



QUANTIFICATION DU NIVEAU DE DORMANCE PAR LA NIRS

PREMIER BILAN DE LA MANIP 2012-2013



INTRODUCTION

La caractérisation du niveau de dormance des bourgeons n'est actuellement possible que par l'utilisation de 2 tests biologiques : le test bouture de nœud isolé pour les bourgeons végétatifs principalement et le test Tabuenca, pour les bourgeons floraux. Les 2 tests sont des tests de forçage dont la mise en œuvre est longue, coûteuse en matériel végétal et temps d'observation, et pas toujours facile à interpréter.

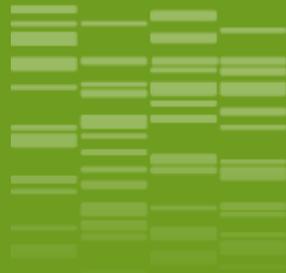
Ces méthodes ne sont donc pas adaptées à du screening sur de larges effectifs. Comme l'évolution de l'état de dormance s'accompagne forcément d'une évolution de la composition chimique des tissus, l'idée était de tester si ces changements étaient suffisamment importants pour se traduire en spectroscopie proche infrarouge et donc de voir si cette technique pourrait constituer une alternative aux tests biologiques, en étant plus rapide et simple à mettre en œuvre.

Nous avons donc conduit au cours de l'hiver 2012-2013 une expérimentation sur plusieurs sites et plusieurs espèces fruitières et forestière, ceci afin d'avoir en même temps une idée de la généralité de la réponse

Une approche simplificatrice (regarder sur la tige) a été tentée également

SOMMAIRE

- ❖ **Matériels et Méthodes**
- ❖ **Premiers résultats en FTIR**
- ❖ **Ce qu'il reste à analyser**
- ❖ **Conclusions partielles**
- ❖ **Perspectives**



_01

Matériels et Méthodes

Matériels et Méthodes

Le matériel végétal prélevé

Pour chaque espèce, nous avons prélevé des bourgeons et des portions des rameaux porteurs

L'étude a porté sur 5 espèces fruitières :

Pommier (Golden, bgs seulement, Montpellier)

Abricotier (2 variétés Bergeron et Rouge du Roussillon, Avignon)

Cerisier (Burlat, Bordeaux)

Pêcher (Redhaven, Clermont)

Noyer (Franquette, Clermont)

Et 2 espèces forestières :

Mélèze d'Europe (Clermont 2 sites et Orléans)

Mélèze du Japon (Orléans)

Hêtre (Clermont et Avignon, site du Ventoux, 3 placettes, 2 précocités par placette)

Matériels et Méthodes

La préparation du matériel végétal

Pour chaque espèce, les bourgeons et fragments de tiges ont été plongés dans l'azote liquide, conservés à -80°C, puis lyophilisés.

Ensuite les spectres ont été acquis

Sur bourgeons entiers (au moins 1 site par espèce sur le FOSS, si suffisamment de bgs mais seulement sur HE, ME, PE à Orléans)

Sur tige grossièrement découpées (idem)

Les tiges et bourgeons ont ensuite été broyés pour obtenir une poudre fine

Les tiges ont été broyées sur le robot d'Orléans,

Les bourgeons, au froid, sur le broyeur à billes de Clermont (bols refroidis à l'azote liquide).

Matériels et Méthodes

L'acquisition des spectres IR

les spectres ont été acquis sur 2 équipements différents :

Le spectromètre Perkin à Transformé de Fourier d'Orléans :
(uniquement dans le proche infrarouge, sur la bande 4000-8000 cm^{-1} soit 1250 à 2500 nm)

Le spectromètre FOSS de l'INRA Clermont
(sur le visible et le proche infrarouge : 400-2500 nm)

Matériels et Méthodes

L'analyse des spectres IR

Pour l'instant, seuls les spectres issus du spectromètre Perkin à Transformé de Fourier d'Orléans ont fait l'objet d'une première analyse

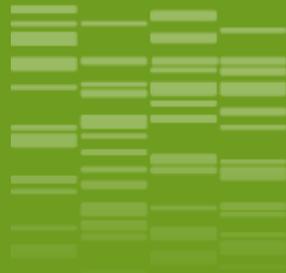
L'analyse a été effectuée en utilisant un programme R développé par Vincent SEGURA d'Orléans, intégrant un module de sélection de bandes par la méthode CARS (Li et al 2009)

L'idée étant :

