

MICROSPECTROMÈTRE SPIR: MODÈLES DE PRÉDICTION MULTISPÉCIFIQUES DES PROPRIÉTÉS DE BOIS DE QUELQUES ESPÈCES DE MADAGASCAR

Andriambelo **Radonirina** Razafimahatratra
Herizo Rakotovololonalimanana
Marie-France Thévenon
Christophe Belloncle
Tahiana Ramananantoandro
Razafinarivo Ravo Nantenaina Gabriella
José Carlos Rodrigues
Chaix Gilles



Montpellier, 09 Novembre 2018

Contexte

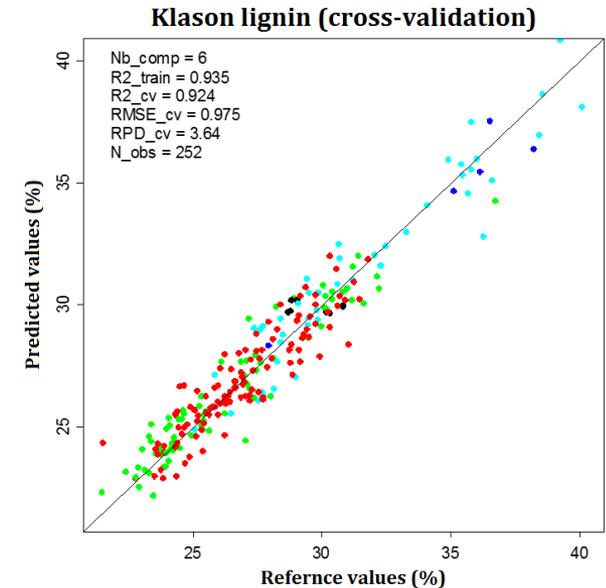
- Spectromètres PIR de laboratoire (large gamme spectrale, forte résolution): connus pour être performants, mais onéreux.

- Mais microspectromètres portatifs : généralement gamme plus restreinte, résolution spectrale plus faible, plus transportable, mais généralement moins performants

- SPIR utilisée en science du bois à Madagascar depuis 2010
- Acquisition d'un spectromètre microNIR, adapté au contexte malgache : moins onéreux
- ➔ On s'intéresse à la qualité des prédictions à partir de ce spectromètre

Question:

La qualité des prédictions de ce microspectromètre est-elle semblable à celle des prédictions obtenues avec des spectromètres de laboratoire performants ?



- Modèles multispécifiques basés sur 8 espèces provenant de Madagascar
- 50 échantillons : 6-7 échantillons par espèce

Quatre (4) propriétés analysées : Taux d'extractibles, taux de phénol, perte de masse par CP, perte de masse par CV

Mesure des valeurs de référence par des méthodes standardisées

Méthodes de mesure des propriétés étudiées

- **Taux d'extractibles**

Méthode TAPPI adaptée : extraction avec des solvants organiques (toluène + éthanol) au soxhlet pendant 6h

- **Taux de phénol** : Méthode de Folin Ciocalteu

- **Essai de durabilité naturelle en laboratoire**

Norme XP Cen TS 15083-1

Mesure de la perte de masse en 16 semaines sur des bois par attaque de types de champignon:

- Perte de masse par attaque de *Coniophora puteana*
- Perte de masse par attaque de *Coriolus versicolor*



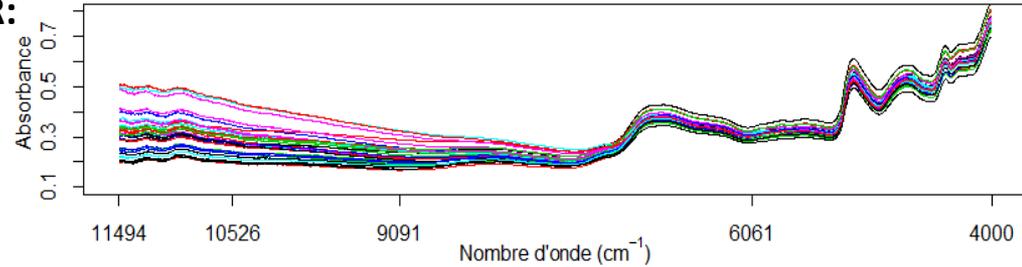
Matériels et méthodes

Spectromètres utilisés :



