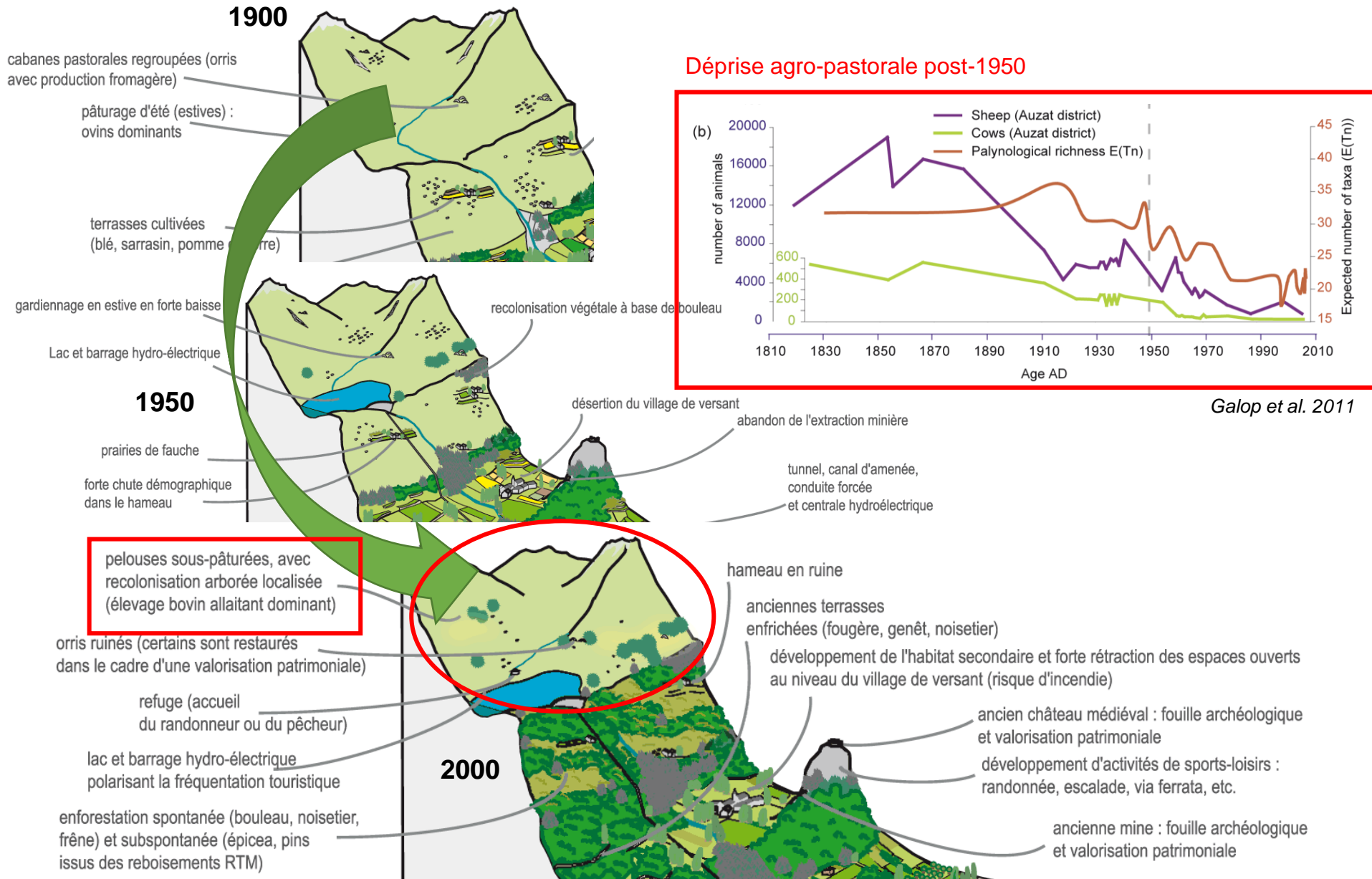


Potentiel dendrochronologique des ligneux bas (*R. ferrugineum*, *J. communis*) pour la connaissance des changements environnementaux en milieu pyrénéen : le cas du Haut-Vicdessos

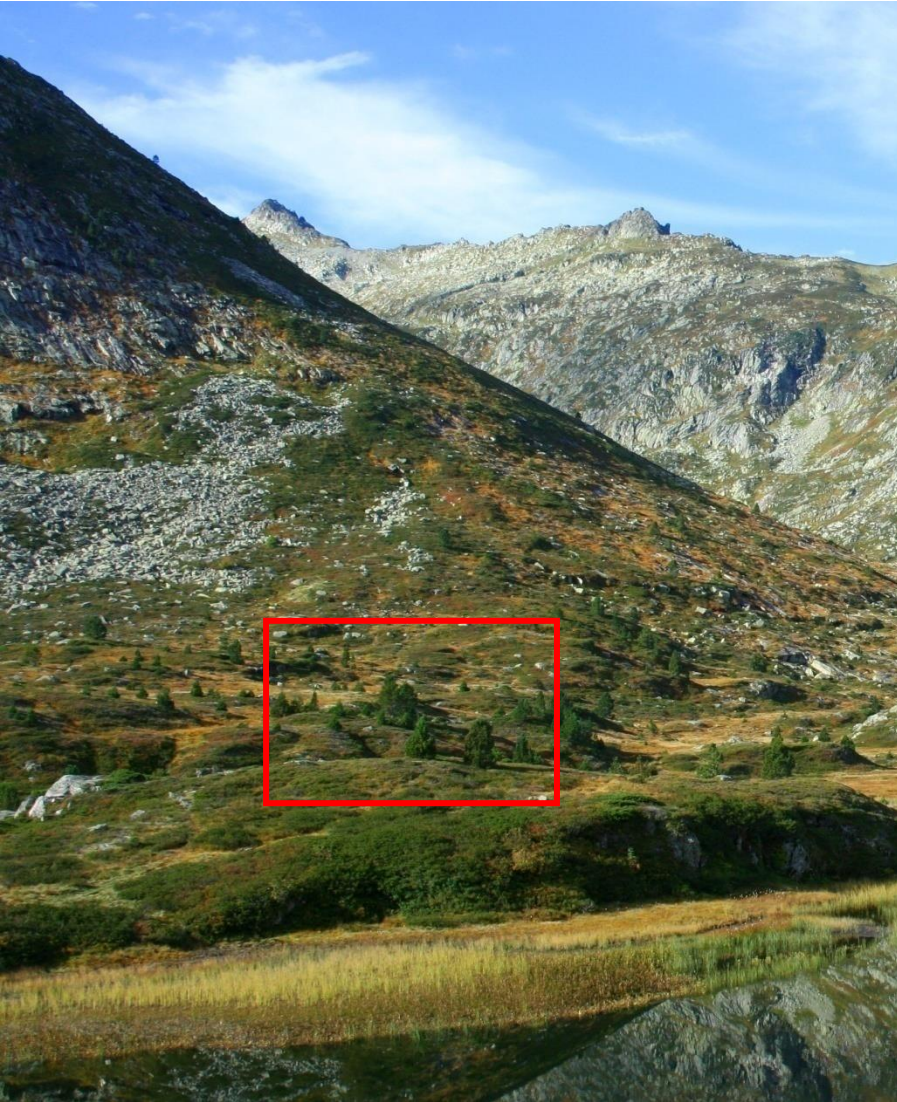
L. Francon, C. Corona, E. Roussel, J. Lopez-Saez, M. Saulnier

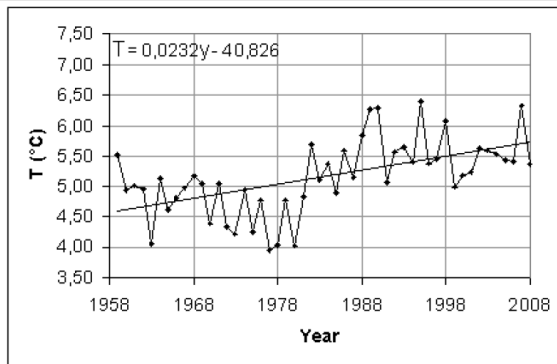


1. Contexte et objectifs



1. Contexte et objectifs

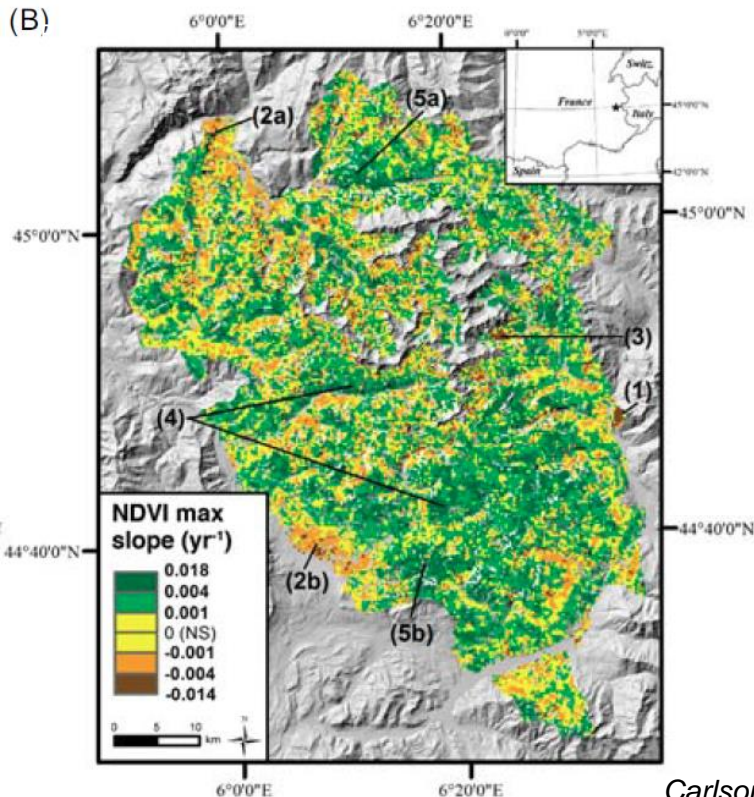




Maris et al., 2009

Changement climatique et verdissement : Exemple du massif des Ecrins

Figure 6. Annual mean temperatures in the massif Couseran, at 1800 m, including a linear fit.



