Ramification, croissances primaire et secondaire mesurés par tomographie à rayons X.

Le sapin pectiné,
espèce tolérante à l'ombrage,
pourrait-il servir d'espèce indicatrice des conditions de croissance passée ?

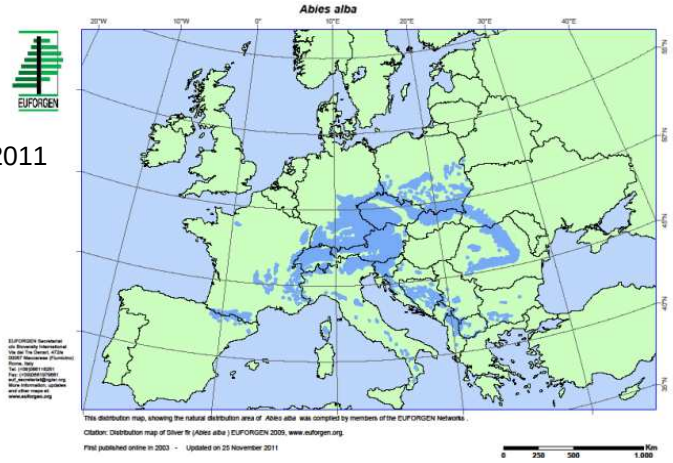
F. Colin, F. Longuetaud, F. Mothe, C. Salmon

Charlotte Salmon
4me année
Ecole Supérieure
d'Agriculture
d'Angers

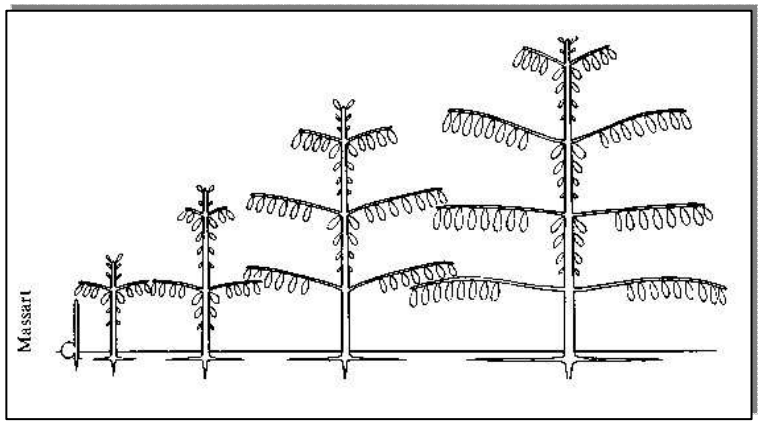
Salmon, C., 2012. Etude de faisabilité pour la modélisation de la qualité du bois du sapin pectiné (*Abies alba* L.) 49p + biblio. + annexes

Quelques mots sur le sapin (*Abies alba*)

2011



Modèle de Massart (Edelin, 1977)
Monocyclique (Taugourdeau et al., 2012)
Garde des bourgeons dormants
et émet des gourmands
Même densité du bois que l'épicéa
Même intérêt pour les extractibles nodaux
→ mêmes utilisations charpente, papeterie
Plus branchu que l'épicéa ?
Cœur humide → séchage problématique
Fort abroutissement → régénération difficile
Sensible à la baisse de pluviométrie et d'humidité
Ressource en gros arbres non valorisée

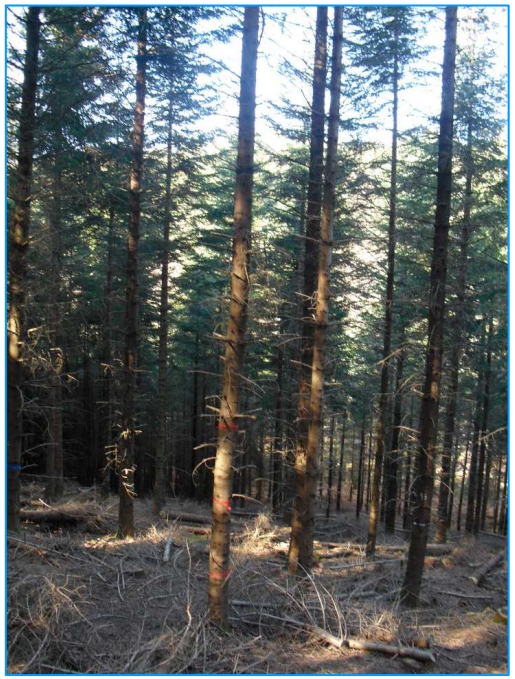


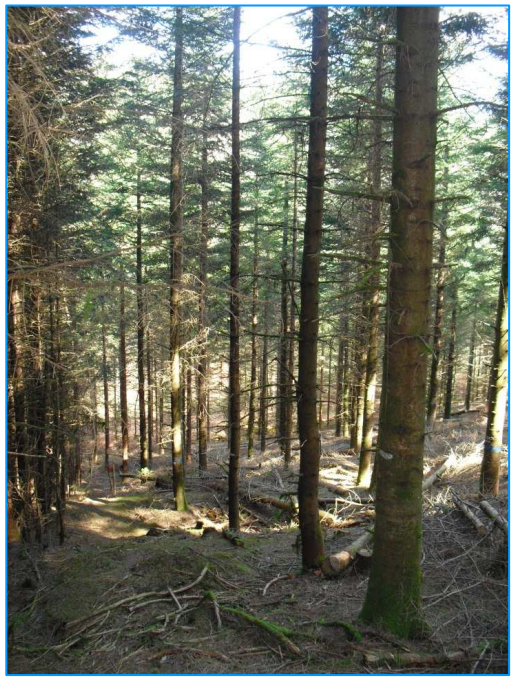
Matériel (ONF 1991 ; 2011)

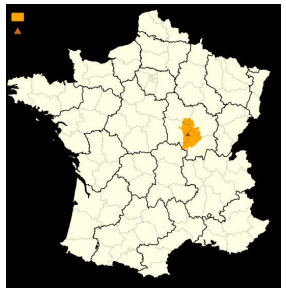
3 arbres de l'expérimentation ONF de Saint Prix (Morvan ; Saône-et-Loire)
Alt. 750m ; précipitations : 1,5m/an; Tmoy : 9,3℃ ; sol brun acide >60cm sur granite du Folin ;

Coupe rase : 1979 (préexistants) ;

dépressage/installation hiver 90/91 : 12000-15000 t/ha ; 13-19 ans ; éclaircies : 2002, 2011





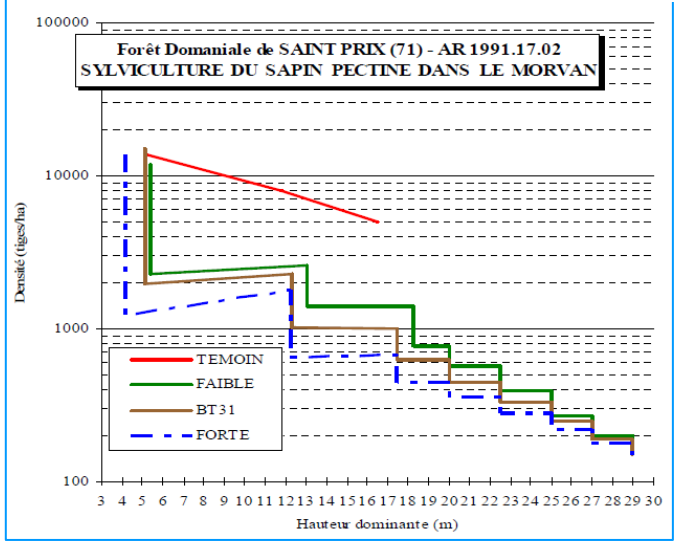


Arbre	Modalité
	Témoin
	faible
Z1, Z2, 19	BT13 (locale)
	Forte

Arbre	D130	H	HBH
Z1	17,5	15,2	8,2
Z2	18,1	16,4	9,31
19	24,6	19,6	10,5

Sylviculture et suivi dendro (ONF, 2011)

