

Les vieilles forêts sous le regard des scientifiques

26 MARS - 18H-21H



PROGRAMME
DE RECHERCHE
RÉSILIENCE
DES FORÊTS

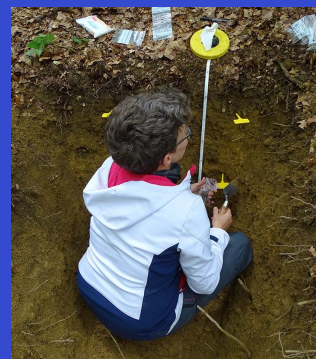
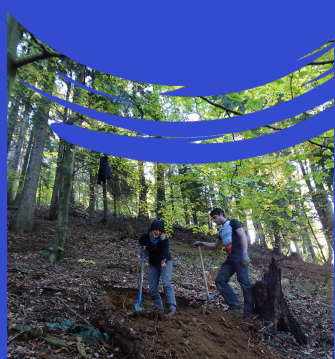
anr[®]

INRAE



L'ACADÉMIE
DU CLIMAT

Académie du Climat - 2 place Baudoyer, Paris 4e



Le temps long des vieilles forêts

par Vanessa Py-Saragaglia (IRAMAT-LMC CNRS-UTBM) et toute la team BENDYS (ANR-19-CE03-0010)



Crédit photo : Vanessa Py-Saragaglia & Mélanie Saulnier

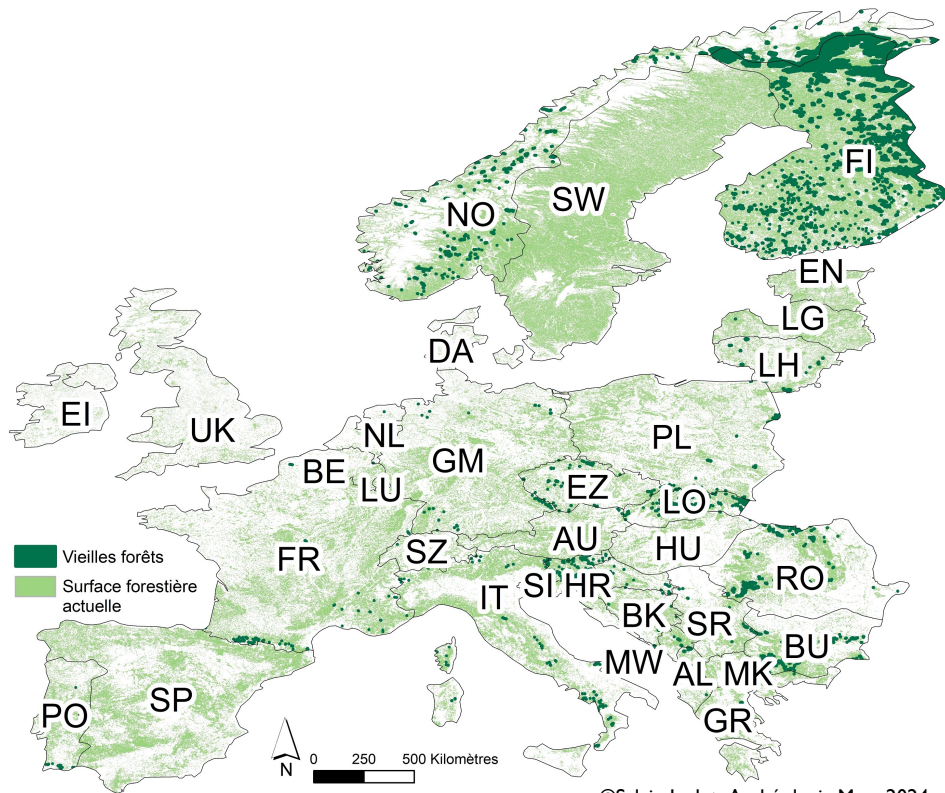


© Hayo Miyazaki, Princesse Mononoké, 1997

Un imaginaire puissant

Les vieilles forêts nourrissent un **imaginaire puissant** : celui d'un **monde sauvage**, peuplé d'êtres « discrets », opposé à l'expansion des **sociétés industrielles** – une représentation emblématique que met en scène Princesse Mononoké (1997)

Les montagnes : des refuges... en apparence



©Sylvie Ladet, Archéologia Mars 2024

- Les vieilles forêts actuelles se concentrent dans des zones reculées, souvent montagneuses
- En Europe de l'Ouest, leur répartition est aujourd'hui très restreinte
- Les Pyrénées comptent parmi les secteurs les mieux documentés
- Mais l'histoire des zones aujourd'hui occupées par les vieilles forêts restent encore largement méconnue



<https://www.youtube.com/watch?v=MC610OQmtX0&t=5s>

Vieilles forêts : état de référence « pré-agriculture » ?



© <https://irisharchaeology.org/mesolithic-archaeology-of-ireland-the-first-hunter-gatherer-settlements/>

- **Mosaïque forestière** : le paysage des derniers chasseurs-cueilleurs (*foragers*) et des premiers agriculteurs/éleveurs
- **Vieille forêt = mosaïque de peuplements à l'échelle d'un massif**
- Un réservoir de ressources diversifiées, notamment liées aux bois morts et aux arbres âgés



vestiges de polypores
Star Carr – début de l'Holocène
- Mésolithique - ~ 11300-
10500 cal BP (Robson, 2018)



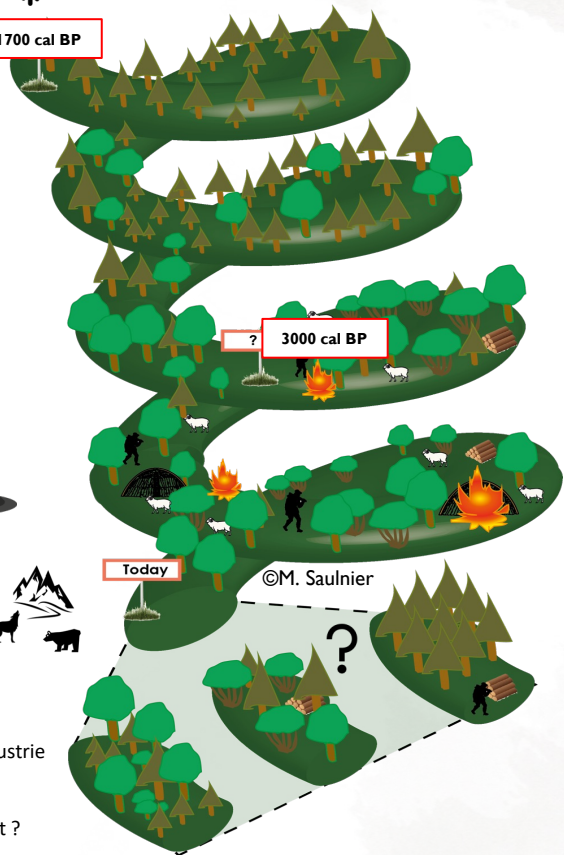
Kirby & Watkins, 2015; Sweeney et al., 2024; Pearce et al., 2025



