

**Sensibilité au climat des hêtraies et des chênaies
du Réseau National de Suivi à Long Terme des Ecosystèmes Forestiers
(RENECOFOR)**

F. Lebourgeois

Réunion Réseau Cataneat
Anglet - 28 et 29 mars 2006

Nous remercions le service Météo-France pour l'aide quant à la sélection des stations météorologiques.

Sommaire

- **Matériel et méthodes**

 - Localisation des sites

 - Caractéristiques écologiques

 - Approche dendroécologique

 - Calcul du bilan hydrique



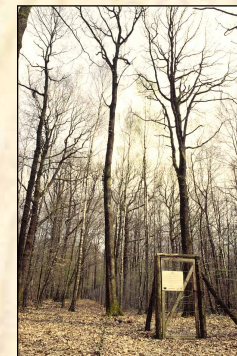
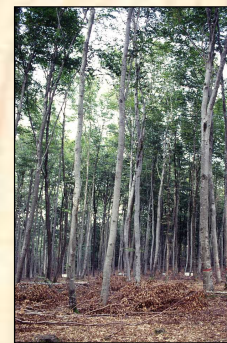
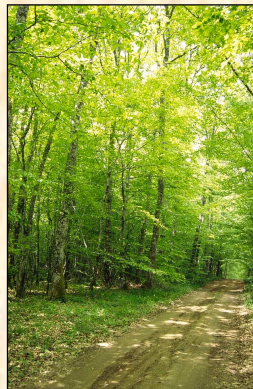
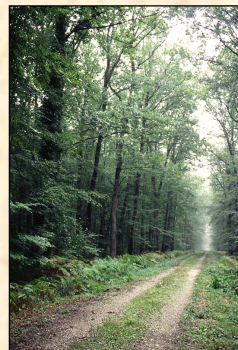
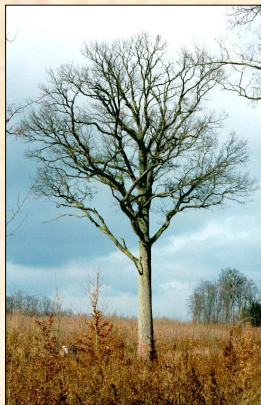
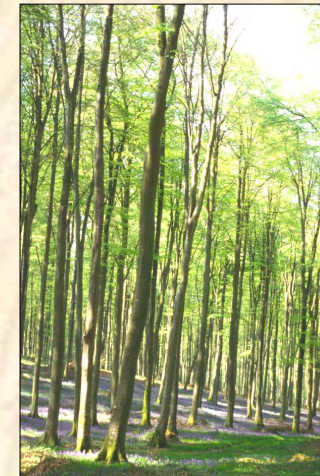
- **Réponse des peuplements aux extrêmes**

- **Réponse des peuplements au climat moyen**

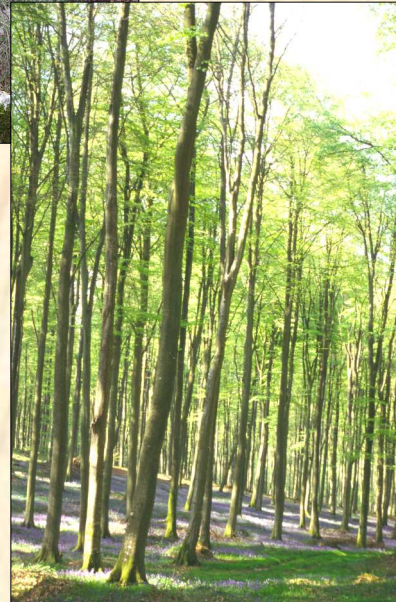
 - Les hêtraies

 - Les chênaies

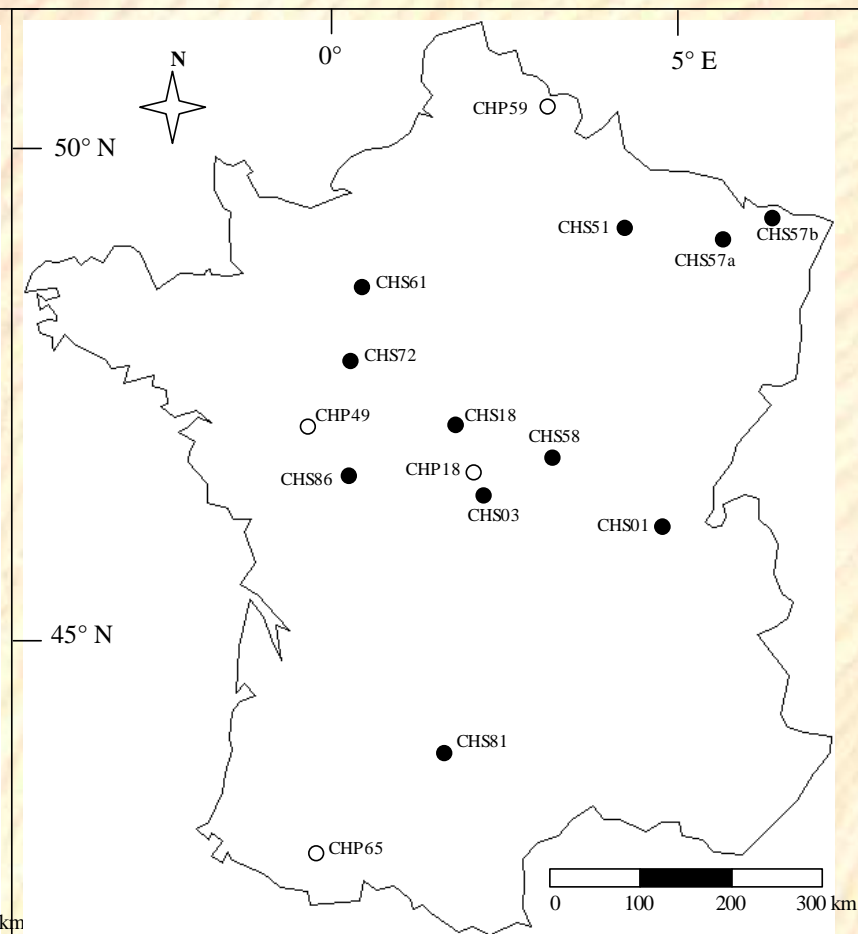
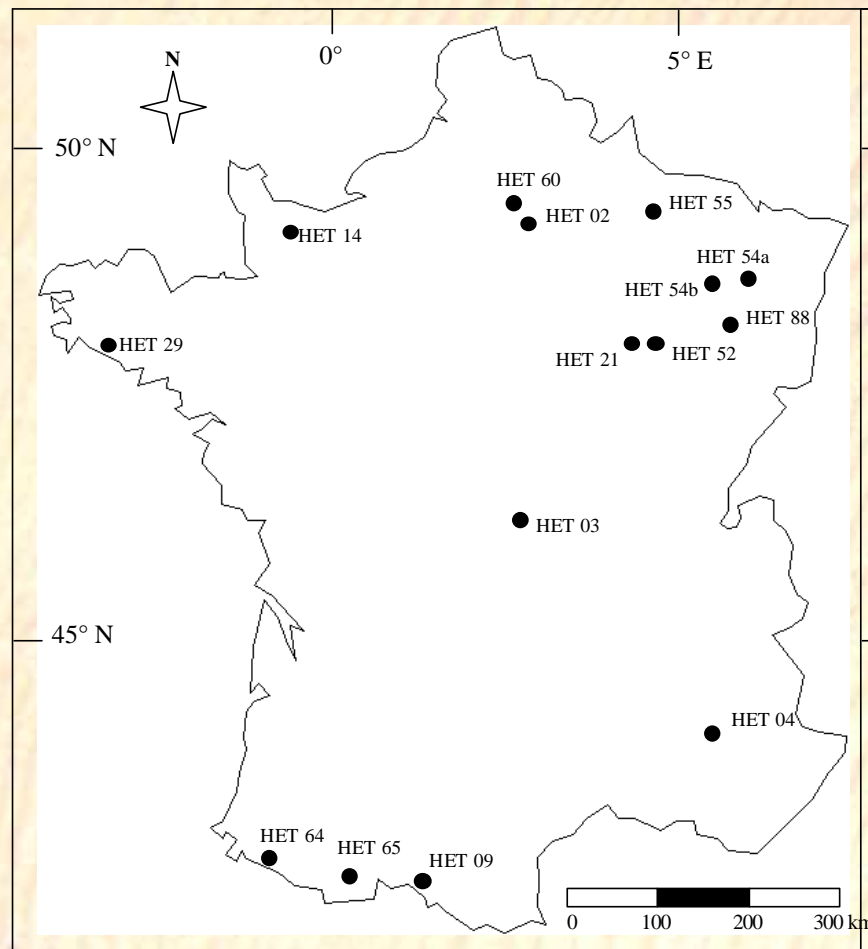
 - Comparaison et fonctionnement physiologique



