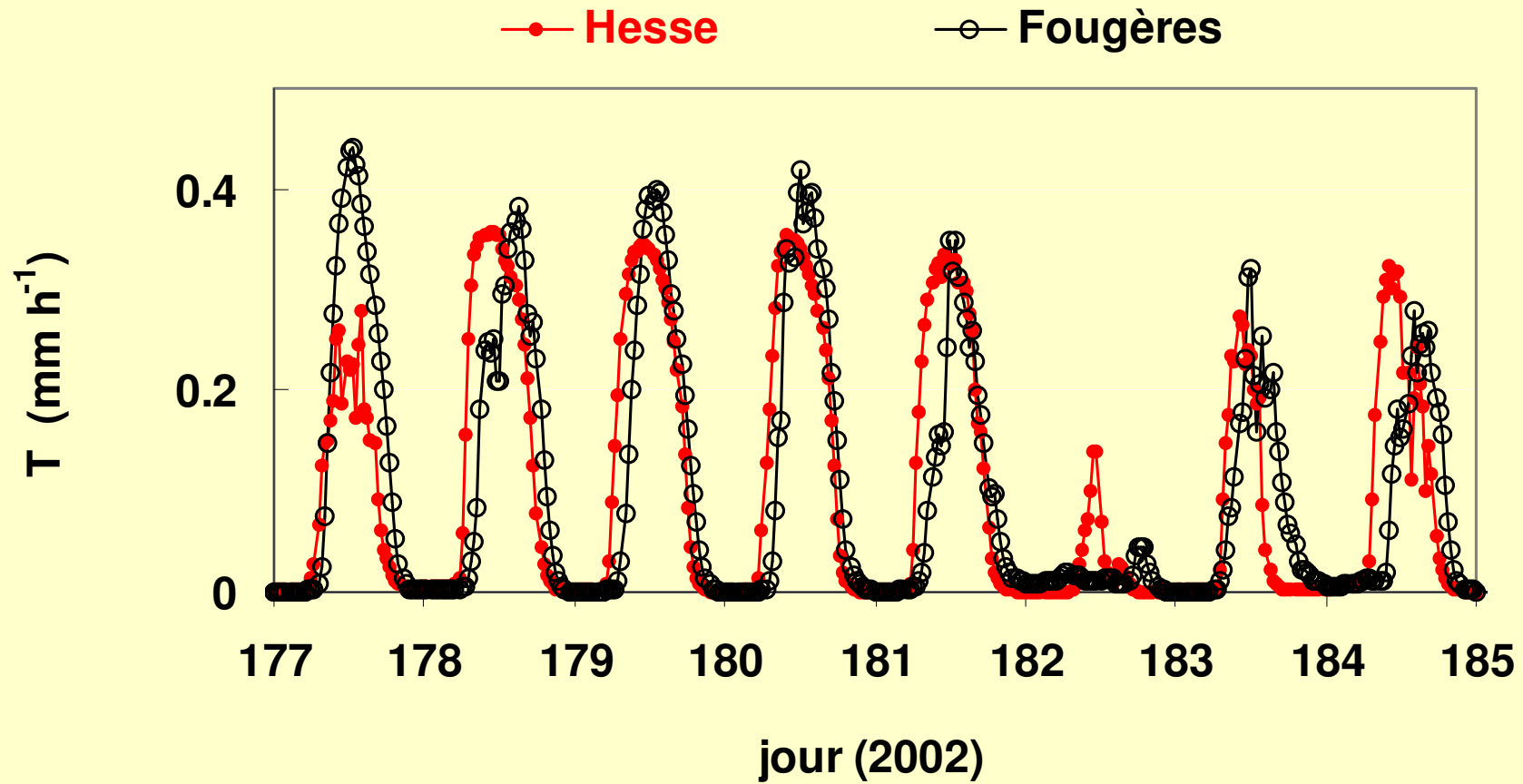
# Questions

- **quel est l'impact des différences de structure des deux peuplements sur leur bilan hydrique ?**