Fin de la glaciation du Würm



11700 cal BP



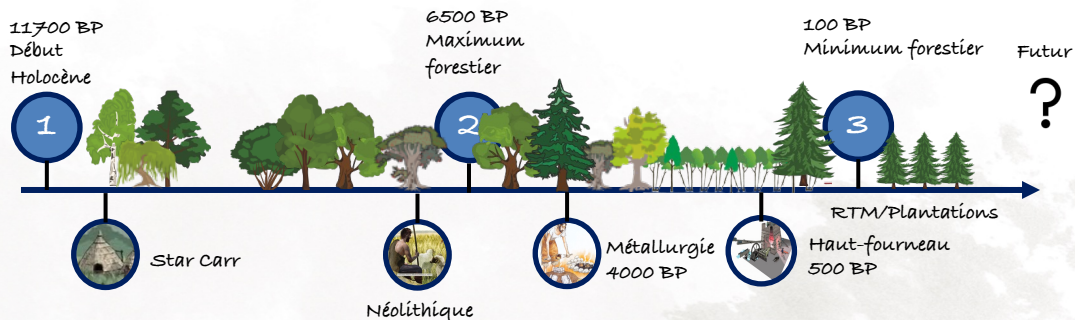
Today

©M. Saulnier

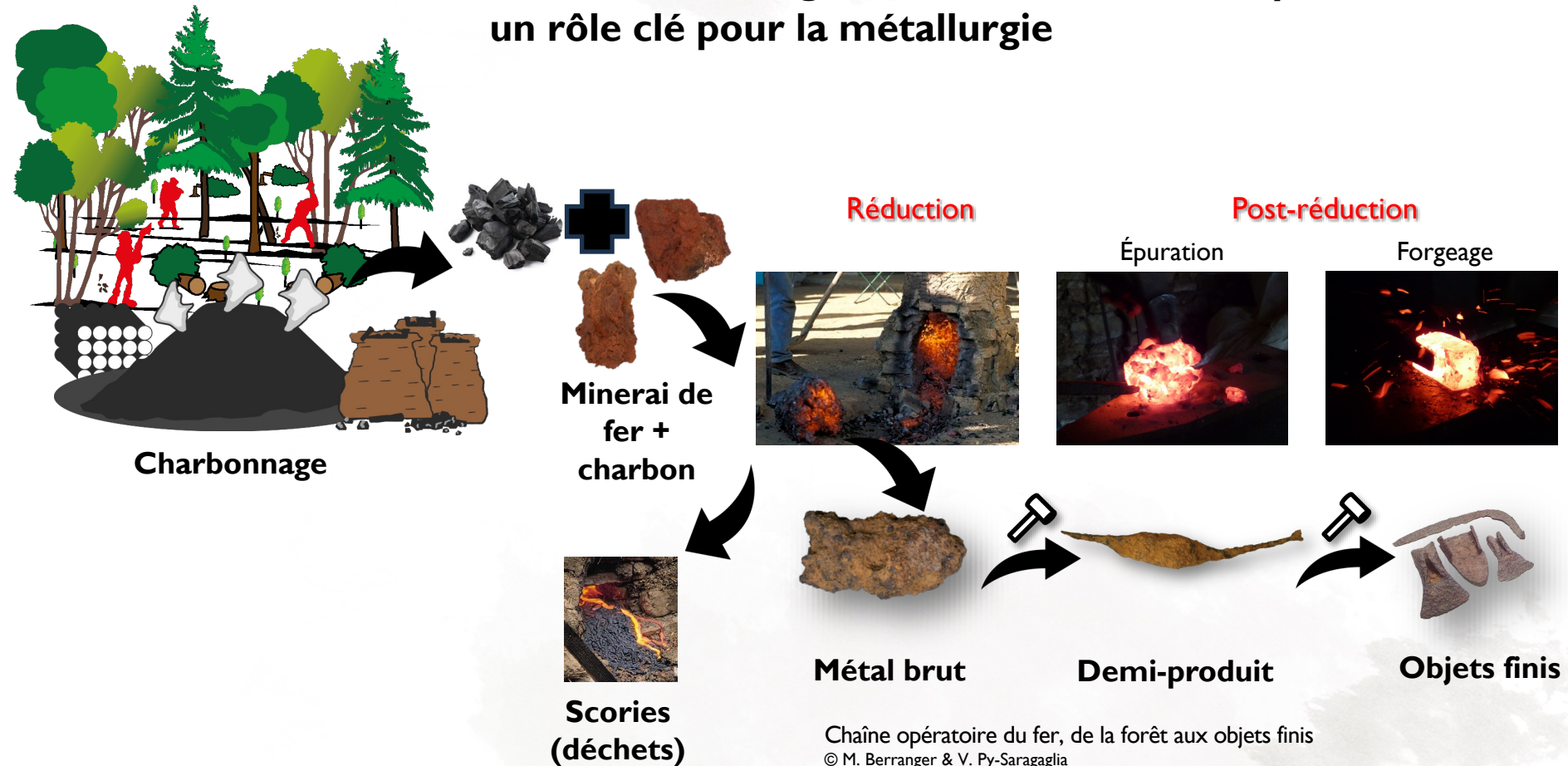
- Bioéconomie/Industrie du bois ?
- Gestion durable ?
- Réensauvagement ?

Les forêts d'aujourd'hui sont héritées de l'histoire des usages et de la gestion

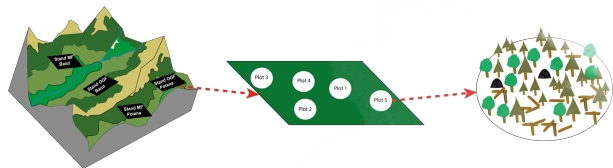
- **Reconquête forestière rapide au Préboréal : ~ 11700 cal BP**
- Augmentation de la forêt entre 9000 et 6500 cal BP
- **Maximum forestier vers 6500 cal BP**
- Déclin progressif et variable selon les régions après 6500 BP
- **Apparition des premières sociétés agricoles : ~ 7800-7600 cal BP**
- **Développement des premières métallurgies : ~ 4500-4000 BP**
- Intensification de l'anthropisation en montagne : ~ 4000 BP
- Minimum forestier 100 BP (Milieu du XIX^e s.)



Forêts de montagne : des ressources multiples, dont un rôle clé pour la métallurgie



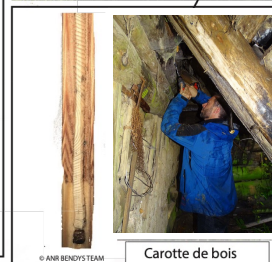
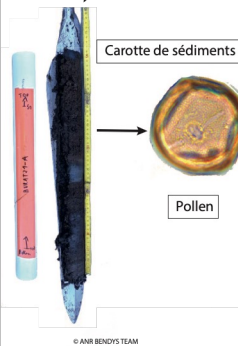
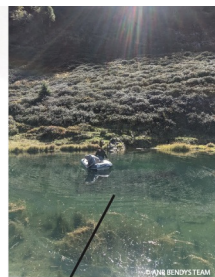
Comment reconstruire le temps long des vieilles forêts ?



Du régional au local :

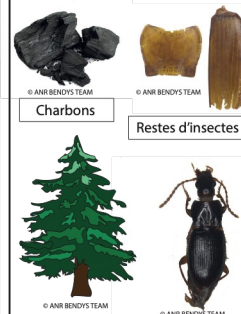
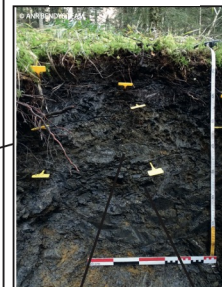
- Massif montagneux
- Vallée
- Peuplement
- Placette Iha

Archives sédimentaires

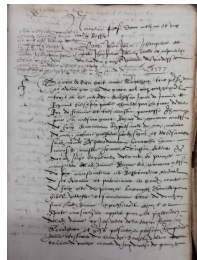
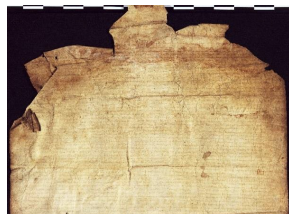