Carlson et al., 2017

	% greening (1984–2015)	% browning (1984–2015)
Cliff and scree	55.44	2.99
Veg. cliff and scree	68.38	1.54
Grassland	66.90	1.06
Low-shrub	76.64	0.58
All	67.12	1.46

Carlson et al., 2017

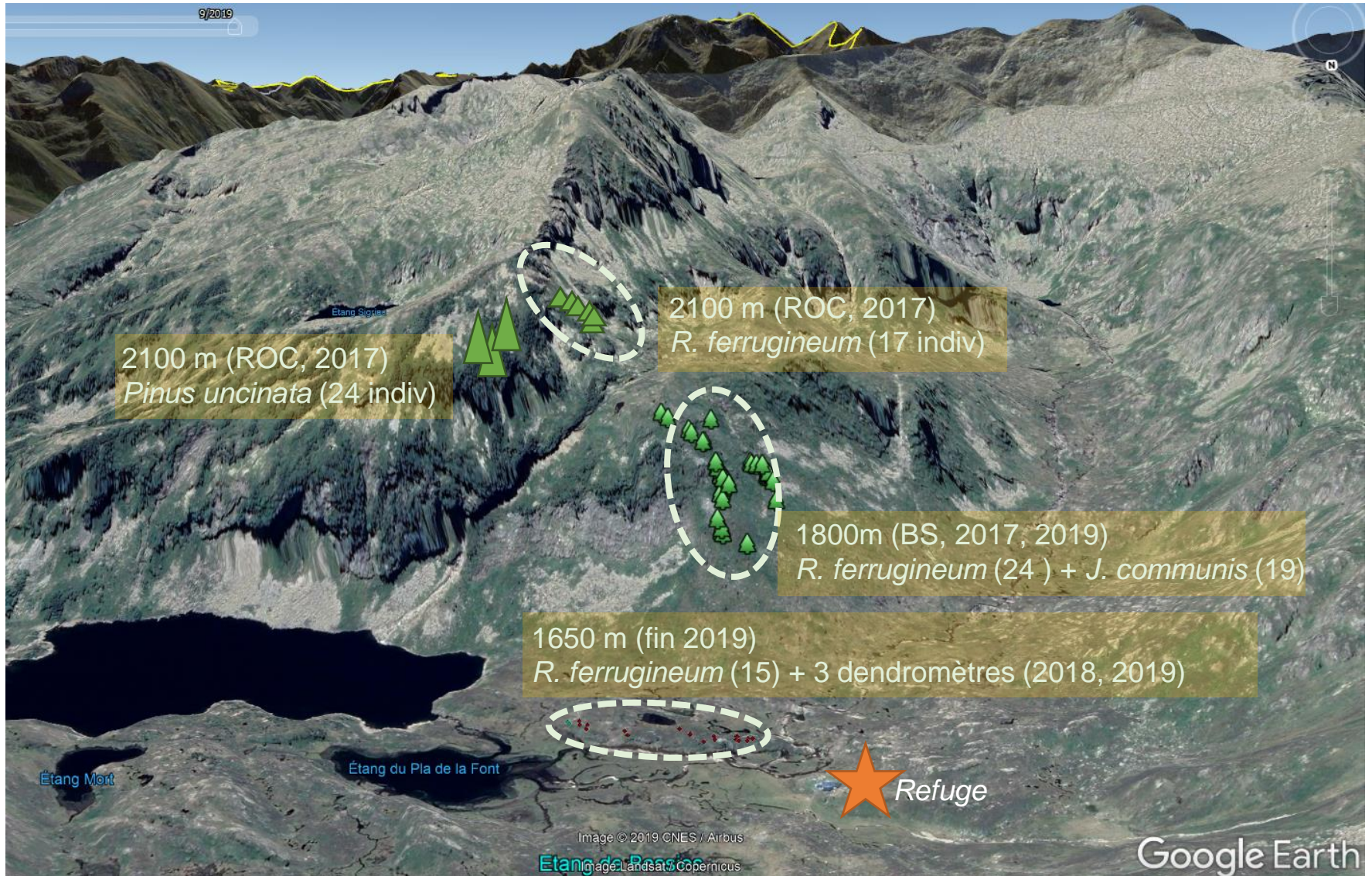
NDVI : verdissement observé dans les étages subalpains et alpins des Alpes françaises, liés à l'expansion des ligneux bas, favorisée par le réchauffement climatique récent

1. Quantifier l'influence du climat sur la croissance radiale de deux espèces arbustives communes (genévrier et rhododendron) et mettre en évidence les paramètres climatiques mensuels qui limitent leur croissance
2. Comparer les facteurs limitants la croissance des ligneux bas et des populations d'arbres localisées à proximité
 - Approche dendroécologique rétrospective
3. Mettre en évidence l'impact de la variabilité journalière de l'enneigement et de la température sur la croissance radiale du rhododendron
 - Suivi dendrométrique et microclimatologique (écophysiologie)

Le couplage des deux approches permettra d'accroître fortement la robustesse des résultats :

- l'approche rétrospective permettra de valider, d'un point de vue statistique, le suivi réalisé sur les deux années
- Les données écophysiologiques permettent de mieux comprendre la « boîte noire » que constitue le cerne et de préciser le rôle de l'évolution du manteau neigeux sur les processus écophysiologiques.

2. Site d'étude et méthodes



1800m (BS) - Rhododendrons (24 individus) + genévriers (19)



2100m (ROC) - Rhododendrons (17 individus)



2. Site d'étude et méthodes

1650m – dendromètres sur trois individus

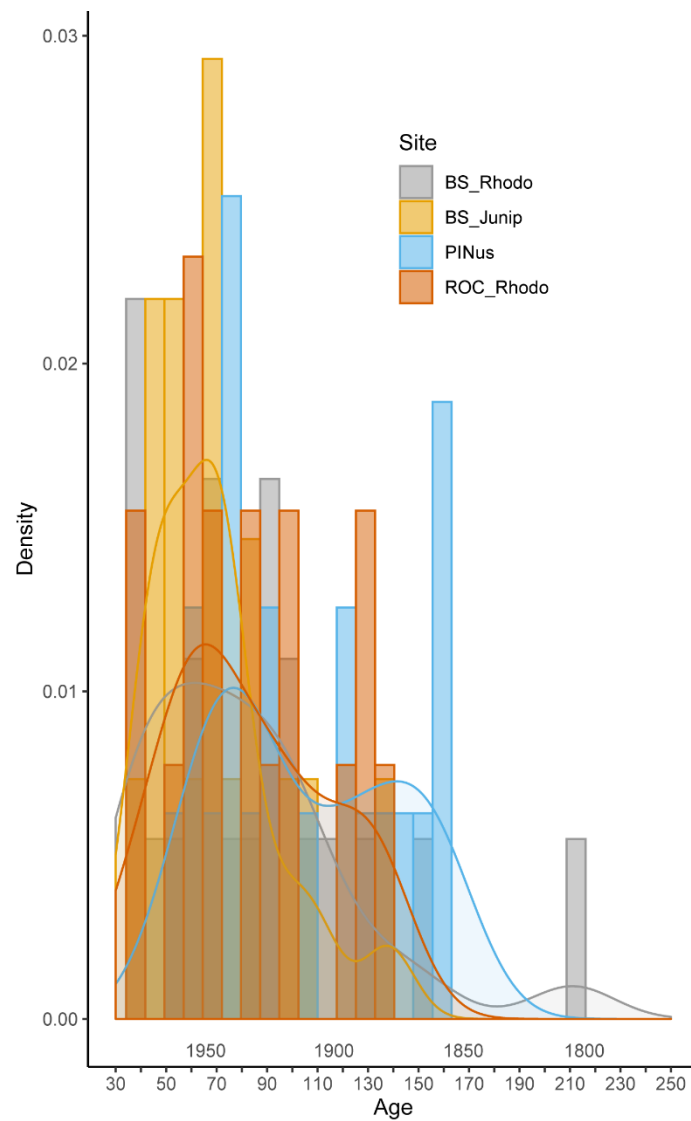
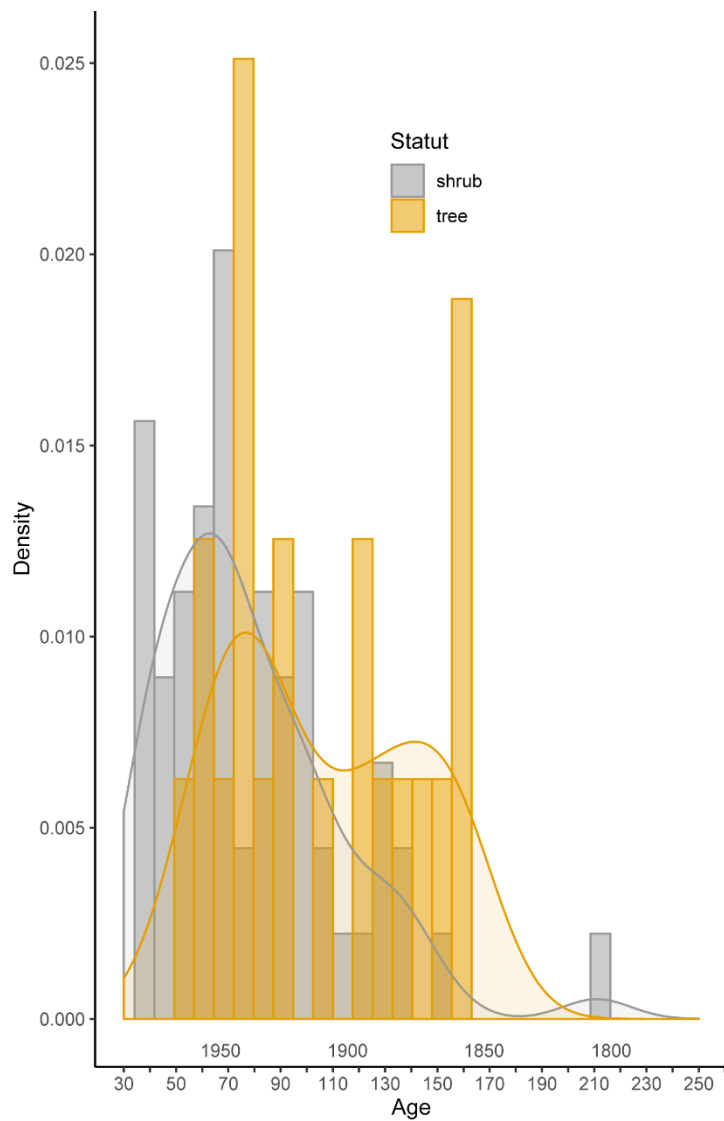


