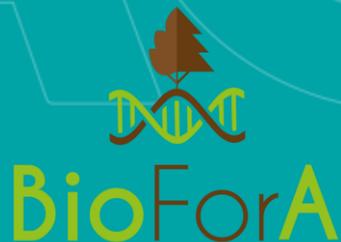


INRAE

➤ Optimisation de l'acquisition des spectres appliquée sur des modèles de calibration chez les arbres forestiers

Rémy GOBIN, Aurélien LADET, Nassim BELMOKHTAR, Cécile VINCENT-BARBAROUX, Régis FICHOT



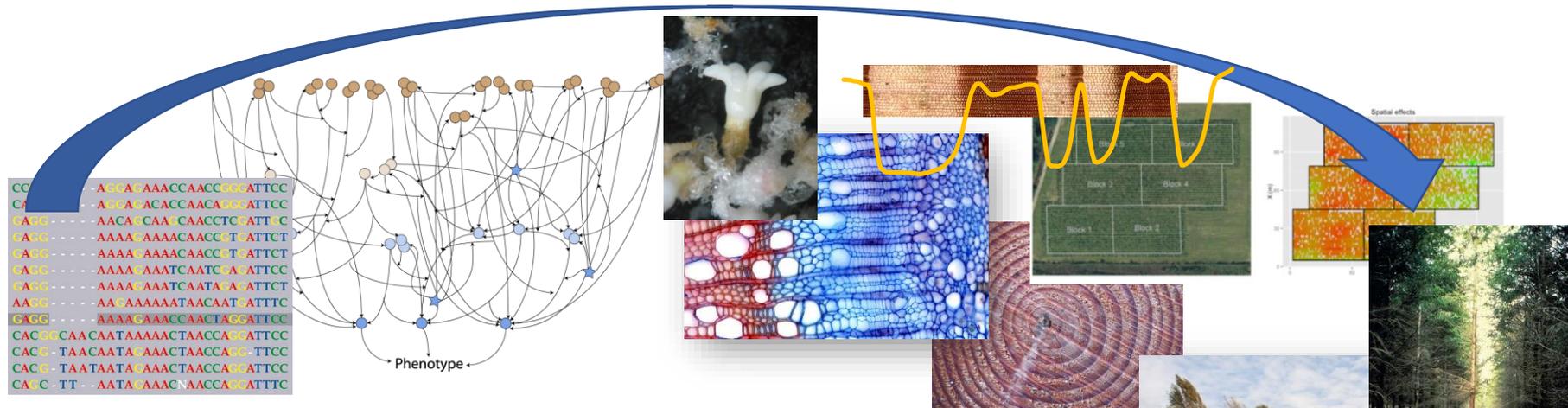
LBLGC

Laboratoire de Biologie des Ligneux et
des Grandes Cultures

UPRES EA 1207

➤ Biologie intégrée pour la valorisation de la diversité des Arbres et de la Forêt

www6.val-de-loire.inrae.fr/biofora/



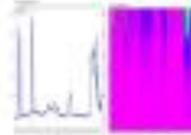
Mots clefs : biologie intégrative et prédictive, génomique fonctionnelle, transgénése, physiologie, embryogenèse, amélioration, gestion diversité, bois, plasticité phénotypique, traits adaptatifs

Techniques et équipements disponibles



DÉCOUPE ET BROYAGE DE BOIS

Préparation des échantillons en amont des analyses; Broyage, distribution et pesée robotisés haut débit.



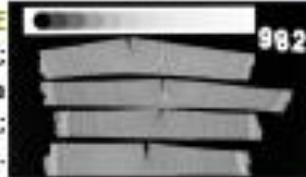
BIOCHIMIE ET CHIMIE DU BOIS

Extractions, dosages extractibles, lignines, cellulose, composés phénoliques, sucres, lipides; Chromatographie liquide à haute performance; Potentiel de saccharification de la biomasse.



