

PhenoTools : phénologie, croissance et capteurs

C. Ducatillion UEVT

T. Ameglio PIAF

Y. Caraglio et C. Heinz AMAP

T. Charron Master 2

Y. Mellerin, R. Bellanger et J. Chevallier UEVT

SOMMAIRE

Contexte

Objectifs de l'étude

Protocole

Résultats préliminaires

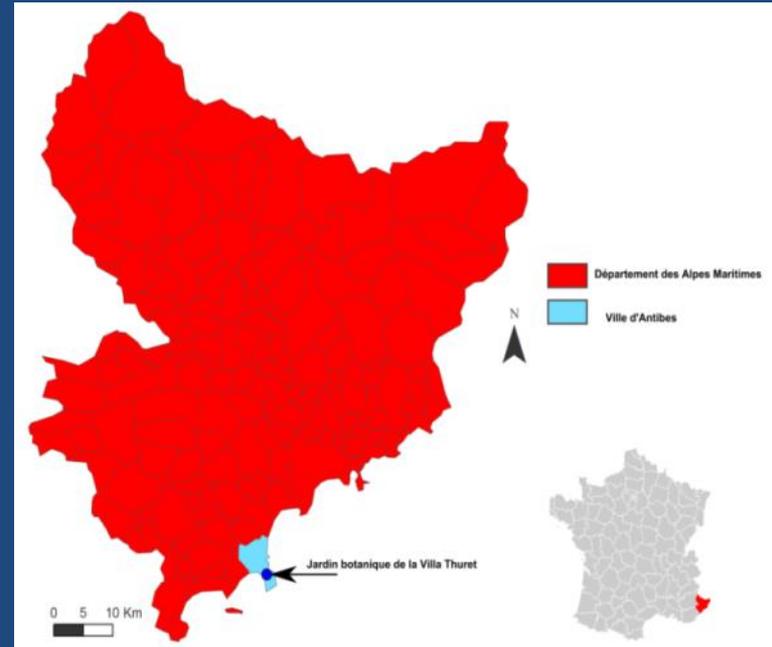
Conclusions et perspectives

CONTEXTE

Etude conduite à la Villa Thuret, jardin botanique et arboretum d'acclimatation, ouvert au public

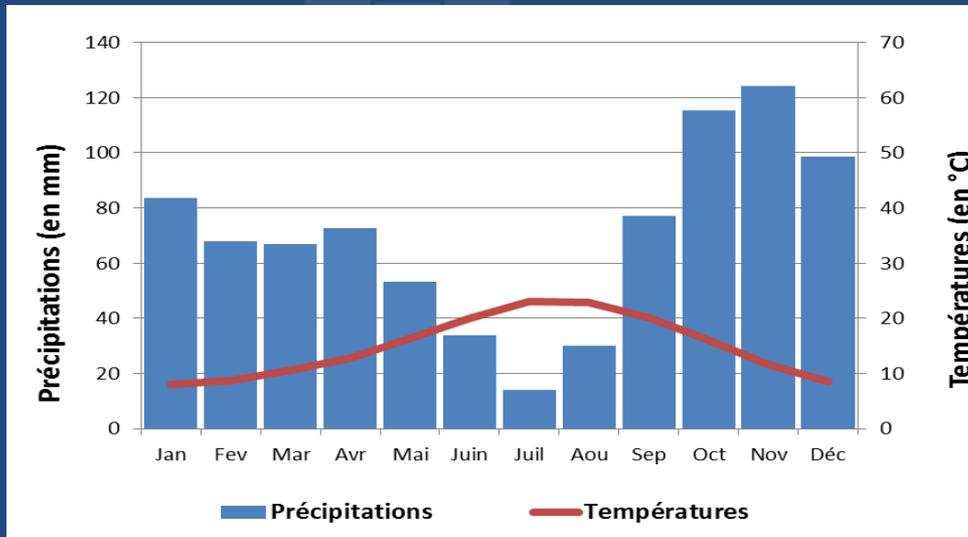
Plus de 1000 espèces ligneuses en collection depuis 1857

Des observations phénologiques régulières depuis une dizaine d'années (GDR et Observatoire des saisons ; RNSA), plus aléatoires ou « accidentelles » depuis 150 ans