Octobre 2019 – 15 individus collectés à 1650m



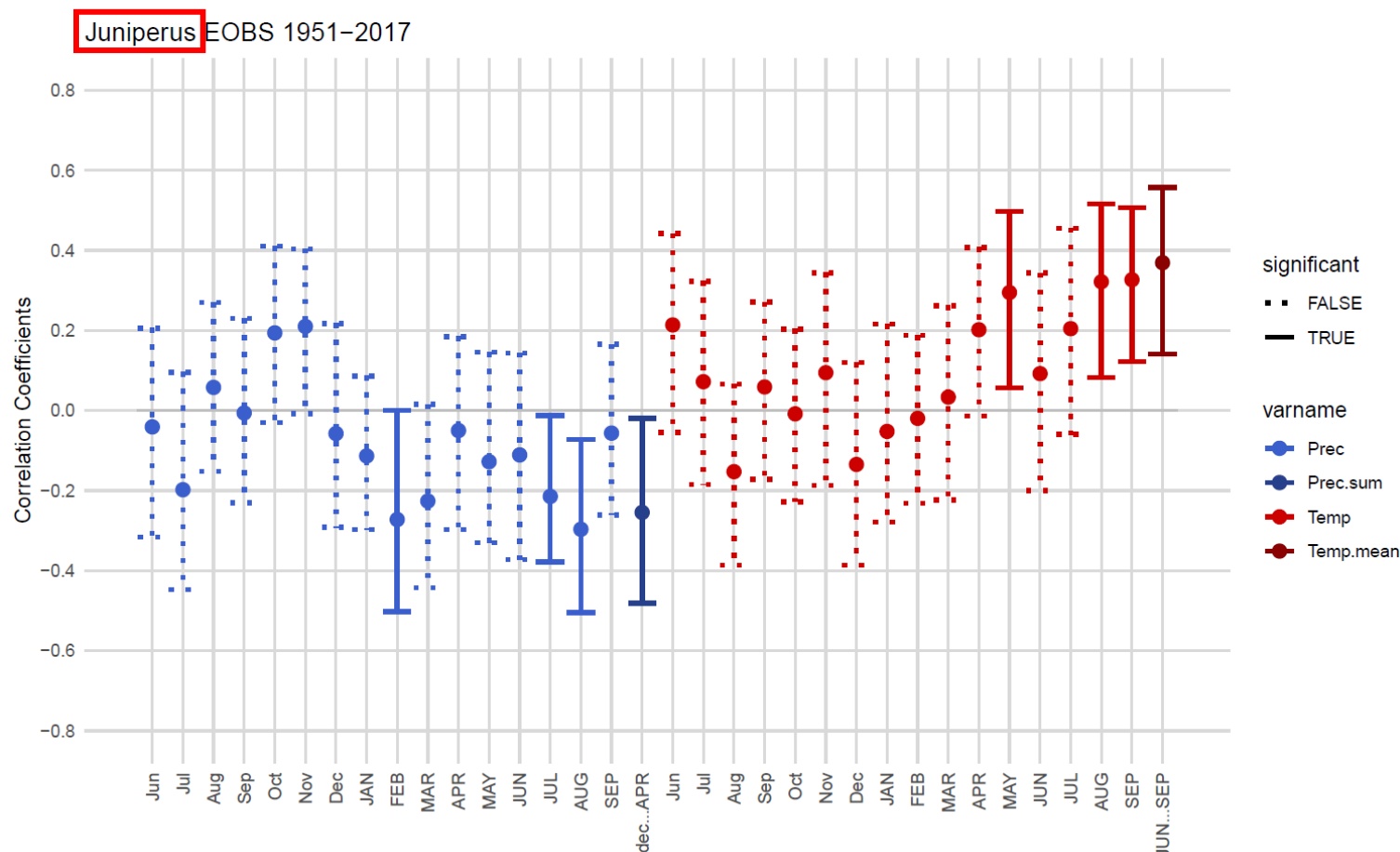


1. Echantillonnage de trois rameaux au minimum par individu à différentes hauteurs et à différentes distances du collet (cross-sectioning)
2. Préparation de micro-sections (microtome, 20 μ m), coloration et capture d'images à très haute résolution (microscopie)
3. Mesure des largeurs de cernes sur les images numérisées selon les protocoles couramment utilisés en dendrochronologie (interdatation par rameaux, puis par individu et entre individus d'une même population)
4. Standardisation (courbe négative exponentielle et spline)
5. Développement d'une chronologie par population (moyenne des individus)



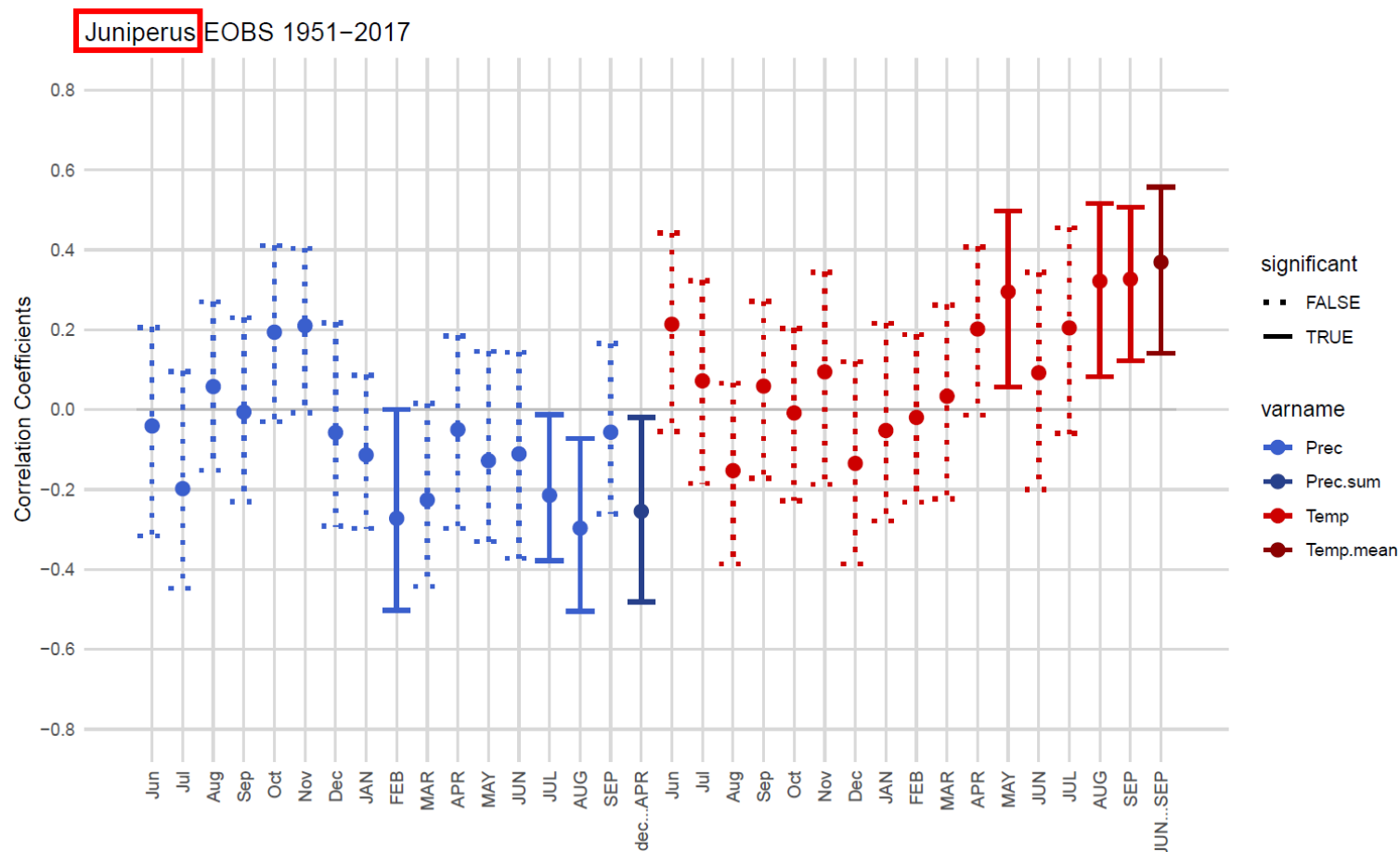
Structure d'âge des individus prélevés

- Corrélation largeurs des cernes annuels / températures et précipitations mensuelles (1951-2017)