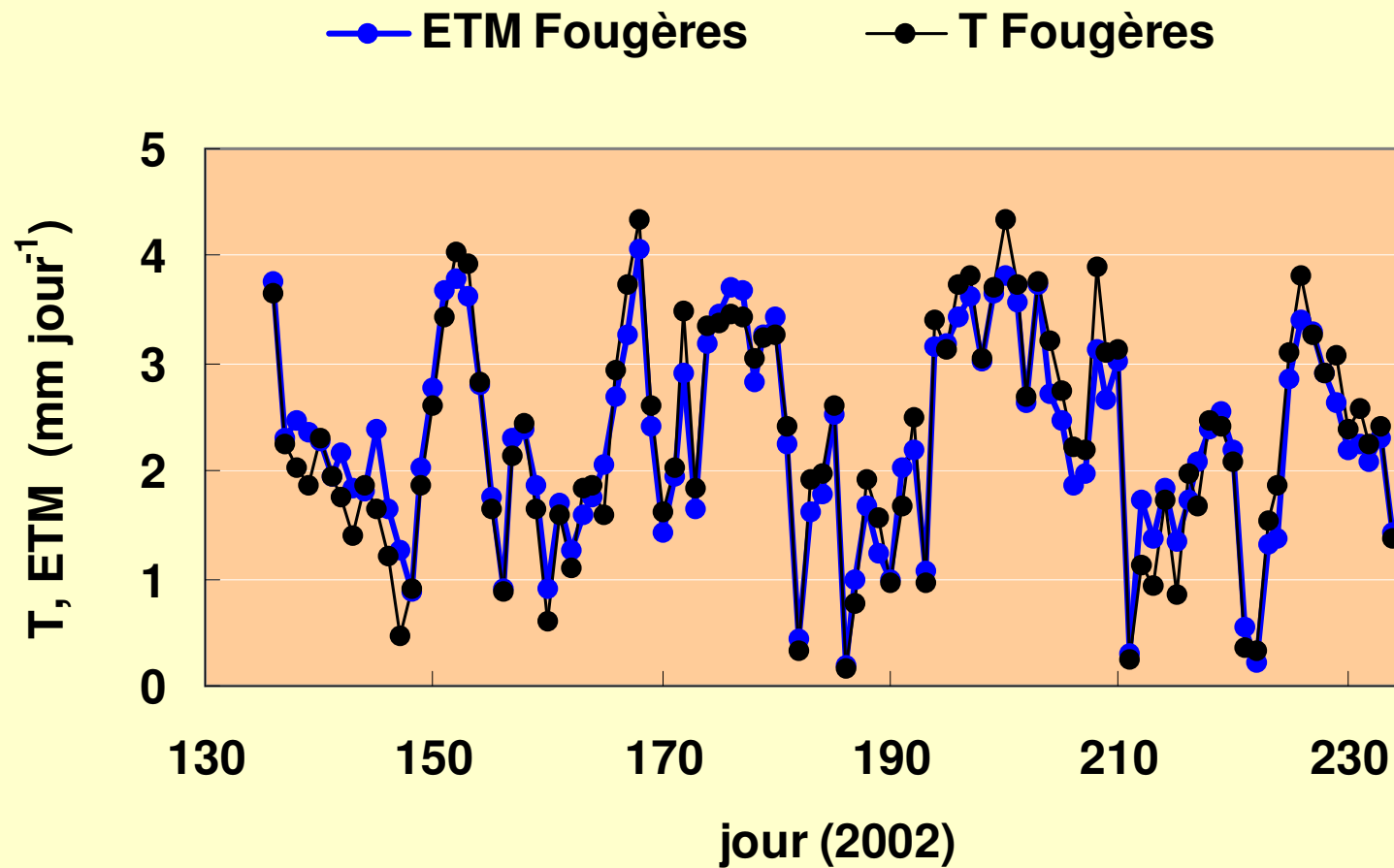
Les mesures de flux de sève réalisées sur des tiges de différents diamètres (Hesse n=10, Fougères n=7) sont situées dans une gamme similaire pour les arbres dominants.