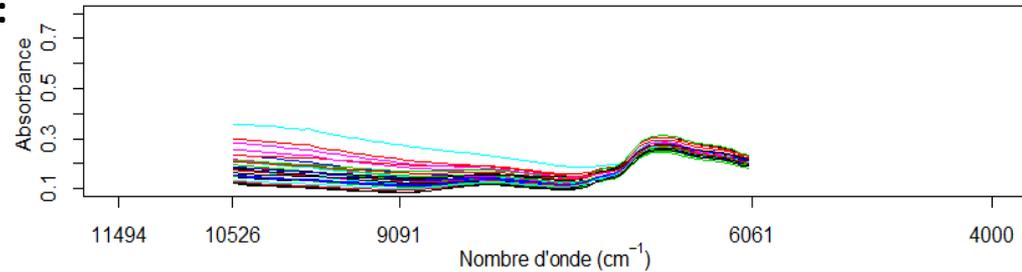
VECTOR 22N DE BRUKER:

- Gamme spectrale: 11494-4000 cm^{-1}
- Résolution: 3,9 cm^{-1}



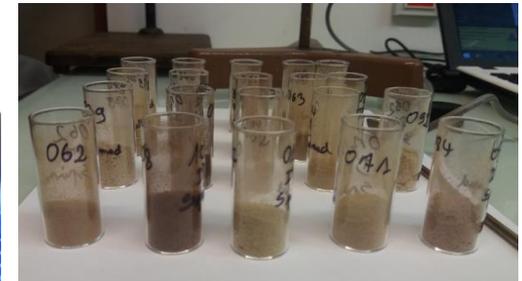
MicroNIR 1700 de VIAVI:

- Gamme spectrale: 10526-6060 cm^{-1}
- Résolution: 39,4 cm^{-1}



Mesure des spectres:

- Poudre de bois stabilisée à 12% d'H
- Granulométrie <500 μm

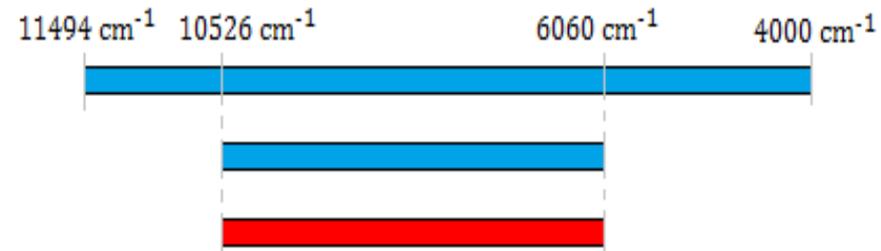


Modèles comparés pour chaque propriété:

- **Modèle M1** : VECTOR, 11494-4000 cm^{-1} (1940 LO)

- **Modèle M2** : VECTOR, 10526-6060 cm^{-1} (1151 LO)

- **Modèle M3** : microNIR, 11494-4000 cm^{-1} (113 LO)