Graphique n°1 : évolution des densités passées et à venir

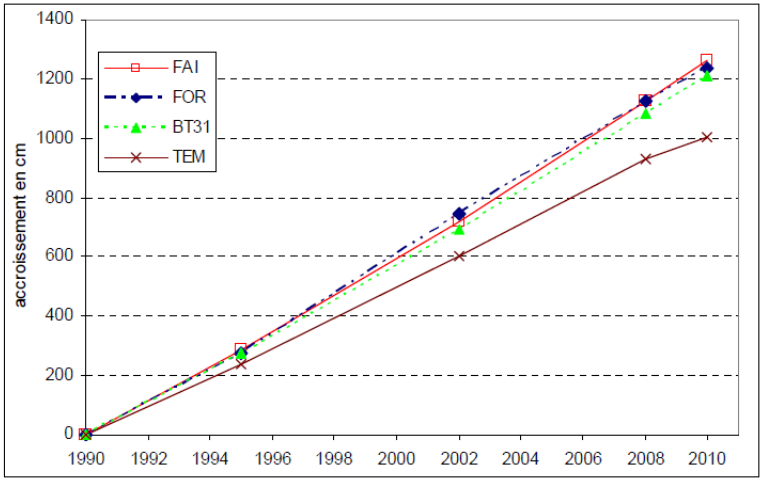


Caractéristiques de la 1ère intervention (hiver 1990/1991)

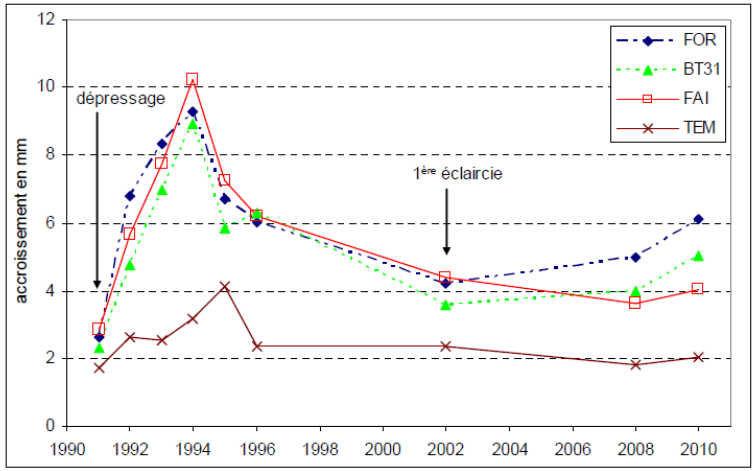
Modalités	Etat 1990 avant intervention			Etat 1990 après intervention		
	H_0 (m)	Densité*	S%	Densité*	S%	Taux de prélèvement
TEMOIN	5,2	13 794 *(91%,9%,0%)*	17,6	13 794 *(91%,9%,0%)*	17,6	**0%**
FAIBLE (prudent)	5,4	11 857 *(89%,11%;0%)*	18,2	2 277 *(84%,16%,0%)*	41,5	**81%**
BT31 (LOCALE)	5,1	15 093 *(88%,12%,0%)*	17,1	1 968 *(83%,15%,2%)*	47,1	**87%**
FORTE	4,2	13 649 *(86%,14%,0%)*	21,9	1 223 *(84%,12%,4%)*	73,9	**91%**

* ***densité toutes essences confondues*** (Dominants, codominants et dominés): *(%sapin, %épicéa, %autres)* mesurée sur une sous placette

Graphique n°8 : accroissements cumulés en hauteur



Graphique n°11 : évolution de l'accroissement annuel courant sur le rayon des tiges d'avenir (en mm/an)



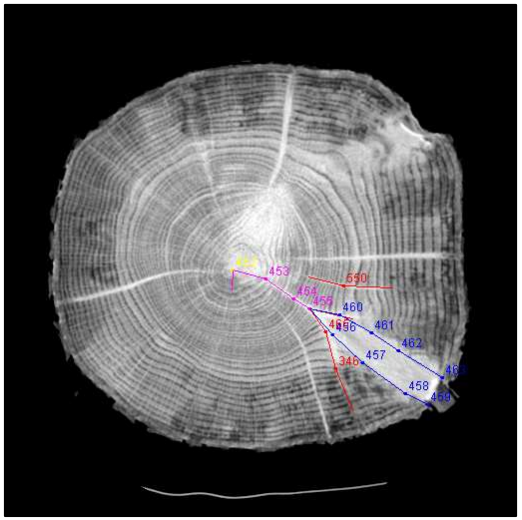
Evénements climatiques et sylvicoles

Années	Climat (Lebourgeois, 2007)	Sylviculture
1971-1977		Régénération sous couvert
1979		Coupe rase
1984, 1985, 1986	Froid	
Hiver 1990-1991		Dépressage installation
1991	Sécheresse	
Déc. 1999	Tempête (?)	
Hiver 2002-2003		Eclaircie
2003	Canicule	

Données météo. (Aurélhy) : non analysées

Méthode

- Dendrométrie : H, DHP, Hbase houppier
- Tomographie de l'ensemble du tronc
  par billons de 75cm ou 1,5m
- Interprétation manuelle (Gourmands) et automatique (pour la moelle)

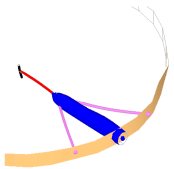


<u>Pour chaque trace</u> :

Positions X, Y, Z
Azimuth
Angle vertical
Longueurs
Diamètre

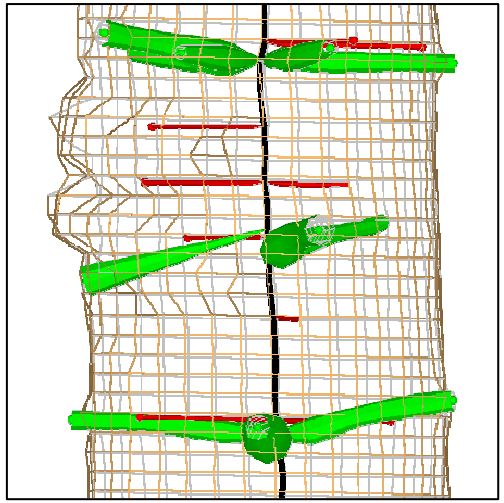
Topologie (filiation)