... de même à l'échelle du peuplement:  
maximum 0.35-0.40 mm/heure

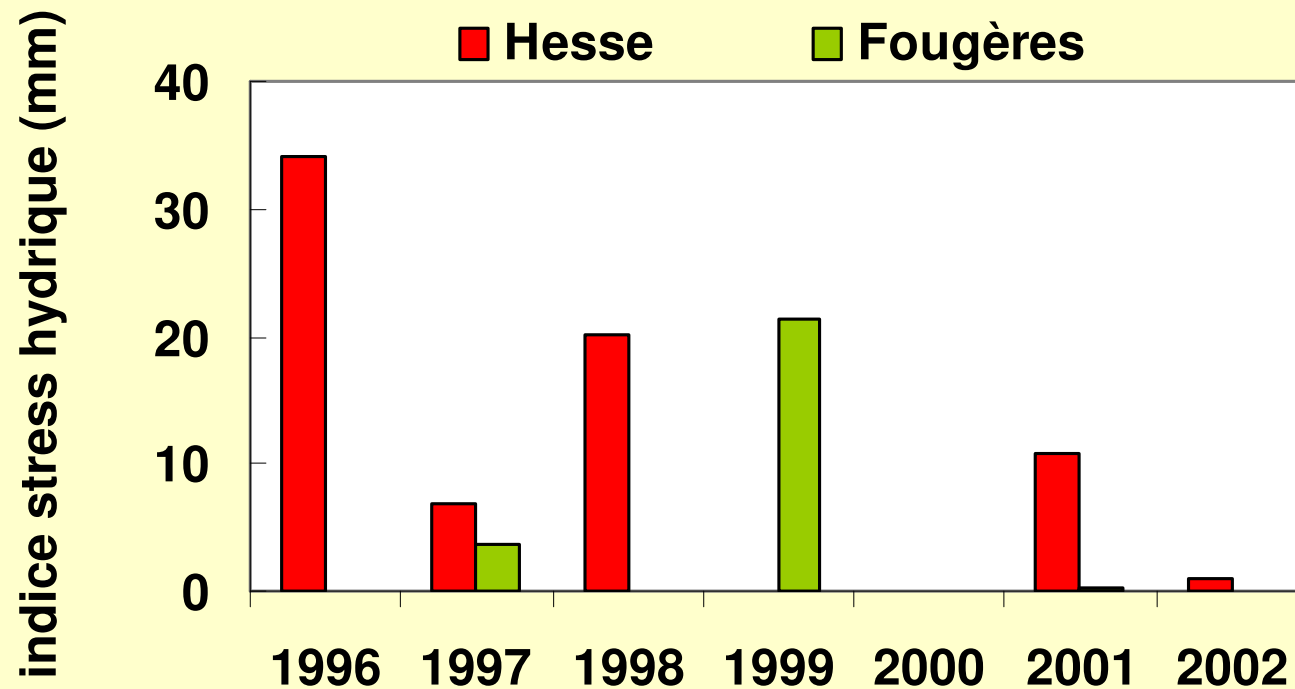


## Modèle de transpiration calibré à Hesse et appliqué à Fougères (ETM), comparé aux mesures (T)



Interception des précipitations : analyse en cours

## Conditions édaphiques : fréquence et intensité des stress hydriques au cours des 7 dernières années à Hesse et à Fougères