1 - d'analyser la réponse sur les poudres de bourgeons en testant la corrélation entre valeurs de DMDs (test bouture) et spectre

2- de voir si on obtient une approximation suffisamment bonne en utilisant la poudre de la tige (plus facile à prélever et à traiter)

3- voir si on conserve une corrélation acceptable (quel niveau de dégradation) en travaillant
Sur bourgeons entiers
Sur tiges grossièrement broyées



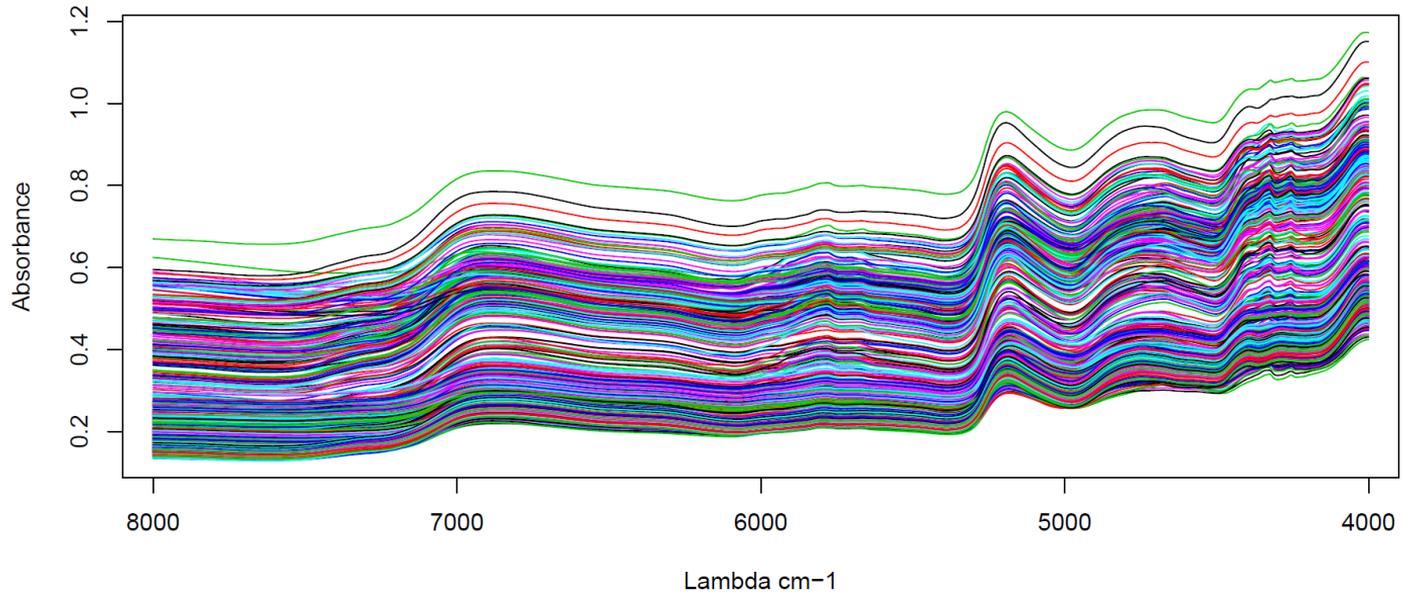
_02

RESULTATS

Résultats

Spectres en FTIR

données brutes 8 000 – 4 000



Résultats

Spectres en FTIR sur poudres de bourgeons végétatifs

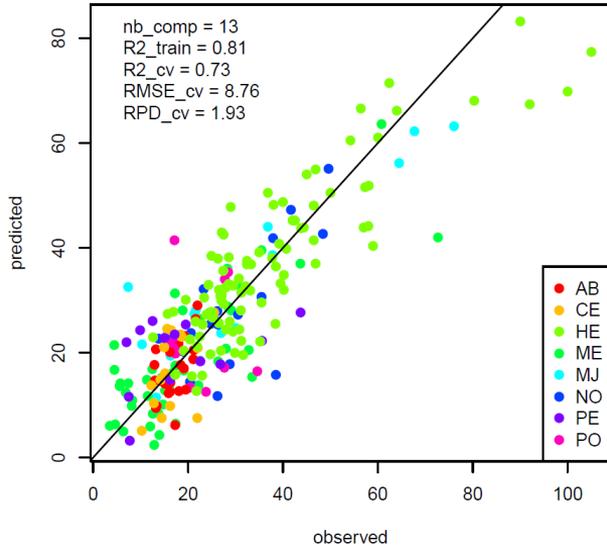
Etat	Tissu	Esp	Effectif	pretr	nbcomp	R2_train	R2_MCCV	RMSE_MCCV	RPD_MCCV	nb_outliers	nb_lambda
Broye	V	AB, CE, HE, M, NO, PE	236	der1	13	0.81	0.73	8.76	1.93	3	350
Broye	V	AB, CE, PE, PO	62	der2_norm	6	0.68	0.48	4.70	1.40	1	124
Broye	V	AB, CE, PE	51	norm	10	0.90	0.70	4.93	1.88	0	313
Broye	V	AB, PE, PO	47	der2_norm	7	0.92	0.83	2.88	2.51	1	46
Broye	V	HE, M, NO	174	der2_norm	12	0.89	0.82	7.74	2.35	3	126
Broye	V	HE	93	raw	10	0.90	0.83	7.71	2.48	0	365
Broye	V	M	62	der1_norm	10	0.96	0.91	6.15	3.37	0	117
Broye	V	HE, M, PE	80	norm	16	0.95	0.79	8.52	2.24	0	468