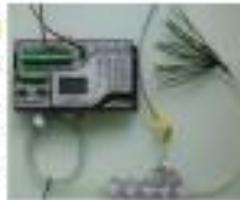
MICRODENSITOMÉTRIE ET DENDROCHRONOLOGIE

Radiographies aux rayons X; Analyse d'image pour une estimation précise de la densité du bois inter-cernes et intra-cernes; Détermination des profils de croissance annuelle.



RÉSISTANCE À LA SÈCHERESSE, CAVITATION

Caractérisation de courbes de vulnérabilité à la sécheresse (Cavitron, chambre à cavitation, XYLEM); Mesure de l'embolie native de tige; Suivi de potentiel hydrique.



SPECTROMÉTRIE INFRA-ROUGE

Prise de spectres en laboratoire et en forêt; Prédiction des propriétés du bois: composition chimique, durabilité, densité, résistance à la cavitation; Discrimination d'espèces.

MICROTOMOGRAPHIE À RAYONS X

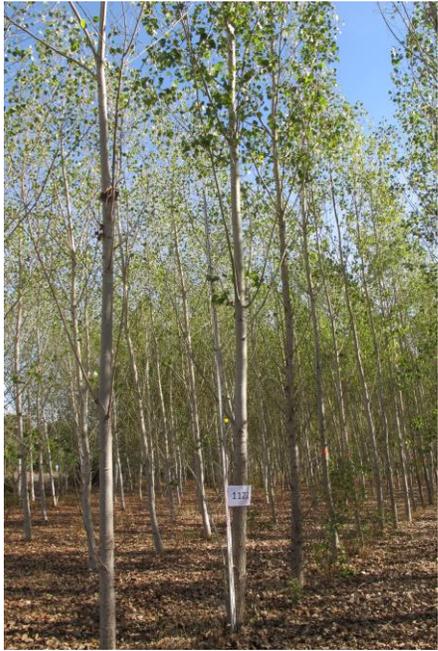
Observations non-destructive 3D de la structure anatomique et de l'architecture hydraulique; Suivi de l'embolie vasculaire; Analyses d'images 2D et 3D.



www6.inrae.fr/phenobois

contact-phenobois@inrae.fr

➤ Contexte : procédure d'acquisition des spectres



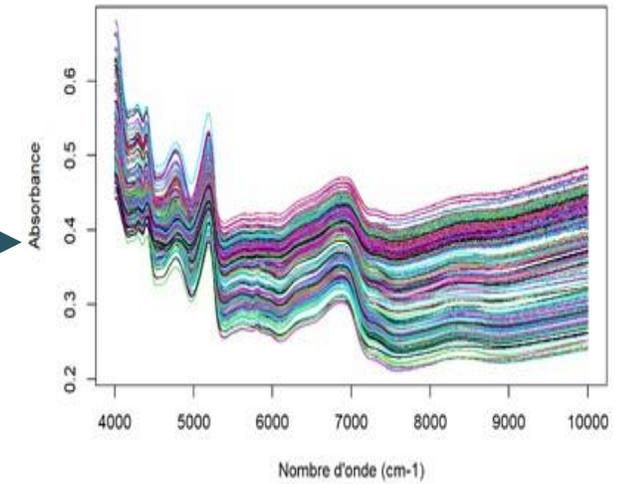
Prélèvement



Broyage en
poudre



Acquisition des
spectres



**Procédure relativement
longue et chronophage**

> Contexte : quelle optimisation possible ?

- Acquisition des spectres → 1 spectre = moyenne de 64 scans



Peut-on réduire le nombre de scans ?

- Broyage → nouvelle calibration = nouvel échantillonnage



Peut-on réutiliser des poudres anciennes ?

- Broyage → échantillon standardisé



Peut-on se passer du broyage ?

> Objectifs

- Peut-on réduire le nombre de scans ?