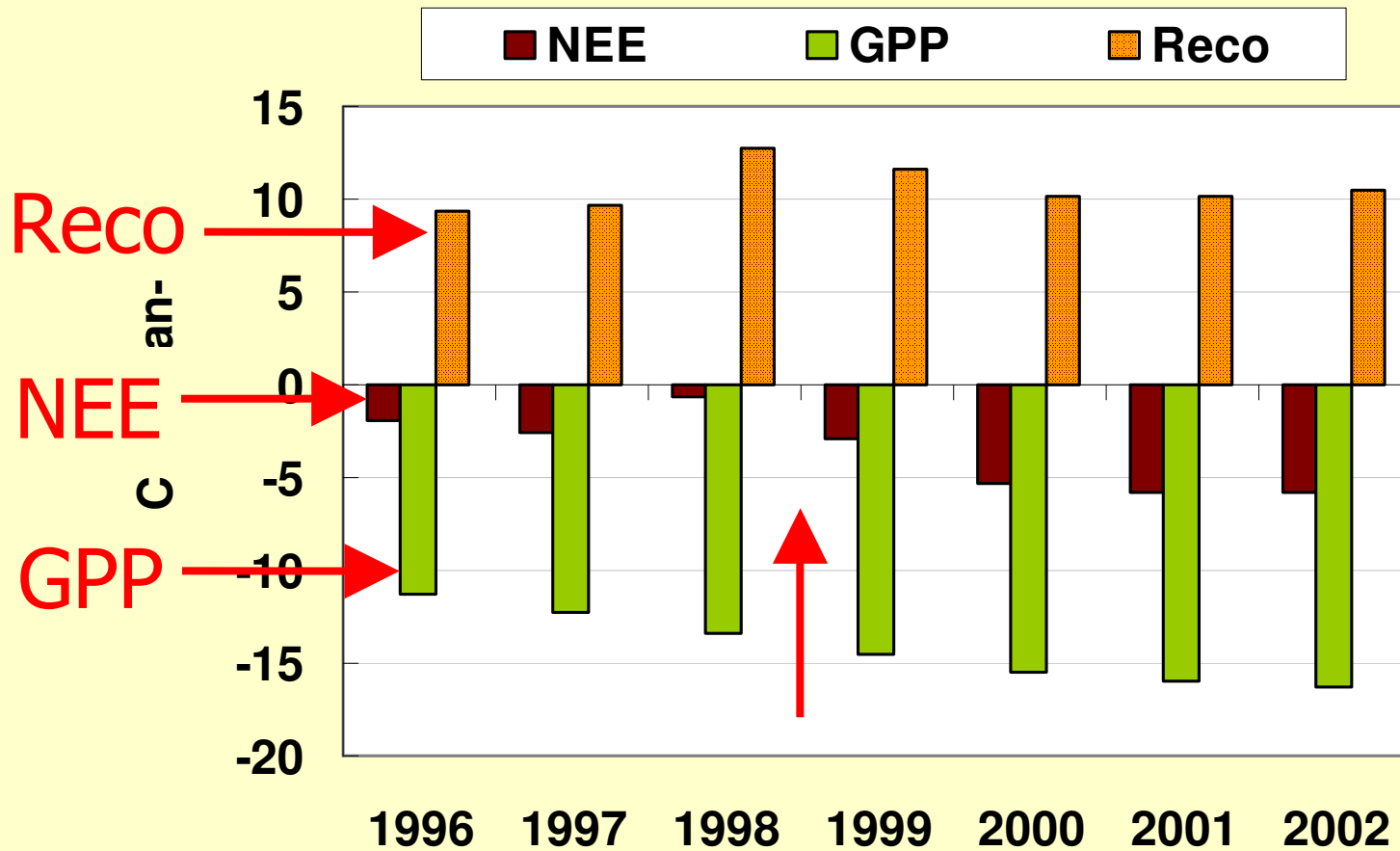
# **Bilan de carbone et croissance**

# Questions

- **quelles sont les composantes du bilan annuel de carbone (Hesse seulement)**
- **quelles sont ses variations inter-annuelles et leur déterminisme ?**