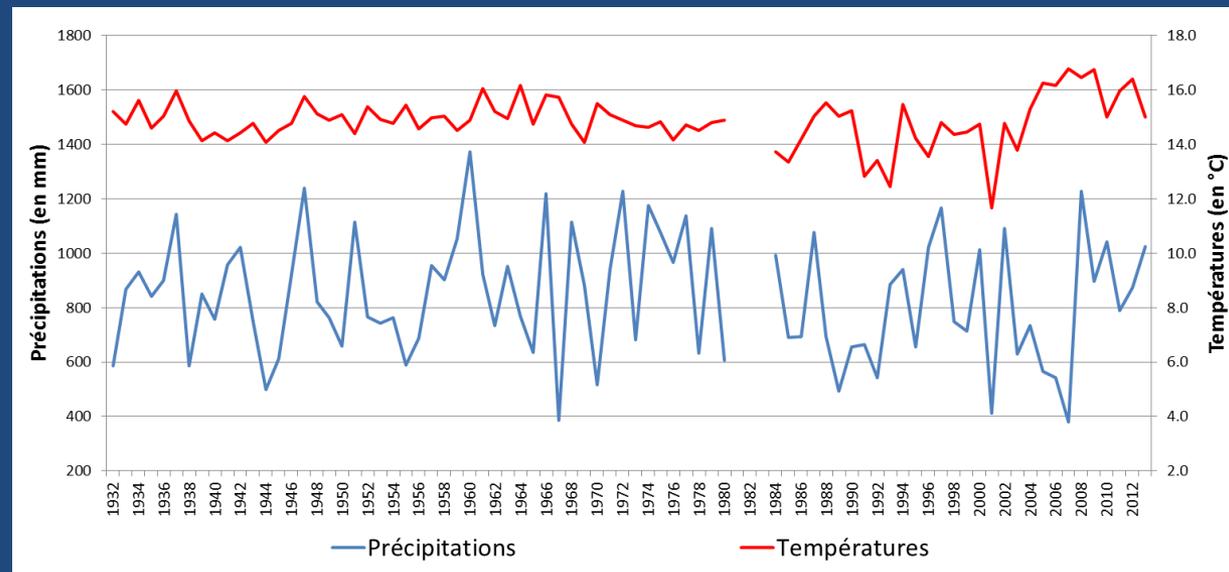
Localisation du Jardin Botanique de la Villa Thuret (Source : Charron T.)

Contraintes et aléas du climat méditerranéen



Températures et précipitations à la Villa Thuret (1932-2013) : sécheresse estivale et canicule

Ecarts à la moyenne du cumul moyen de précipitations annuelles et des températures moyennes annuelles (1932-2013).



Un constat :

- ❖ ***Plasticité*** : les espèces « acclimatées », d'origines biogéographiques et phyllogénétiques diverses, sont capables de tolérer les contraintes et les aléas du milieu
- ❖ ***Diversité des phénologies*** : certains arbres poussent pendant que d'autres sont en pause, fleurissent une ou plusieurs fois selon les années, s'arrêtent de pousser certains hivers ou certains étés et pas d'autres

Des questions :

- ❖ Est-il possible de mettre en évidence des processus physiologiques et morphologiques qui sous-tendent cette plasticité ?
- ❖ Est-il possible d'observer l'impact du climat et de ses excès sur leur expression ?

Une méthode d'observation et des objectifs :

- ❖ Peut-on coupler le suivi phénologique de la croissance primaire et secondaire d'arbres « prototypes » ayant des modes de croissance contrastés ?
- ❖ Peut-on coupler leur suivi morphologique, anatomique et physiologique ?
- ❖ Peut-on utiliser des capteurs pour automatiser la prise de données ?

Le protocole : un échantillon d'arbres « prototypes »

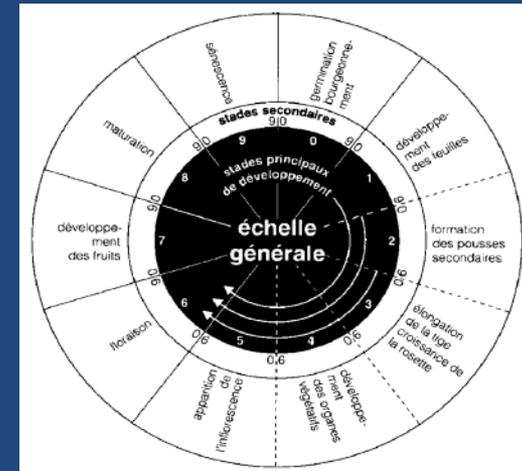
- Un panel de 14 taxons ayant des comportements morphologiques variés, avec une référence autochtone : *Quercus ilex*
- Une trentaine d'arbres
- Des origines géographiques diverses
- Des arbres exotiques adultes, adaptés au climat méditerranéen : « acclimatés »

- Des arbres à croissance primaire rythmique
- Des arbres à croissance primaire continue
- Des arbres à sénescence foliaire hivernale
- Des arbres à sénescence foliaire estivale
- Des arbres à croissance hivernale et arrêt de croissance estivale
- Des arbres à croissance estivale et arrêt de croissance hivernale

Le protocole : croissance primaire et reproduction

Suivi de la phénologie

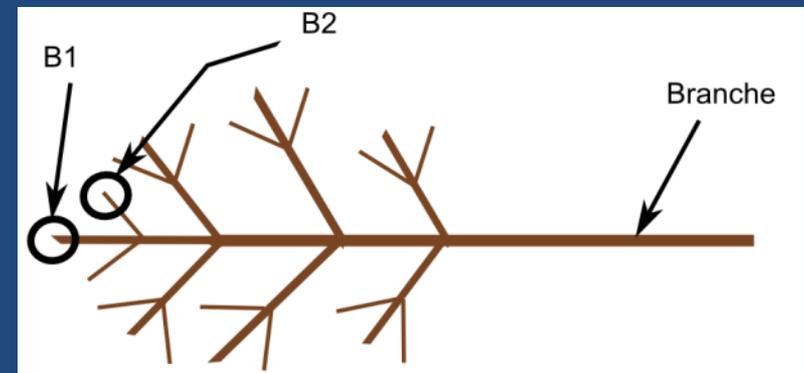
- Echelle BBCH (adaptée GT1)
- 1 fois par semaine



Echelle d'observation BBCH des différents stades phénologiques (Source : Hack et al., 1992)

Suivi de l'allongement des axes

- Permet d'observer et de quantifier l'élongation
- 2 axes par arbre
- Au moins 1 fois par semaine



Localisation des branches pour le suivi de l'élongation (Source : Charron T)

Le protocole : croissance secondaire (1)

Capteur Pépipiaf

- Permet de suivre en continu l'évolution du diamètre d'un axe
- Prise de mesure automatique toutes les 30 mn
- Relevés tous les 15 jours
- 9 arbres équipés



Boitier d'acquisition (à gauche) et capteur Pépipiaf (à droite) (Source : Charron T.)