Densité du bois

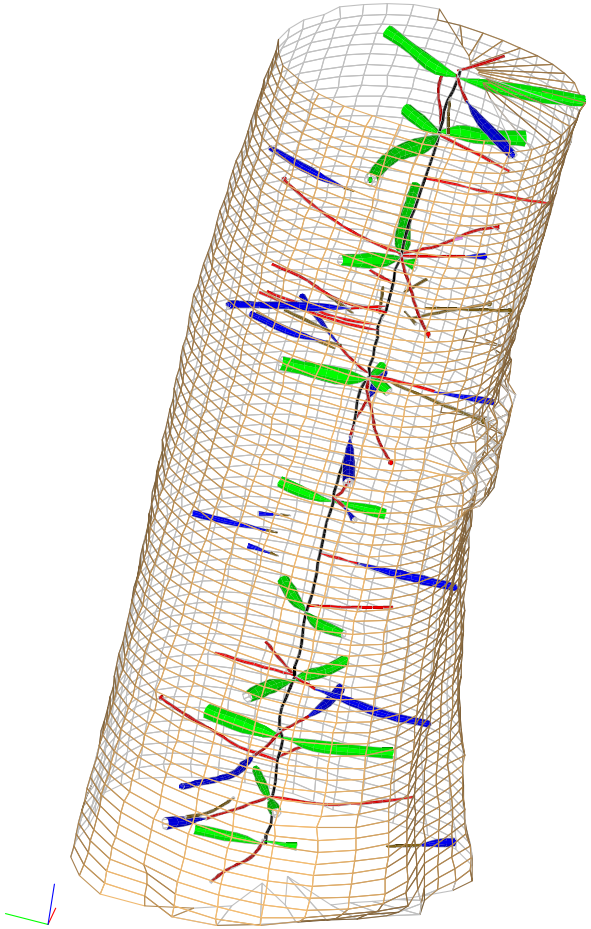


Colin et al., 2008

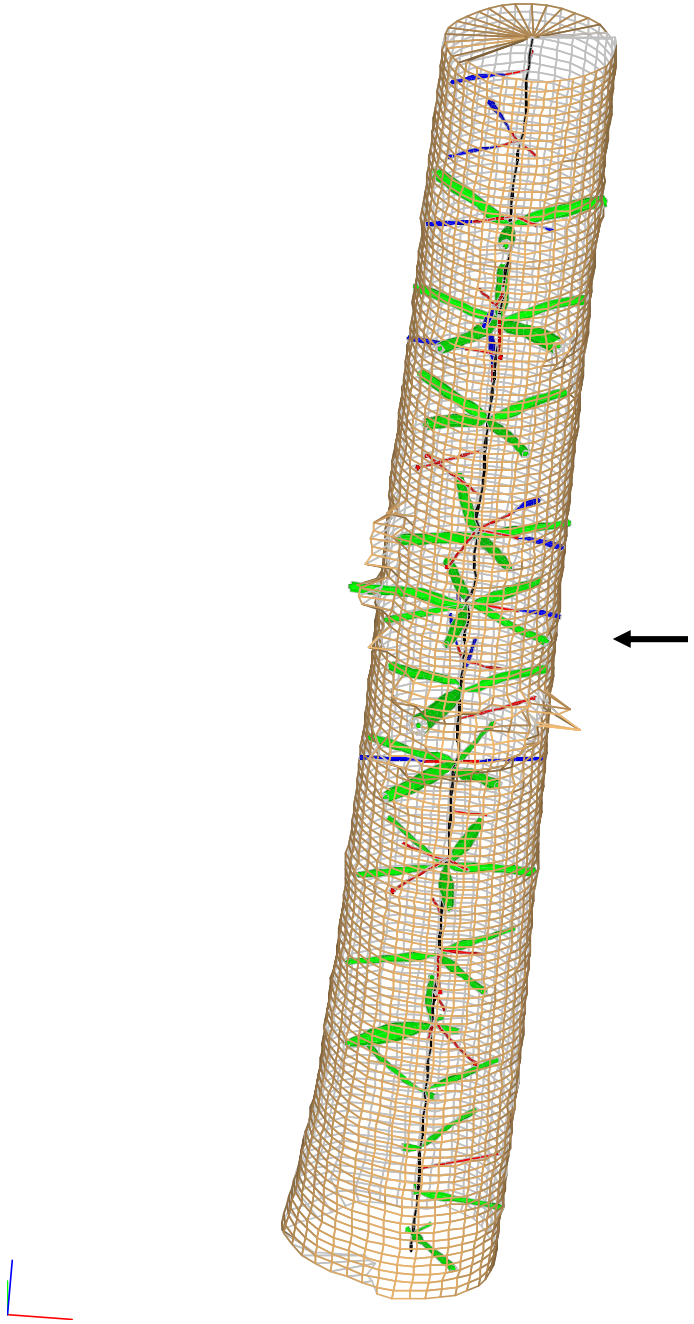
Représentation 3D sous Bil3D



Arbre 19
Billon du bas
75cm de L



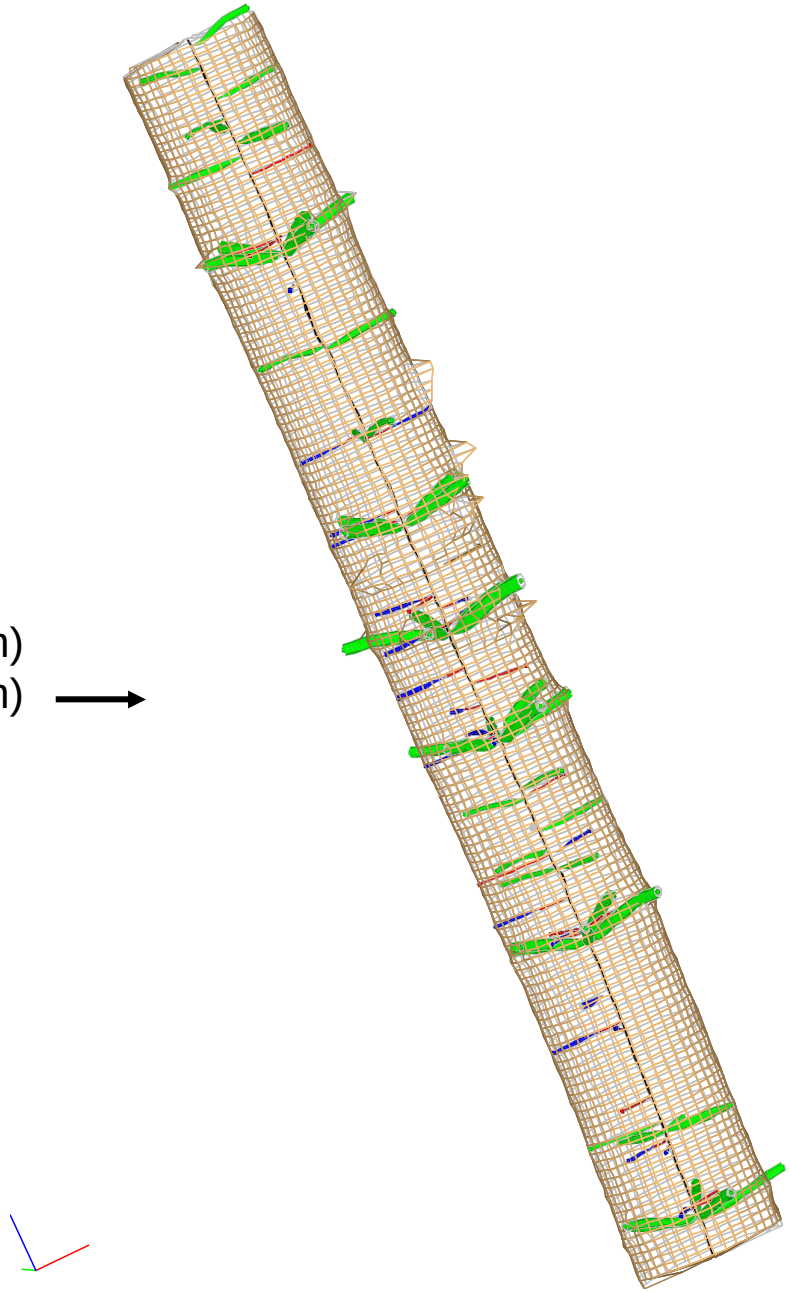
Arbre 19
Flèche
121cm de L



Arbre 1

billon 1 (1,5m)

billon 2 (1,5m)



Détection automatique des PA

Combine deux « outils » :

- la détection automatique de la position de la moelle par PithExtract sur les images scanner (Boukadida et al., 2012)
- la détection des limites de pousses annuelles (Longuetaud et Caraglio, 2008).

Ensuite la vérification du bon positionnement a été validé par

la confrontation avec l'analyse des verticillles et des comptages de cernes sur rondelles transversales (Salmon, 2012)

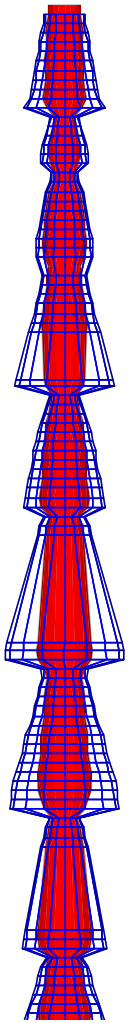
Détection automatique des nœuds

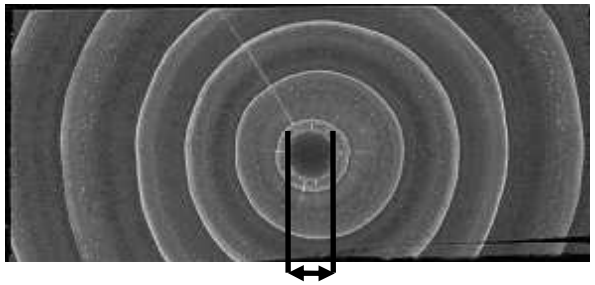
Longuetaud, F., Mothe, F., Kerautret, B., Krähenbühl, A., Hory, L., Leban, J.M., Debled-Rennesson, I., 2012. Automatic knot detection and measurements from X-ray CT images of wood: A review and validation of an improved algorithm on softwood samples. *Computers and Electronics in Agriculture*, 85, 77-89

Duchateau, E., Longuetaud, F., Mothe, F., Ung, C., Auty, D., Achim, A. A new model of knot shape with biologically interpretable parameters. Accepté dans *Canadian Journal of Forest Research*