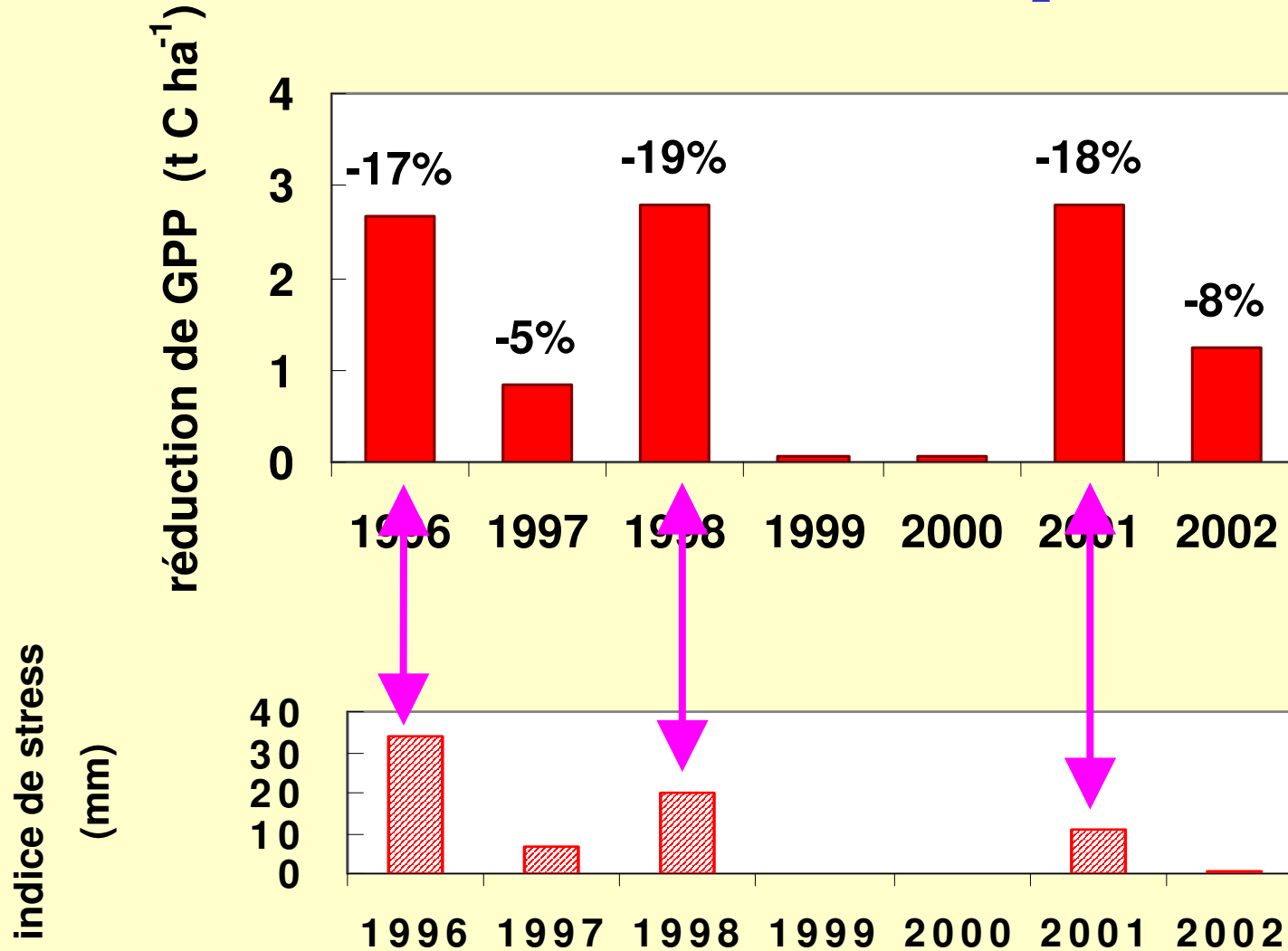
Le bilan net de carbone (NEE) résulte de la différence entre deux flux: l'assimilation photosynthétique (GPP) et la respiration de l'écosystème (Reco).