Archives arbres et bois

Archives sol



Archives textuelles et cartographiques

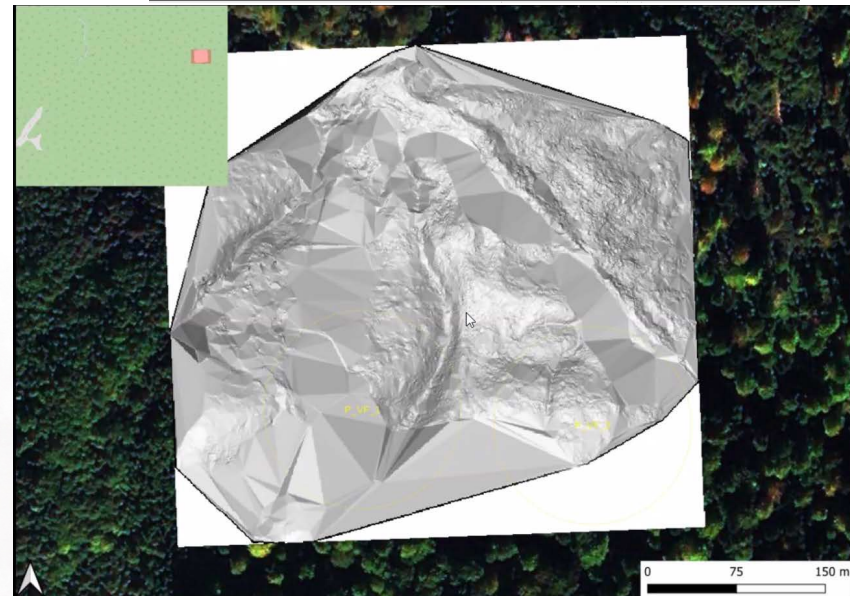
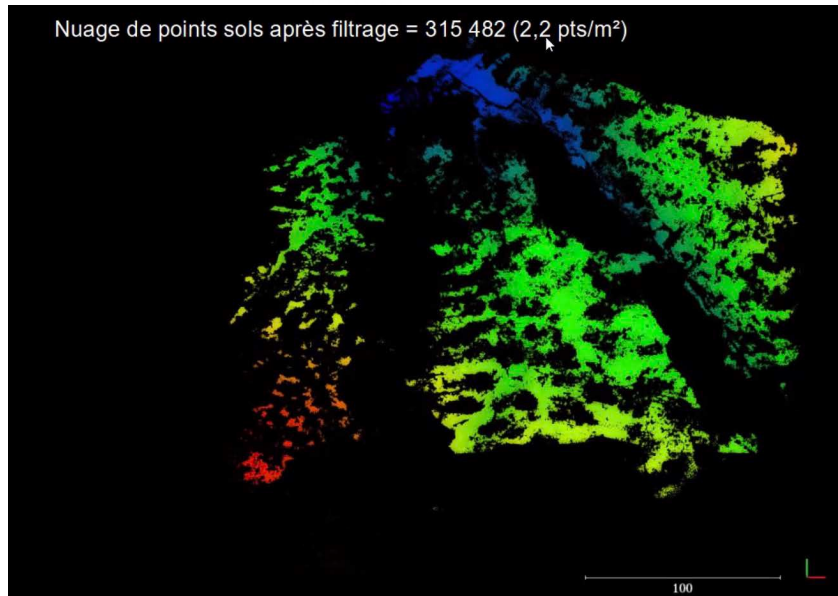
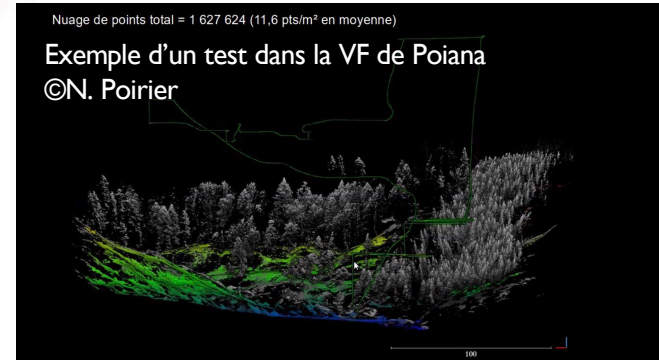


Archives archéologiques et anthracologiques



Les limites du LiDAR en vieilles forêts de montagne

- Points au sol insuffisants pour l'archéologie
- Trois facteurs limitant majeurs :
 - > Dominance des conifères
 - > Forte densité de la végétation
 - > Pentés fortes dans des vallées étroites et reculées
- Contraintes environnementales



Intégrer l'étude des forêts actuelles



- Carottage des arbres vivants
- > Estimer l'âge et reconstruire l'histoire des perturbations



- Indice de Biodiversité Potentielle

- Inventaires TREMs

-> Potentiel d'accueil de la biodiversité

- Inventaire bois mort (naturel/anthropique ; essence ; stade de saproxylation)

-> Gradient d'anthropisation

- Inventaire insectes et champignons

- eDNA metabarcoding des sols et du bois mort

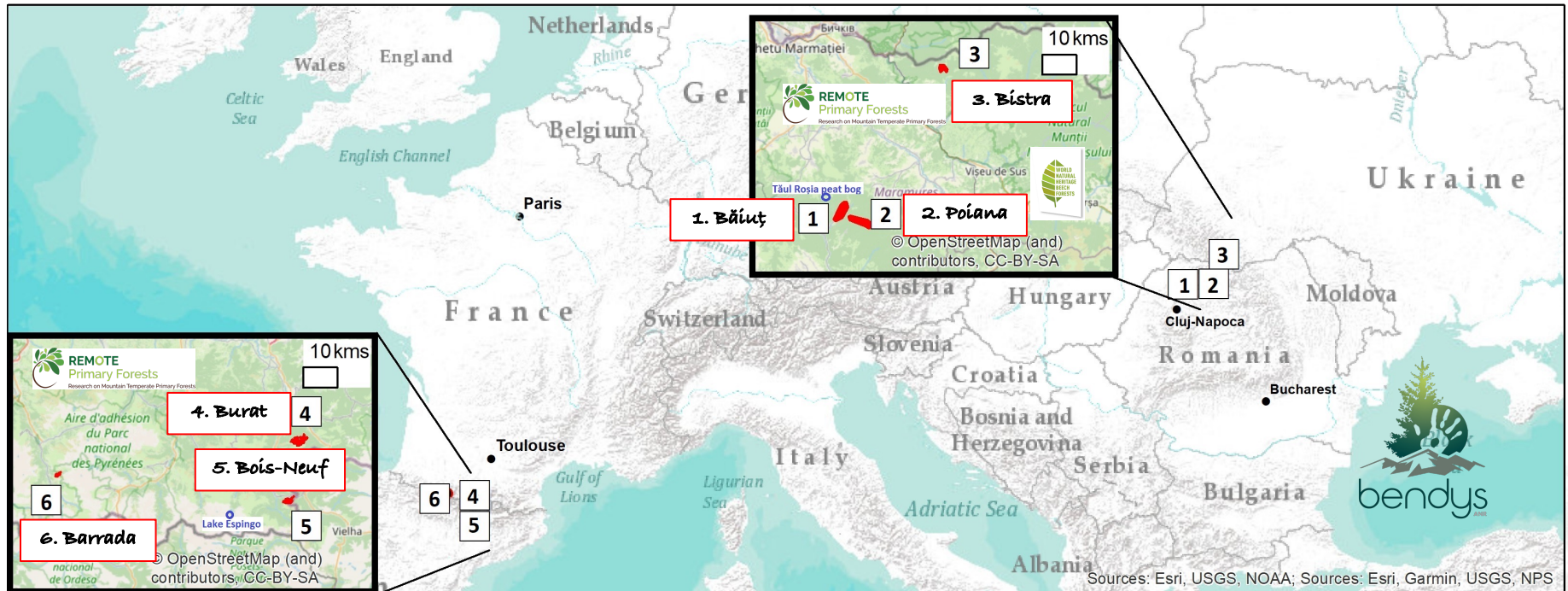
-> Évaluer la diversité en espèces saproxyliques



- Analyse physico-chimique (C/N)
- pXRF
- Tea Composition
- > Caractériser les sols (fertilité, activité biologique, héritages métallurgiques)