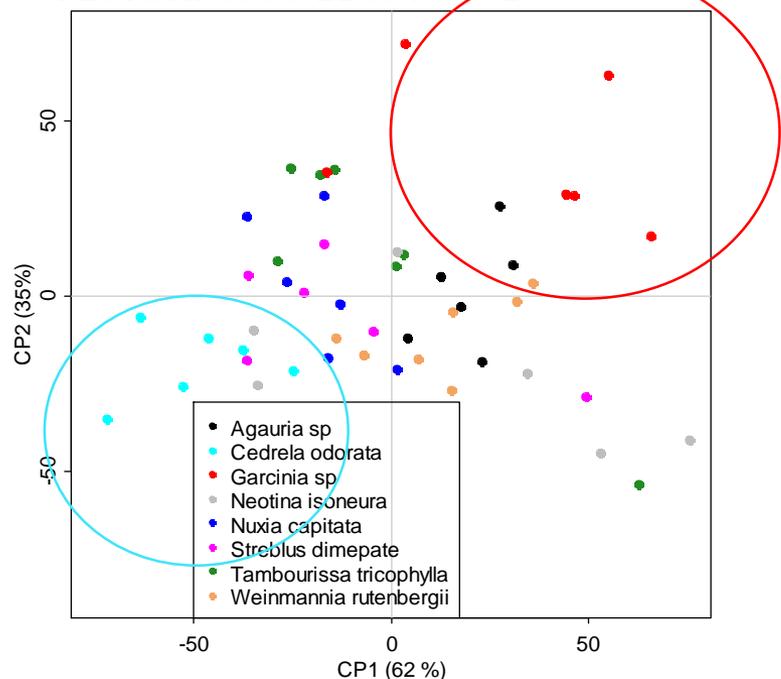
Etablissement des modèles:

- Même nombre d'échantillons pour chaque propriété
- Méthode PLS, sans sélection de variables (LO)
- Choix du n° VL considérant aussi DW calculé sur les β -coef
- Meilleur prétraitement considéré dans chaque cas (9 prétraitements comparés)
- En validation croisée répétée (4 groupes au hasard, 50 répétitions)