Ici, 7 années de mesures à Hesse. Flèche rouge: éclaircie

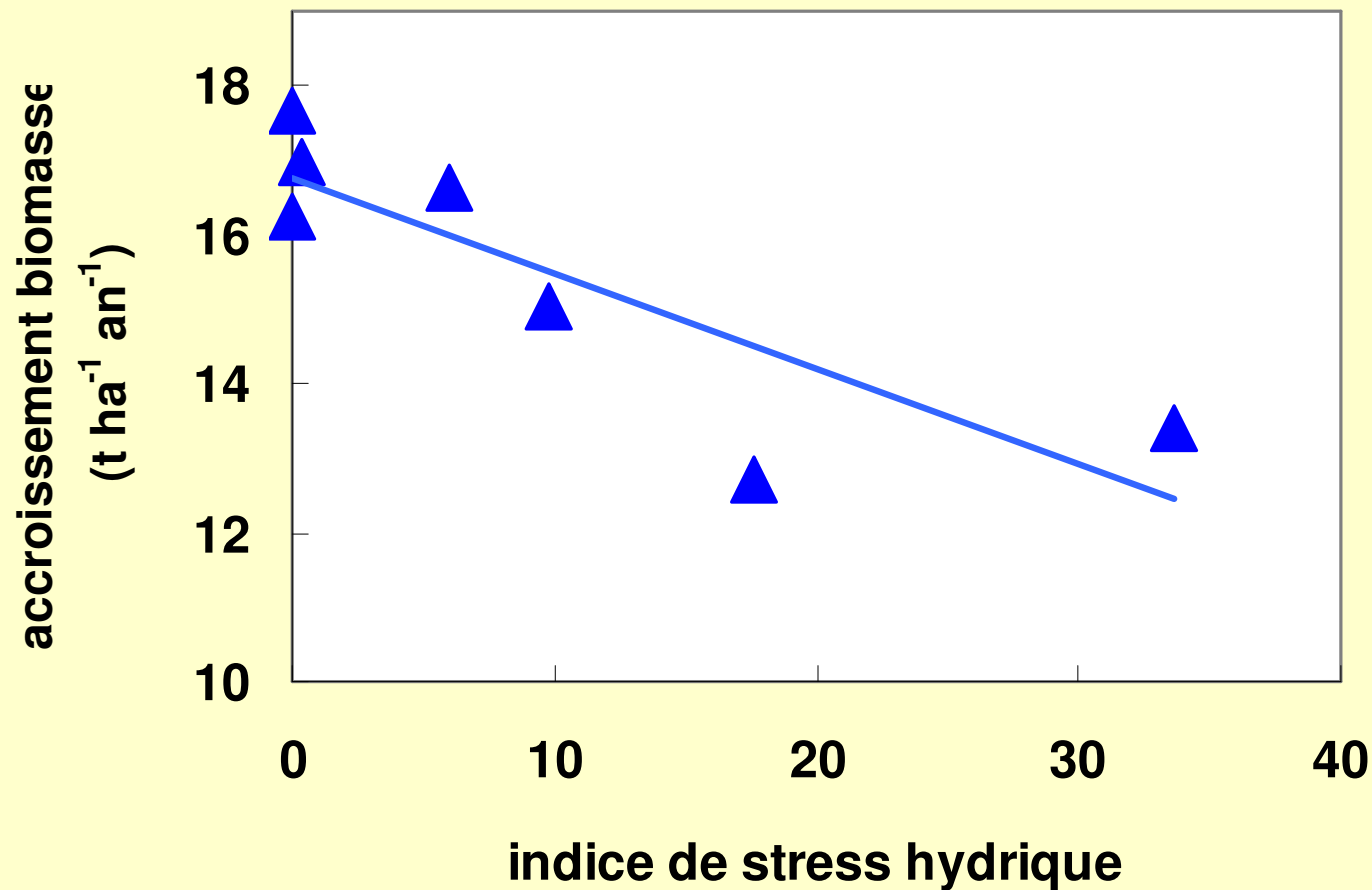




Effet des contraintes hydriques sur l'assimilation brute de carbone à Hesse. Utilisation d'un modèle « couvert » calibré sur les mesures de flux de CO<sub>2</sub>.