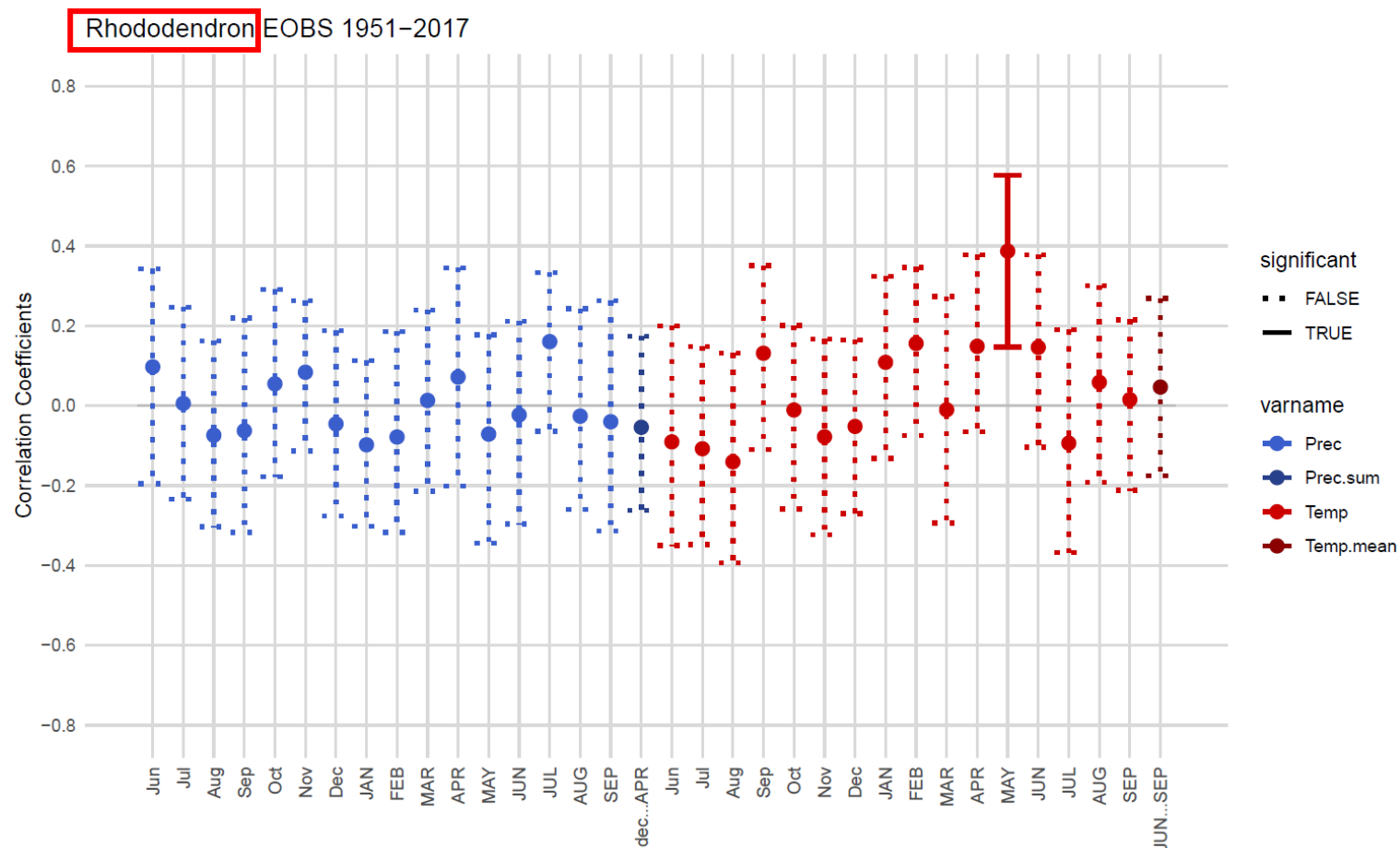
- Croissance radiale **favorisée** par :
 - **Températures estivales** (juin-sept.), en particulier août et septembre
 - Températures du mois de mai : **date de déneigement avancée**

- Corrélation largeurs des cernes annuels / températures et précipitations mensuelles (1951-2017)



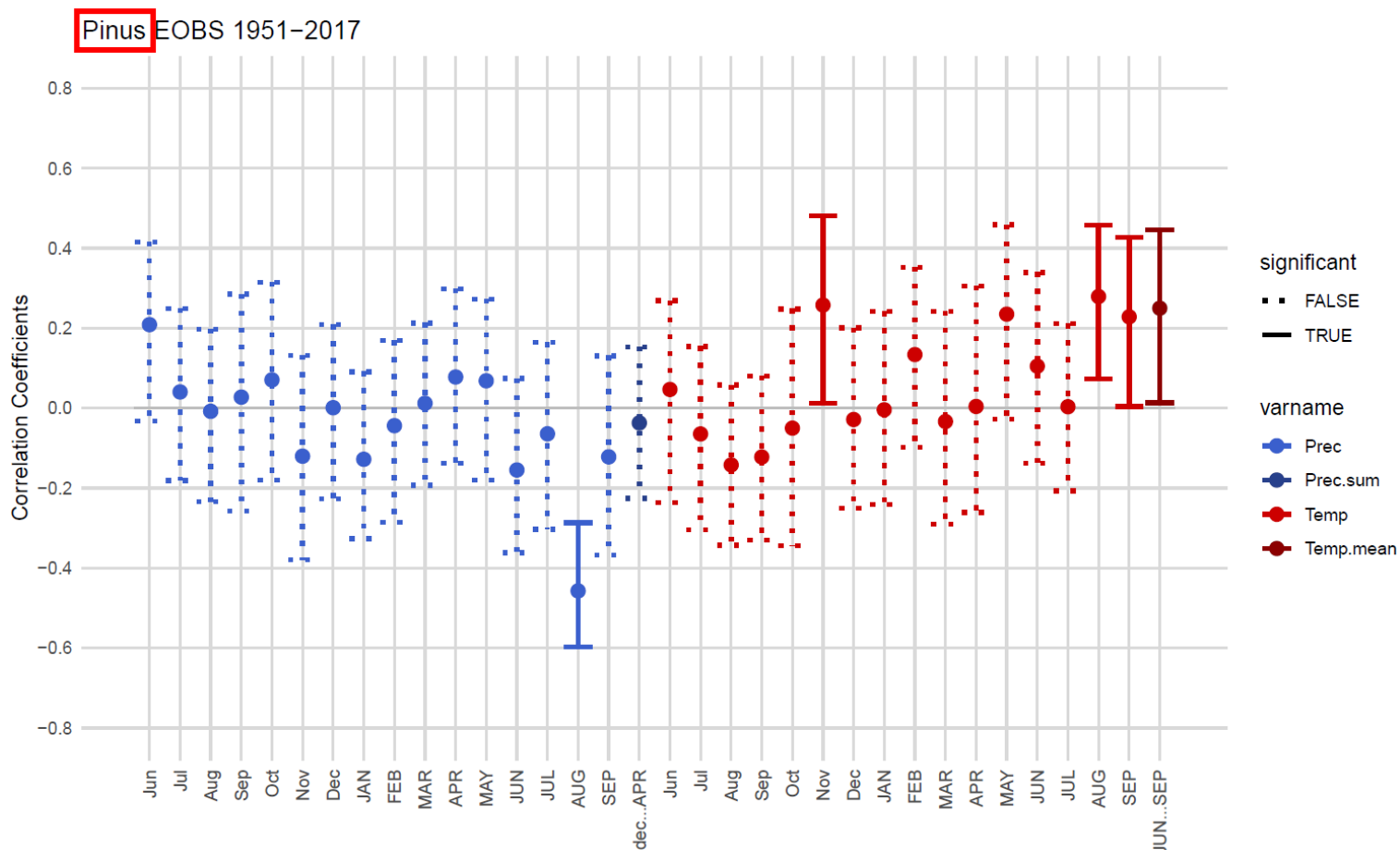
- Croissance radiale **limitée** par :
 - Précipitations hivernales (neige) : **date de déneigement retardée**

- Corrélation largeurs des cernes annuels / températures et précipitations mensuelles (1951-2017)



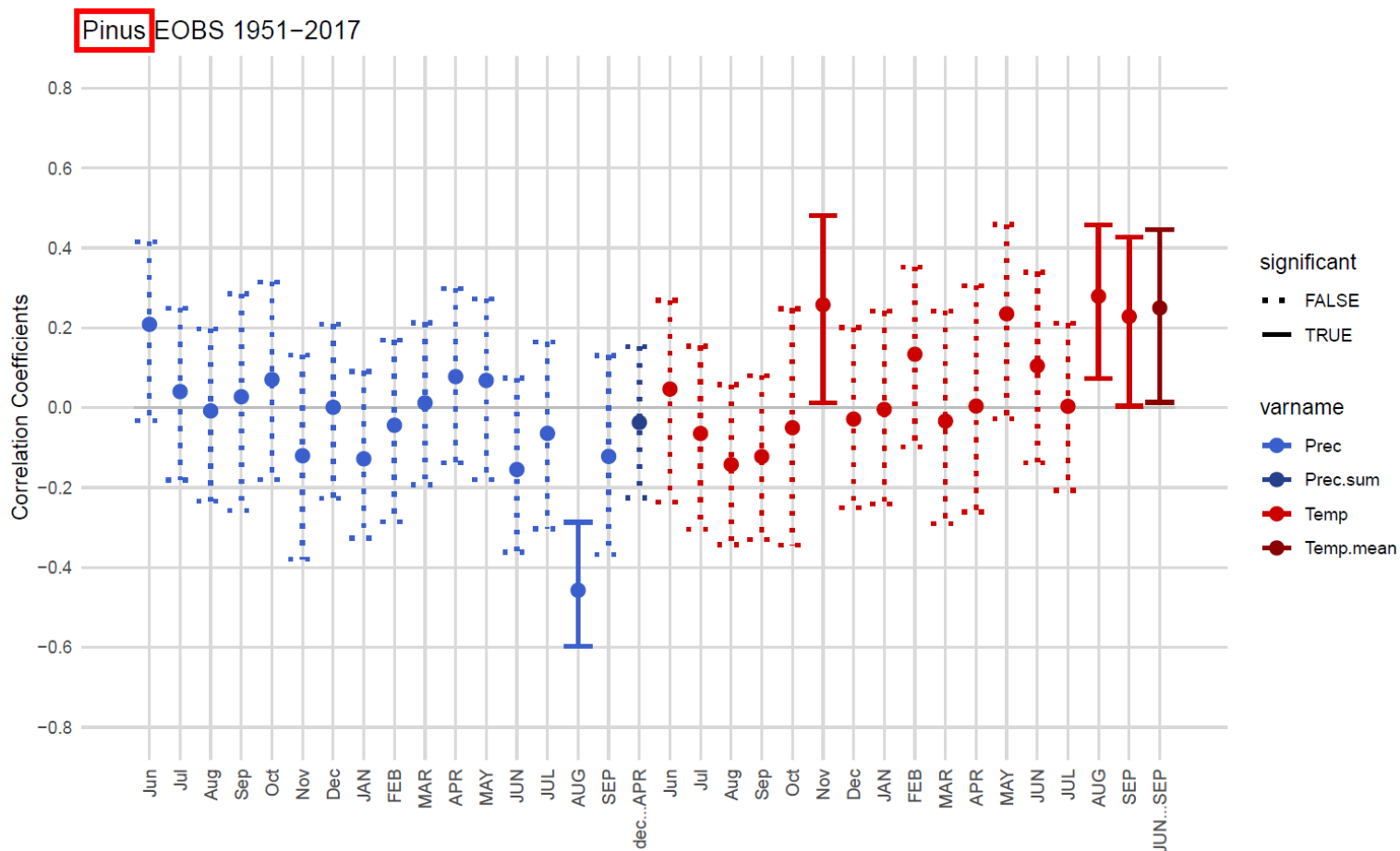
- Croissance radiale **favorisée** par :
 - Températures du mois de mai : **date de déneigement avancée** (comme *Juniperus*)