1) Déterminer le nombre minimal de scans sans réduire la qualité des modèles

- Peut-on réutiliser des poudres anciennes ?



2) Estimer l'impact de la dégradation des échantillons broyés sur la qualité des modèles

- Peut-on se passer du broyage ?



3) Comparer la prise de spectres sur échantillons bruts par rapport aux échantillons broyés

➤ Matériels et méthodes

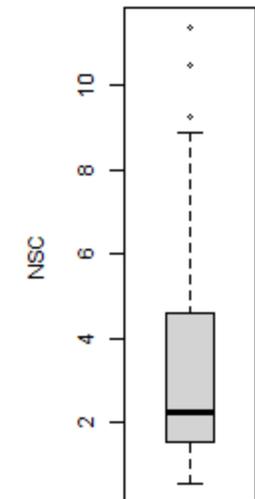
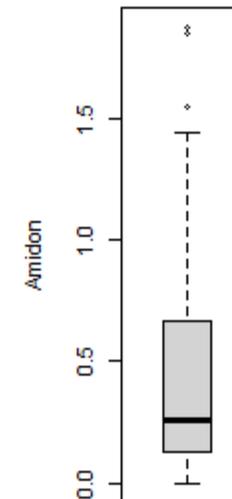
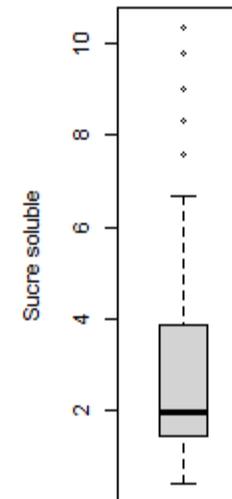
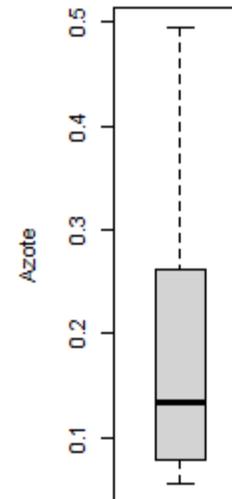
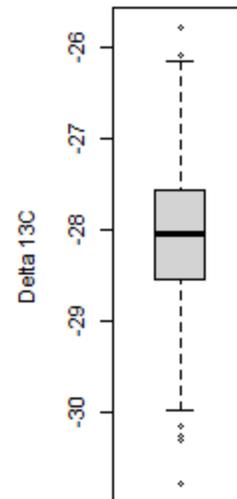
Objectifs 1 et 2

Echantillonnage :

- 128 échantillons (poudre de bois)
- peupliers hydrides
- 2 sites (Loiret, Côte d'Or) x 2 itinéraires sylvicoles

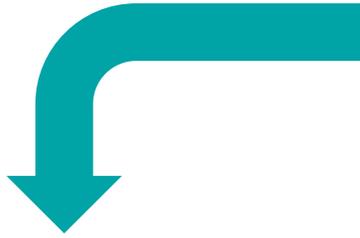
Caractères d'intérêt :

- $\delta^{13}\text{C}$
- Azote
- Sucres solubles
- Amidon
- NSC



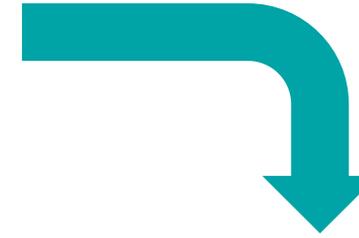
➤ Matériels et méthodes

Objectifs 1 et 2



Diminution du nombre de scans lors de la prise des spectres :

- 64 (référence)
- 32
- 16
- 8
- 1



1^{ère} prise de spectres : t0
(Octobre 2021)



stockage des
échantillons sans
conditions
particulières

2^{de} prise de spectres : t1
(Février 2023)

➤ Matériels et méthodes

Objectif 3

Echantillonnage :