Matériel et Méthodes



Localisation des 30 peuplements étudiés



15 HETRAIES

- 8 Nord-Est
- 2 Ouest
- 3 Pyrénées
- 2 Centre/Alpes



30 arbres/sites
450 arbres

15 CHENAIES (11 CHS - 4 CHP)

- 4 Nord-Est
- 9 Centre/Ouest
- 2 Sud

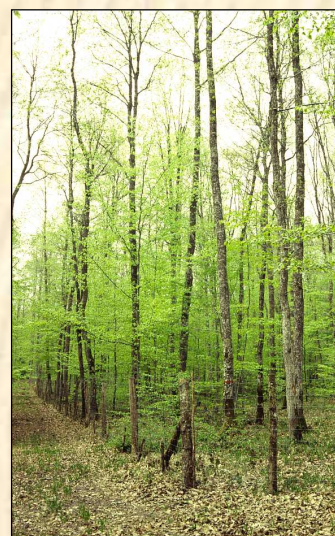


26 à 30 arbres/sites
443 arbres

Caractéristiques écologiques...

Data 1994-1995	HETRAIES		CHENAIES	
	Moy.	Gamme	Moy.	Gamme
Pente (%)	< 20%	0 à 50%	< 5%	0 à 18%
Altitude (m)	468	50 à 1300	223	57-370
Ht (m)	27,2	21,4-30,2	25,6	17,7-30,4
Dia (cm)	40,4	29-50	34,9	25-44
Age (ans)	93	54-160	85	54-139
Nb tiges/ha	364	201-764	335	190-574
LAI (m ² /m ²)	9	5,4-10,2	6,5	3,7-9,1
RUM (mm)	133	77-274	182	59-270

... et 25 stations météo



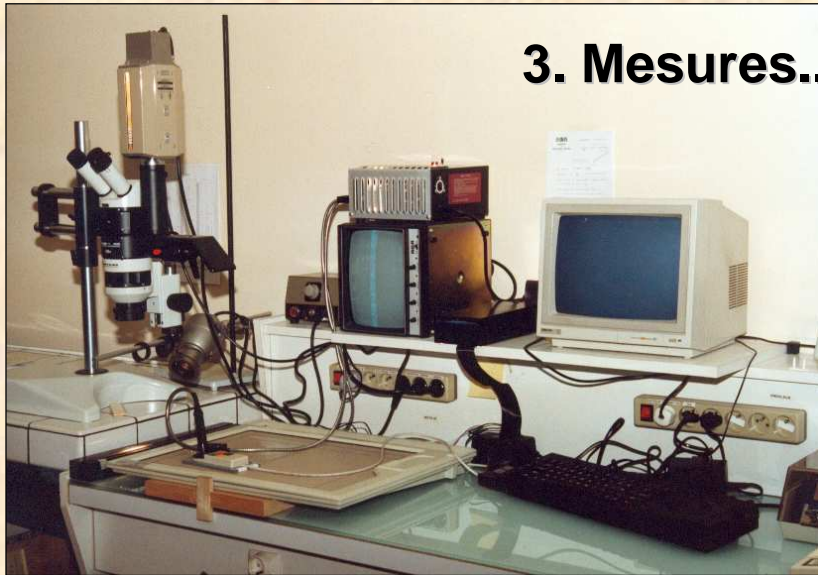
Approche dendroécologique...



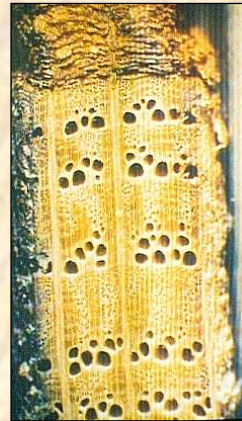
1. Carottage...



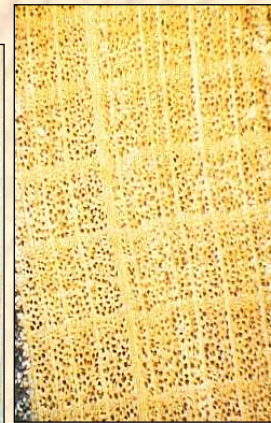
2. Préparation...



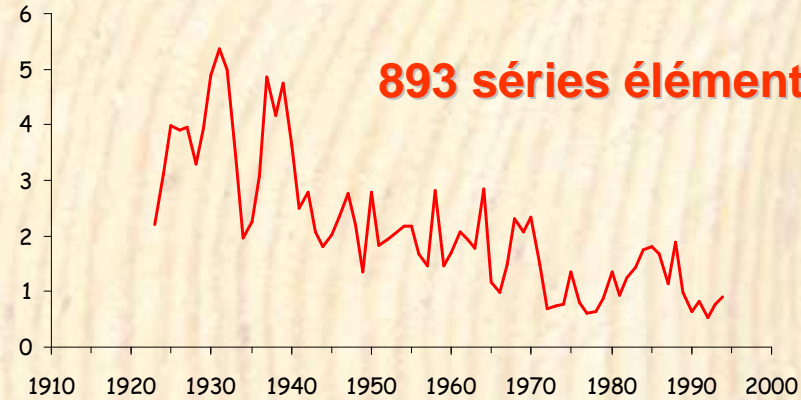
3. Mesures...



33 614 cernes



33 810 cernes



Approche dendroécologique...

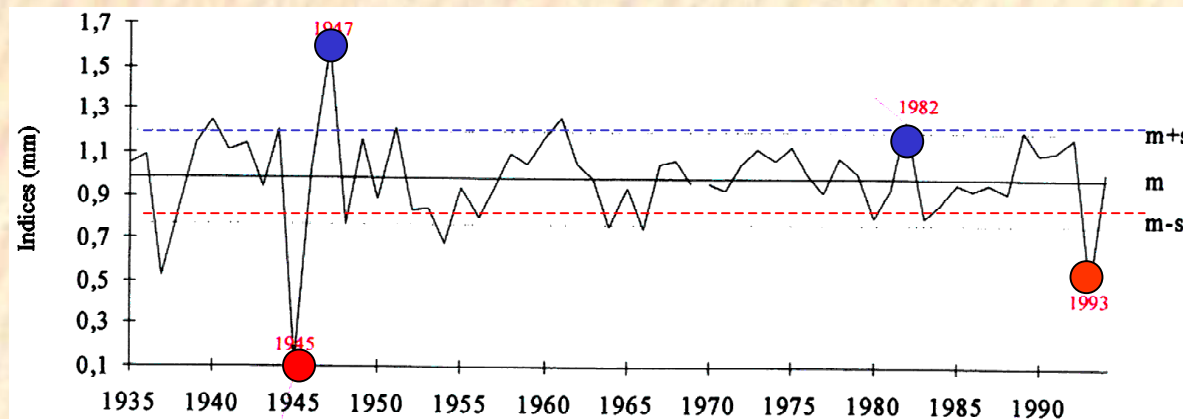
4. Interdatation des profils....