- Corrélation largeurs des cernes annuels / températures et précipitations mensuelles (1951-2017)



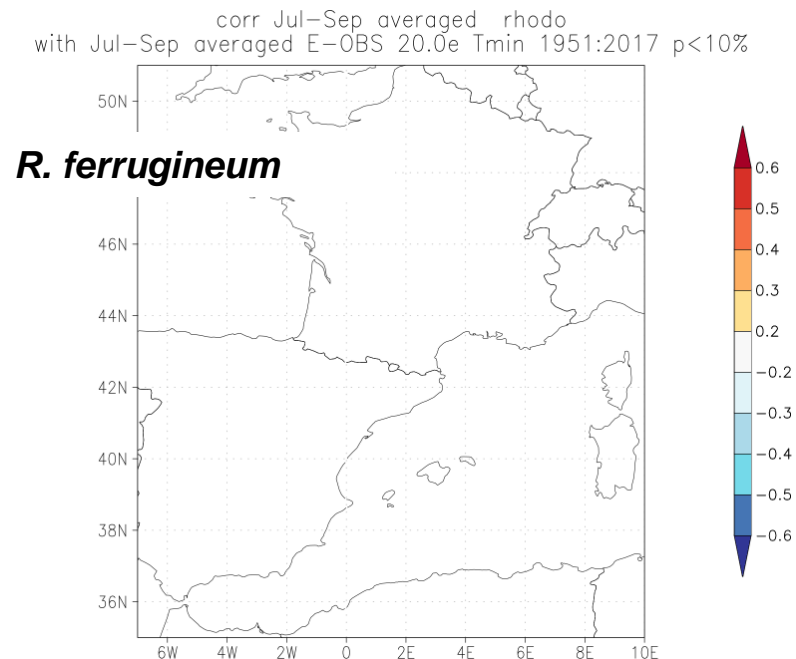
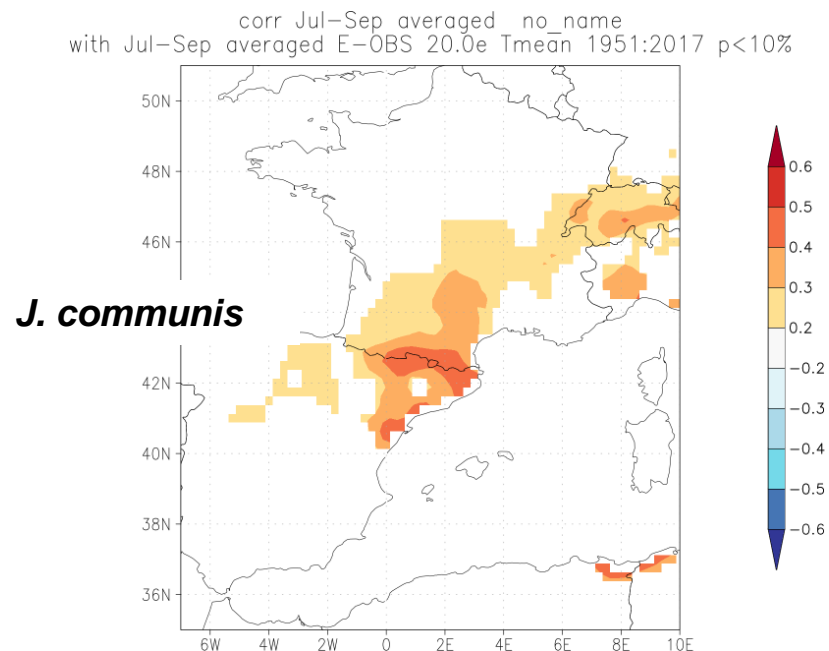
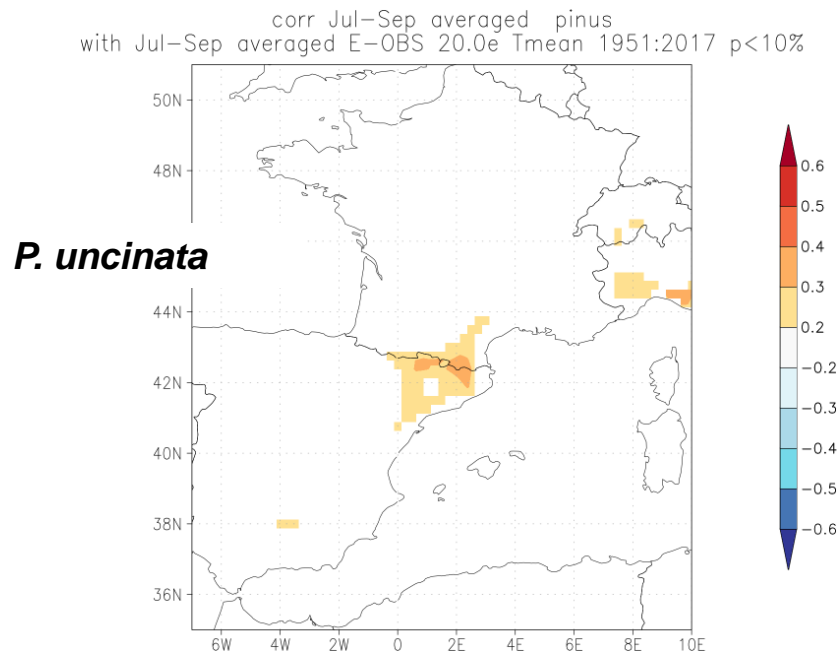
- Croissance radiale **favorisée** par :
 - Températures estivales** (juin-sept.), en particulier aout et septembre (comme *Juniperus*, mais effet moins fort)
 - Températures du mois de novembre** : effets du gel ? Réserves ?

- Corrélation largeurs des cernes annuels / températures et précipitations mensuelles (1951-2017)



- Croissance radiale **limitée** par : **Précipitations d'août**

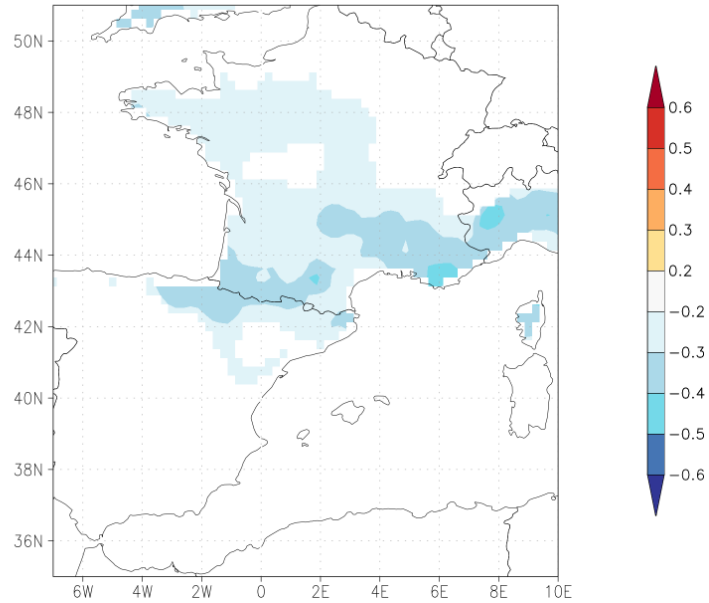
... Idem mais spatialisé... avec températures juil-sept



- Genévriers ($r > 0.5$) **plus** sensibles que les pins ($0.3 < r < 0.4$) aux températures estivales
- Pas de corrélation significative ($p < 0.1$) entre croissance radiale des rhododendrons et les températures estivales

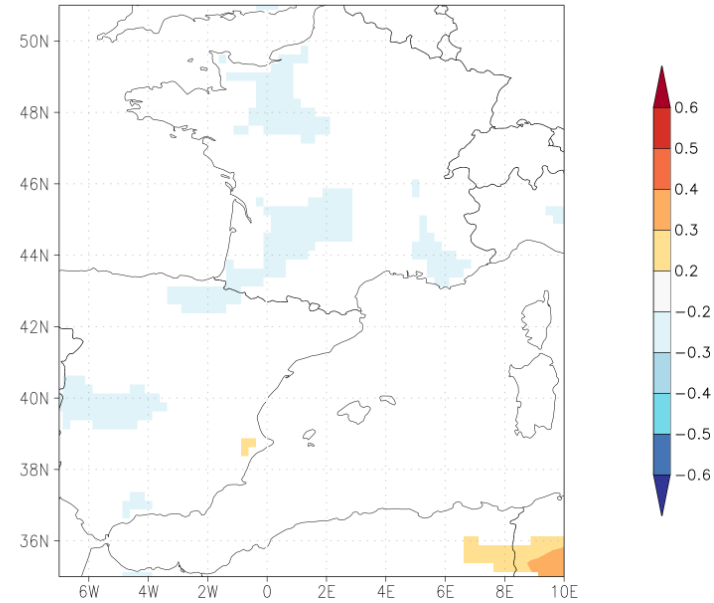
... Idem mais spatialisé... avec précipitations de janvier-mars

corr Jan-Mar averaged no_name
with Jan-Mar averaged E-OBS 20.0e prcp 1951:2017 p<10%