Micro-dendromètre

- Permet de suivre l'évolution du diamètre du tronc
- 26 arbres équipés
- Relevés tous les 15 jours



Micro-dendromètre sur *Quercus ilex*.
(Source : Charron T.)

Le protocole : croissance secondaire (2)

Suivi de la chutes des écorces comme nouveau marqueur phénologique

- Caractérisation du phénomène pour chaque taxon
- Observation de 3 stades : déjà mis en place en 2013
- Amélioration du dispositif : suivi photo pour observer le processus



Les différentes stades d'observations de la chute d'écorce (Source : Charron T.)

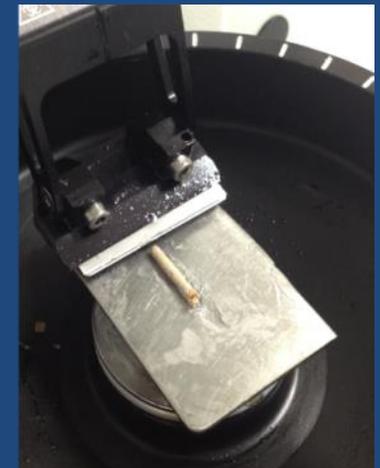
Le protocole : croissance secondaire (3)

Prélèvements de micro-carottes

- Permet de suivre la réactivation cambiale et la mise en place des nouvelles cellules ligneuses
- Prélèvement sur 14 individus, 1 fois toutes les deux semaines pour les arbres du genre *Arbutus*, 1 fois par semaine pour les autres
- Analyse des carottes en laboratoire au CIRAD à Montpellier
- Prélèvement arrêté sur les espèces de la famille des myrtacées : couche phellodermique trop épaisse



Trephor avec son extracteur (à gauche) et une micro-carotte prélevée (à droite). (Source : Charron T.)



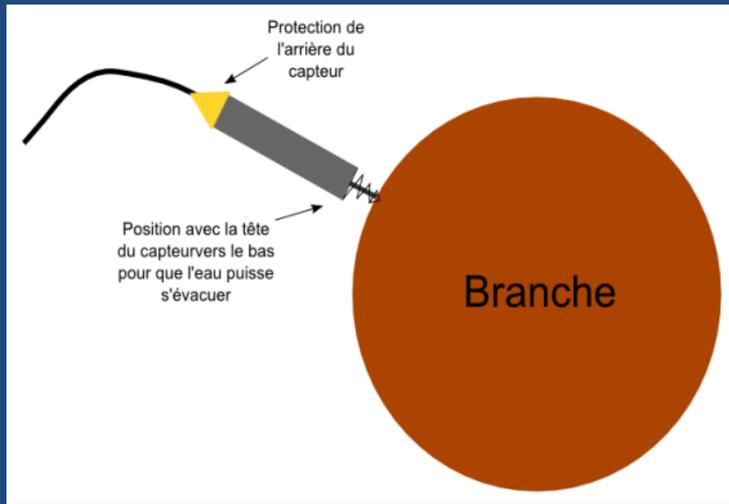
Vibratome utilisé pour découper les micro-carottes (Source : Charron T.)

Espèce	n°individu	lieu	année plantation	µdendro	Circonférence (mètre) à 1,30m le 01/07/2013	N° point GPS	Pépipiaf	µcarottes	GDR (stades BBCH)	Chute des écorces	sénescence estivale	Allongement
Aesculus californica	E1035	VT	1993	x	0,44	0.31			x		x	x
Aesculus californica	K2060	VT	1902	x	0,93	0.28	x	x	x		x	x
Ostrya carpinifolia x 8	C2055	VT	1989	x	0,47	0.36		x	x			x
Quercus glauca x12	D5008	VT	avant 1937	x	1,28	0.32			x			
Quercus ilex x 10	C2039	VT	inconnu	x	1,27	0.35			x			
Quercus ilex	C2077	VT	inconnu	x	1,25	0.37	x	x	x			x
Quercus ilex	C2097	VT	inconnu	x	0,76	0.38	x	x	x			x
Quercus ilex	F3003	VT	inconnu	x	0,88	0.83		x	x			x
Quercus ilex	C4063	VT	inconnu	x	0,39	0.85			x			x
Quercus pubescens x 3	S15	Sophia	2007	x	0,11	0.68			x			
Arbutus unedo	K2114	VT	inconnu	x	0,08	0.67						
Arbutus andrachne x 2	C2011	VT	1991	x	0,23	0.42				x		x
Arbutus x andrachnoides	D3043	VT	avant 1937	x	1,16	0.44				x		
Arbutus x andrachnoides x 3	C2005	VT	1991	x	0,27	0.41		x		x		x
Arbutus canariensis	D3045	VT	avant 1937	x	1,42	0.46	x			x		x
Arbutus canariensis	A7023	VT	2000	x	0,19	0.48						x
Arbutus canariensis	E3016	VT	1996	x	0,25	0.63						
Arbutus glandulosa	G22012	VT	1982	x	0,65	0.66						
Arbutus x thuretiana	C1020	VT	inconnu	x	1,07	0.40	x	x		x		x
Arbutus x thuretiana	C2020	VT	inconnu	x	0,95	0.39	x	x		x		x
Arbutus menziesii	E1007	VT	1993	x	0,24	0.64				x		x
Eucalyptus dorrigoensis	A4038	VT	avant 1937	x	4,55	0.51				x		
Eucalyptus dorrigoensis	D4009	VT	1997	x	0,56	0.50	x	x		x		x
Eucalyptus nitens	G11010	VT	1988	x	2,24	0.60						
Corymbia citriodora	G14027		1982	x	1,17	0.57	x	x		x		x
Corymbia citriodora	G14012		1982	x	1,14	0.59	x	x		x		x
Corymbia maculata	F1029		1995	x	0,73	0.61		x		x		x
Corymbia maculata	F2005		avant 1937	x	0,92	0.62				x		
Hypericum canariense	A4022	VT	avant 1937	x	0,33	0.91					x	