Vérifier l'agencement synchrone des cernes

=> **années caractéristiques**



=> croissance plus forte (**année positive**) ou moins forte (**année négative**) pour la majorité des arbres du peuplements



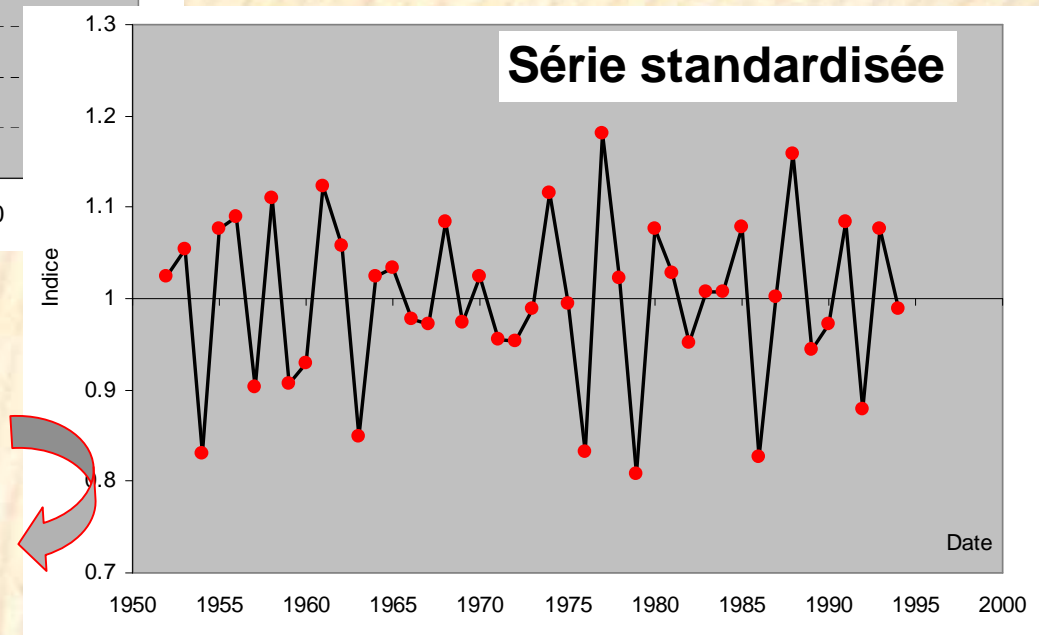
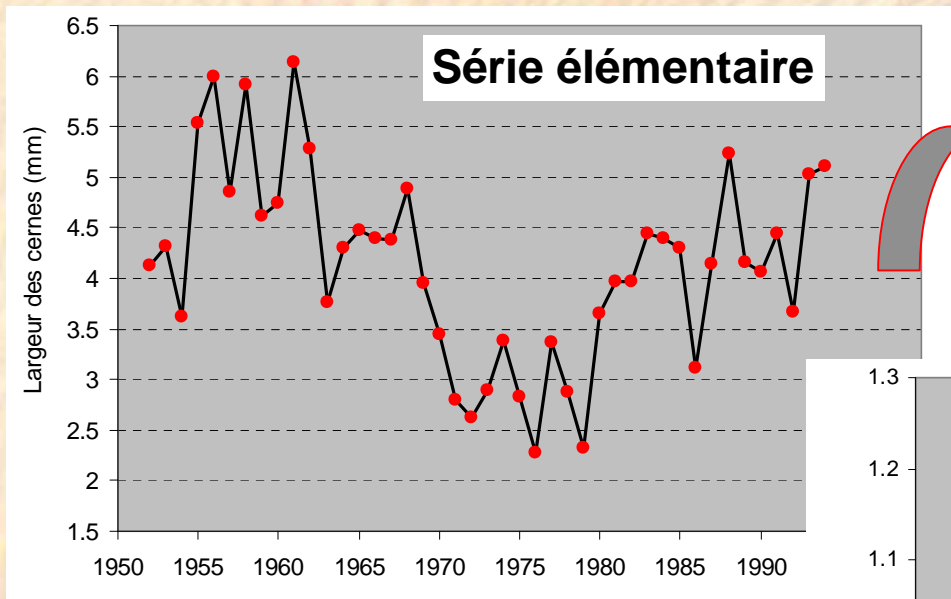
Années caractéristiques \Leftrightarrow réponse des arbres aux aléas climatiques extrêmes (froid, sécheresse)

Approche dendroécologique...

5. Standardisation des profils....

Élimination des signaux « non-climatiques »

=> ajustements mathématiques



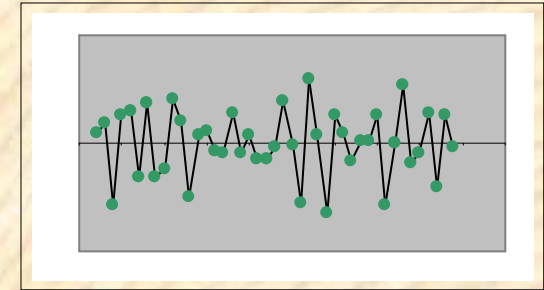
Par peuplement :
moyenne des séries
individuelles standardisées
=> Chronologie maîtresse

Au total : 30 chron. maîtresses

Approche dendroécologique...

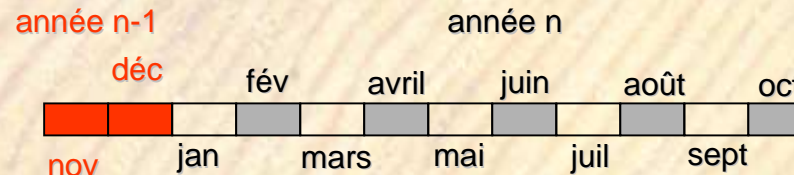
6. Analyse des corrélations entre les variations de croissance (Ic) et le climat

Organisation des données climatiques



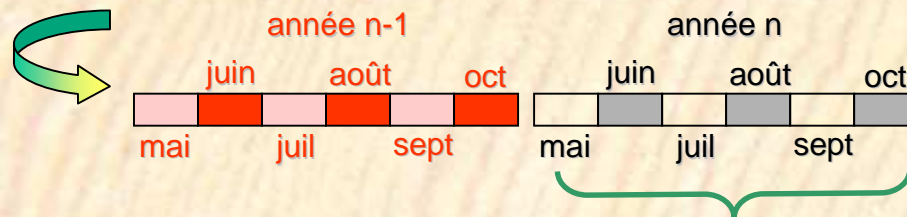
Données thermiques :

12 températures (Tmin ou Tmax)



Données bilan hydrique :

12 indices de sécheresse mensuels (BHM)



Indice annuel (Bha)



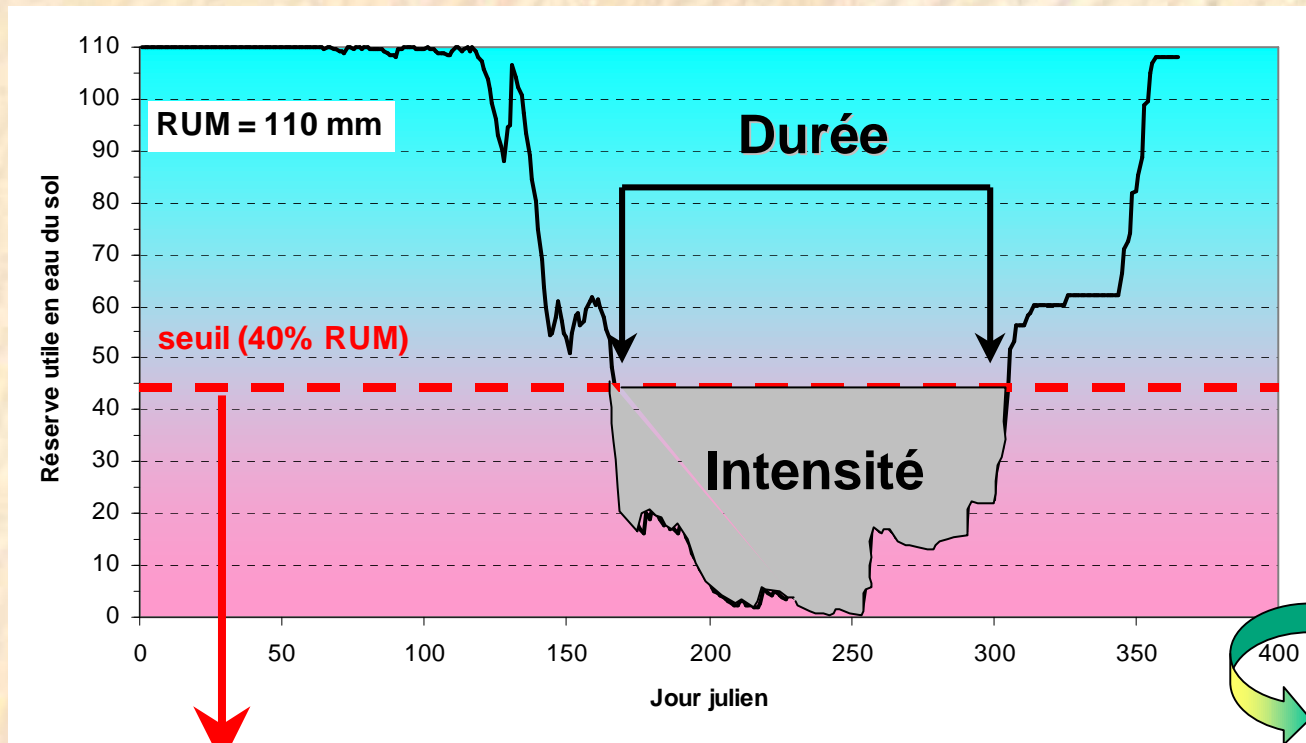
Calcul du bilan hydrique

Approche annuelle
Ic et Bha
(corrélations simples)

Approche mensuelle
Ic et 12 BHM/12Temp
*(fonctions de réponse ;
modèles climatiques)*

Approche dendroécologique...