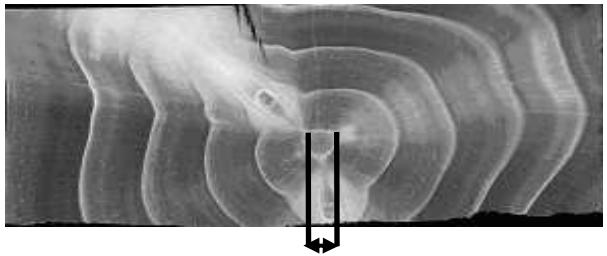
Croissance primaire, moelle et XRCT

Picea abies (Longuetaud & Caraglio, 2008)



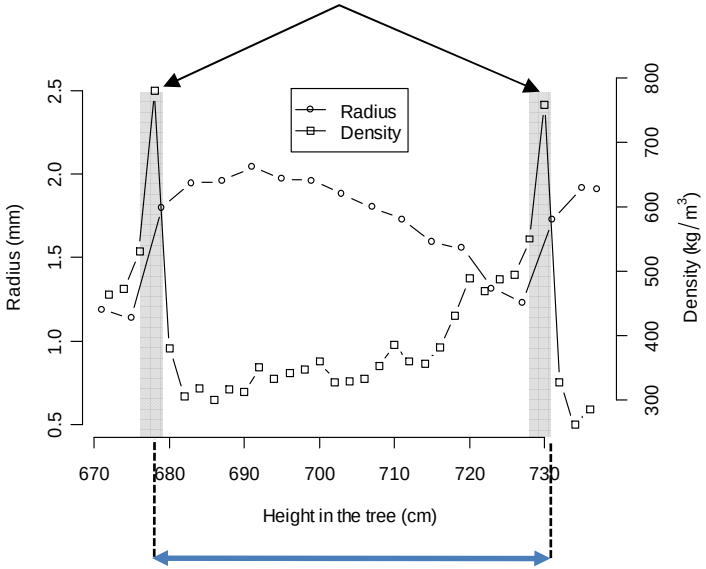


4.3 mm



2.2mm

Limites entre pousses annuelles

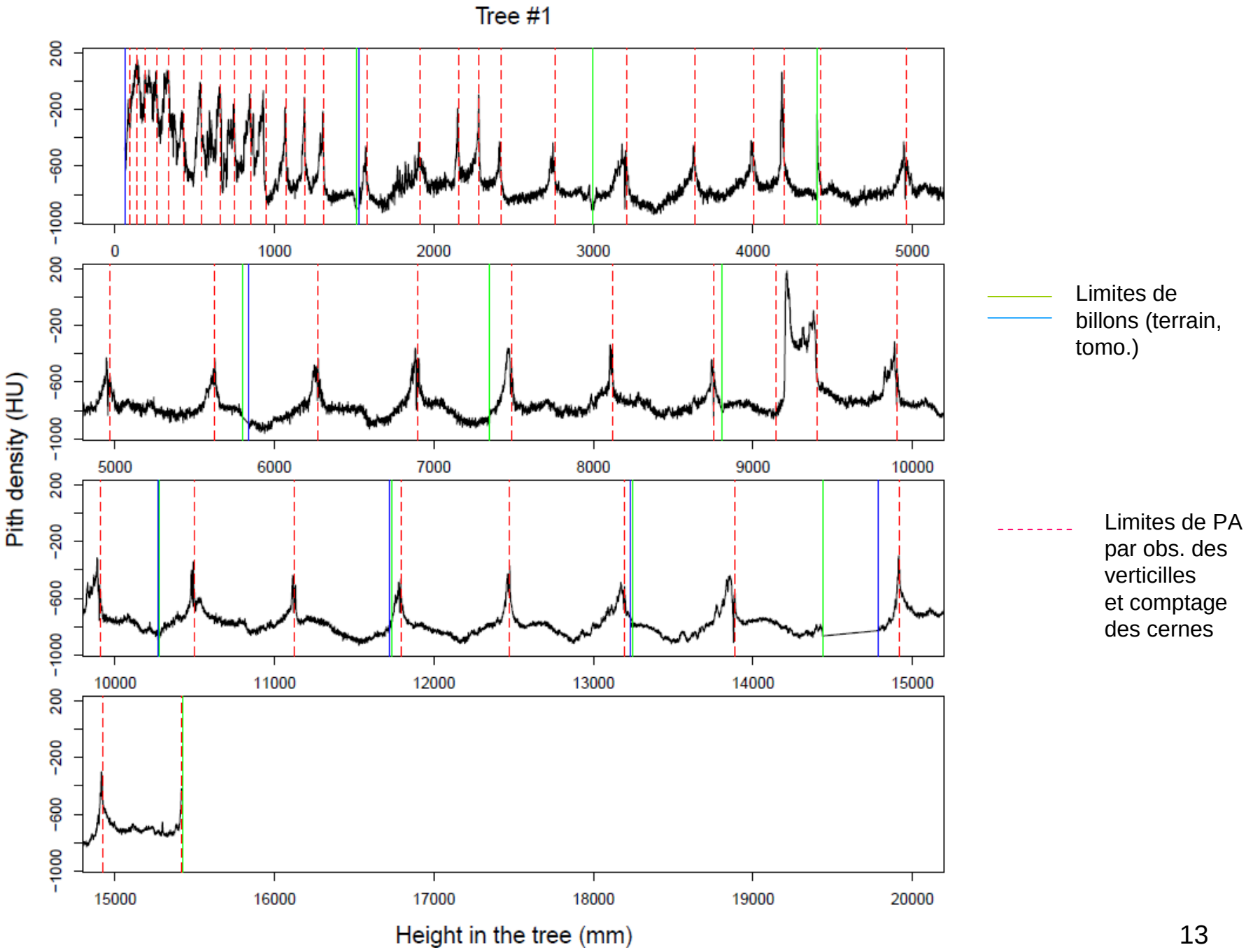


1 PA

Gris clairs = zones les plus denses