legende	
RPD > 3	R2 > 0.9
2 < RPD < 3	0.75 < R2 < 0.9
1.5 < RPD < 2	0.55 < R2 < 0.75
RPD < 1.5	R2 < 0.55

Résultats

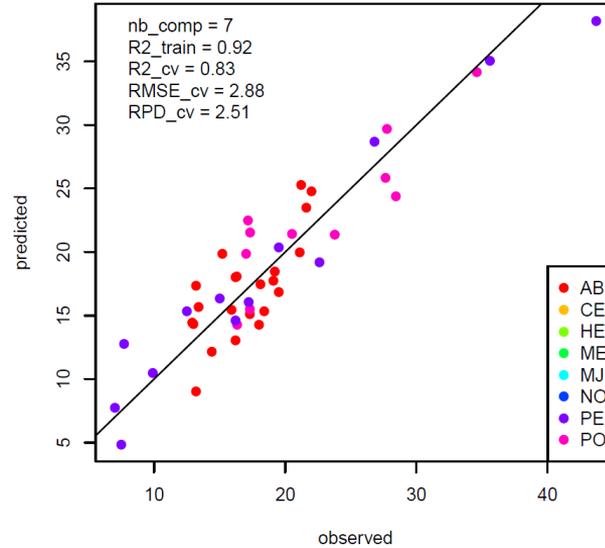
Spectres en FTIR sur poudres de bourgeons vegetatifs

der1



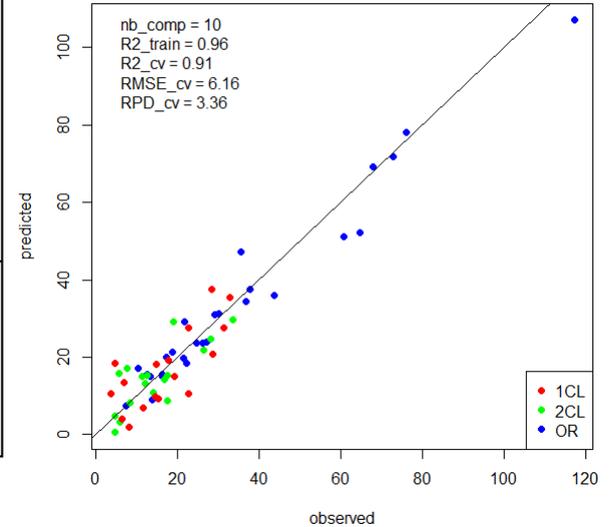
tous

der2_norm



AB, PE, PO

der1_norm



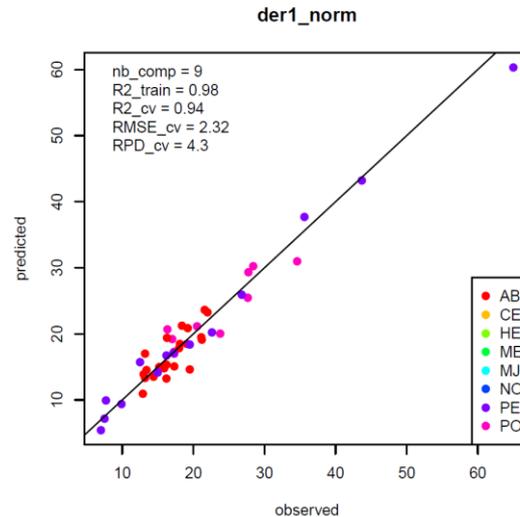
mélèze

Résultats

Spectres en FTIR sur poudres de bourgeons floraux

Etat	Tissu	Esp	Effectif	pretr	nbcomp	R2_train	R2_MCCV	RMSE_MCCV	RPD_MCCV	nb_outliers	nb_lambda
Broye	F	AB, PE, PO	46	der1_norm	9	0.98	0.94	2.34	4.26	0	168