Sélection de six forêts parmi les mieux préservées

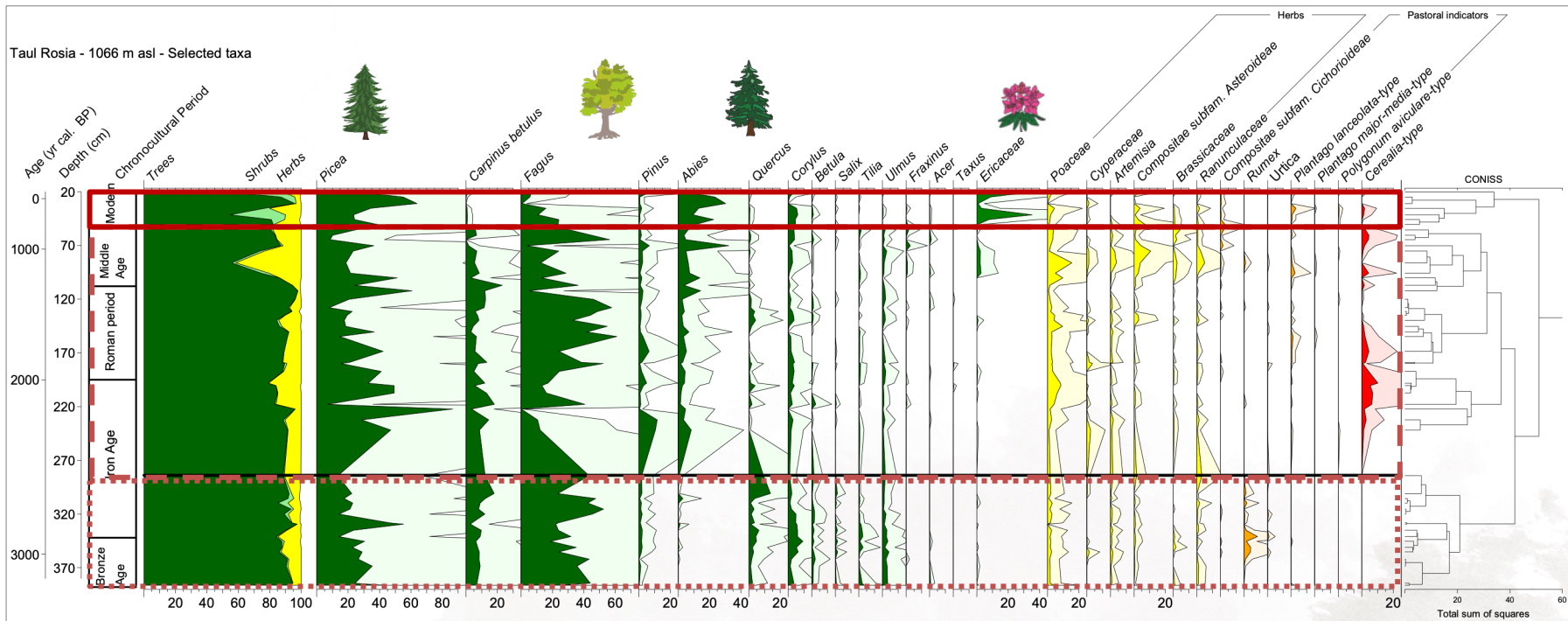
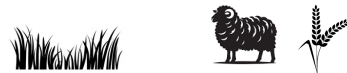
- Carpates roumaines : 2 listées *UNESCO World Heritage Primary forest* et 1 monitorée par le *Remote Primary Forest Project*
- Pyrénées françaises : 3 inventoriées par le groupe d'inventaire des vieilles forêts des Pyrénées + monitorées par le *Remote Primary Forest Project*



Sources: Esri, USGS, NOAA; Sources: Esri, Garmin, USGS, NPS

Carpates : maintien d'un paysage à dominante forestière depuis ~ 3000 BP

- Faible anthropisation avant 2500 BP
- Forte anthropisation à partir du Moyen Âge
- Augmentation du Sapin et de l'Épicéa corollaire à l'intensification des activités humaines
- Réduction significative du Hêtre sur le même intervalle



Faible anthropisation

Anthropisation

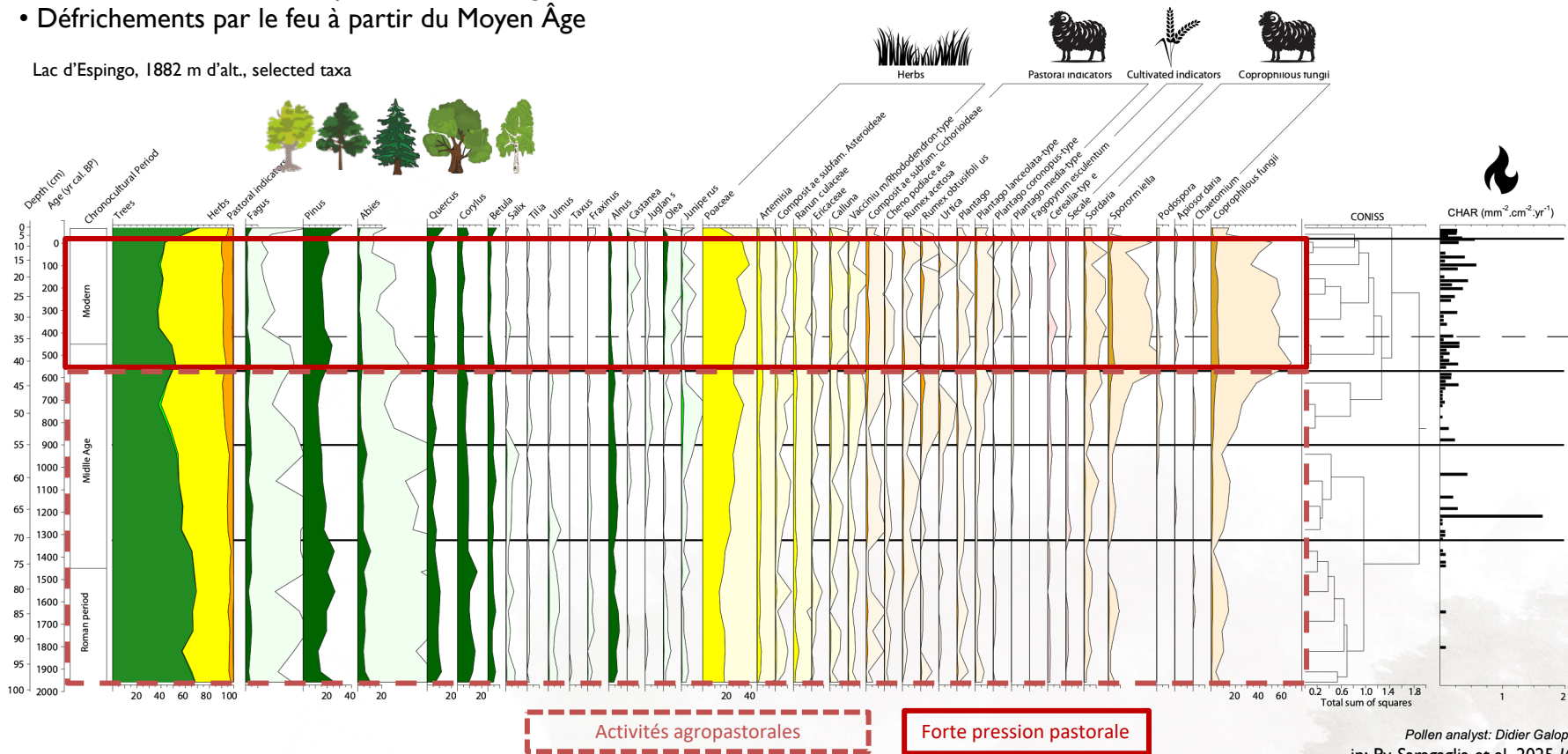
Anthropisation forte

Mihaela Danu analyses in Py-Saragaglia et al. 2025 JAS:Report

Pyrénées : omniprésence des pratiques agropastorales depuis 2000 BP

- Signal pastoral fort à partir de 900 cal BP (an Mil)
- Réduction de la hêtraie-sapinière en montagne
- Défrichements par le feu à partir du Moyen Âge