Résultats préliminaires

Quelques exemples

Résultats méthodologiques



Espèce	Code Villa	Épaisseur (en μm)	Fréquence	Amplitude (en μm)	Vitesse (en $\mu\text{m/s}$)
<i>Aesculus californica</i>	K2060	$10 < x < 20$	70	0.4	15 – 20
<i>Arbutus andrachne</i>	G24003	$15 < x < 25$	75	0.4	15 – 20
<i>Arbutus canariensis</i>	D3045	$15 < x < 25$	75	0.4	15 – 20
<i>Arbutus x andrachnoides</i>	D1038	$15 < x < 25$	75	0.4	15 – 20
<i>Arbutus x thuretiana</i>	C1020	$10 < x < 20$	65 – 75	0.4	15 – 20
<i>Arbutus x thuretiana</i>	C2020	$10 < x < 20$	65 – 75	0.4	15 – 20
<i>Corymbia citriodora</i>	G14027	$X > 30$	80 – 90	0.6	8 – 15
<i>Corymbia maculata</i>	F1029	$X > 30$	80 – 90	0.6	8 – 15
<i>Eucalyptus dorrigoensis</i>	D4009	$X > 30$	80 – 90	0.6	8 – 15
<i>Ostrya carpinifolia</i>	C2055	$10 < x < 20$	70	0.4	15 – 20
<i>Quercus ilex</i>	C2097	$10 < x < 20$	70 – 80	0.4	10 – 15

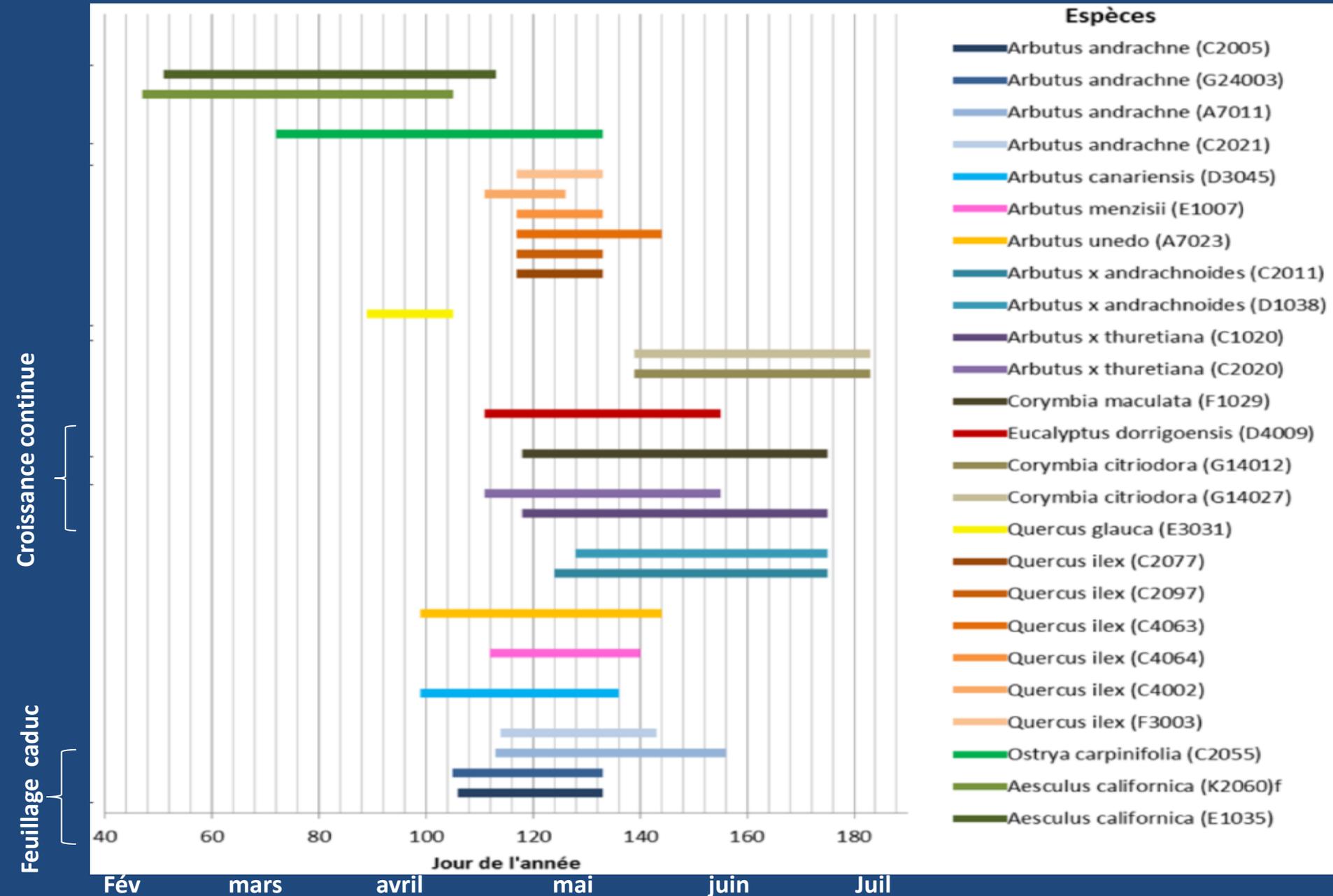
Schéma d'installation optimale d'un capteur pépiplaf (Source : Charron T.)