legende	
RPD > 3	R2 > 0.9
2 < RPD < 3	0.75 < R2 < 0.9
1.5 < RPD < 2	0.55 < R2 < 0.75
RPD < 1.5	R2 < 0.55



Résultats

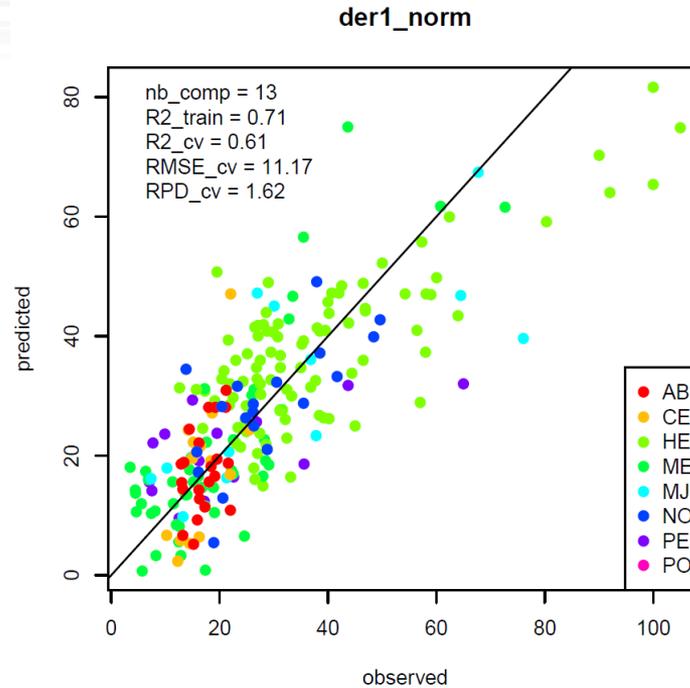
Spectres en FTIR sur poudres de tiges

Etat	Tissu	Esp	Effectif	pretr	nbcomp	R2_train	R2_MCCV	RMSE_MCCV	RPD_MCCV	nb_outliers	nb_lambda
Broye	T	AB, CE, HE, M, NO, PE, PO	225	der1_norm	13	0.71	0.61	11.17	1.62	2	98
Broye	T	AB, CE, PE	51	der1_norm	3	0.45	0.18	8.18	1.13	0	67
Broye	T	HE, M, NO	174	der1_norm	12	0.75	0.66	10.82	1.73	3	50
Broye	T	HE	93	norm	9	0.72	0.63	11.57	1.65	1	17
Broye	T	M	62	norm_der2	3	0.68	0.57	10.02	1.55	2	38
Broye	T	HE, M, PE	80	norm_der2	5	0.61	0.50	13.27	1.43	0	14

legende	
RPD > 3	R2 > 0.9
2 < RPD < 3	0.75 < R2 < 0.9
1.5 < RPD < 2	0.55 < R2 < 0.75
RPD < 1.5	R2 < 0.55