- 143 échantillons (feuille)
- peupliers hydrides
- 1 site (pépinière d'Orléans) x 4 clones x 4 modalités x 4 dates de prélèvement

Caractères d'intérêt :

- $\delta^{13}\text{C}$
- Azote

Prise de spectres :

- feuilles fraîches, face supérieure
- feuilles fraîches, face inférieure
- poudre de feuilles

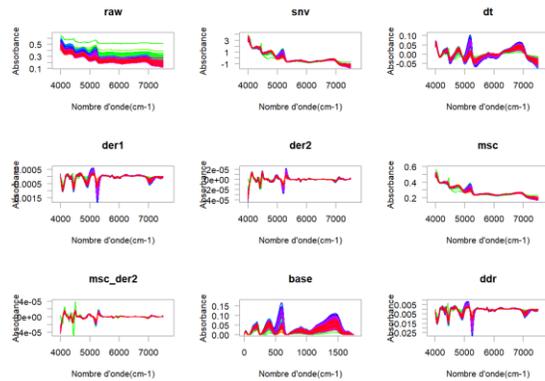


➤ Matériels et méthodes

Schéma d'analyse des données



8 Pré-traitements



Détection des outliers sur l'ACP

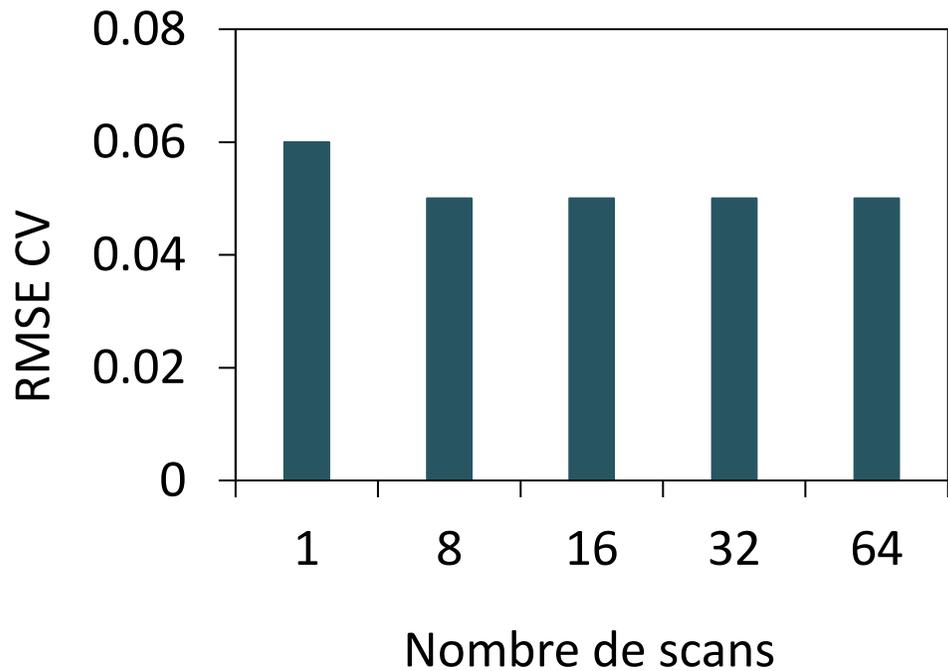
Modèle PLS

- Analyse sous R avec le package rchemo (Lesnoff, 2021)

(R² et RMSE CV optimal en fonction du nombre de variables latentes et du pré-traitement)