Tableau récapitulatif des paramètres optimaux de coupes (Source : Charron T. et Arnest A.)



Caractérisation de la chute d'écorce des divers taxons. De gauche à droite : *Arbutus x thuretiana*, *Arbutus andrachne*, *Corymbia citriodora* (Source : Charron T.)

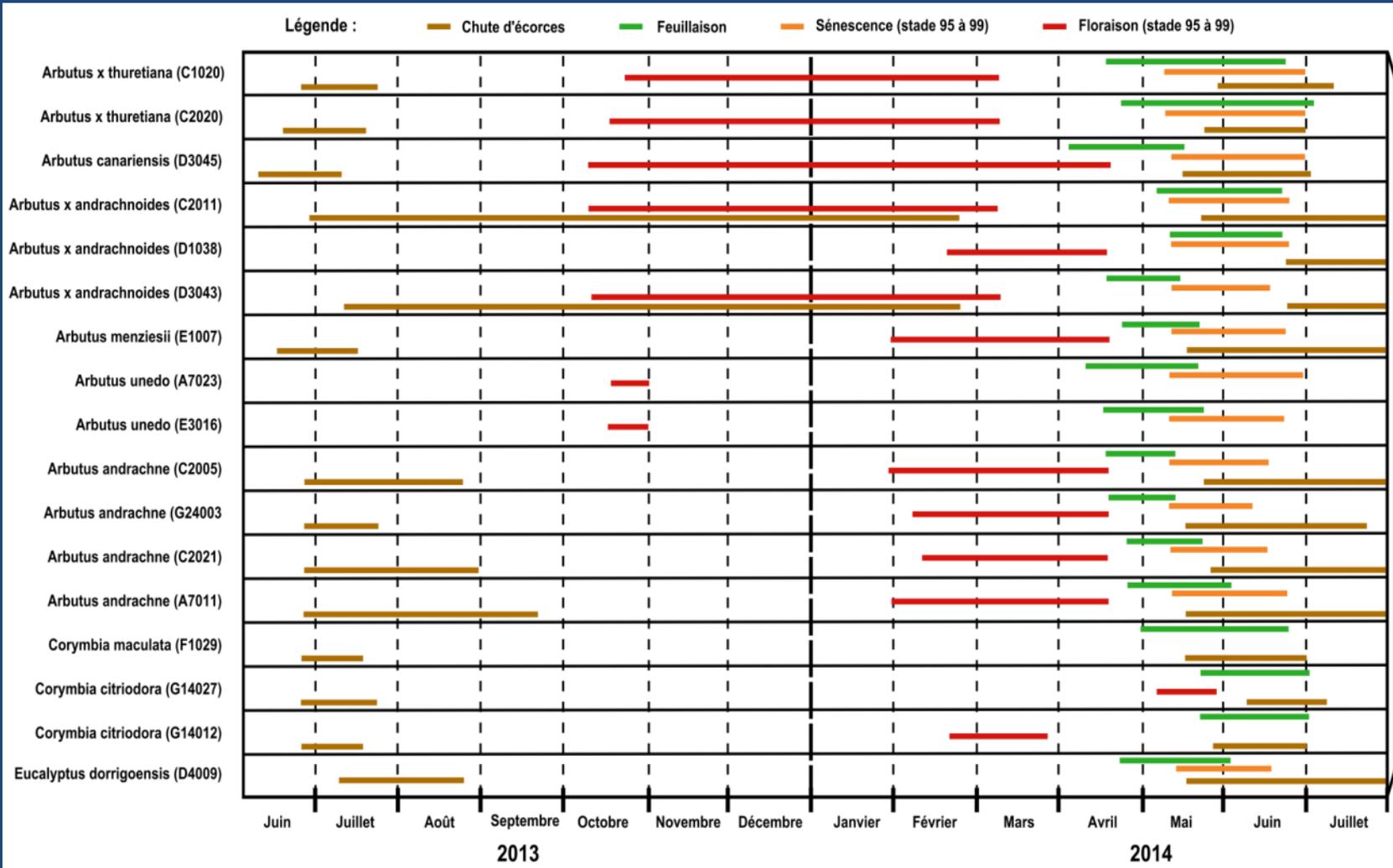
Débourrement et allongement des axes



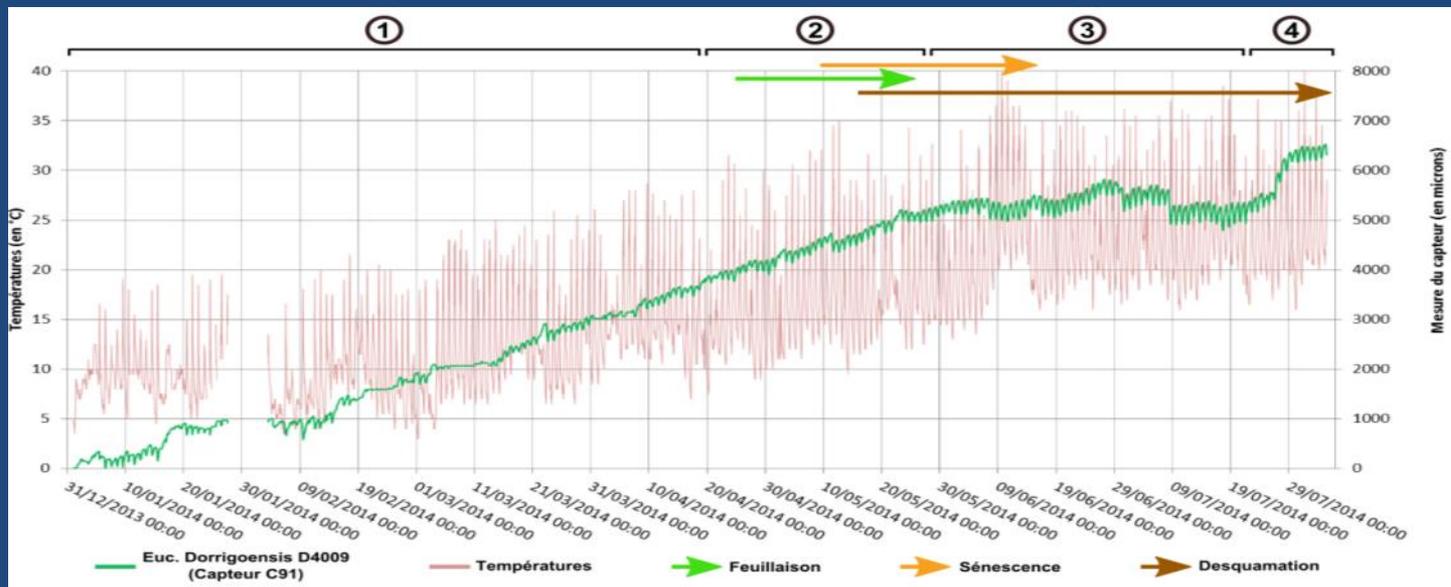
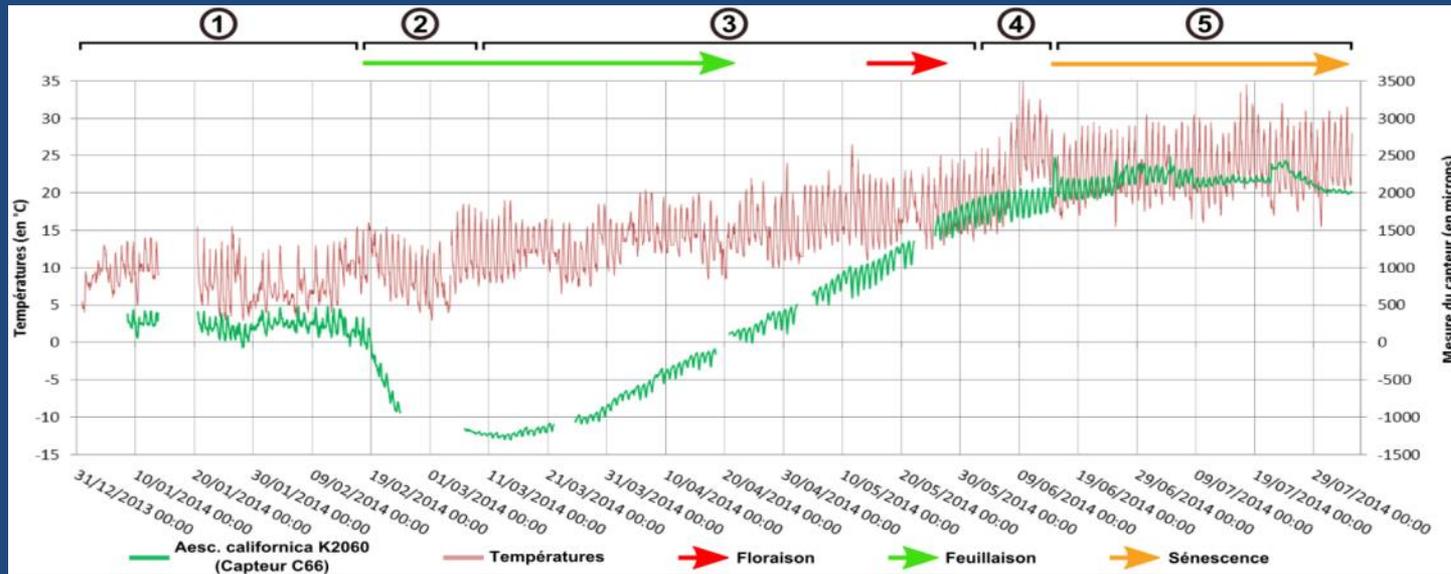
Comparaison des marqueurs phénologiques chez les différentes espèces (juin 2013 - juillet 2014)