Lac d'Espingo, 1882 m d'alt., selected taxa





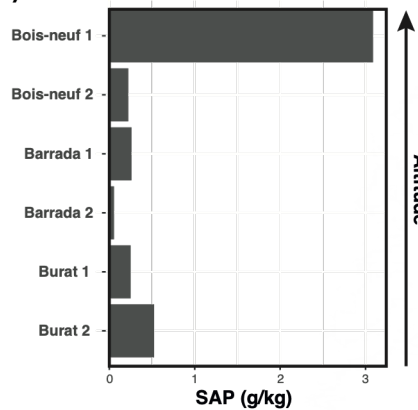
Signal incendie local

Anthracomasse totale par fosse

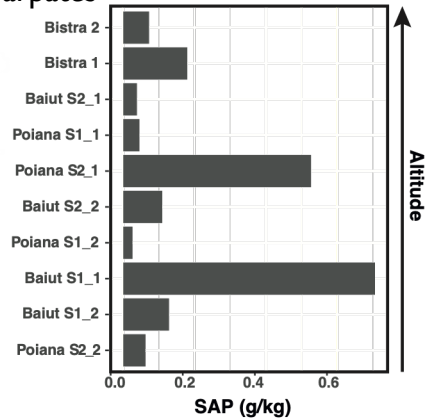


g/kg sol

Pyrénées

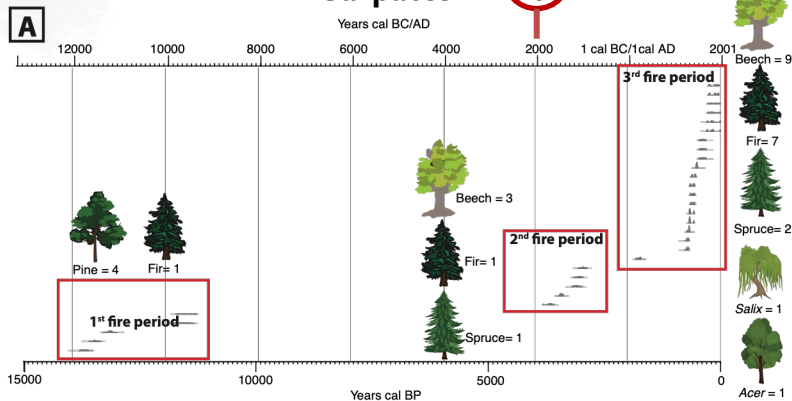


Carpates



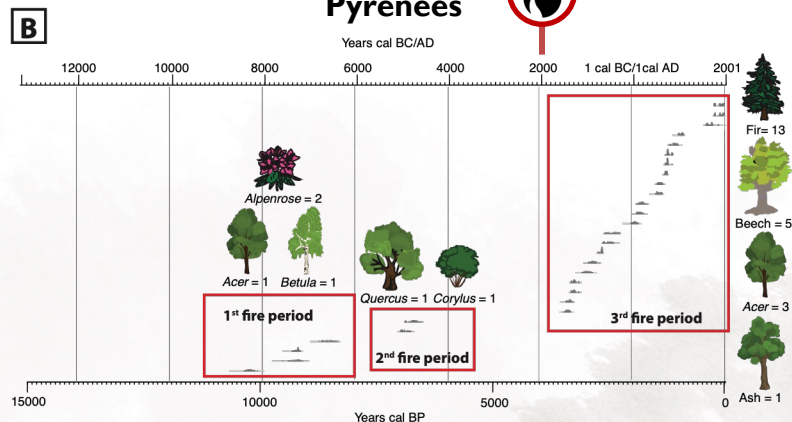
- Anthracomasses très faibles dans les vieilles forêts
- Mais ~ 8 fois plus élevées dans les Pyrénées que dans les Carpates
- Intensification du signal incendie vers 4000 BP (~ 2000 BCE), surtout à partir du Moyen Âge dans les Carpates

Carpates



Chronologie des charbons dans les sols

Pyrénées



Biomasse ligneuse brûlée : dominance des dryades



Pits from Pyrenees

Pits from Carpathians

Milieux fermés/ouverts



Charcoal signal



Insect signal



Woodland



Woodland



Woodland

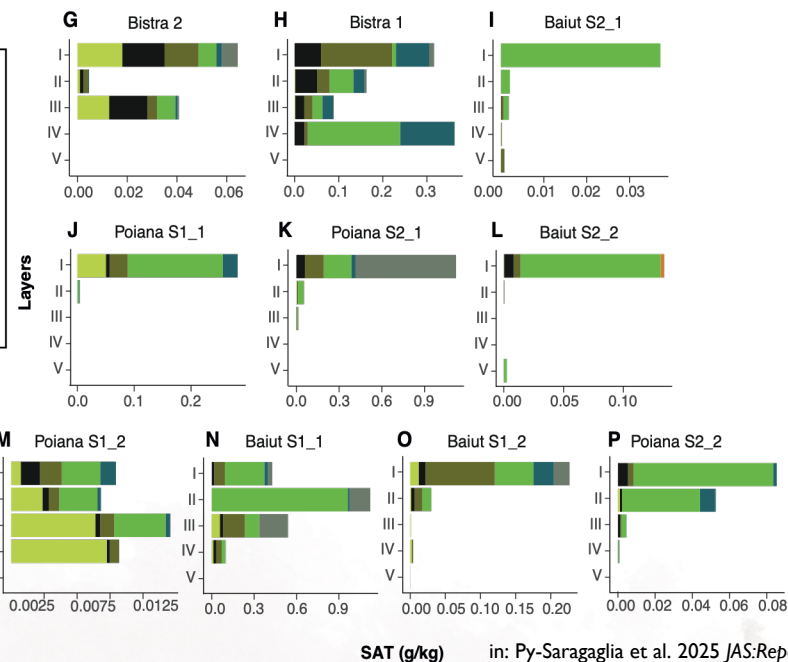
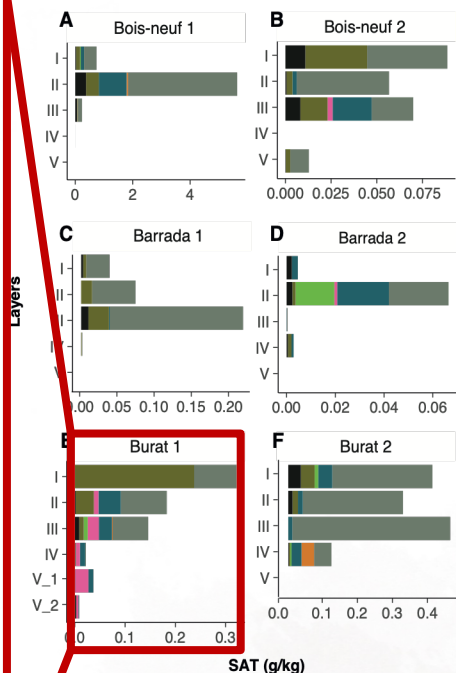
Open



Woodland



Open ?



- Pyrénées : anthracomasses spécifiques (SA) dominées par le Sapin et les autres conifères
- Carpates : SA dominés par le Hêtre, et secondairement par l'Épicéa et le Sapin
- Ouvertures de la canopée détectées par les charbons et les insectes

Premières traces de charbonnage ~ 4000 BP dans les Carpates



Bistra : charbonnière de l'âge du Bronze

❑ Carpates ~ 3 charbonnières/ha

Strambu-Băiuț (Unesco) :

- Băiuț : 45 CKs (4 datées)
- Poiana : 18 CKs (10 datées)

Bistra (Parc Maramureș)

- 10 CKs (9 datées)



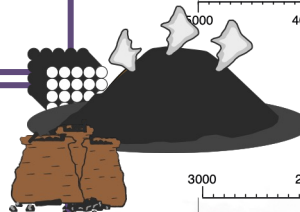
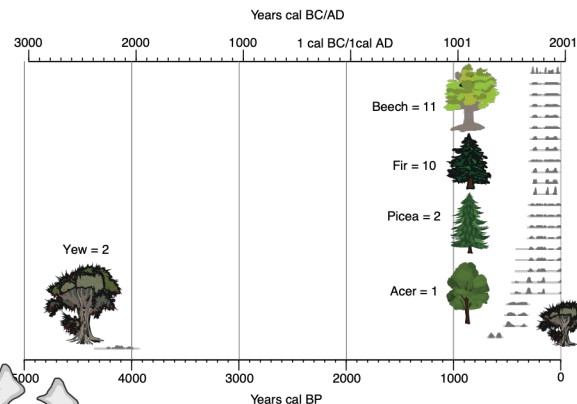
Bois-Neuf : charbonnière médiévale

❑ Pyrénées ~ 1 charbonnière/ha + 4 cabanes pastorales

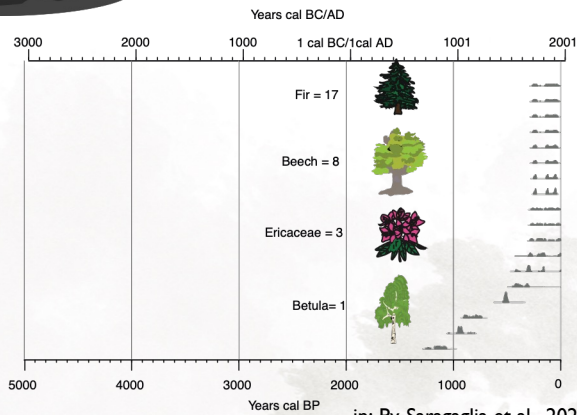
- Barrada : 7 CKs (7 datées)
- Bois-Neuf : 8 CKs (6 datées)
- Burat : 5 CKs (5 datées)

in: Py-Saragaglia et al. 2025 JAS:Report

Carpates

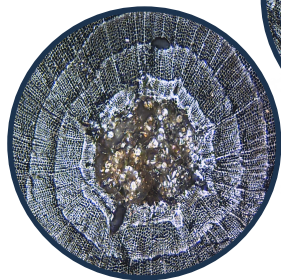
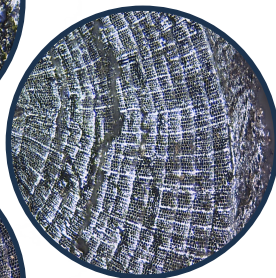
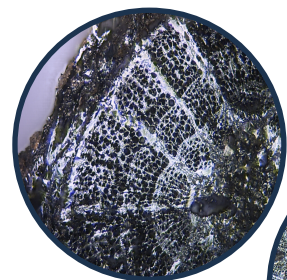