Bilan hydrique journalier (Granier et al. 1999)

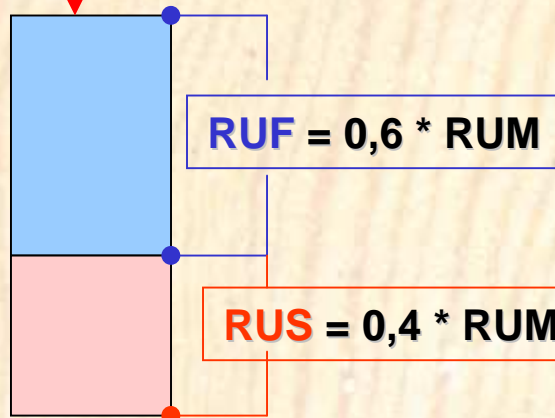


Variables d'entrée

- P, T, Dsat, Vent, Rg
- Long. Sais. Vég.
- LAI et RUM

Variables de sortie

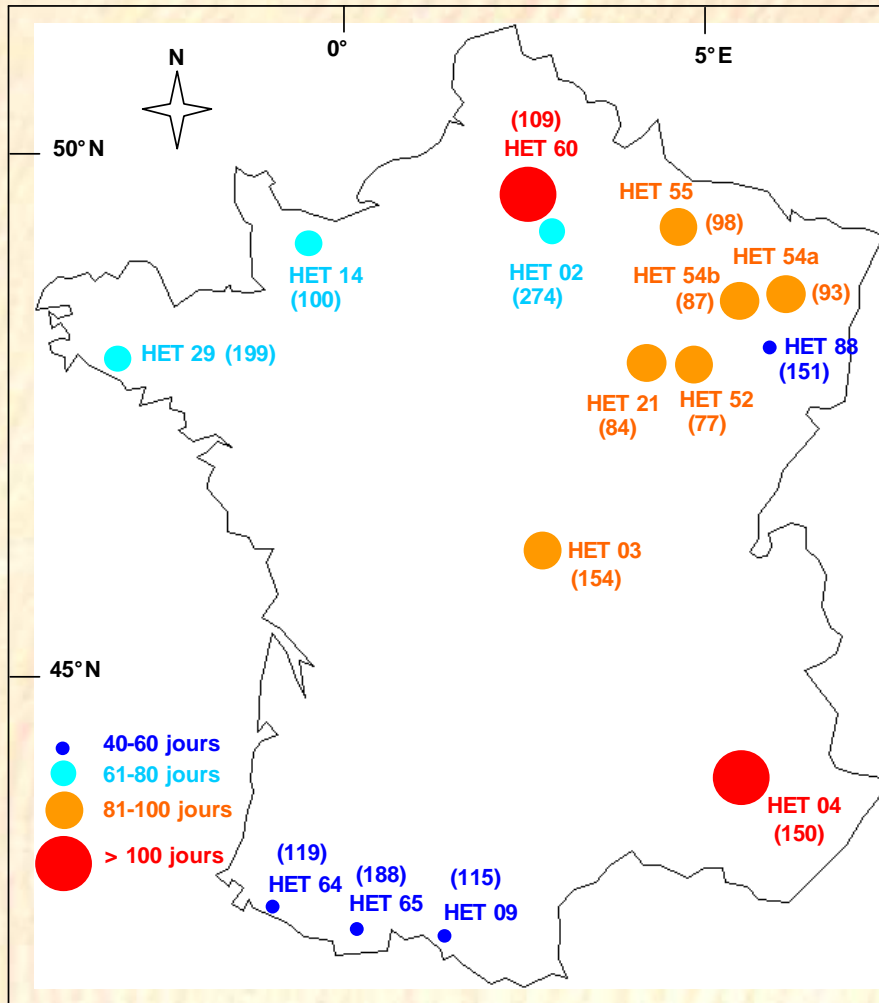
- durée
- intensité



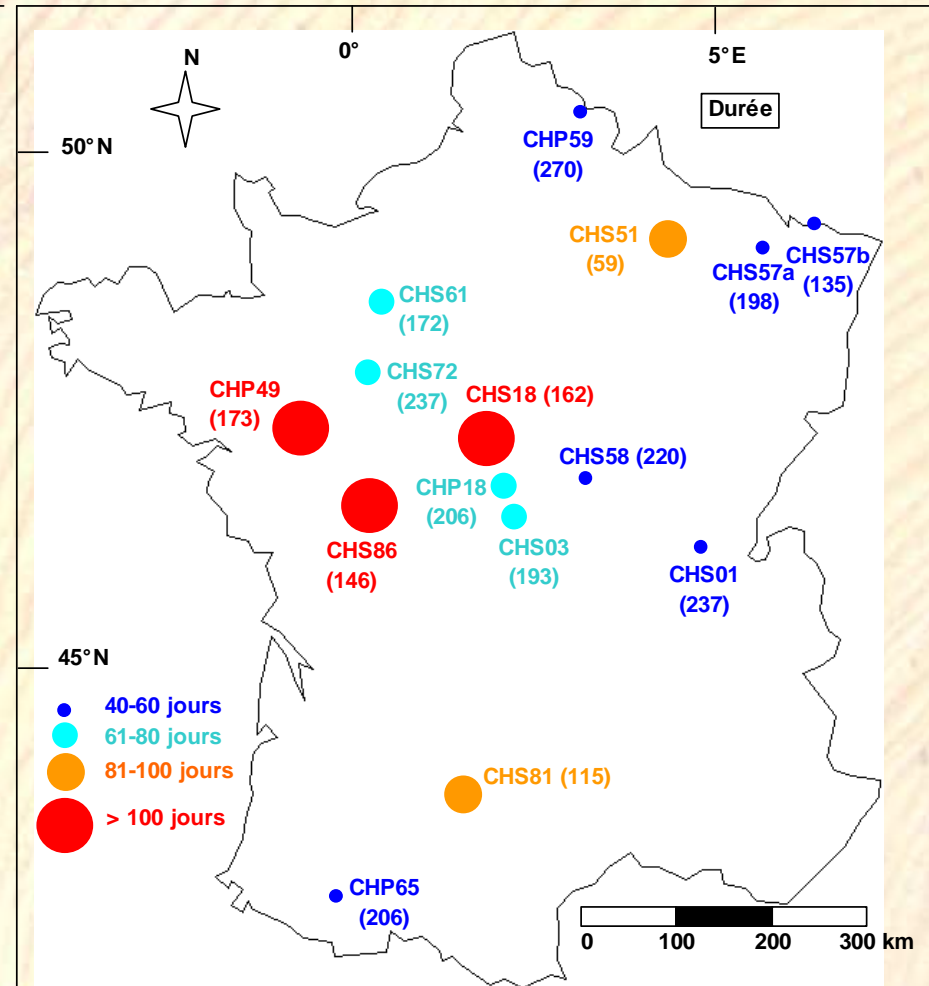
$$RUS = 0,4 * RUM$$

Arrêt transpiration... arrêt croissance

Durée moyenne de la sécheresse (1961-1990)



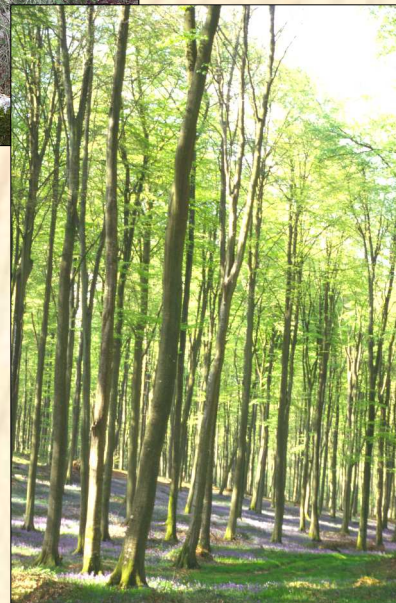
Hêtraies



Chênaies

Réponse des peuplements aux événements climatiques extrêmes

Analyse des années caractéristiques (1949-1994)