croissance rythmique

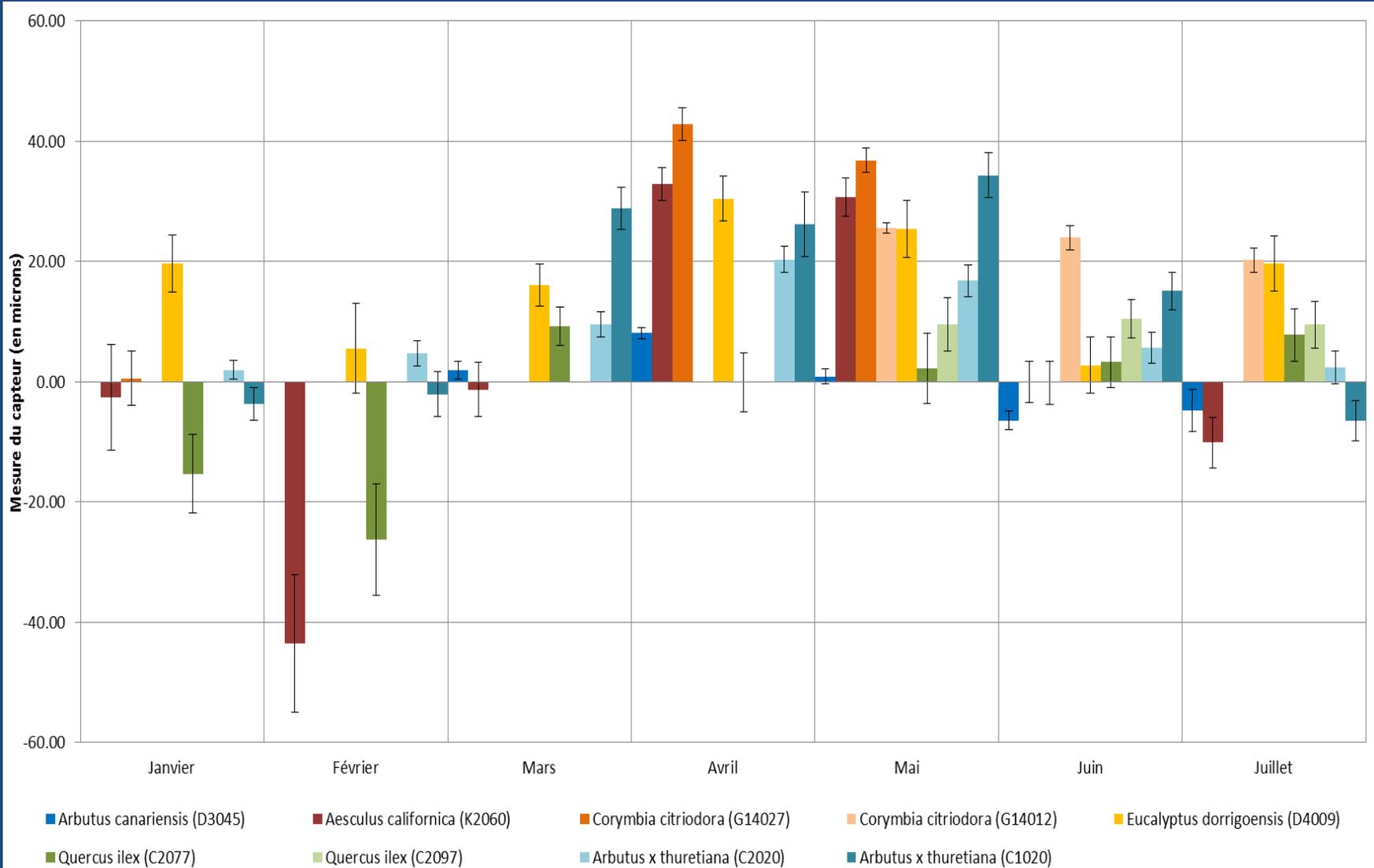
croissance continue



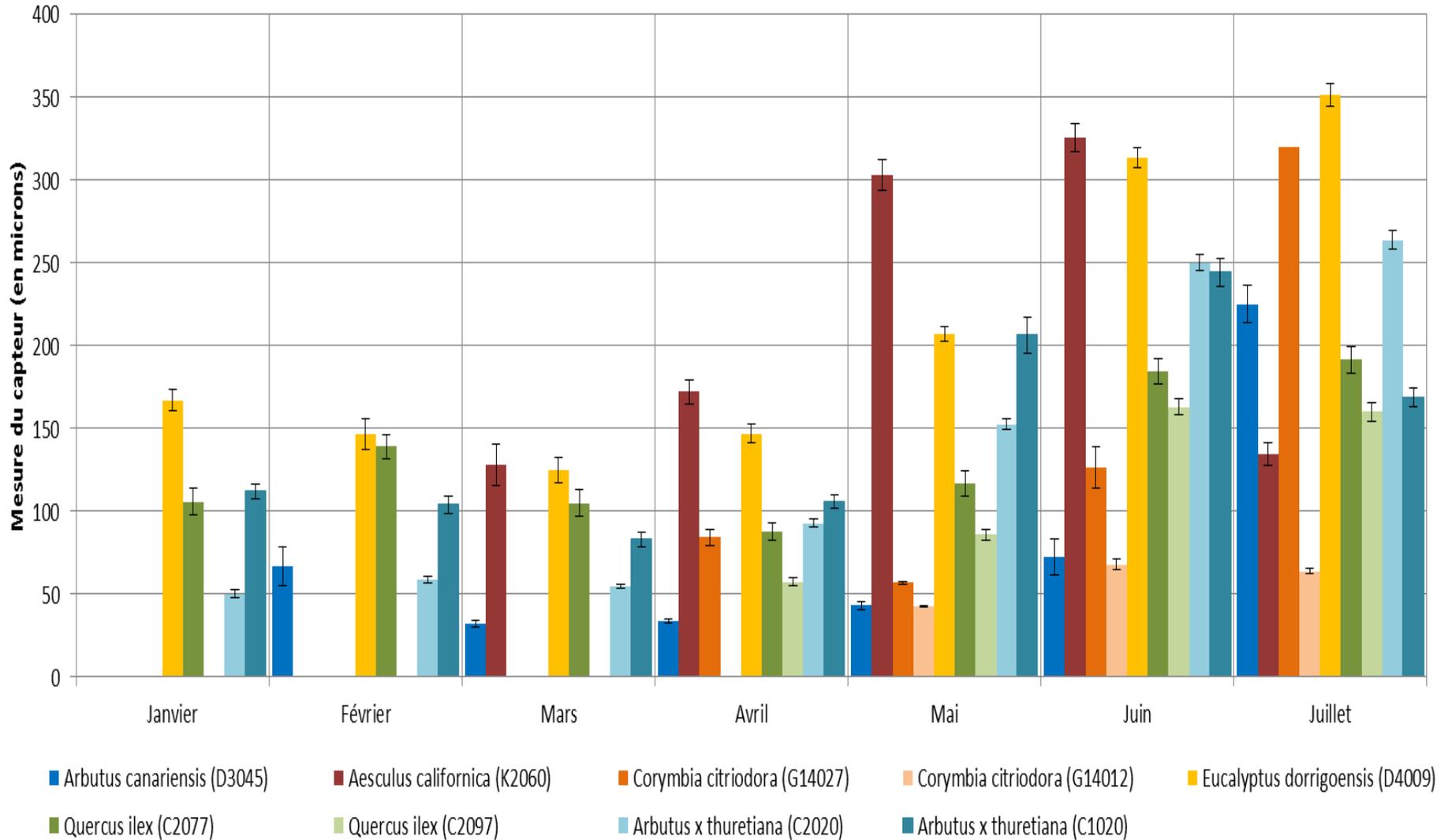
Mesure de la variation du diamètre par capteur PépiPIAF chez *Aesculus californica* (en haut) et *Eucalyptus dorrigoensis* (en bas)



Mesure de la croissance secondaire journalière moyenne mensuelle à l'aide de microdendromètres (janvier - juillet 2014)



Mesure de l'amplitude de contraction maximale moyenne mensuelle à l'aide de pépiPiaf (janvier - juillet 2014)



Conclusions et perspectives

- ❖ La phénologie de la croissance des arbres a été abordée par des points de vue divers et simultanés (croissance primaire et secondaire).
- ❖ Les capteurs ont montré leur efficacité, même si des ajustements sont encore à faire
- ❖ Les premiers résultats montrent la diversité des stratégies adaptatives des arbres au climat méditerranéen
- ❖ La chute brutale des écorces varie avec les conditions climatiques (déclenchement et durée du processus) ; c'est un marqueur phénologique intéressant.
- ❖ L'analyse des carottes devrait apporter des informations complémentaires.

- ❖ Nécessité de répéter ce travail pour vérifier et compléter les résultats ou pour refaire les parties qui n'ont pas bien fonctionné (mesure de croissance primaire et secondaire chez *Eucalyptus* et *Corymbia*, par exemple)
- ❖ Des améliorations sont à apporter pour le suivi de l'allongement
 - choix des axes à observer et mesurer
 - technique d'observation de la croissance « continue »
- ❖ L'ajout de PlantCam aux arbres équipés de capteurs pépiPiaf, permettrait de se dispenser des méthodes d'observations traditionnelles coûteuses en temps et en déplacement

Mémoire de **Tristan Charron**

M2 - STADE - Université Joseph Fourier

**Étude de la croissance et de la phénologie d'arbres
adaptés au climat méditerranéen**

Wiki Perpheclim :

[https://wiki.inra.fr/wiki/perpheclim/Documentation
/Rapport_Tristan_Charron](https://wiki.inra.fr/wiki/perpheclim/Documentation/Rapport_Tristan_Charron)



Merci de votre
attention