➤ Résultats

Objectif 1



RMSE CV pour l'azote en fonction du nombre de scans testés

Temps d'acquisition d'un spectre

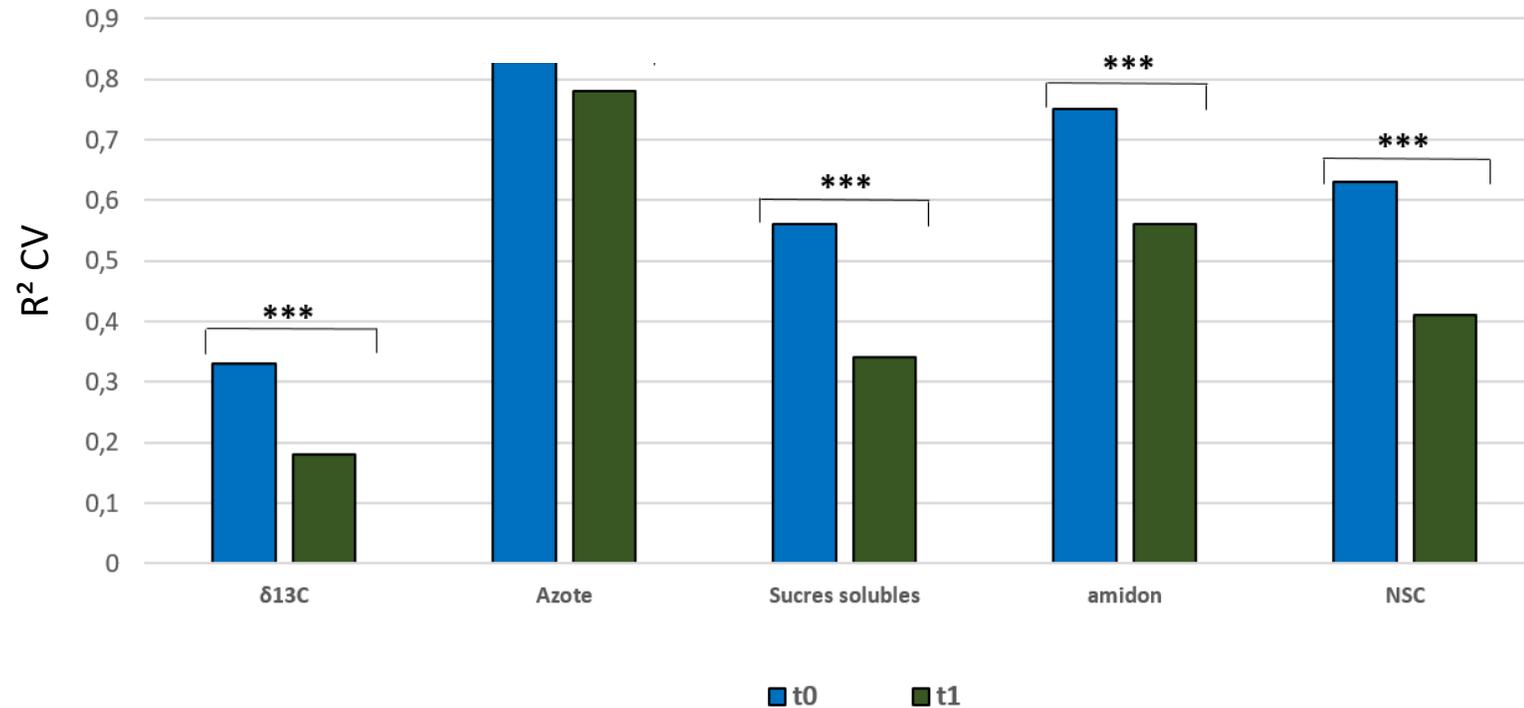
Nb scans	Temps (sec)
1	3
8	7
16	12
32	22
64	40