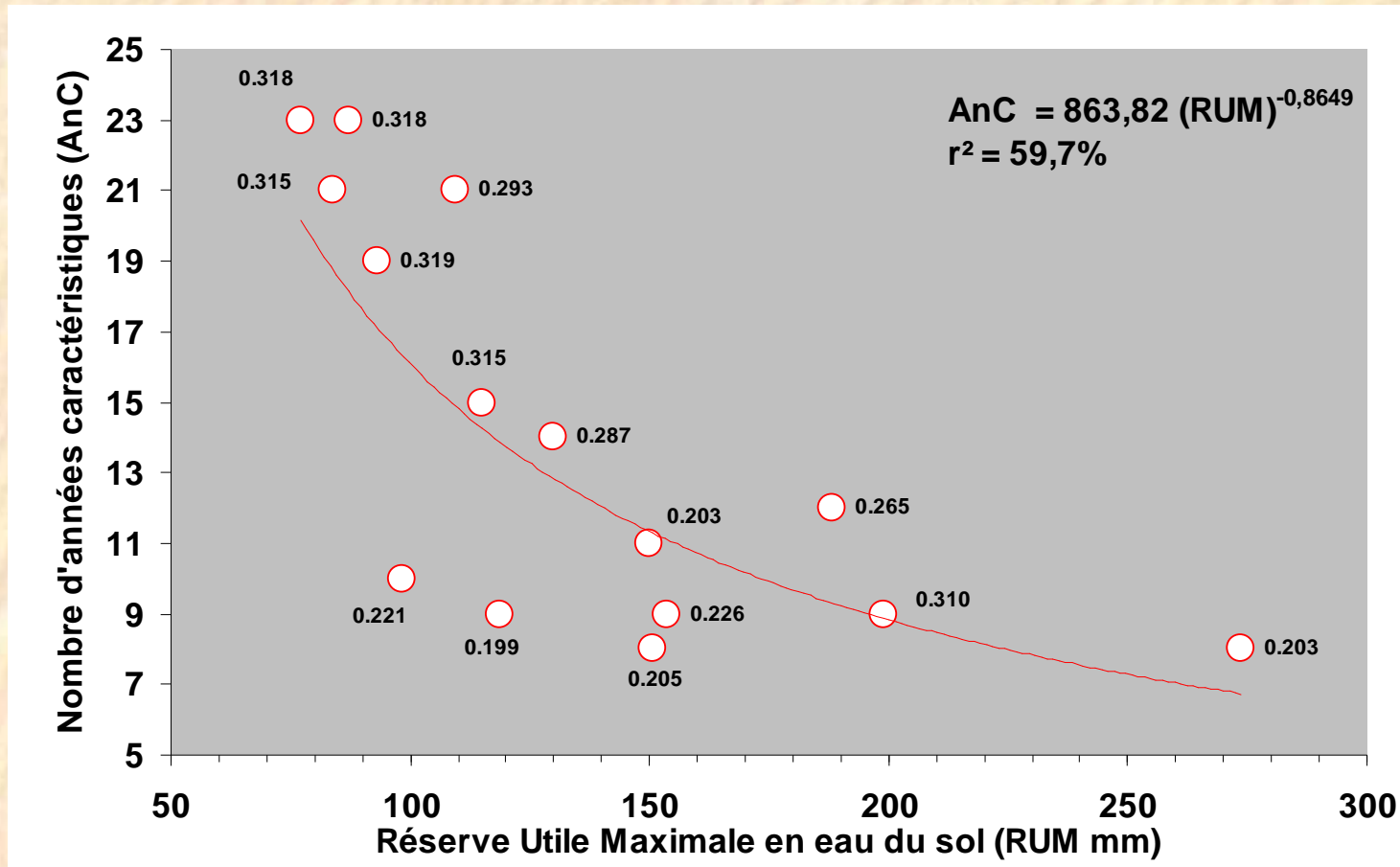
Années caractéristiques

Période 1949-1994 (46 ans)						
HETRAIES (n=15)				CHENAIES (n=15)		
Total	14 (30%)	8 à 23		13 (28%)	8 à 19	
pos.	8 (18%)	4 à 14	+53%	6 (13%)	4 à 10	+48%
nég.	6 (13%)	4 à 10	-33%	7 (15%)	4 à 11	-28%
Années les plus fréquentes (Obser. sur au moins 8 sites)						
	Nb.	(n) EcR(%)	(n) EcR(%)	Nb.	(n) EcR(%)	(n) EcR(%)
1952	9	(2) +90	(7) -31			
1958	9	(9) +64		12	(12) +59	
1959	9		(9) -35			
1972				9	(1) +41	(8) -23
1976	12		(12) -43	12		(12) -31
1977	12	(12) +62				
1982				8	(7) +57	(1) -25
1989		(1) +60	(9) -34	8		(8) -25

- En moyenne, 3 années particulières par décennie
- 1958, 1976 et 1989 : années communes
- Variations plus marquées pour le hêtre
- Variations plus marquées pour CHP / CHS

Importance de la Réserve Utile en eau du sol...

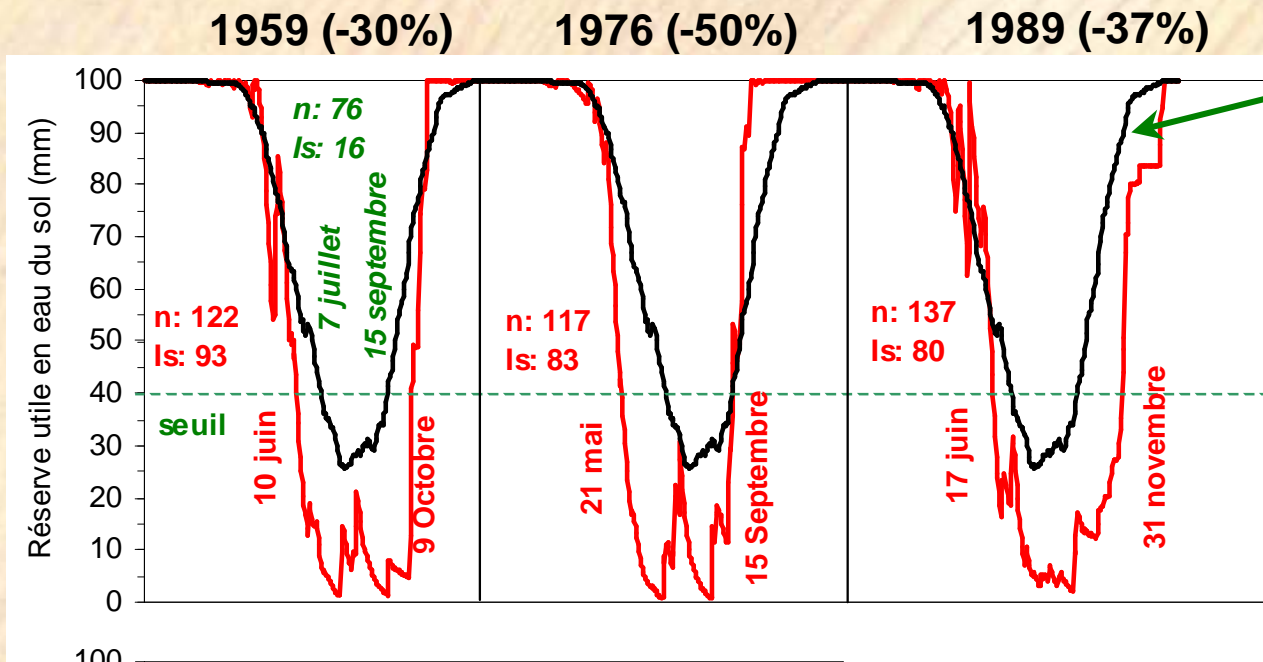
Cas des Hêtraies



**RUM < 100 mm... forte variation interannuelle...
4 à 5 années caractéristiques par décennie**

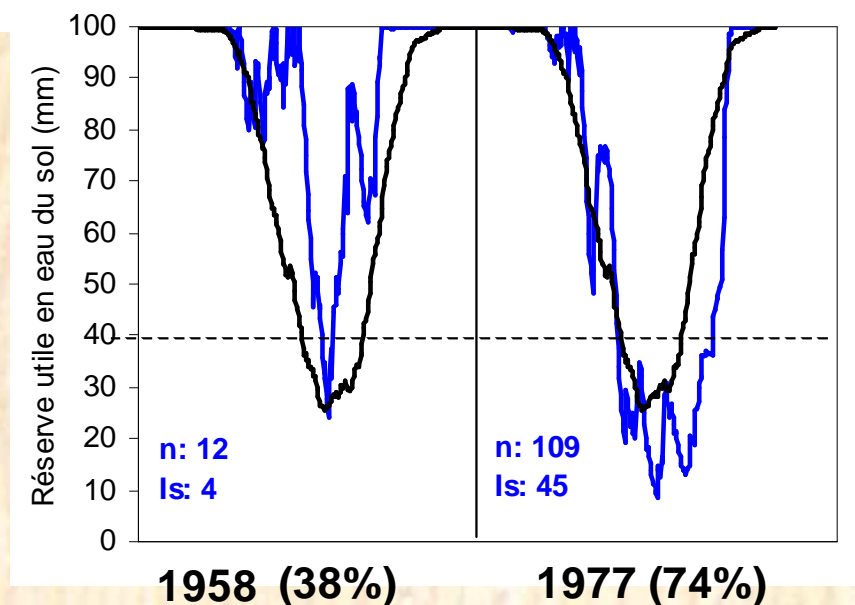
Importance du bilan hydrique...