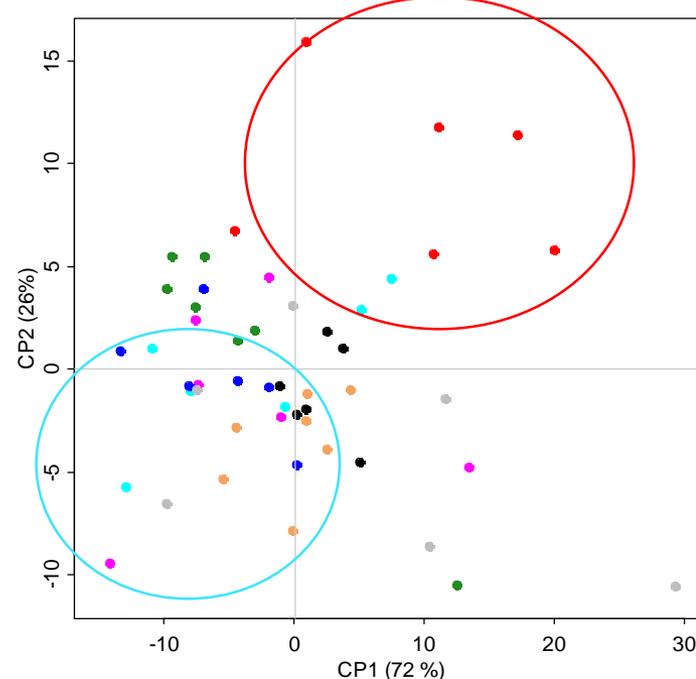
Résultats et discussions

Analyses exploratoires : ACP des spectres bruts

VECTOR: 4000-11494 cm⁻¹



microNIR: 6060-10526 cm⁻¹

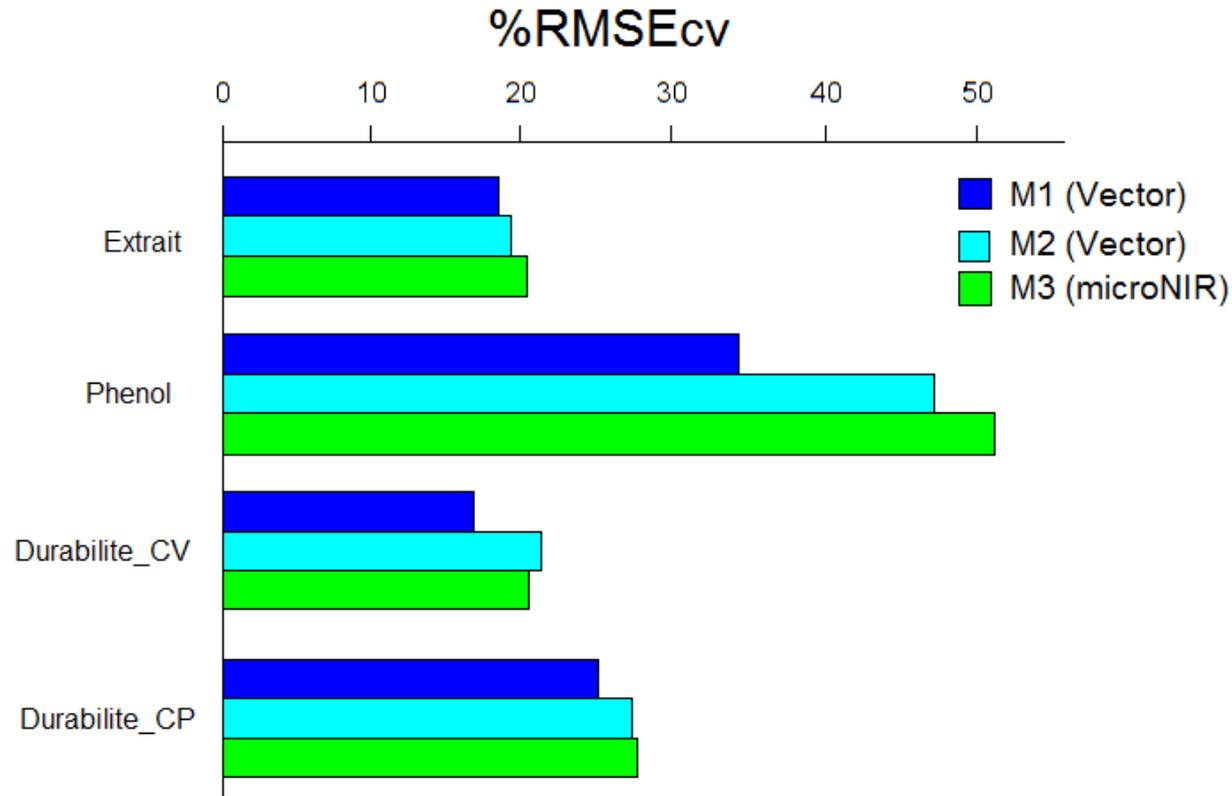


-Groupé par espèce, écart entre les espèces
 -On retrouve à peu près les mêmes groupe pour VECTOR et microNIR

Valeurs de référence:
 -Effet significatif de l'espèce (seuil 0,1%)
 ➔ Variabilité des valeurs de référence

	Min-Max	C.V
Extractible	0,72-12,00 %	52%
Phénol	2,59- 89,66 µg d'éq AcGal/g MS	133%
Perte de masse par CP	1,89-54,97 %	74%
Perte de masse par CV	3,50 -48,63 %	45%

Comparaison des 3 modèles pour chaque propriété



Pour chaque propriété:

-RMSE_{cv} M1 le plus faible, suivi du M2, RMSE_{cv} M3 généralement élevé

-Différence M1&M2 > différence M2&M3

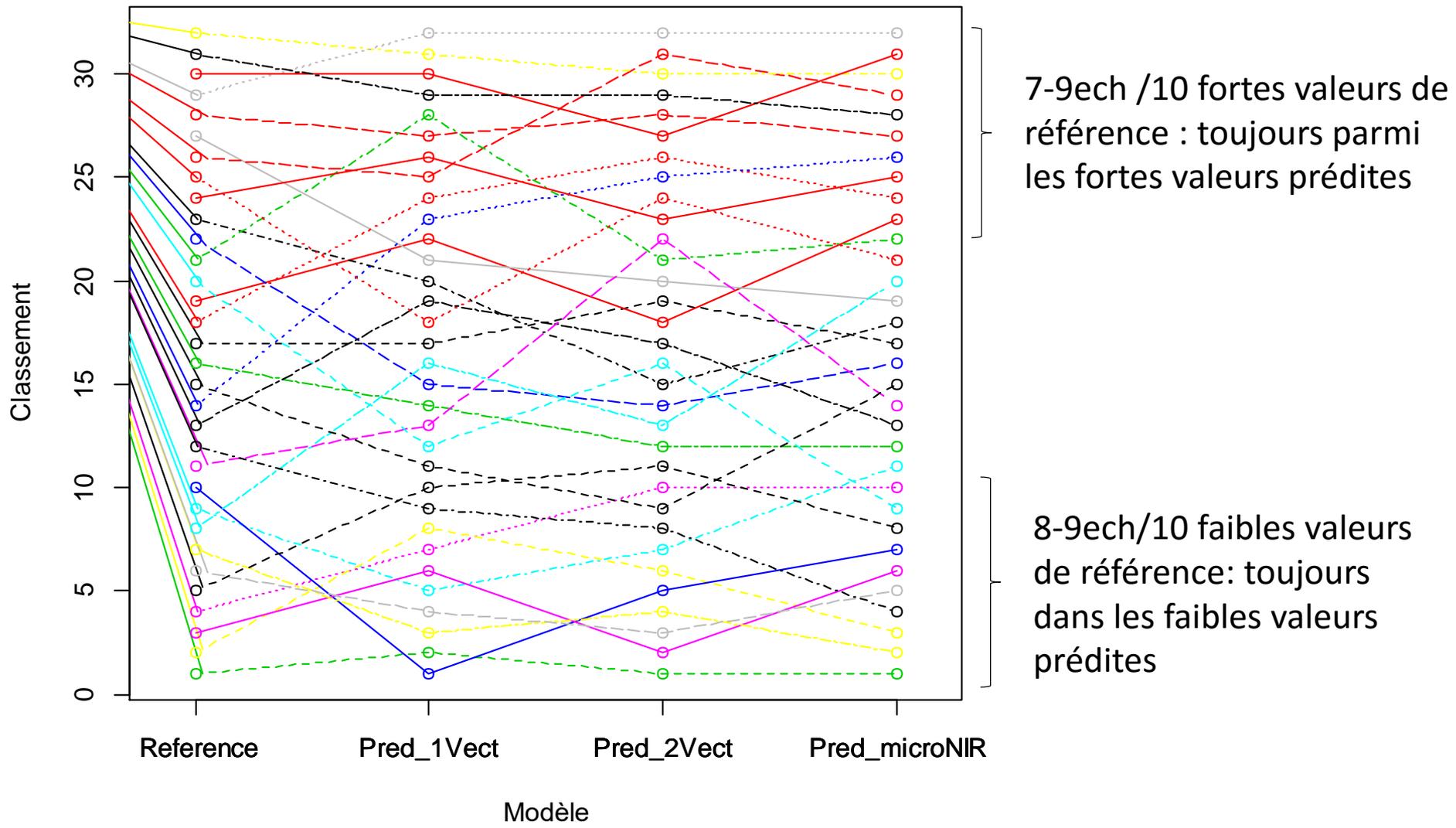
-Les modèles M2&M3: à peu près les même qualité de prédiction

-Propriété plus sensible: Phénol

→ Peut-être intéressant d'analyser le classement des individus surtout pour phénol