J. communis

corr Jan-Mar averaged rhodo
with Jan-Mar averaged E-OBS 20.0e prcp 1951:2017 p<10%

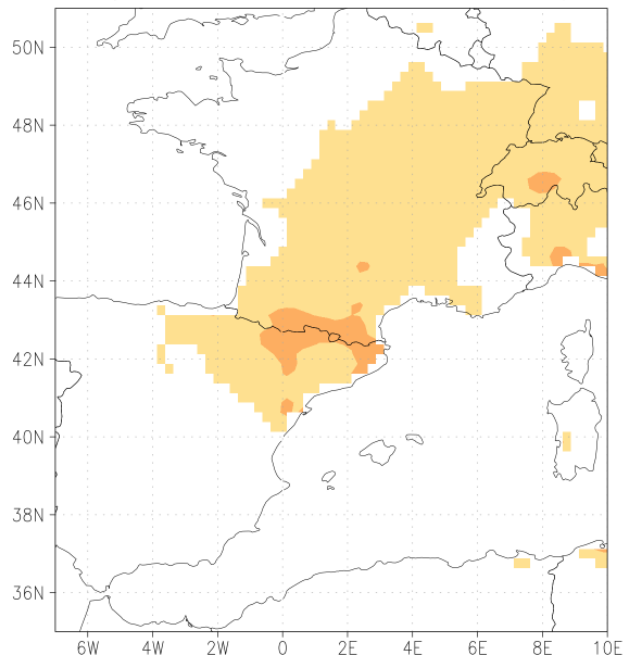


R. ferrugineum

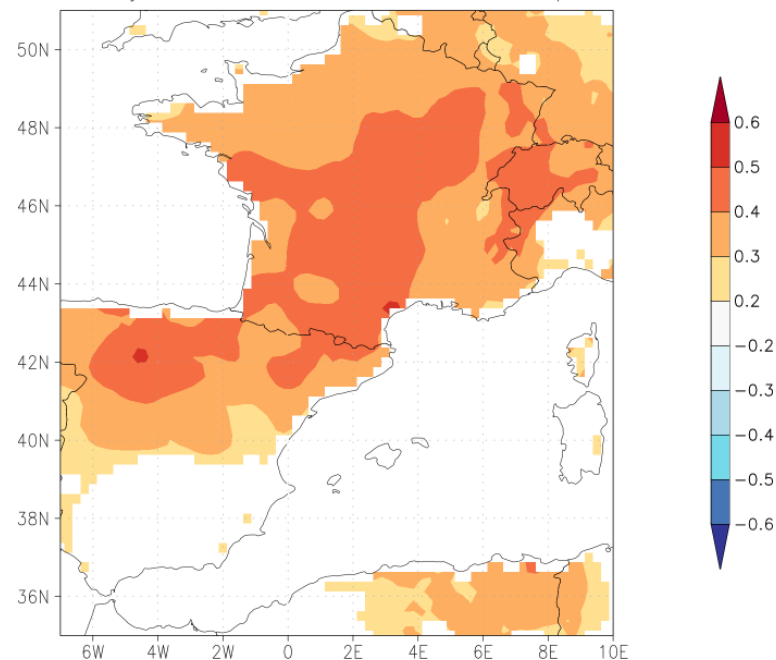
- Sensibilité plus marquée des genévriers aux précipitations hivernales (enneigement)

... Idem mais spatialisé... avec températures mai

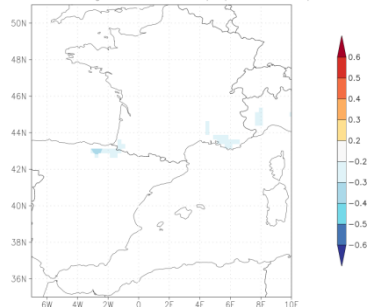
corr May no_name
with May E-OBS 20.0e Tmean 1951:2017 $p < 10\%$

***J. communis***

corr May rhodo
with May E-OBS 20.0e Tmin 1951:2017 $p < 10\%$

***R. ferrugineum***

corr Jan-Mar averaged pinus
with Jan-Mar averaged E-OBS 20.0e prcp 1951:2017 $p < 10\%$

***P. uncinata***

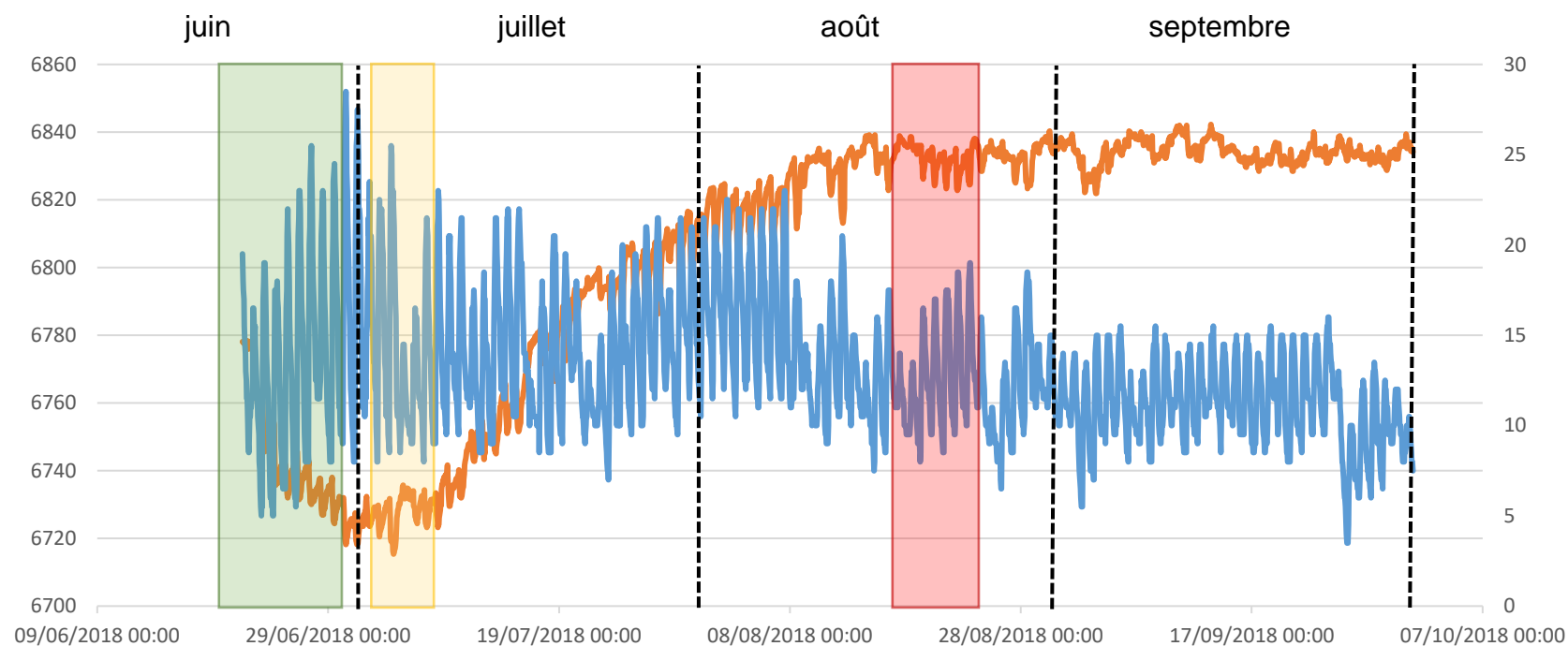
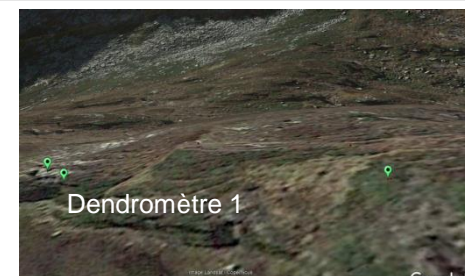
- Rhododendrons ($r > 0.5$) **plus** sensibles que les genévriers ($0.3 < r < 0.4$) aux températures de mai
- Pas de corrélation significative ($p < 0.1$) entre croissance radiale des arbres et l'enneigement

2018 : 2/3 dendromètres ont fonctionné 😊😊☹️
2019 : problèmes sur les deux restants ☹️☹️



Exemples de résultats fournis par les dendromètres (préliminaires)

- Dendromètre 1, individu 1 été 2018



20 juin

Déneigement

Légère contraction de la tige, forte demande en carbohydrates, stress hydrique

01 juillet

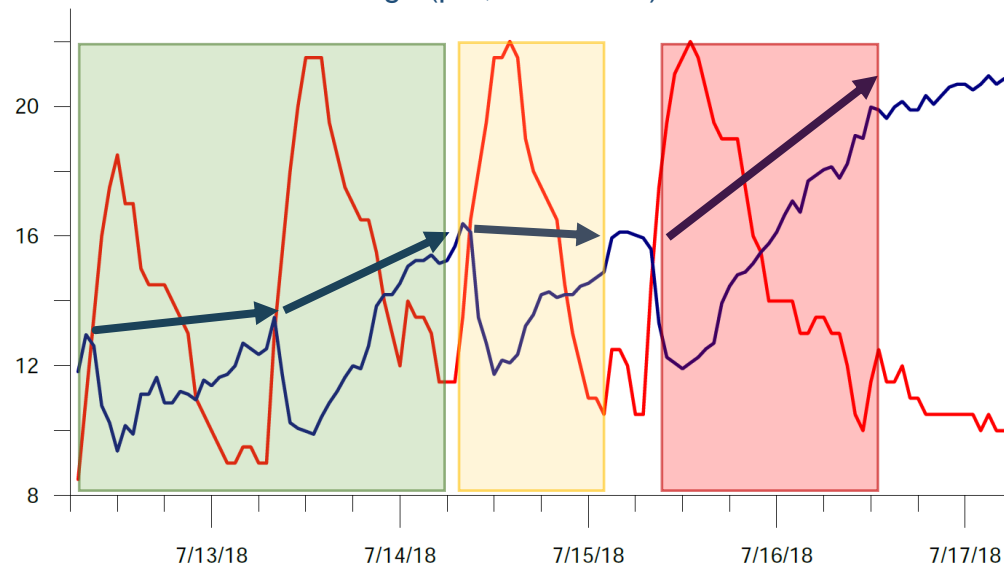
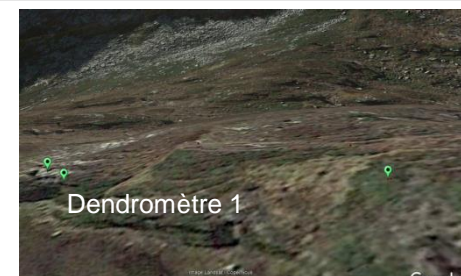
Initiation de la croissance cambiale