Années à faible croissance



Moyenne 1961-1990

Années à forte croissance



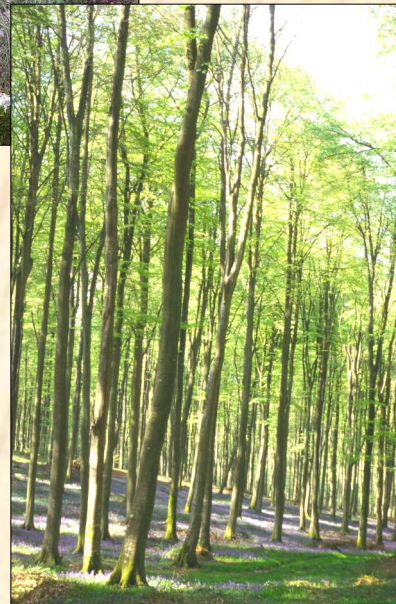
1959, 1976, 1989... Sécheresse au moins 2 à 3 fois > normale

1958, 1977... Absence de sécheresse

Forêt de Cérisy
HET 14
RUM = 100 mm

Réponse des peuplements au climat moyen

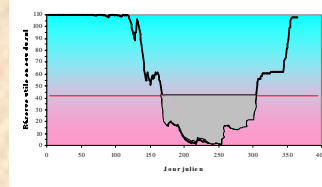
Corrélations et fonctions de réponse (1949-1994)



Relation croissance et sécheresse annuelle

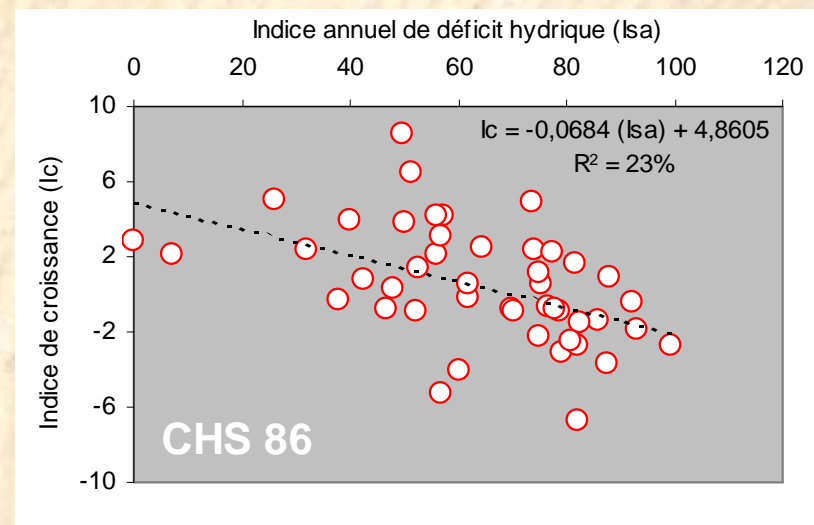
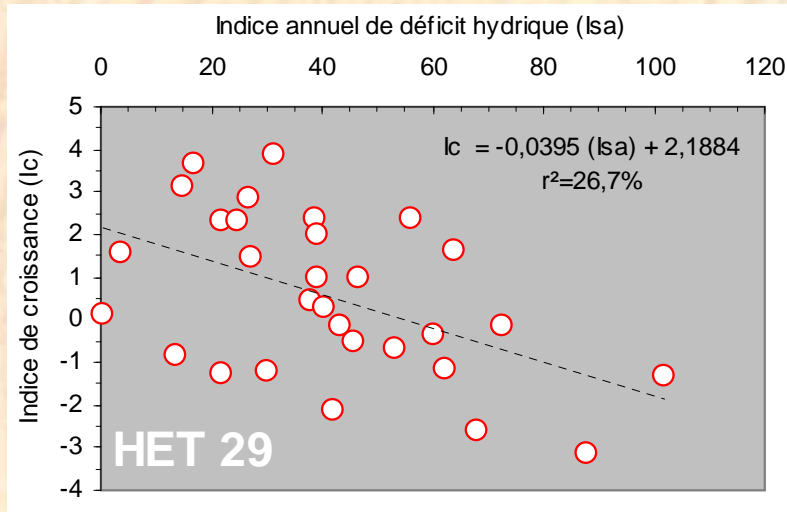
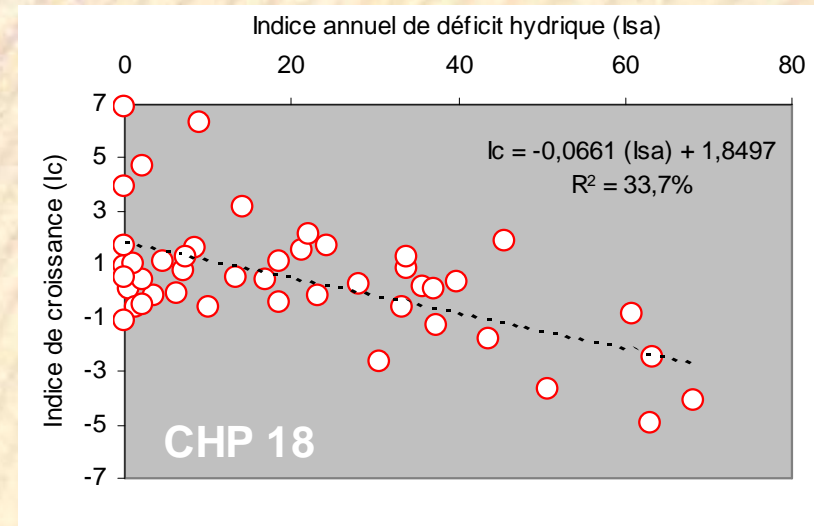
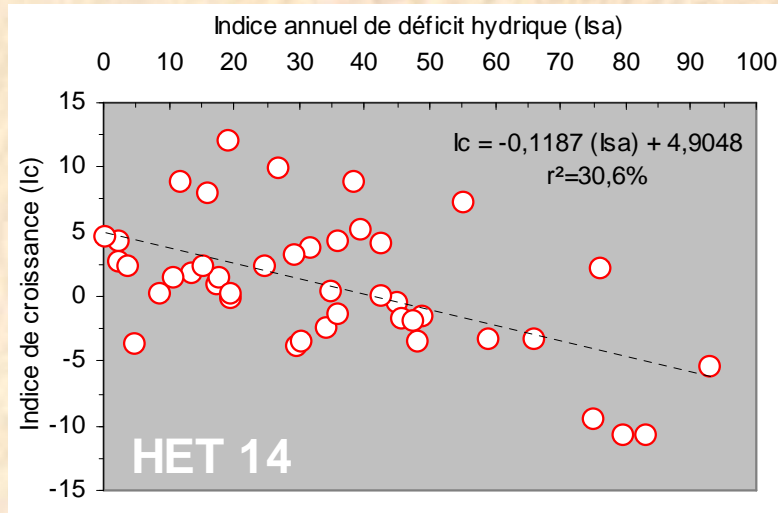
Hêtraies (13 sur 15)

$R^2 = 8 \text{ à } 31\%$ (moy: 17%)



Chênaies (10 sur 15)

$R^2 = 9 \text{ à } 34\%$ (moy: 17%)