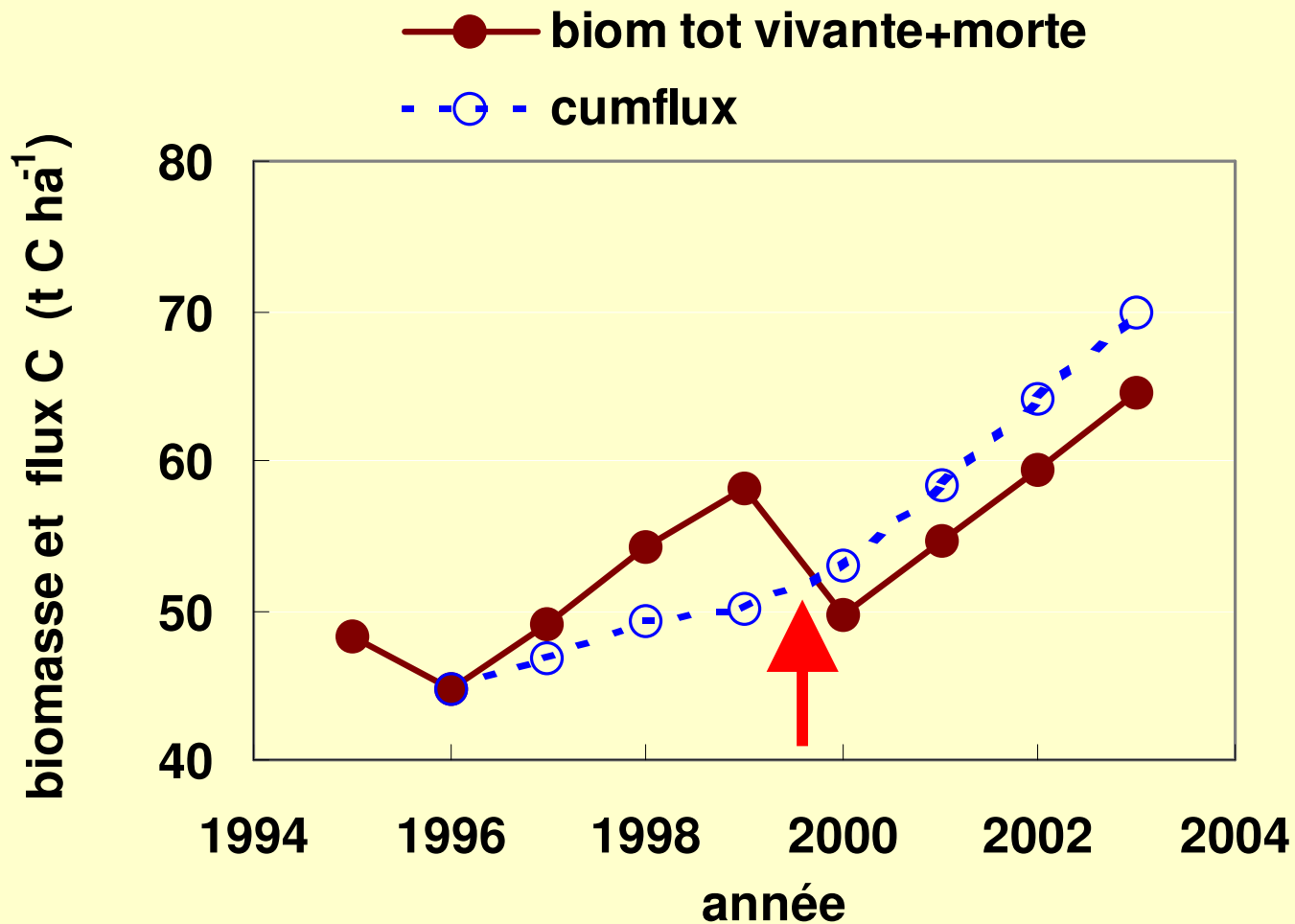
L'accroissement annuel total du peuplement dépend de façon très significative ( $r^2=0.72$ ) du stress hydrique subi pendant la saison de végétation (Hesse 1996-2002)