15 août

Arrêt de la croissance radiale

Exemples de résultats fournis par les dendromètres (préliminaires)

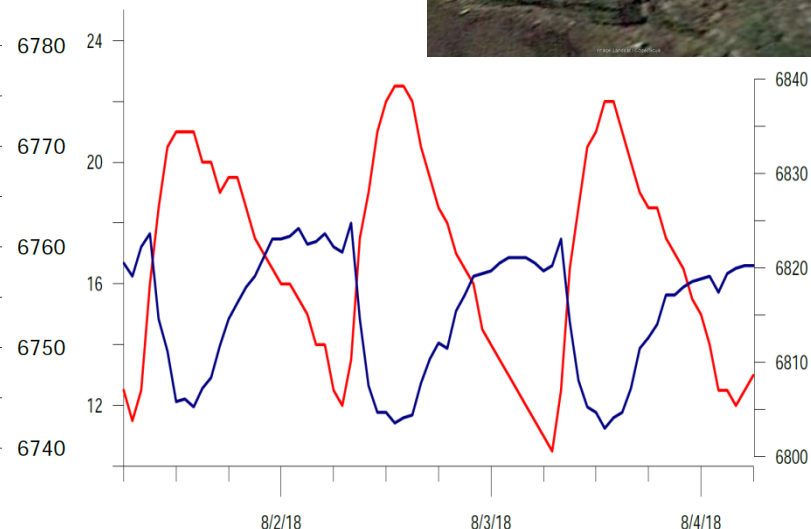
- Température (°C, rouge)
- Diamètre de la tige (µm, bleu foncé)



12-13/07
Croissance cambiale

14/07
Léger stress hydrique

15 -16 /07
Pluie
Réhydratation complète

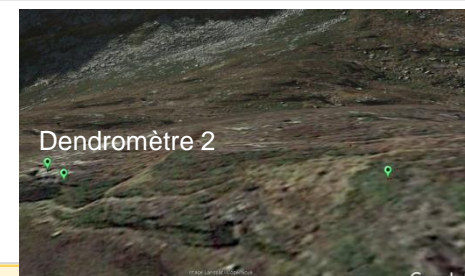
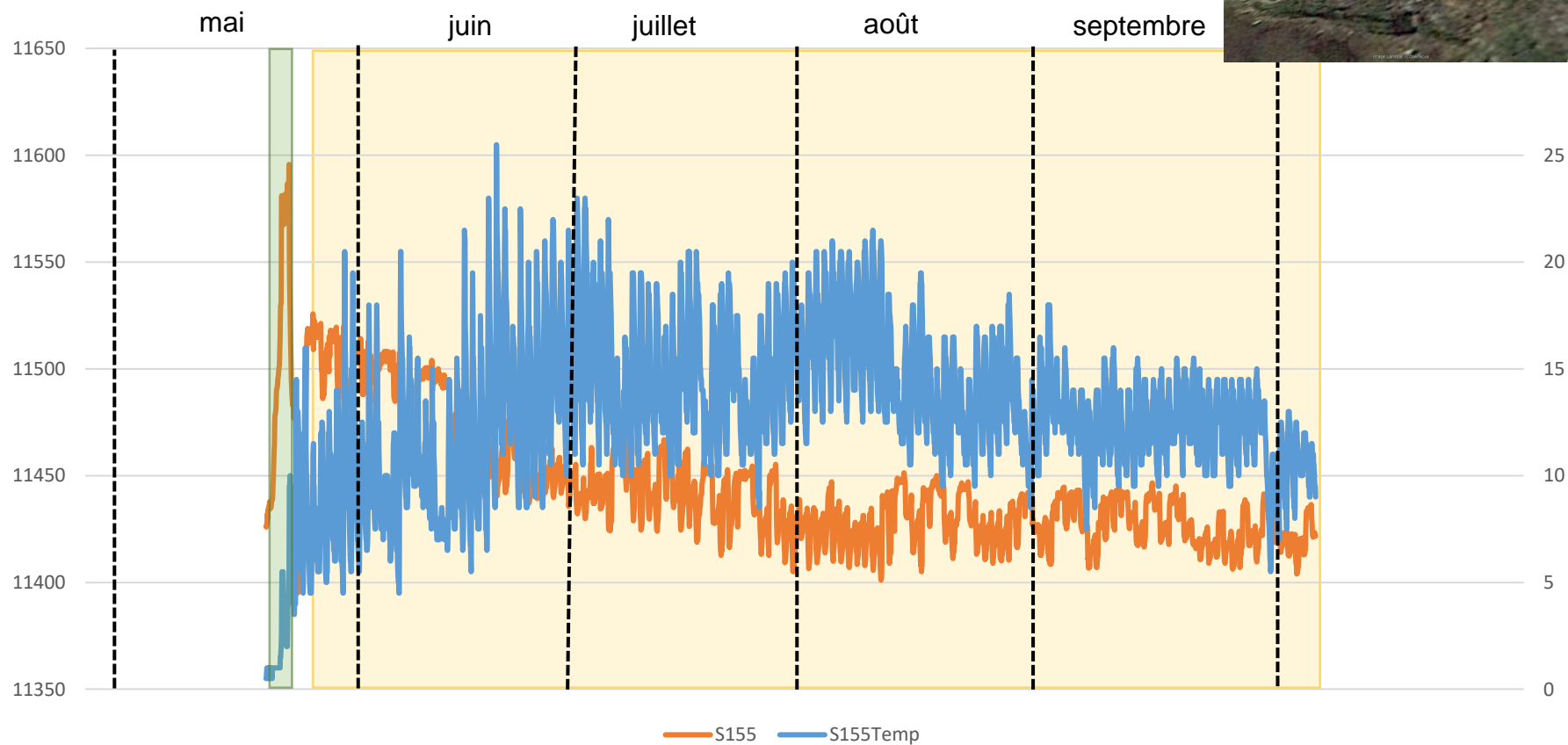


Août 2018
Succession de phases de stress hydrique

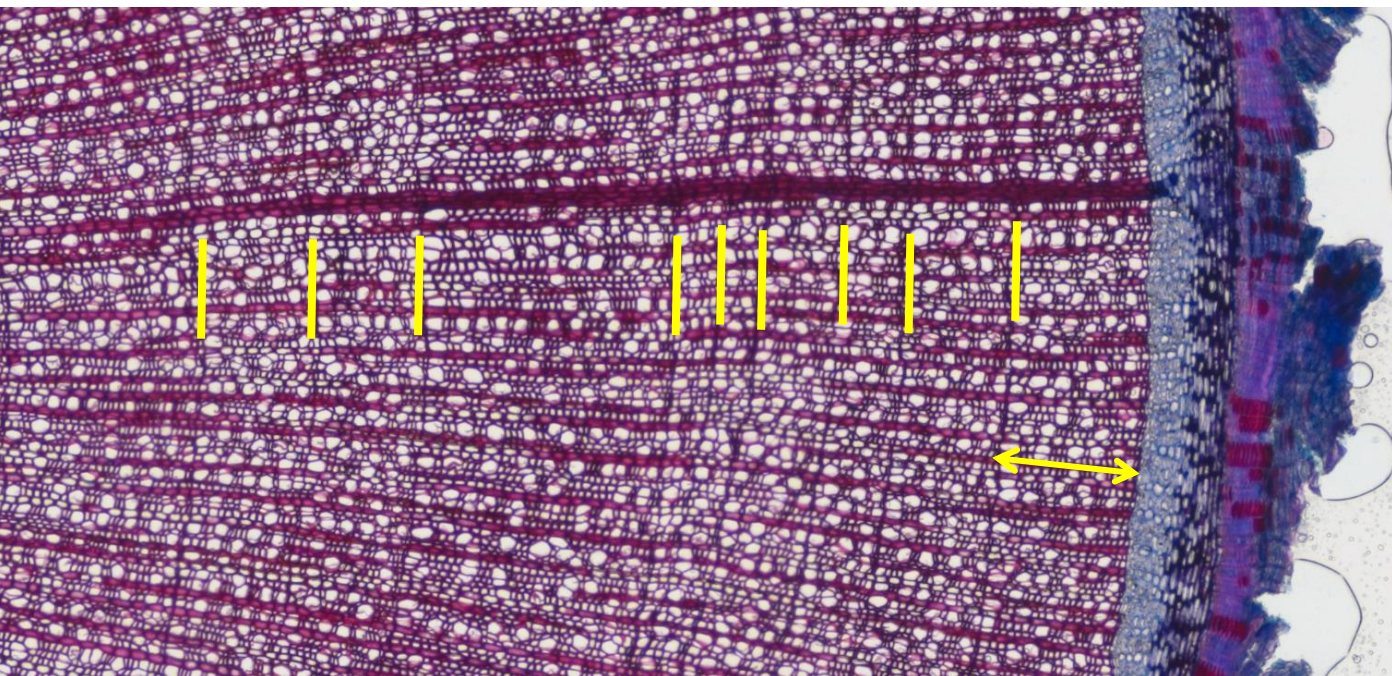
Les cycles de **déshydratation** (contraction pendant le jour)/ **réhydratation** (expansion pendant la nuit **sont clairement visibles**.