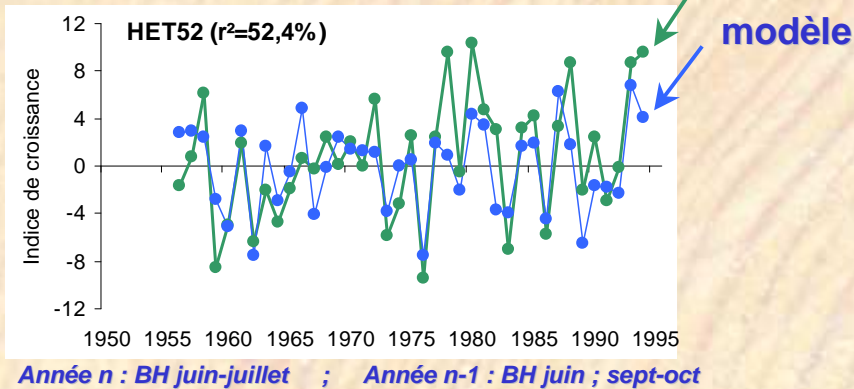


sauf hêtraies altitudes 65 et 09

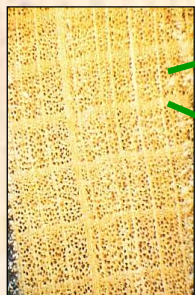
Sauf s57b, s61, p49, p59, p65

Relation croissance et données mensuelles (12Bh / 12Tmin ou 12 Bh /12Tmax)

Hêtraies



- 1) 2 à 4 variables par modèle
- 2) Taux d'explication : 16 à 57% (moy: 34%)
- 3) Rôle clé du bilan hydrique juin (juillet)
=> 22 à 36 (moy: 27%)
- 4) Rôle secondaire de la température

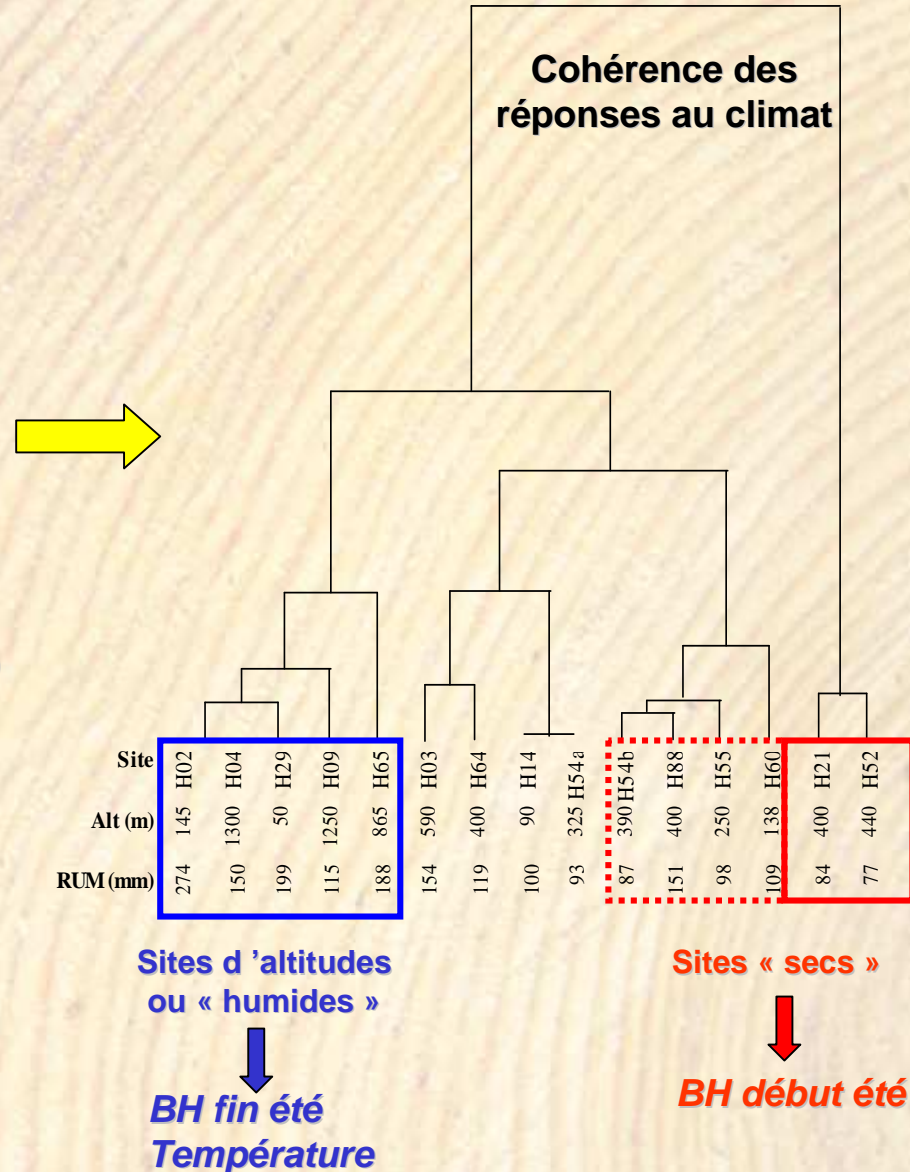


Bois initial (idem cerne total)

- 26% à 58% (moy: 39%)
- ↓ BH juin/juillet

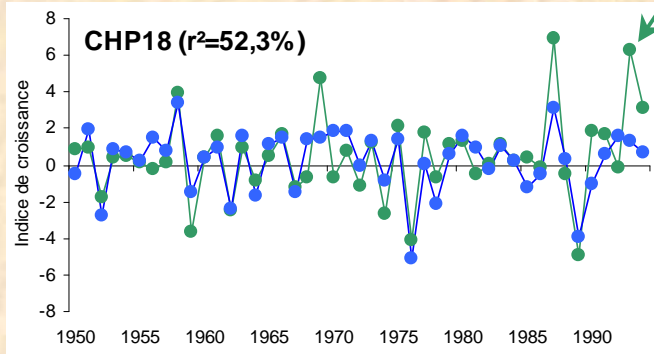
Bois final

- 9% à 67% (moy: 30%)
- ↑ Tmin août/sept



Relation croissance et données mensuelles (12Bh / 12Tmin ou 12 Bh /12Tmax)

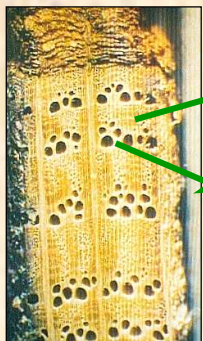
Chênaies



Année n : BH juillet à oct. (-) ; Tmin déc et Tmin avril (+)



- 1) 3 à 6 variables par modèle
- 2) Taux d'explication : 7 à 52% (moy: 29%)
- 3) Pas de facteurs communs forts
 - ↓ BH juillet pour 8 sites : 10 à 29% : moy = 19%
 - ↓ BH août pour 5 sites
 - ↓ BH octobre n-1 pour 6 sites
 - ↑ Tmin déc n-1 pour 7 sites



Bois final (idem cerne total)

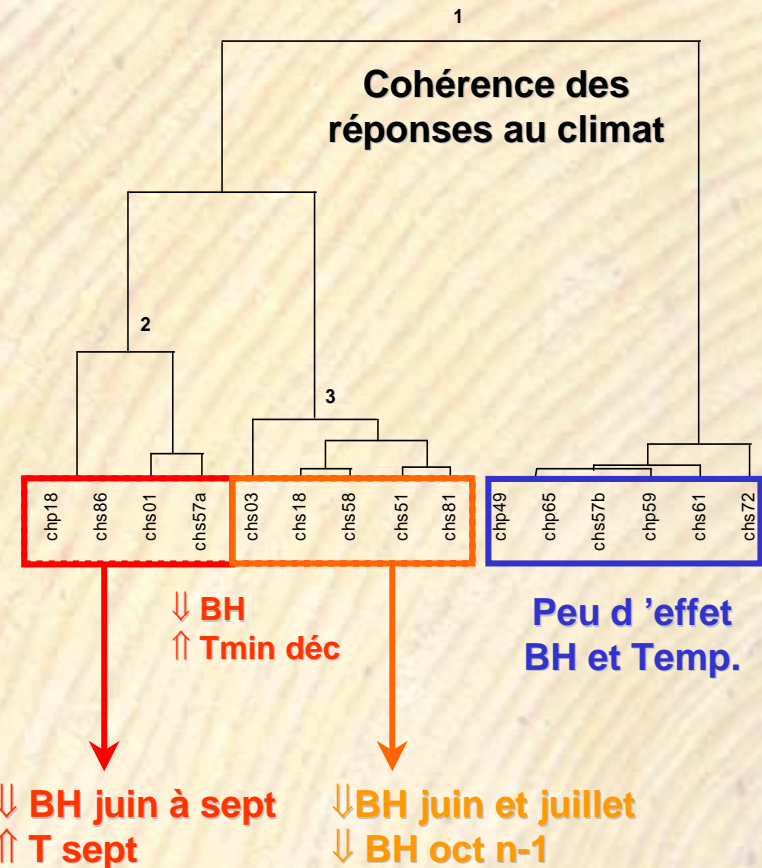
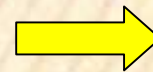
8% à 44% (moy: 30%)