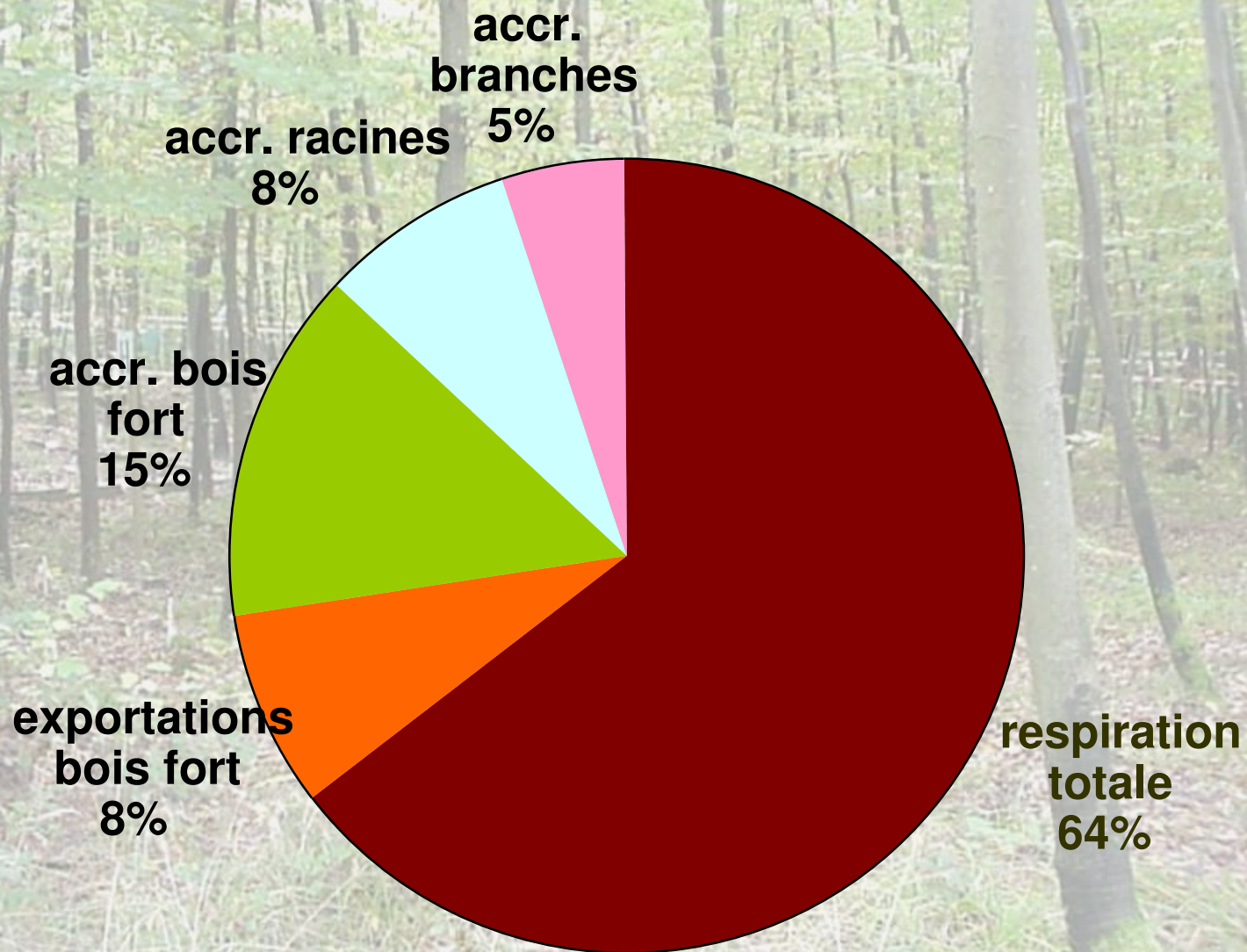
# Questions

- **quelles est la relation entre le bilan net de carbone et la croissance du peuplement ?**

Il y a une divergence entre l'augmentation de biomasse totale du peuplement et le flux net de carbone cumulé (Hesse 1996-2002)



## Devenir du carbone assimilé par le peuplement de Hesse. Estimation annuelle sur la période 1996-2002.



## Analyse statistique des variations inter-annuelles de l'assimilation brute GPP à Hesse (1996-2002)

GPP n=7	% variance expliquée
variable explicative :	
nombre de jours de stress	50.7
LAI	21.6
total	72.3

# Conclusion

- **fortes similitudes des fonctions du bilan hydrique... mais différences climatiques importantes entre les deux sites**
- **bilan de carbone vs. croissance: divergences parfois importantes**
- **accroissement annuel total vs. bois fort**
- **fertilité des stations :**
  1. **effet majeur des contraintes hydriques et du LAI sur les bilans d'eau et de carbone, donc la croissance**
  2. **effets de l'alimentation minérale et des dépôts azotés ?**





fin 2002	Fougères		Hesse
	avant éclaircie	après éclaircie	
age (ans)	31	31	36
densité (n/ha)	4260	1088	3144
surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	27.3	13.5	21.6
hauteur moyenne (m)	12.4		14.6
hauteur dominante (m)	14.8		17.9
circonférence moyenne (cm)	25	41	26
indice foliaire (LAI-2000)	8.2		8.2
biomasse (t MS/ha)	167	86	137
accroissement biomasse (t MS/ha/an)			
	15.2 (1996-2000)		8.9 (1996-1998)
	15.2 (2001-2002)		9.7 (1999-2002)
enlevé par éclaircie			
avant 1995			20 ?
en 1995			15.7
en 1999			29.1
en 2003		80	
total biomasse	167	167	202

## Analyse statistique des variations inter-annuelles de l'assimilation brute GPP à Hesse (1996-2002)

	coefficient	% variance expliquée
toutes les années (n=7)		
constante	-926	
Indice stress hydrique	10.3	43
LAI	-90.3	26
total		69

... ceci à cause des valeurs très proches de conductance du couvert pour la vapeur d'eau (**gc**) sur les deux parcelles