Résultats

Spectres en FTIR sur poudres de tiges



Résultats

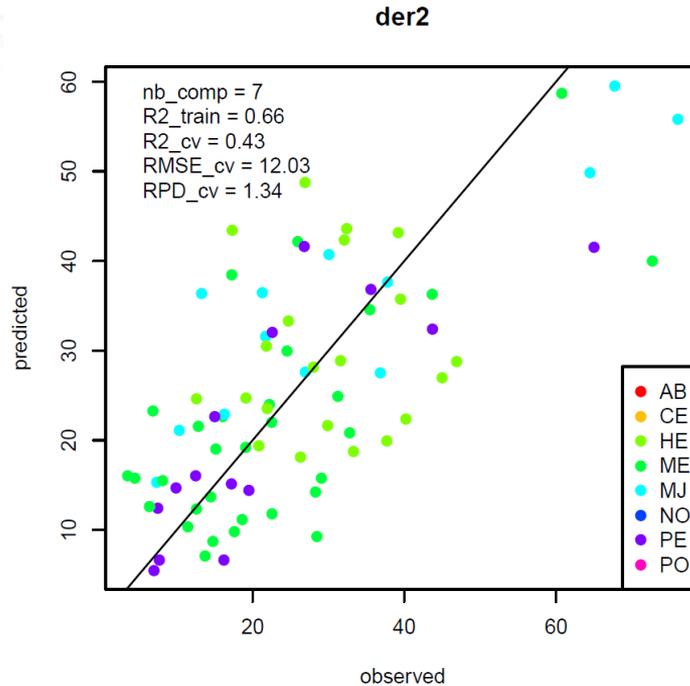
Spectres en FTIR sur bourgeons entiers

Etat	Tissu	Esp	Effectif	pretr	nbcomp	R2_train	R2_MCCV	RMSE_MCCV	RPD_MCCV	nb_outliers	nb_lambda
Entier	V	HE, M, PE	80	der2	7	0.66	0.43	12.03	1.34	1	317
Entier	V	HE, M	66	der1	3	0.42	0.31	15.89	1.22	0	4
Entier	V	M	45	der2_norm	5	0.80	0.66	10.43	1.76	1	33

legende	
RPD > 3	R2 > 0.9
2 < RPD < 3	0.75 < R2 < 0.9
1.5 < RPD < 2	0.55 < R2 < 0.75
RPD < 1.5	R2 < 0.55

Résultats

Spectres en FTIR sur bourgeons entiers



Résultats

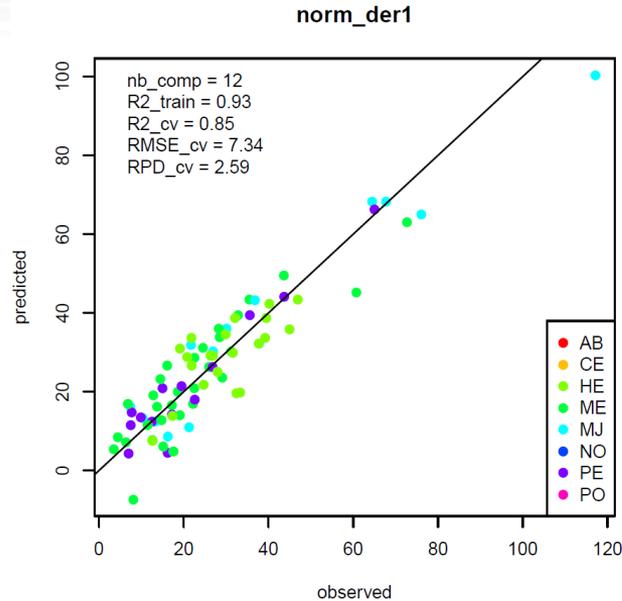
Spectres en FTIR sur tiges broyées grossièrement

Etat	Tissu	Esp	Effectif	pretr	nbcomp	R2_train	R2_MCCV	RMSE_MCCV	RPD_MCCV	nb_outliers	nb_lambda
Entier	T	HE, M, PE	80	norm_der1	12	0.93	0.85	7.34	2.59	0	88
Entier	T	HE, M	66	der2_norm	9	0.90	0.80	8.66	2.24	0	61
Entier	T	M	45	der2_norm	7	0.92	0.83	2.88	2.51	1	46

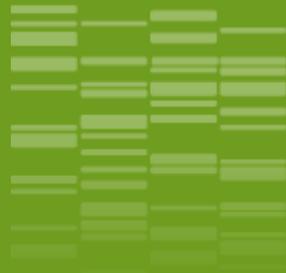
legende	
RPD > 3	R2 > 0.9
2 < RPD < 3	0.75 < R2 < 0.9
1.5 < RPD < 2	0.55 < R2 < 0.75
RPD < 1.5	R2 < 0.55

Résultats

Spectres en FTIR sur tiges broyées grossièrement



ME, MJ, PE



_03

CE QU'IL RESTE A ANALYSER

Ce qu'il reste

Analyser les spectres en VIS-NIR acquis sur le FOSS de Clermont

Avec 3 focus :

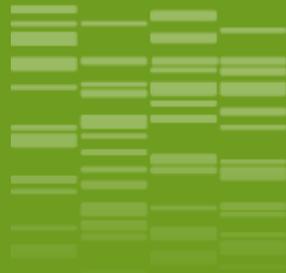
- 1- confirmer les relations trouvées en FTIR
- 2- voir si l'introduction de la partie visible du spectre améliore la réponse.
- 3- comparer les sorties en utilisant les algorithmes inclus dans Winisi (le soft de FOSS) et le soft écrit en R