A partir de 8 scans : résultat stable

➤ Résultats

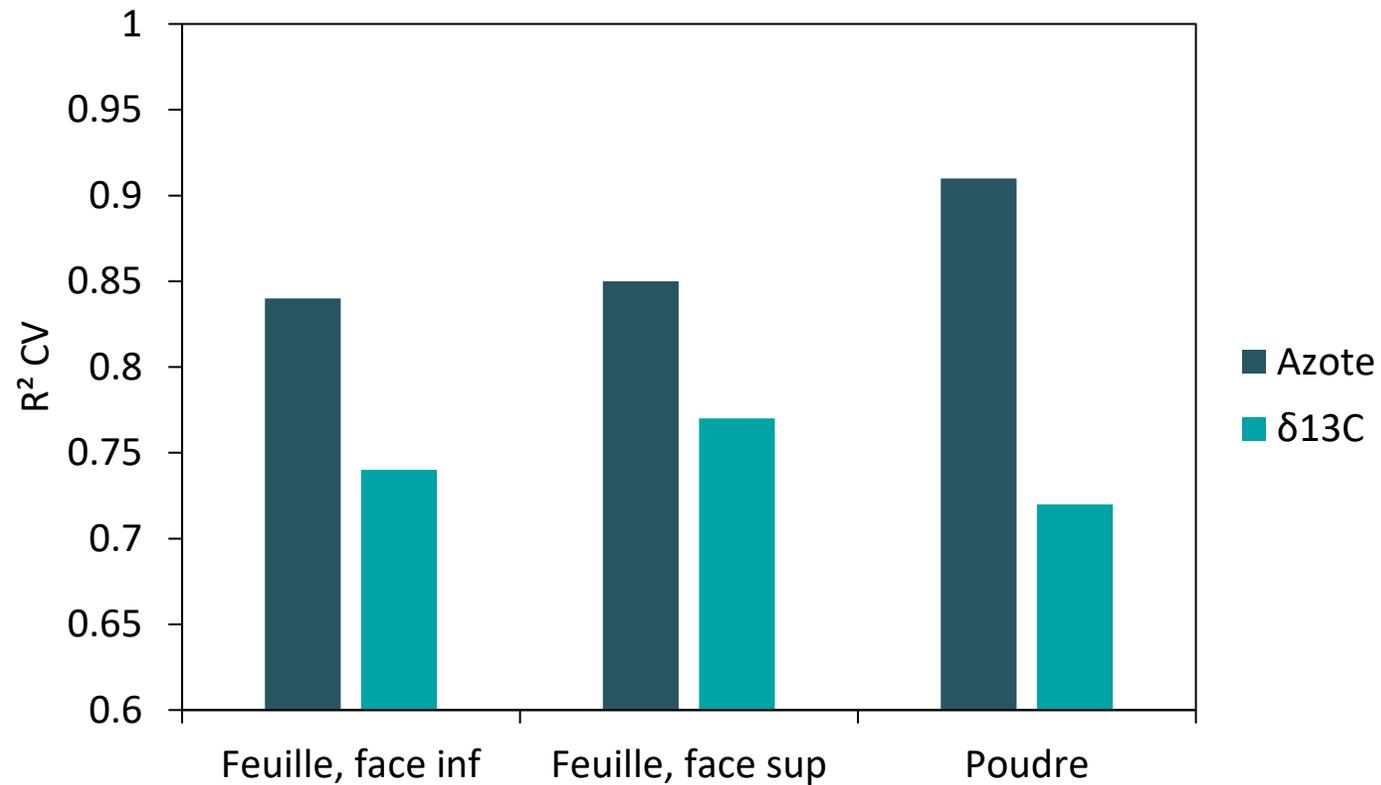
Objectif 2



R² CV : t1 < t0 (sauf azote)

➤ Résultats

Objectif 3



Différences faibles entre feuilles fraîches et poudre de feuilles

➤ Résultats

Objectif 3

Echantillonnage :

- 109 échantillons (carotte de bois)
- mélèze d'Europe et du Japon
- 2 sites (Loiret, Lot)

Caractère d'intérêt :

- polyphénols totaux

Prise de spectres :