Exemples de résultats fournis par les dendromètres (préliminaires)

- Dendromètre 2, individu 3 été 2018

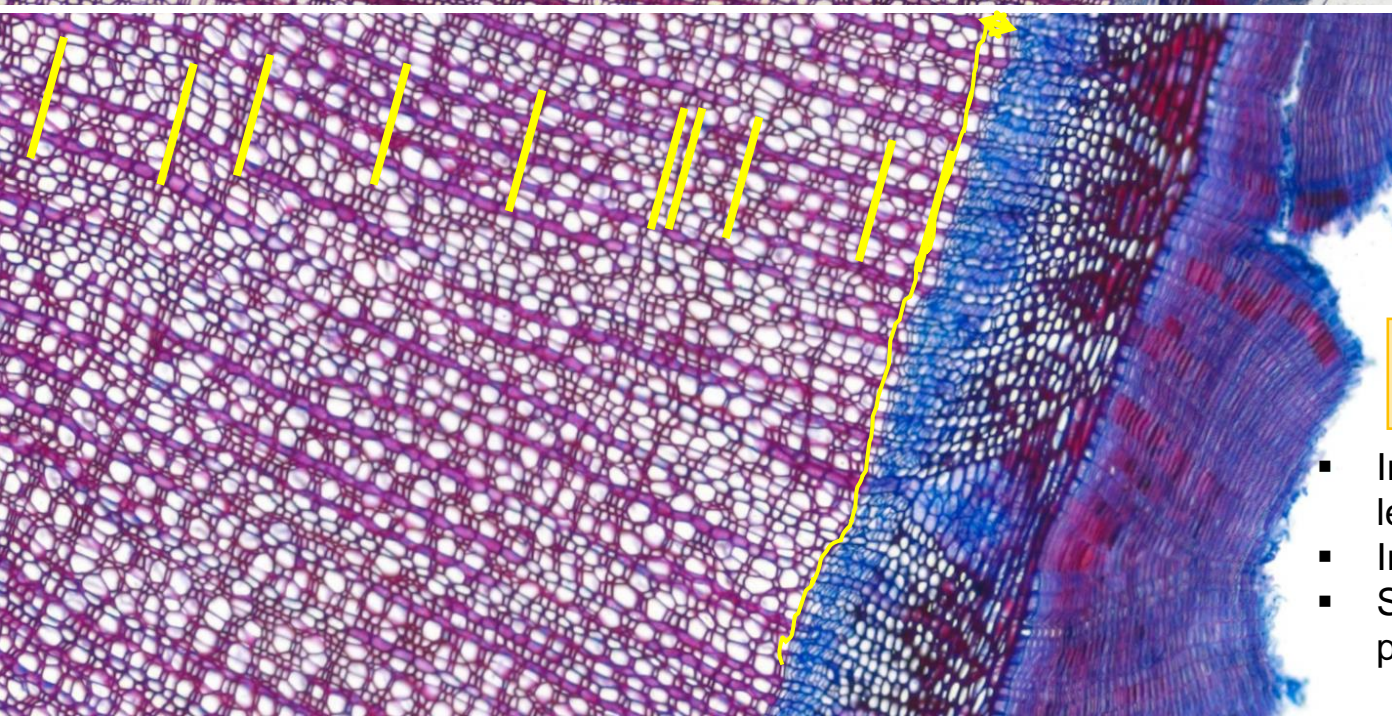


23 mai
Déneigement



- Dendromètre 1, individu 1

été 2018 :
cerne large



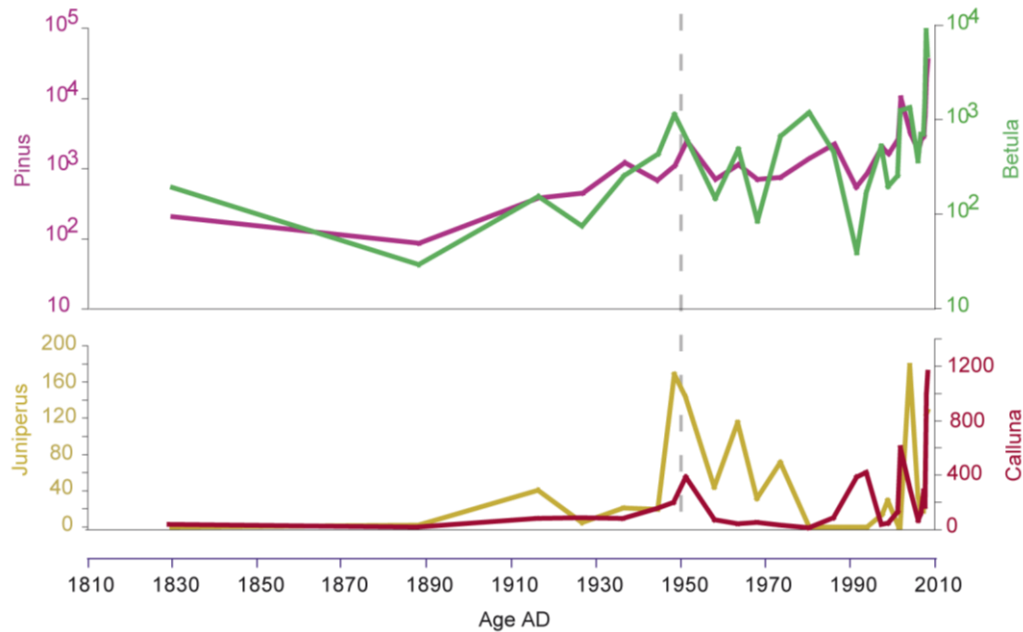
- Dendromètre 2, individu 2

été 2018 :
cerne étroit

Pas de formation de bois pendant l'été

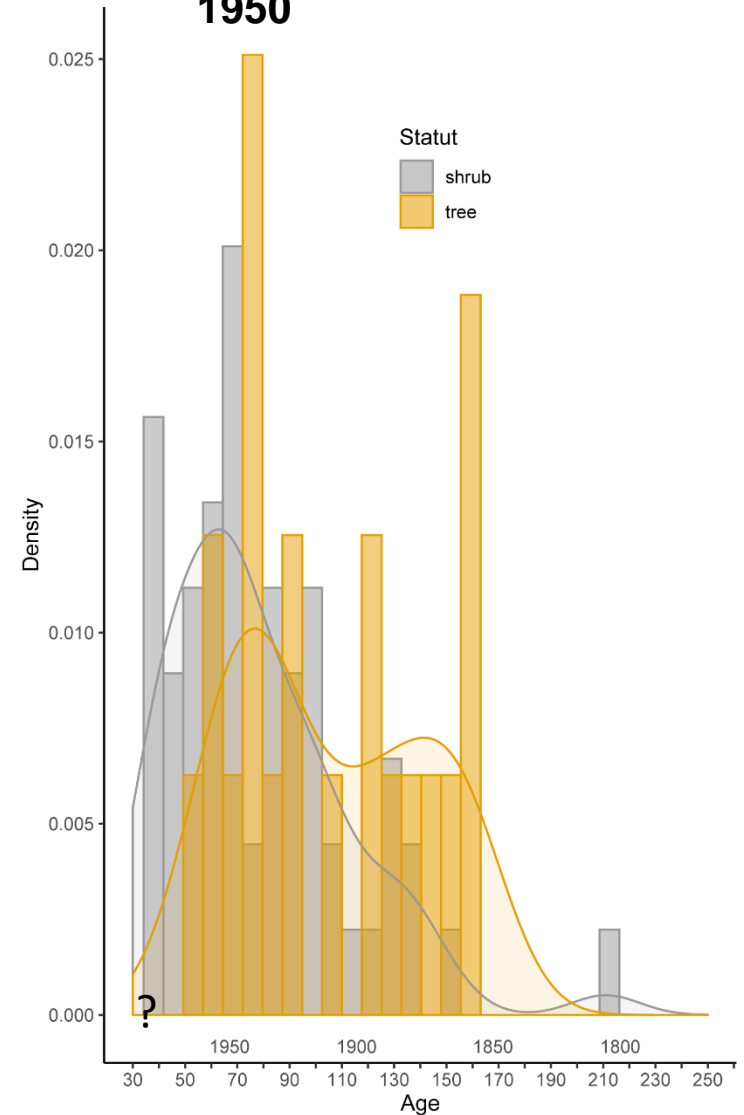
- Individu déneigé un mois avant le précédent
- Impacts de la sécheresse ?
- Situation micro-topographique plus exposée ?

1950



- Les arbustes sont (presque) aussi vieux que les plus vieux pins à crochet de la zone. Le plus vieux individu prélevé est un rhododendron de plus de 200 ans.
- **Le pic de recrutement de 1950 correspond au pic pollinique mise en évidence par Galop et al. (2011)**
- Notre analyse ne permet pas d'identifier les recrutements postérieurs à 1970 car nous avons privilégiés l'échantillonnage d'individus matures

1950



- Les **genévriers** sont plus **sensibles au climat régional** que les pins
 - **Espèce adaptée à la reconstruction du climat dans les Pyrénées sous réserve de trouver des individus pluri-centenaires**
- **La croissance des arbustes** (tous comme celle des pins) est en général **favorisée par des températures élevées pendant la période végétative et des dates de déneigement précoces.**
 - **Le changement climatique favorise la croissance des arbustes dans les Pyrénées : attention cependant aux effets de seuil (cf : résultats alpins)**
- Les **rhododendrons** sont moins sensibles que les genévriers au climat régional mais sont sensibles au microclimat :
 - Les rhododendrons sont moins sensibles à l'enneigement que les genévriers
 - L'analyse dendrométrique montre que l'individu en situation microtopographique exposée est stressé par le manque d'eau pendant la saison végétative
 - **Besoin d'enneigement conséquent en hiver** (protection gel + sécheresses hivernales et estivales)
 - **Réponse du rhododendron au changement climatique dépendante de la topographie**, et plus complexe que celle du genévrier.

- Mieux comprendre les contrôles microtopographiques qui influencent sur la croissance du rhododendron :
 - Valoriser l'échantillonnage de 2019 par la réalisation de deux chronologies de rhododendron (à 1800m et à 1650m). En ce sens, à 1650m, la position microtopographique des sections prélevées a été mesurée.
 - Si différences significatives entre-individus : caractérisation fine de la microtopographie au moyen d'un modèle numérique de terrain (photogrammétrie multi-image ou LIDAR)