Analyser les corrélations avec le test Tabuena

Sur bgs de pommier (mais peu de points)

Analyser les corrélations avec les « doses de froid reçues »

Après estimations avec différents modèles de chilling



_04

CONCLUSIONS PARTIELLES

Conclusions

Tout est évidemment à consolider mais

Sur poudre, on obtient une bonne corrélation entre DMDs et Spectres

Pour les bourgeons floraux très bonne

Pour les bourgeons végétatifs assez bonne

Pour les tiges, qualité médiocre mais pourrait constituer peut être une alternative

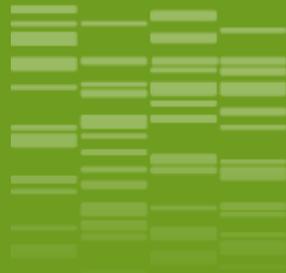
Sur bourgeons entiers

C'est pas terrible, il faut laisser tomber

Sur tiges grossières

On dégrade mais cela pourrait rester acceptable pour du screening car rapide et facile à faire

il semble quand même préférable de gérer par groupe d'espèce ou genre (comme les prunus) cet aspect est encore à affiner



_05

PERSPECTIVES

Perspectives

Finir les traitements notamment sur les spectres VIS-NIR du FOSS

Tester le modèle avec les quantités de froid reçues

Adapter le soft R au traitement des spectres du FOSS

Compléter les calibrations avec de nouveaux points (manip 2013-2014)

Tester la variabilité intra espèce

Vérifier la stabilité des calibrations sur plusieurs années

Tester des calibrations avec des paramètres biochimique ou autres issus des poudres

Rédiger une publi qui pourrait être intégrée aux résultats du projet ANR BudSleep si celui-ci est accepté



Un grand merci à

Jean Paul Charpentier
Vincent Segura
Chayma El Khamlichi
Steven Pelletier

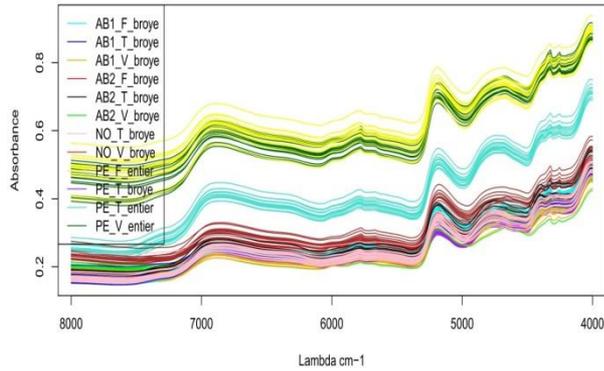
Et tous ceux qui ont participé à la manip

Au GDR et Perpheclim pour les financements

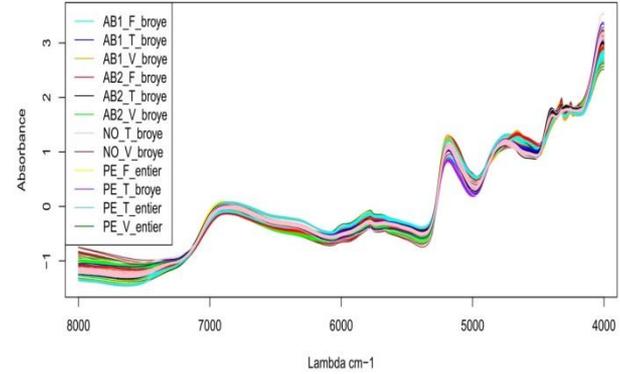


Pré-Traitements

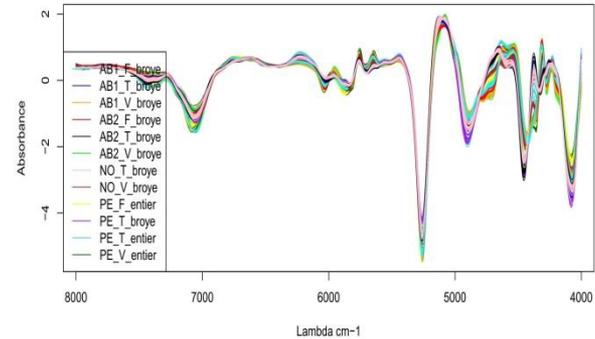
données brutes 8 000 - 4 000



Normalisation



Derivée 1 & Normalisation



ACP