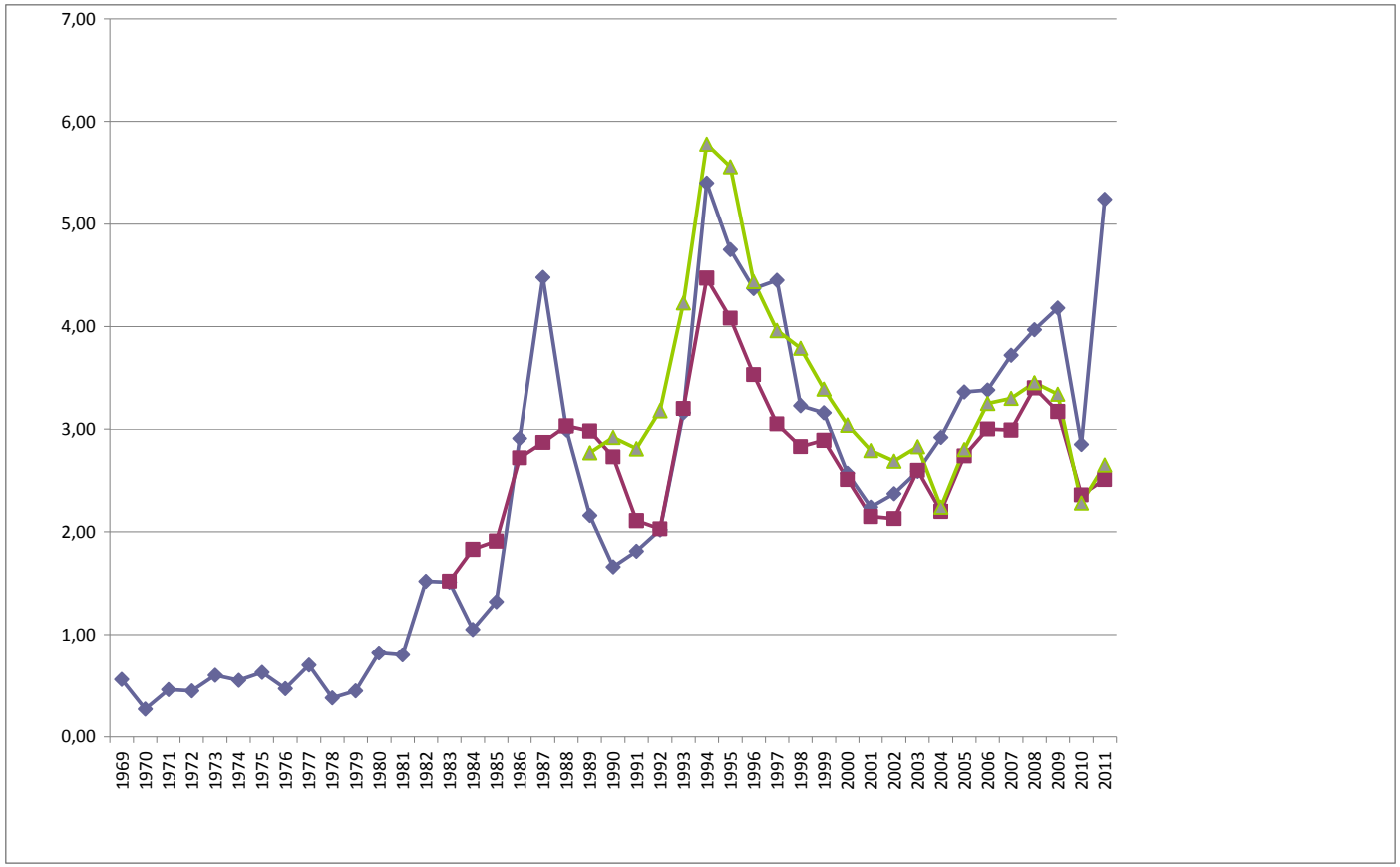
Moelle plus dense aux limites de PA

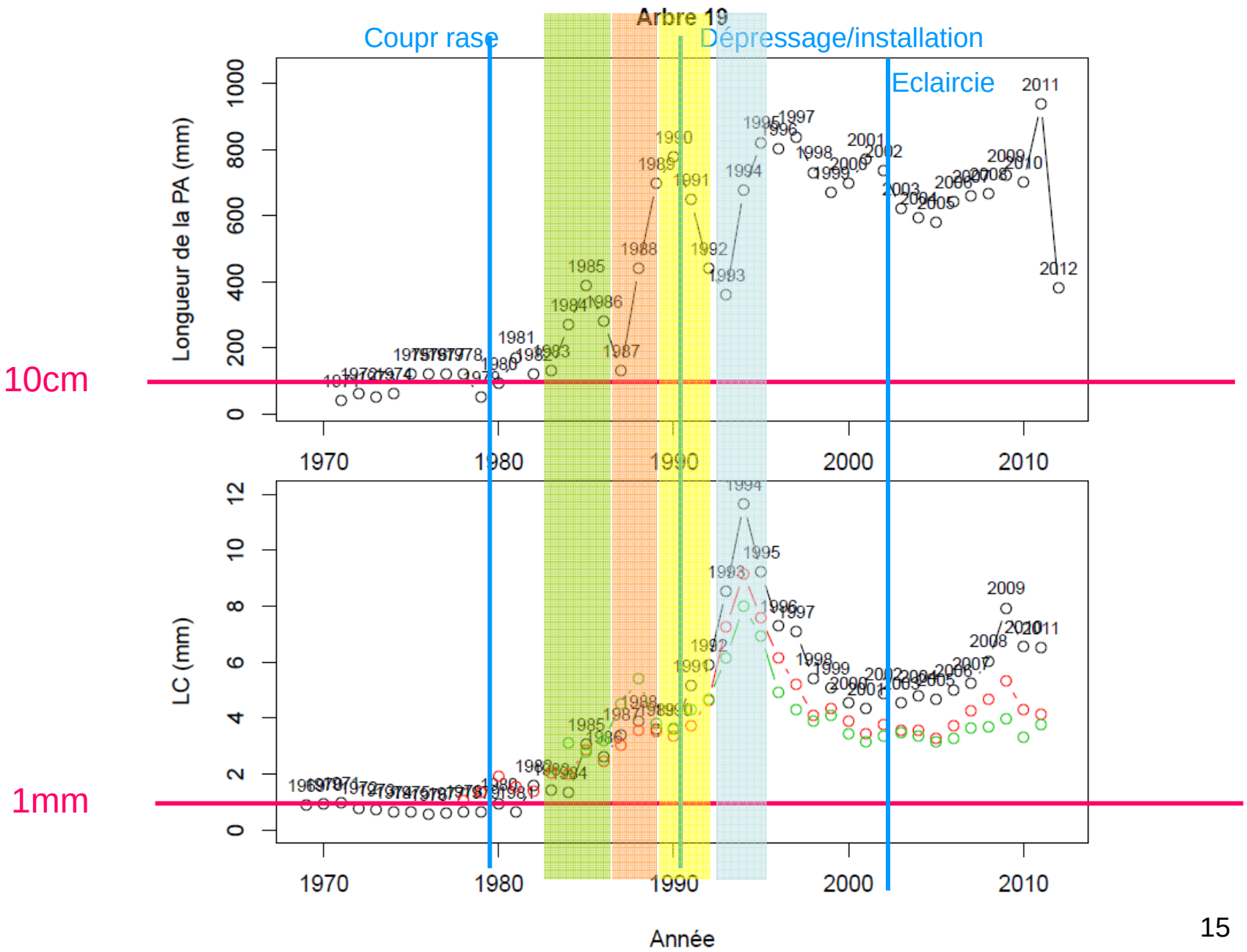
12

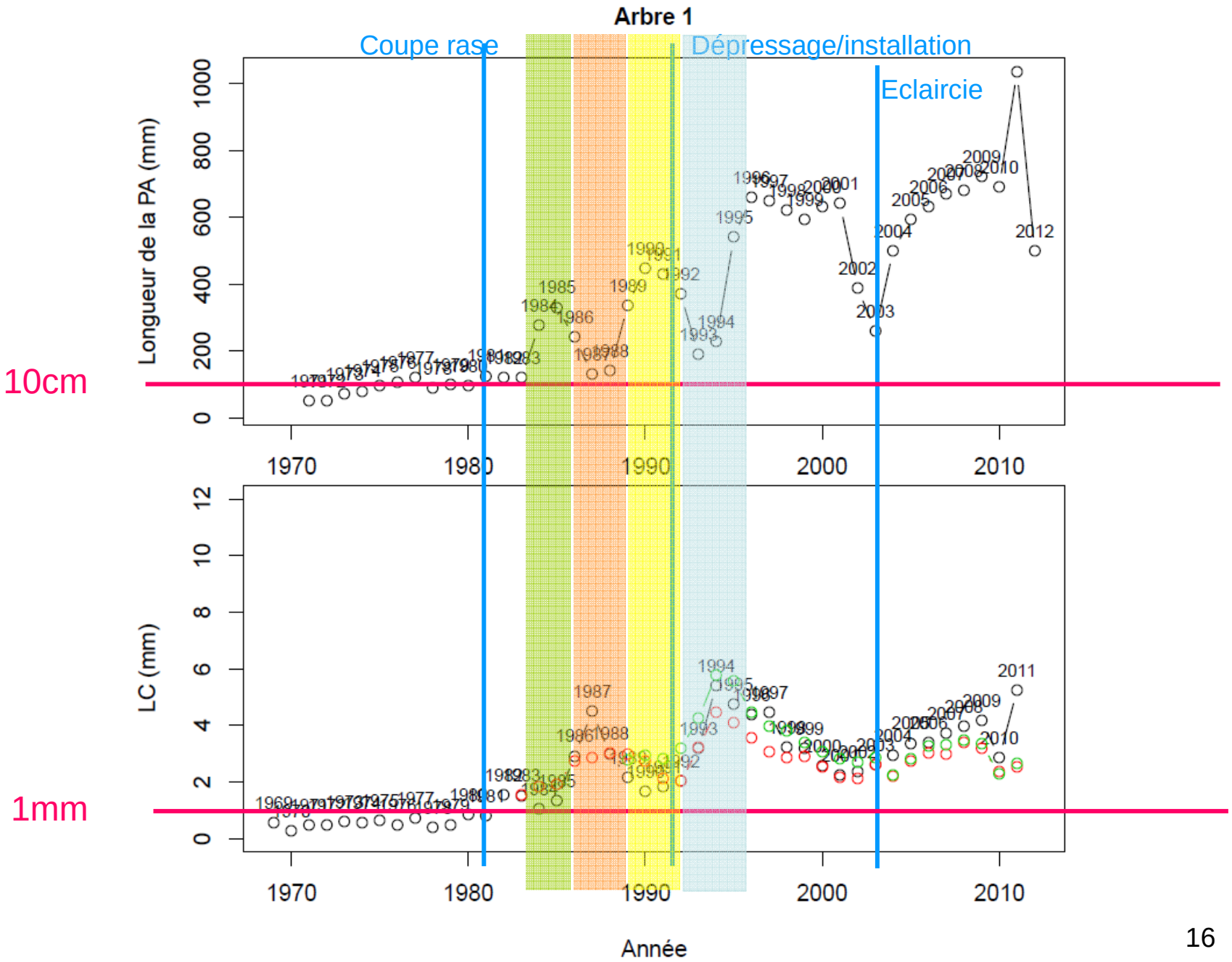

Tree #1
Pith density (HU)
Height in the tree (mm)
Limites de billons (terrain, tomo.)
Limites de PA par obs. des verticilles et comptage des cernes