Pyrénées

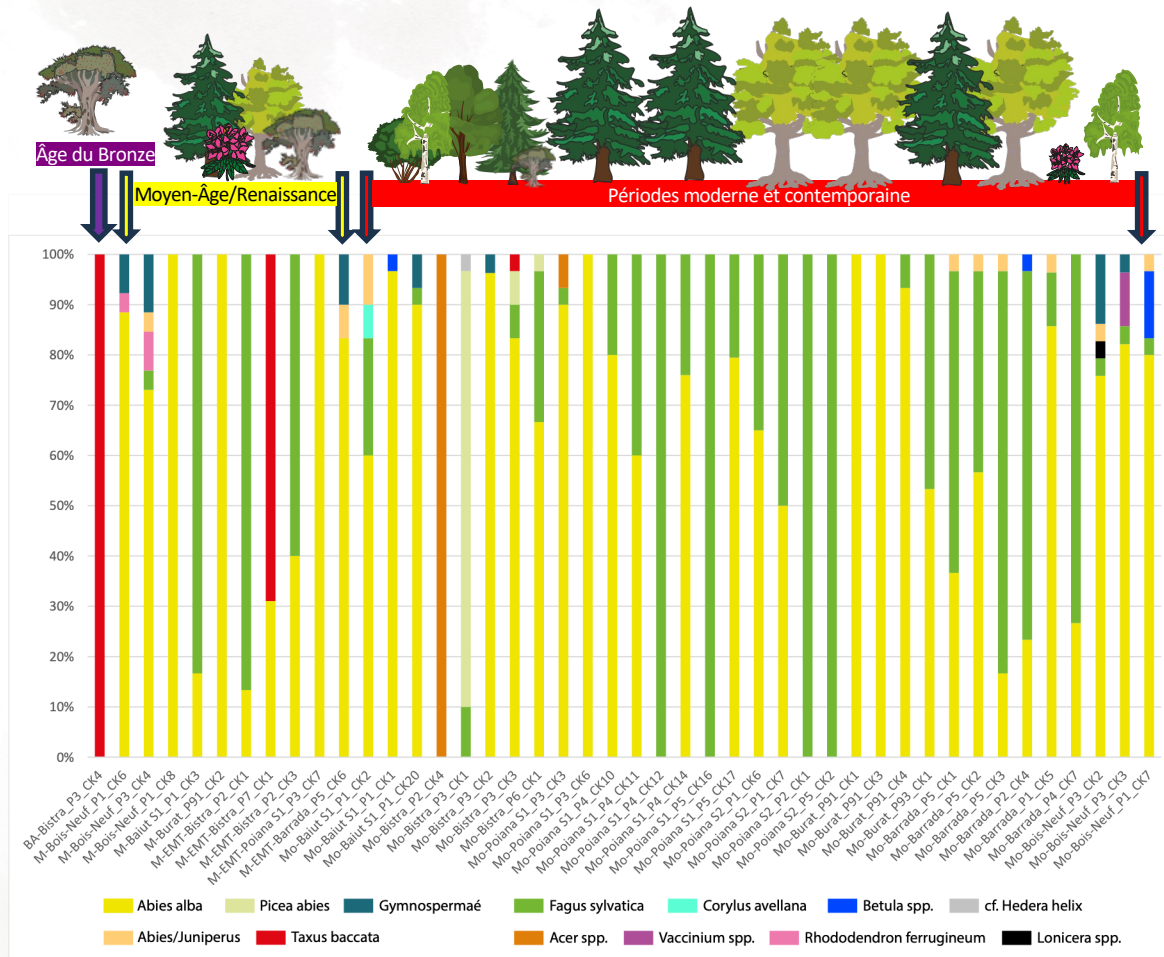


in: Py-Saragaglia et al., 2025 JAS:Report

Composition des charbonnières



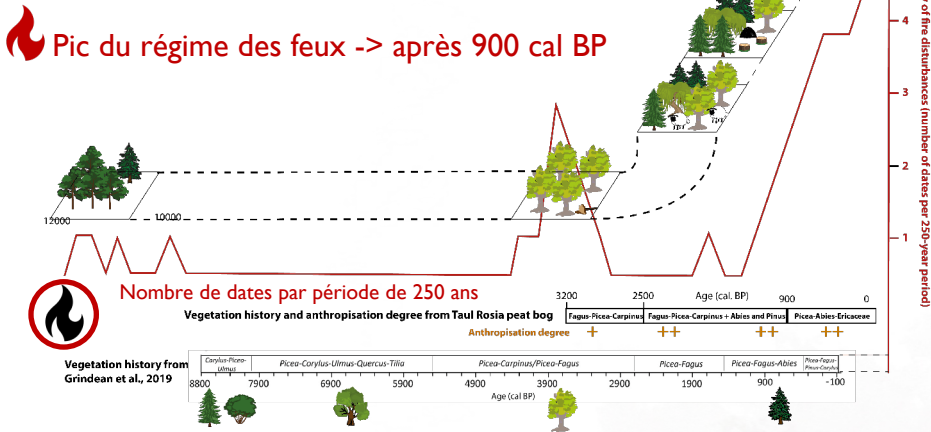
Sapin et hêtre
Préférentiellement utilisés



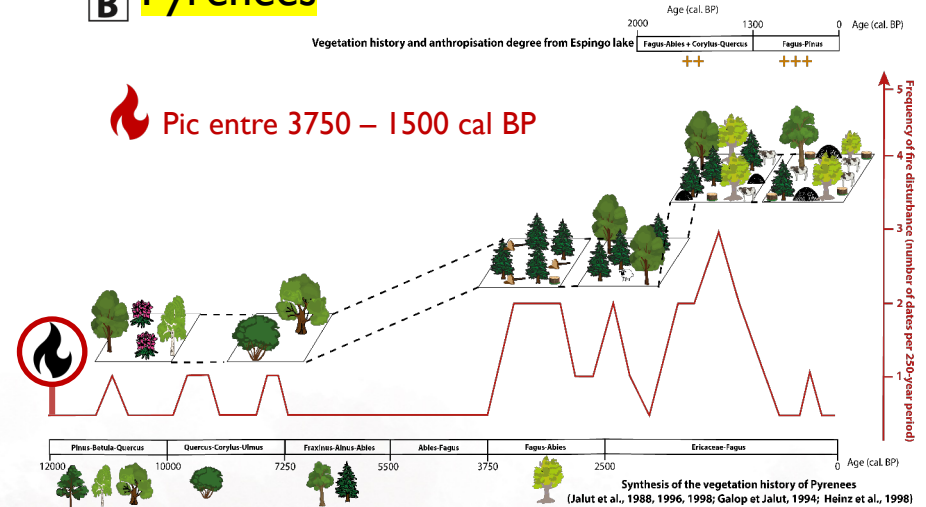
Reconstruction des dynamiques forestières et du régime des feux