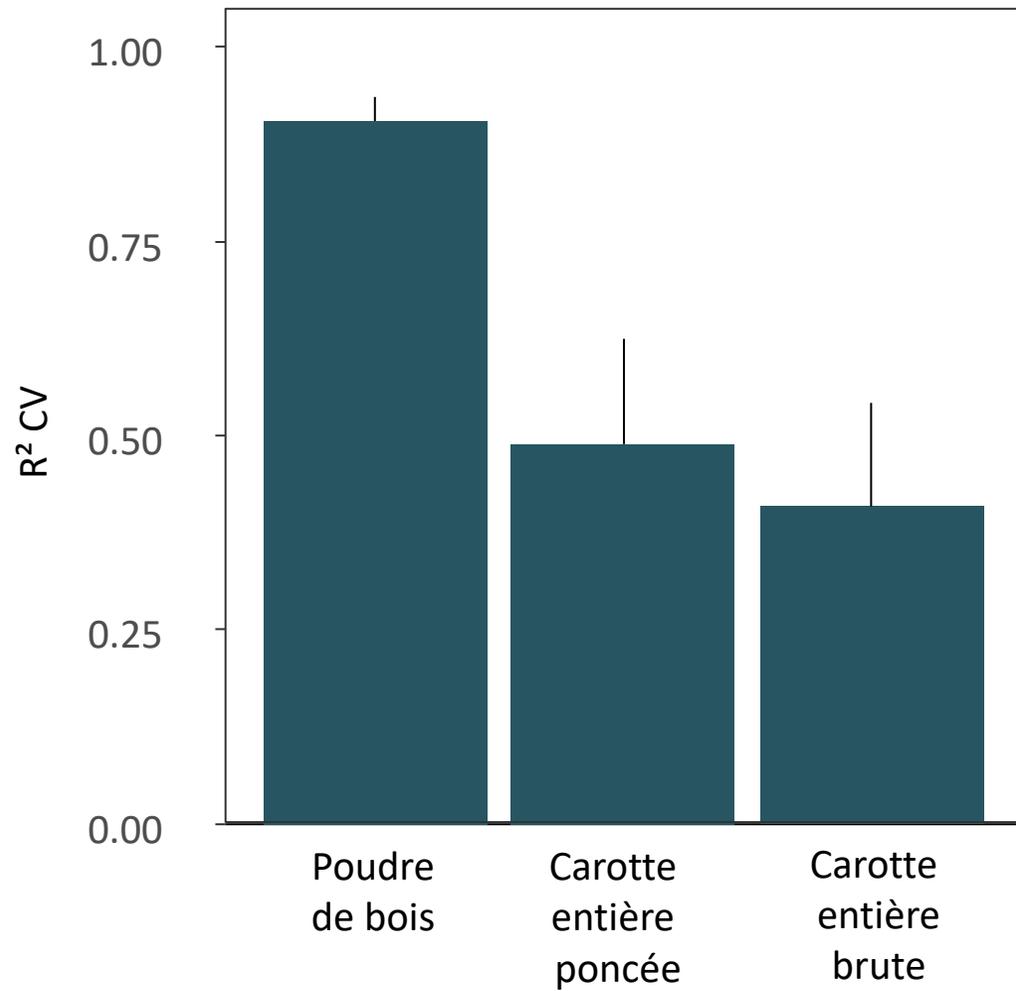
- carotte entière brute
- carotte entière poncée
- poudre de bois



Prise de spectres sur carotte

➤ Résultats

Objectif 3



Différences fortes entre bois brut et poudre de bois

> Conclusions

- Peut-on réduire le nombre de scans ?



Oui (50 échantillons par heure à 80)

- Peut-on réutiliser des poudres anciennes ?



Oui/non selon les caractères

- Peut-on se passer du broyage ?



Oui/non selon les caractères

➤ Perspectives

- Améliorer des conditions de conservation des poudres
- Amélioration des techniques de broyage (en cours *via* Phénobois)
- Tester des méthodes de chimiométrie plus complexes
- Ne plus faire de prélèvements !!!



Prise de spectres dans l'arbre

INRAE

➤ **Merci de votre attention**

remy.gobin@inrae.fr