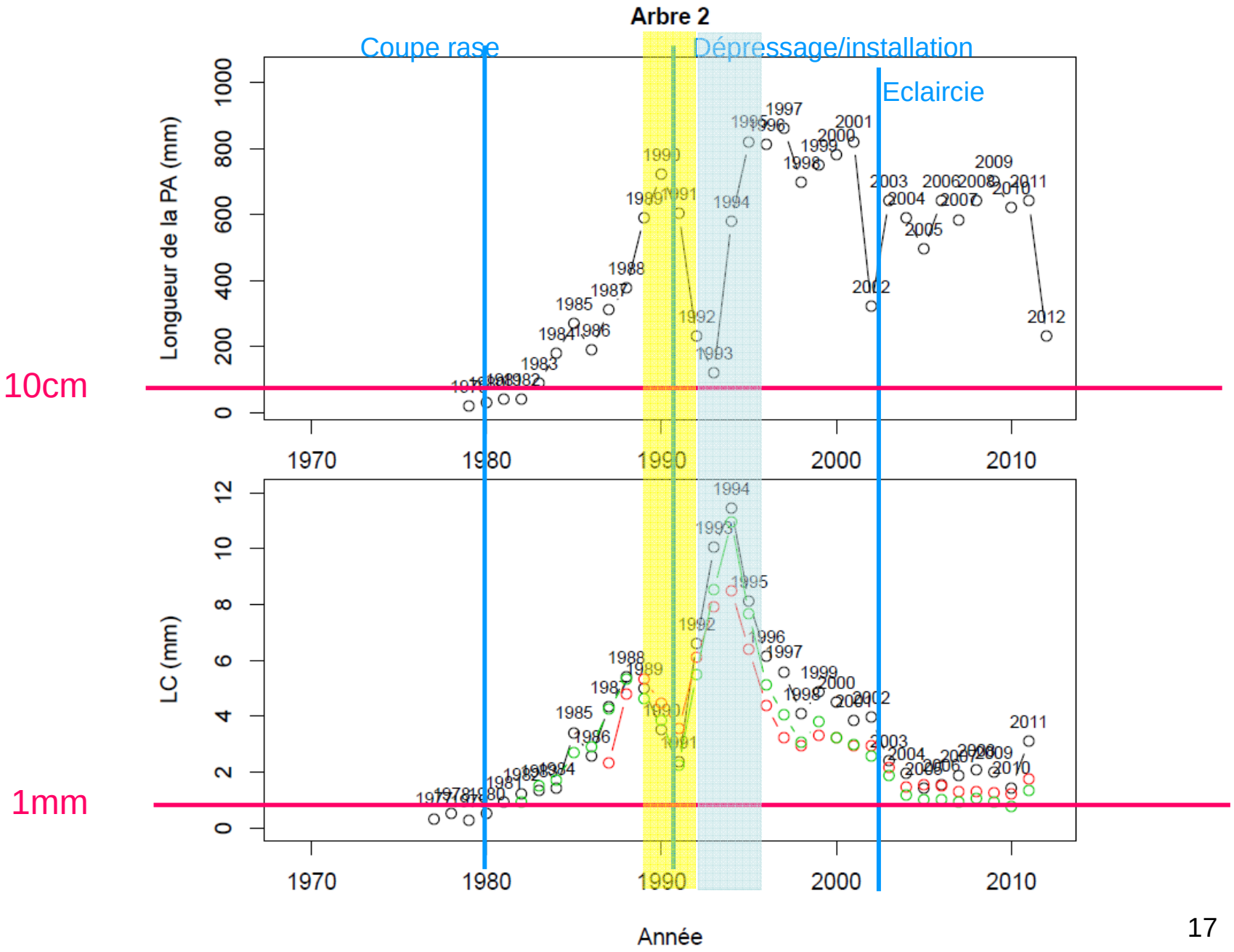
Analyse des cernes à 2-3 hauteurs

« 5cm »
75cm
1,50m

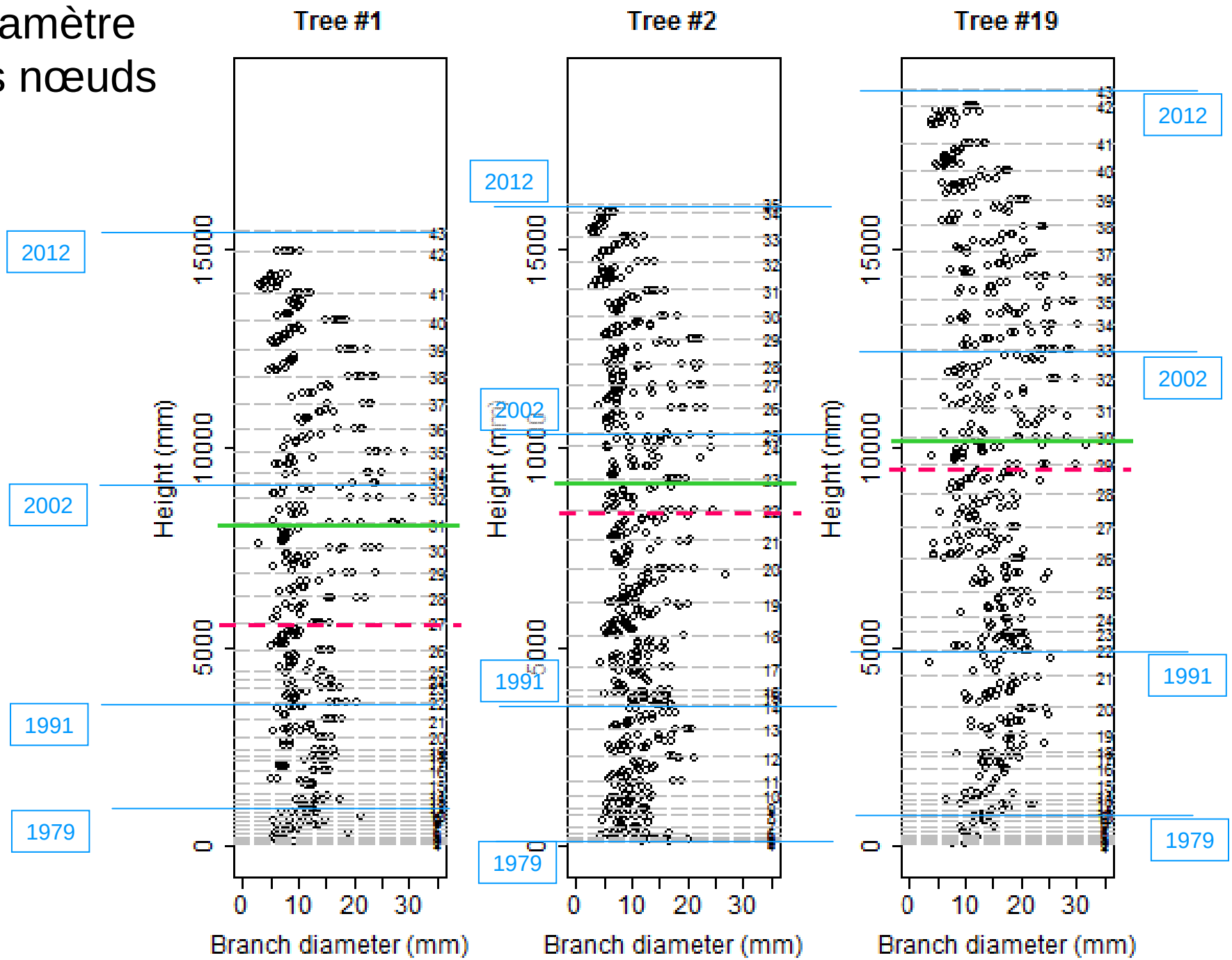



Arbre 19
Coupr rase
Dépressage/installation
Eclaircie
10cm
1mm
Longueur de la PA (mm)
LC (mm)
Année