Des dynamiques cohérentes avec les tendances régionales

A Carpates

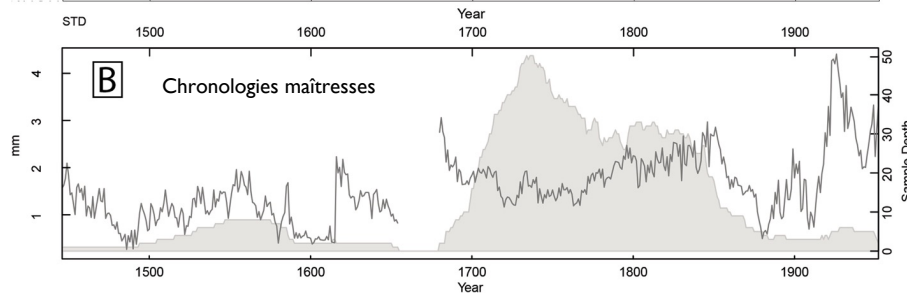
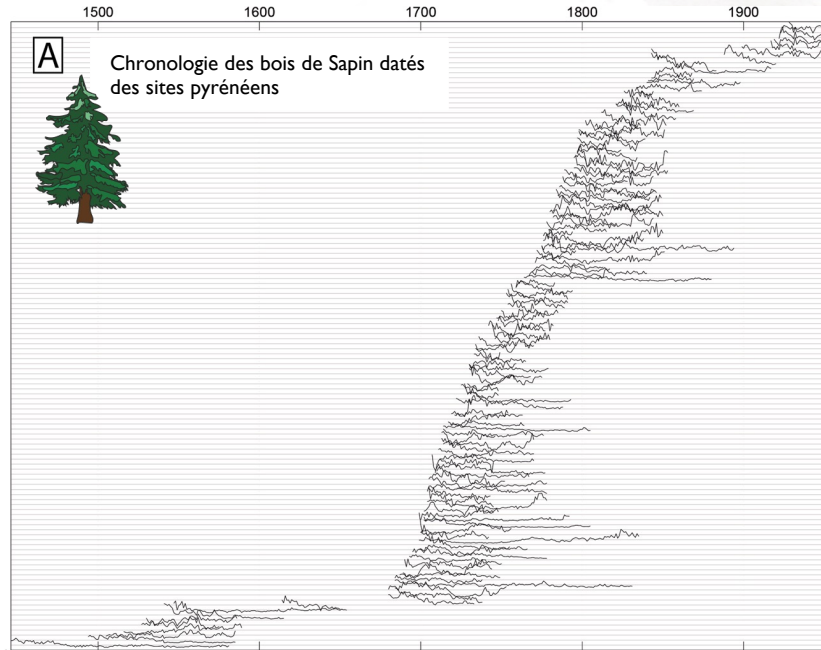


B Pyrénées

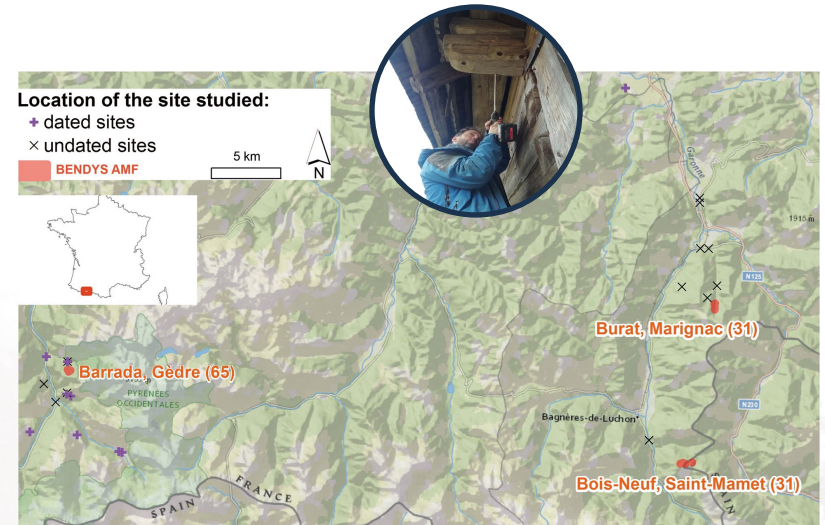


- Carpates : expansion du hêtre précède celle du Sapin
- Pyrénées centrales : expansion du Sapin précède celle du Hêtre
- Dans les deux régions : les activités humaines s'intensifient vers entre 4000 et 2000 cal BP
-> Hêtraie-sapinière établie durant la même séquence

Des prélèvements de bois d'œuvre attestés dès le Moyen Âge



- Chronologie des bois de Sapin remontant à la fin du Moyen Âge
- Fortes corrélations entre bois archéologiques et arbres vivants
- Construction des 2 chronologies maîtresses couvrant 1446–1655 et 1679–1952
- Indices de prélèvements de bois d'œuvre au sein de la vieille forêt



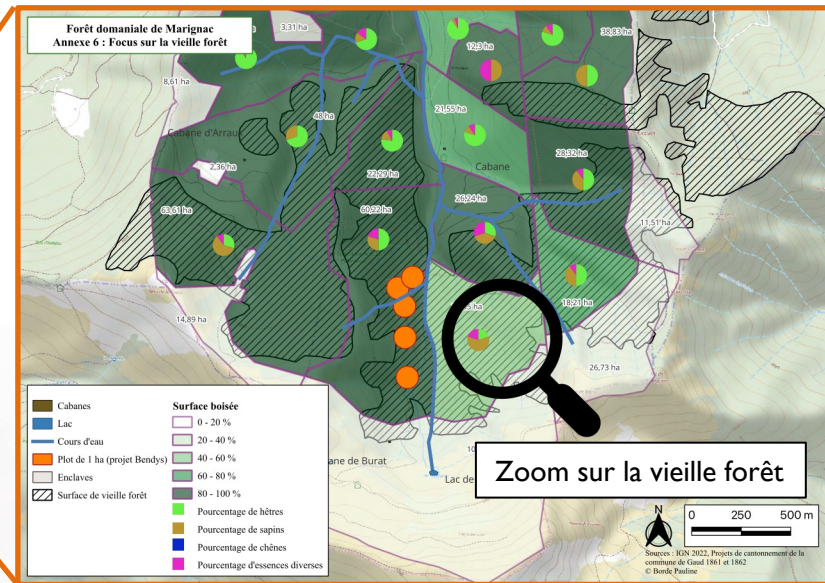
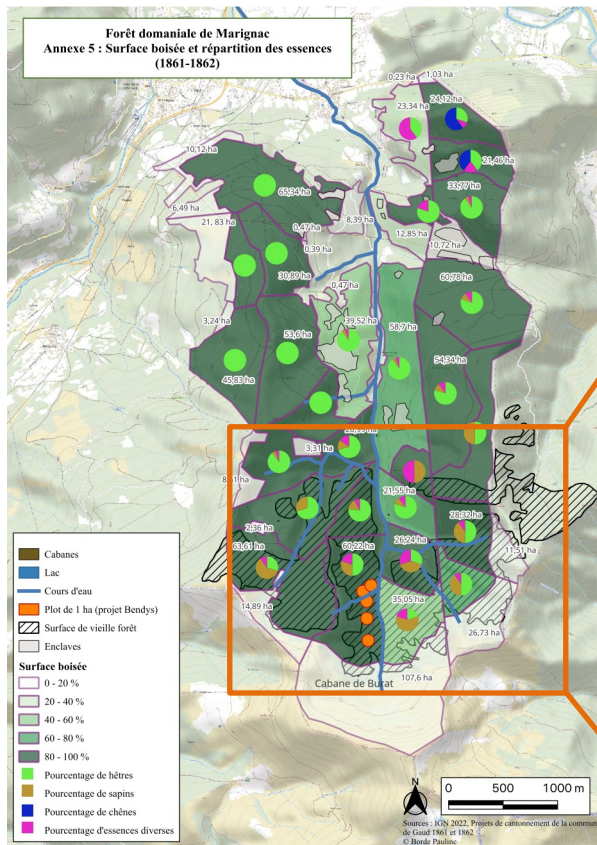
Burat : au XIX^e siècle, des peuplements dominés par le hêtre