↓ BH juillet (21%)

Bois initial

• 7% à 41% (moy: 19%)

↑ BH estivale n-1 et Tmin jun-juillet n



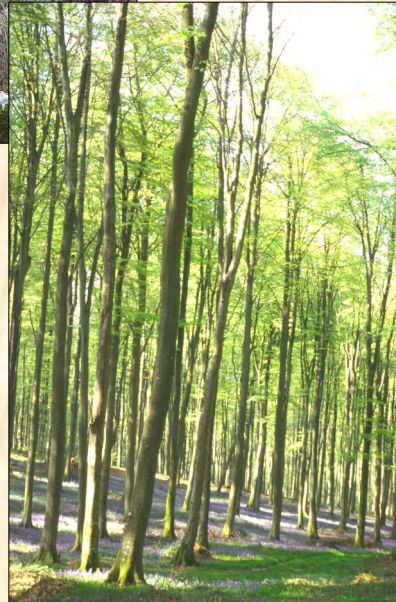
↓ BH juin à sept
↑ T sept

↓ BH juin et juillet
↓ BH oct n-1

Peu d'effet
BH et Temp.

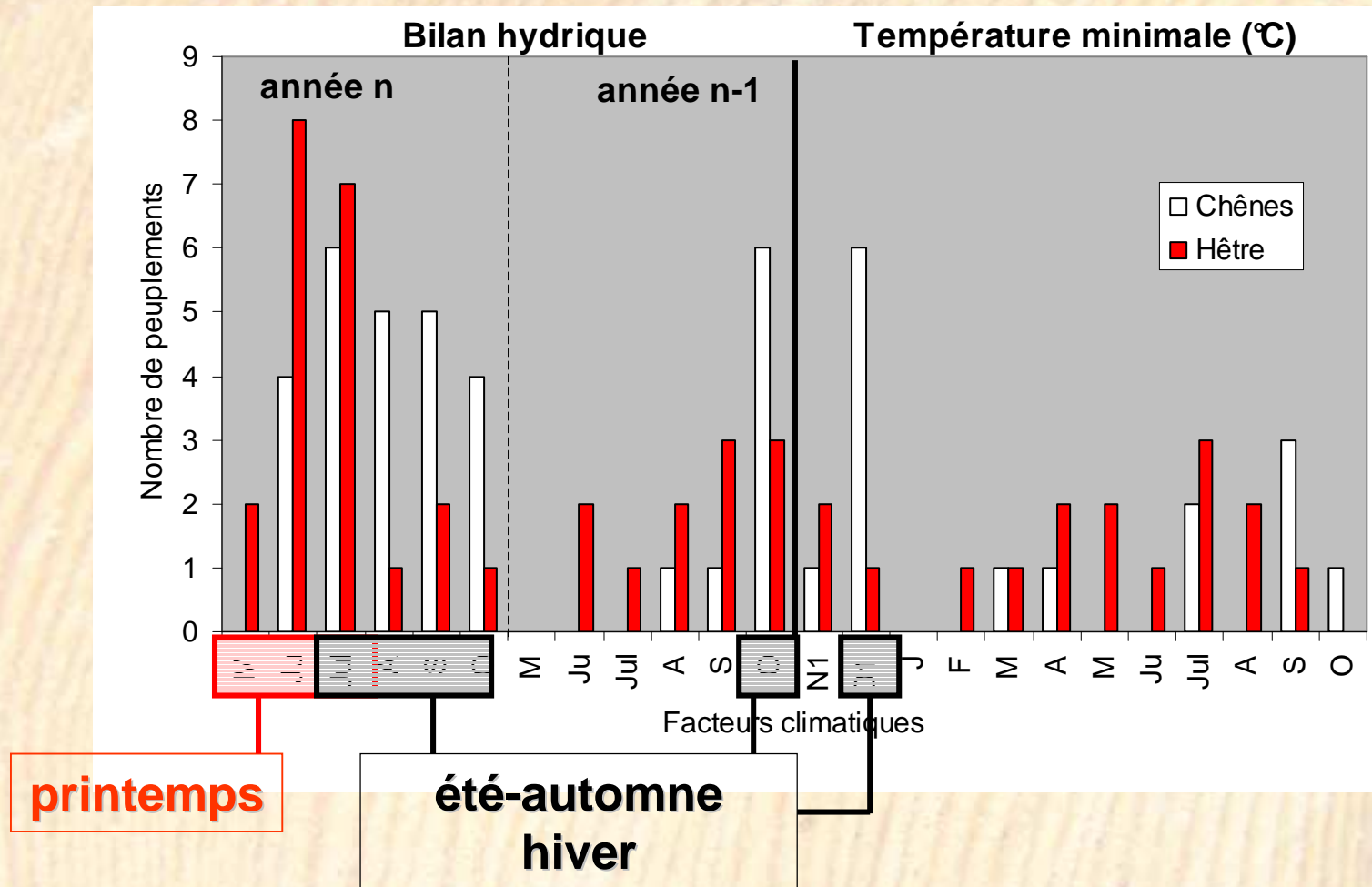
Conclusions....

Comparaison Hêtre et Chênes



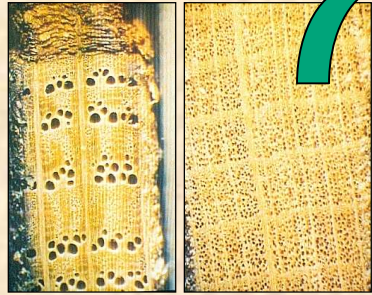
Comparaison Hêtre et Chênes

Pour les deux espèces , le bilan hydrique joue un rôle central....
Croissance extrême (1976, 1989...) et moyenne (1949-1994)



Comparaison Hêtre et Chênes... quelques explications physiologiques

=> Sensibilité embolie hivernale



BI sensible BI insensible

- Vaisseaux fonctionnels
- Réactivation au printemps peu dépendante des réserves carbonées stockées en fin de saison



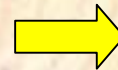
rôle central de BH juin pas arrière-effets



- Synchronisme début croissance et feuillaison au printemps
- Fin juin : 30 à 70% de la croissance est terminée
- Arrêt croissance fin août / mi-sept.



- Vaisseaux non fonctionnels
- Réactivation au printemps très dépendante des réserves carbonées stockées en fin de saison => reconstitution de l'intégrité du système conducteur => BI mis en place avant feuilles



rôle des conditions automne n-1 rôle température d'hiver



- Croissance aérienne ... vagues successives
=> transpiration, photosynthèse
=> croissance radiale

rôle des déficits en été



Merci de votre attention !



- **LEBOURGEOIS F., 1999.** Analyse du bilan hydrique et de la croissance des arbres dans le RENECOFOR, Rapport scientifique final, Union Européenne, DG VI, projet n°9760FR0030, INRA –CEE – Unité d'Ecophysiologie Forestière, 72 pages.
- **LEBOURGEOIS F., BRÉDA N., ULRICH E., GRANIER A., 2005.** Climate-tree-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). **Trees**, 19 (4), 385-401.
- **LEBOURGEOIS F., 2005.** Approche dendroécologique de la sensibilité du hêtre (*Fagus sylvatica* L.) au climat en France et en Europe. **Revue Forestière Française**, 57 (1), 33-50.
- **LEBOURGEOIS F., 2006.** Sensibilité au climat des chênes sessile (*Q. petraea*) et pédonculé (*Q. robur*) dans le réseau RENECOFOR. Comparaison avec les hêtraies. **Revue Forestière Française**, (à paraître).
- **LEBOURGEOIS F., BRÉDA N., ULRICH E., GRANIER A.,** The climatic signal in *Quercus petraea* and *Quercus robur* tree-ring chronologies from the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). En préparation (*Trees*)