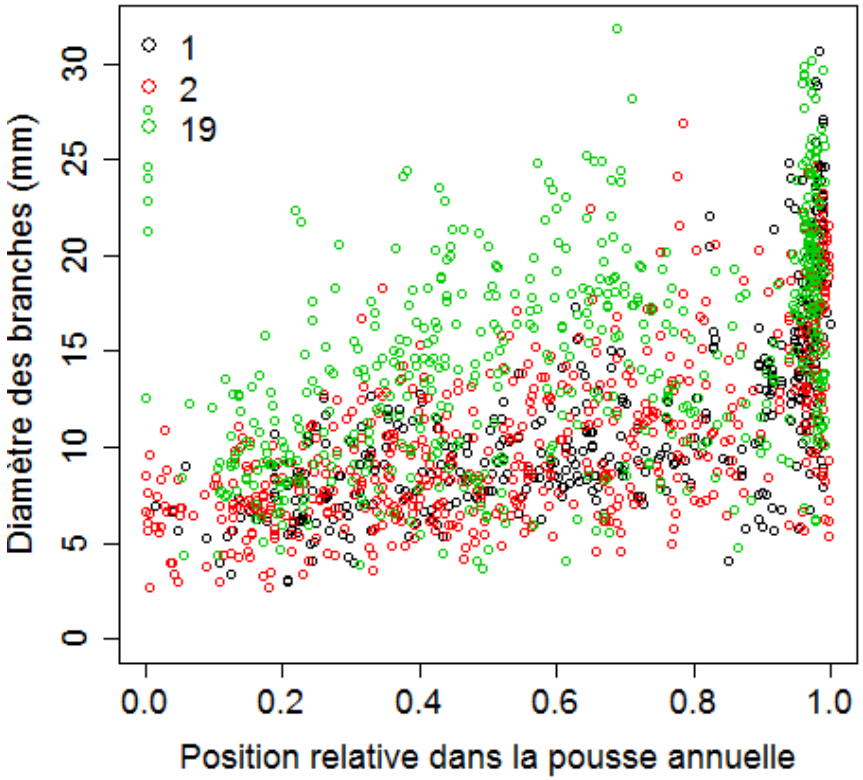

Arbre 1
Coupe rase
Dépressage/installation
Eclaircie
10cm
1mm
Longueur de la PA (mm)
LC (mm)
Année
1970
1980
1990
2000
2010

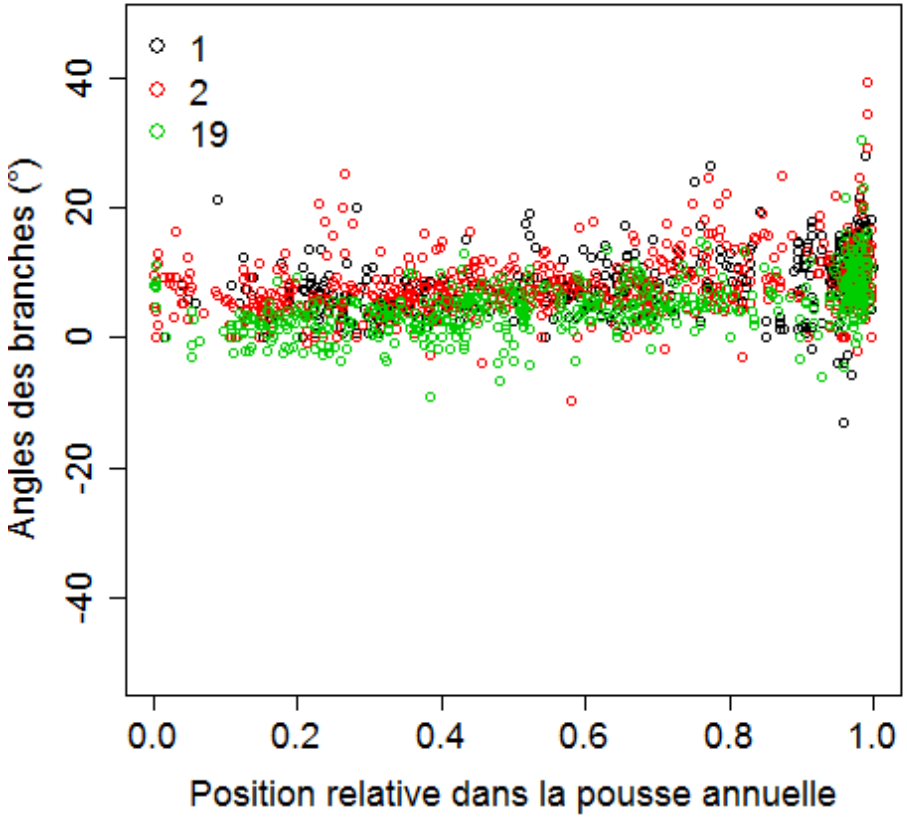

Arbre 2
Coupe rase
Dépressage/installation
Eclaircie
10cm
1mm
Longueur de la PA (mm)
LC (mm)
Année
1970
1980
1990
2000
2010

Diamètre des nœuds

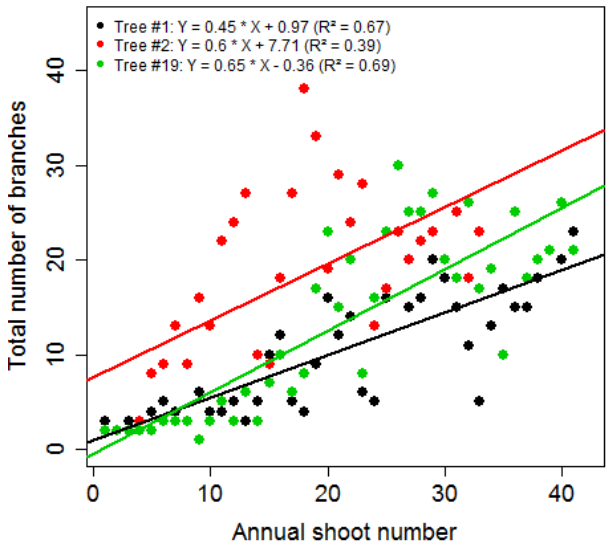


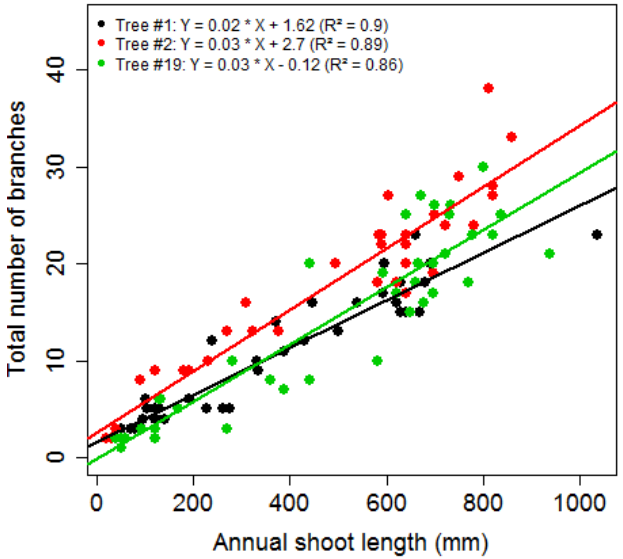
Acrotonie

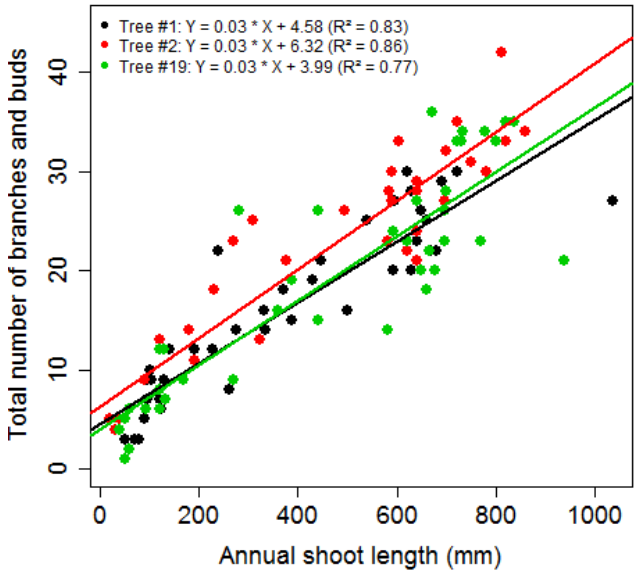

1
2
19
Diamètre des branches (mm)
0
5
10
15
20
25
30
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Position relative dans la pousse annuelle