Aujourd'hui



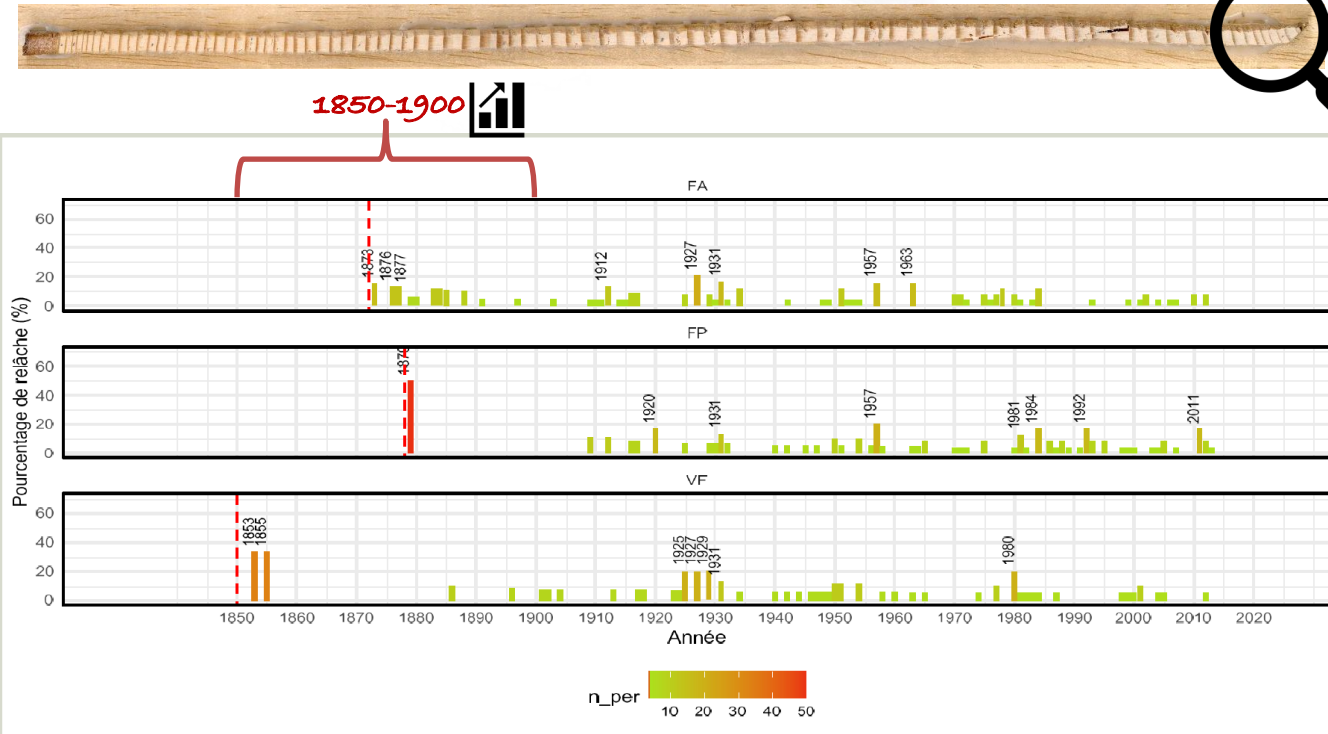
©V. Py

- Dans les années 1860, le Hêtre était largement répandu et dominant, y compris dans des secteurs aujourd'hui majoritairement dominés par le Sapin
- Ces sources révèlent d'importantes modifications de la composition forestière au cours des 150 dernières années

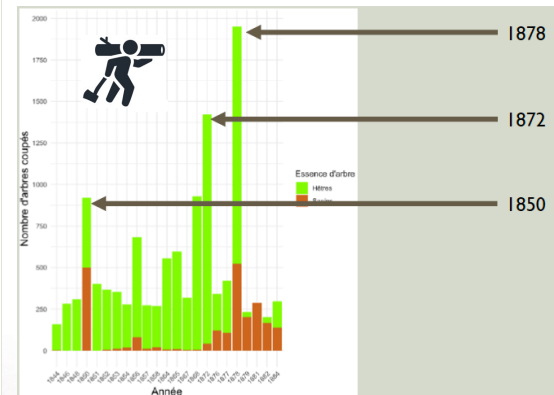


Zoom sur la vieille forêt

Prélèvement massif du Hêtre au XIX^e siècle



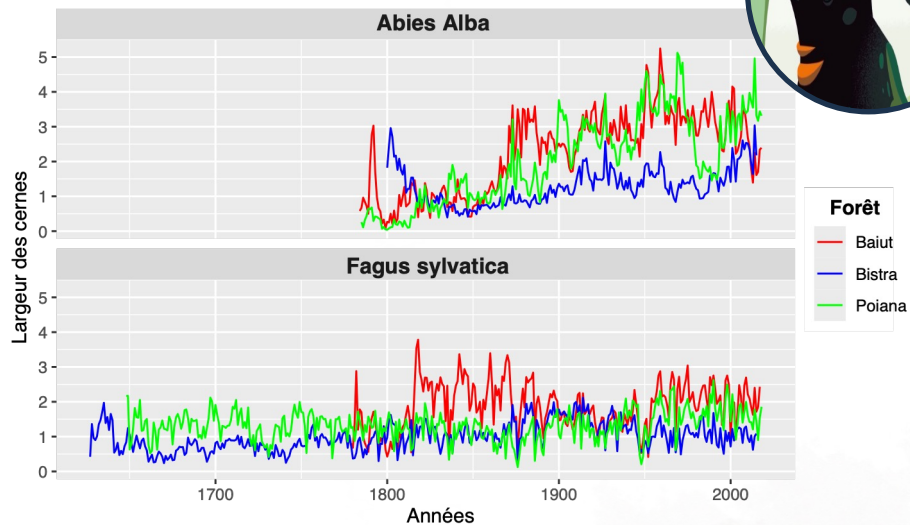
Nombre d'arbres abattus (hêtres et sapins) par an entre 1844 et 1884



Histoire des perturbations reconstruites à partir des cernes d'arbres
 – pics des « suppressions et libération de croissance » entre 1850 and 1877

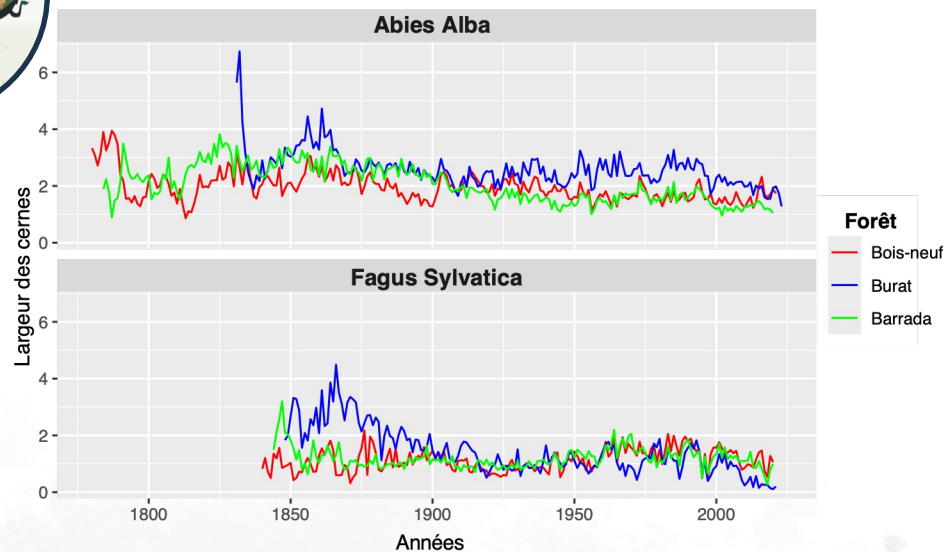
Age des plus vieux arbres ?

Carpates : Hêtres les plus vieux



Max 400 ans

Pyrénées : Sapins les plus vieux



Max 300 ans

Âge moyen rarement > à 200-300 ans

Vieilles forêts : héritages bioculturels et trajectoires de féralité

- Écosystèmes façonnés sur le long terme
- Héritages d'usages, de gestion et de coévolution
- Dynamiques récentes de réensauvagement -> féralité et émergence de nouveaux paysages forestiers
- Patrimoines bioculturels : archives vivantes à préserver et à documenter
- États actuels indissociables des héritages humains

=> Comment intégrer les héritages dans la gestion courante des forêts ?



Larrieu et al., 2023, *Biological Conservation*

Py-Saragaglia et al., 2025, *JAS Report*

Py-Saragaglia et al., 2025, <https://bioarcho.hypotheses.org/3292>



© Mélanie Roy : les vieilles forêts sous le regard des scientifiques

L'Indice d'Anthropisation Potentielle

= traces d'anthropisation réelles / impact spatiotemporel potentiel

=> Évaluer le degré et les effets de l'anthropisation hérités afin de mieux comprendre le fonctionnement écologique actuel des forêts actuelles à partir de 4 facteurs clés déclinés en types et en indicateurs pondérés

- Une approche reproductible qui se limite à une observation de terrain rapide
- Des observations possibles par des non spécialistes (Tool box)
- Un outil complémentaire à l'IBP avec la possibilité de conduire conjointement les deux protocoles



✂ 4 facteurs clés – 76 indicateurs



Exploitation forestière et pratiques actuelles

- Abattage
- Débardage
- Pratiques récréatives et scientifiques



Pratiques agro-sylvo-pastorales

- Arbres culturellement modifiés
- Plantations/cultures
- Pastoralisme
- Chasse
- Autres (apiculture, décharge, etc.)



Activités de production

- Artisans du feu
- Activités extractives
- Autres productions



Autres activités, aménagements

- Structures en pierres sèches
- Anomalies topographiques
- Aménagements liés à l'eau
- Plantes indicatrices