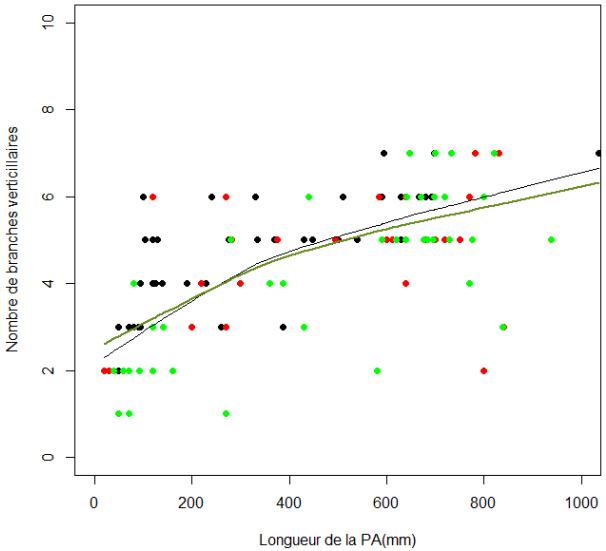

1
2
19
Angles des branches (°)
-40
-20
0
20
40
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
Position relative dans la pousse annuelle

Relation croissance primaire - ramification









Les critères tomographiques

permettent-ils d'utiliser le sapin,

comme essence-indicatrice des conditions de croissance passée ?

Phase de croissance initiale

(effet de base, phase d'attente…) est repérable par :

- des PA courtes <= 10cm
- des LC faibles <= 1mm
- l'absence de branches inter-verticillaires
- donc l'absence de gradient d'acrotonie
- des branches « verticillaires » en petit nombre (→ 3)
- la présence de bourgeons dormants puis de gourmands

- Attention : les angles ne sont pas utilisables chez le sapin

  (Modèle de Massart, branches nettement plagiotropes angle proche 0°)

La reprise après la coupe

(arbre « tête à l’ombre » → arbre « tête au soleil ») est repérable par :

- Relèvement des LC, mais faible car fortes densités (12000-15000)
- Relèvement des LPA que pour l’arbre 19 nettement plus gros que les 2 autres (a profité)

La reprise après le dépressage de 1991

marquée par :

- des PA qui s'allongent (>10 cm)
- des LC qui augmentent fortement
- l'apparition de branches inter-verticillaires
- → apparition d'une forte variabilité intra-PA des diamètres
- des branches « verticillaires » en nombre autour de 5
- des bourgeons dormants peu nombreux
- Un compromis ? (« trade-off ») entre croissance en hauteur et croissance radiale

Perspective : confirmation

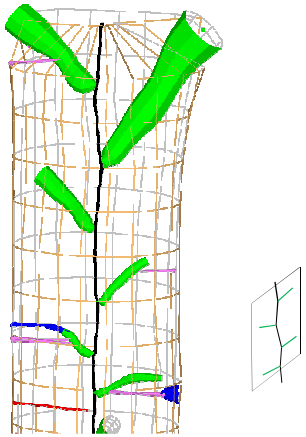
Sapin

- Pour des plants longtemps « tête-à-l'ombre » et remis au soleil
- Pour des modifications fortes des conditions hydriques
- Avec des plants (jeunes) de différents âges tête à l'ombre, tête au soleil…
- Baser la prédiction des conditions passées sur combien dindividus ?

  (juste les billons de pied)

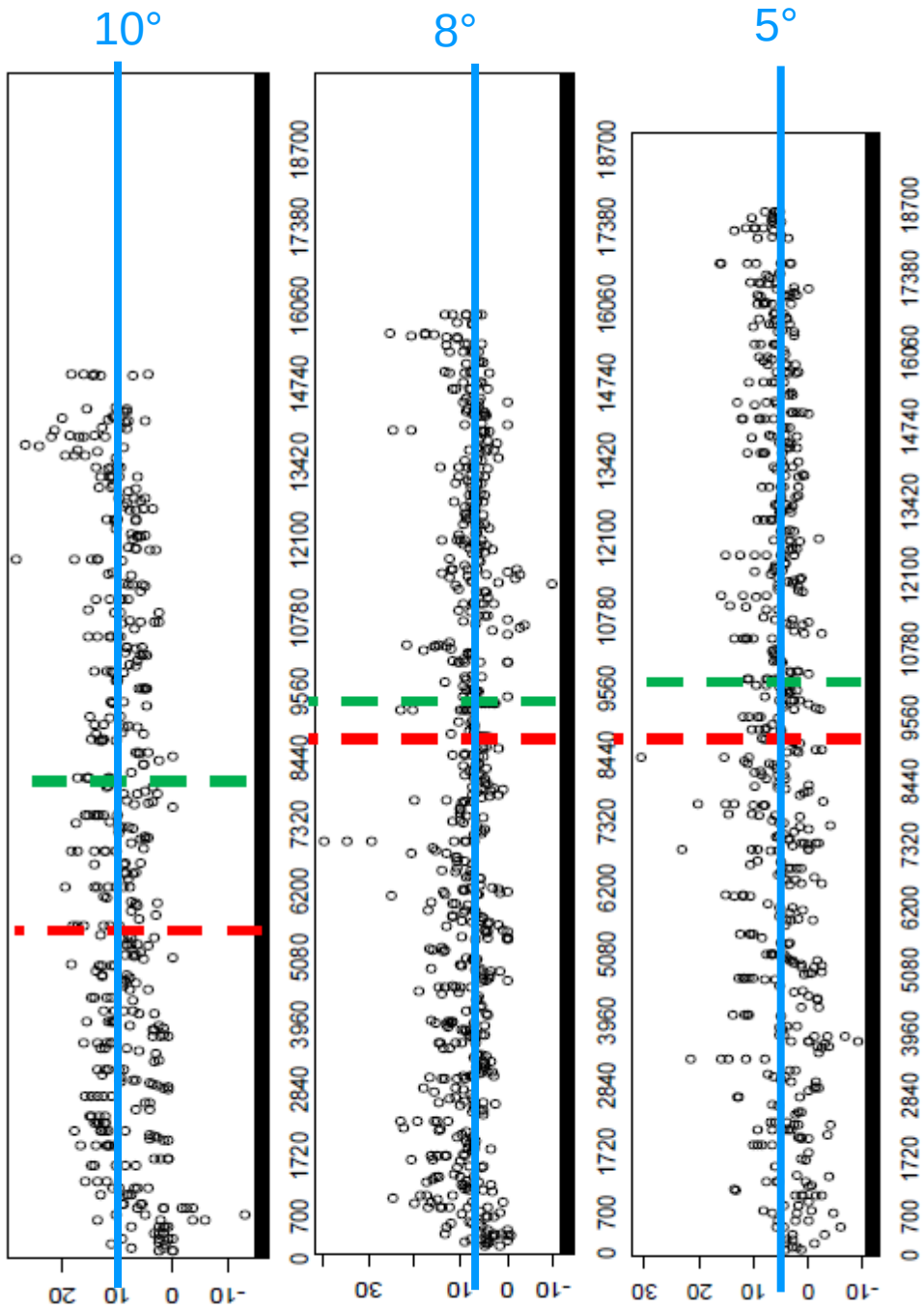
Hêtre

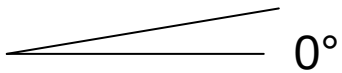
- Faisabilité de la tomographie ?
- Mêmes questions
- Matériel : perches de sous-étage
- Attention : polycyclisme



+ Boukadida et al., 2012 : quelques erreurs de positionnement de la moelle

Merci


10°
8°
5°
0 700 1720 2840 3960 5080 6200 7320 8440 9560 10780 12100 13420 14740 16060 17380 18700
-10 0 10 20
-10 0 10 30
-10 0 10 20 30


0°