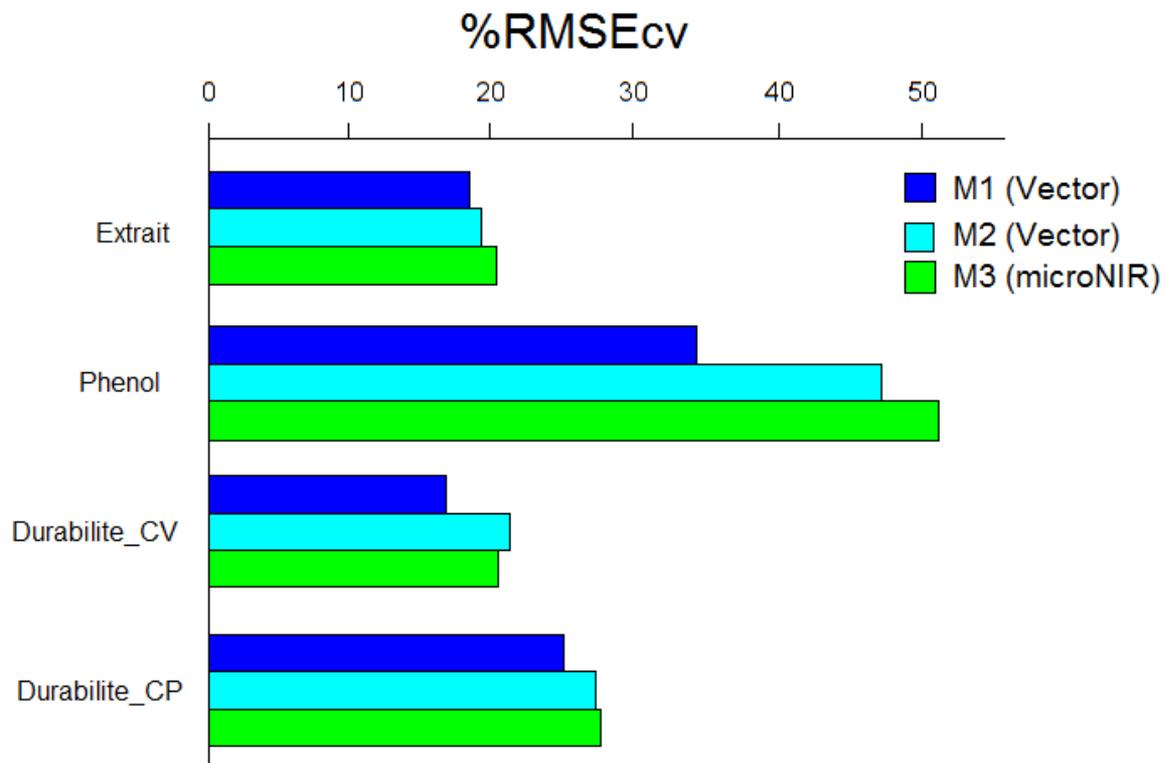
Résultats et discussions

Comparaison du classement des valeurs prédites des extractibles de chacun des modèles



- ➔ Classement assez stable, même cas pour les 2 pertes de masse
- ➔ Classement **moins stable** pour phenol

Comparaison des modèles pour chaque propriété



-Différences significatives pour Phenol entre M1&M2 et M1&M3 au seuil 5%
-Autres propriétés: non significatives

→ M3 pas différent de M1 ($\alpha=5\%$) sauf pour phénol

Méthode proposée par Fearn (1996):

Intervalle de confiance t à 95% de la différence entre le biais pour échantillon appariés :

$$(m_1 - m_2) \pm t_{n-1, 0.025} \times s_d$$

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i \quad s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n \times (n-1)}}$$

$$d_i = e_{i1} - e_{i2} \quad \text{and} \quad \bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i$$

Si IC inclue 0, les biais ne sont pas significativement différents (au seuil de 5%) → Modèles non significativement différents au seuil de 5%

→ t.test sur données appariées basé sur les $|Pred - ref|$

Conclusion

- Les RMSECV des M3 (microNIR) sont élevées mais pas très différentes des M1 (Vector), mais dépend des propriétés
- Différence entre qualité de M2 et M1 plus élevée qu'entre M2 et M3

Prochains travaux:

- Modèle considérant toutes les LO vs modèles utilisant seulement les LO les plus informatives selon les propriétés à étalonner
- Comparaison avec les modèles des bois entiers
- Inclure de nouveaux échantillons dans les modèles



M E R C I



Remerciements:

- Projet SPIRMADBOIS cofinancé par l'AUF
- CIRAD actions incitatives doctorants
- IUFRO-EFI YSI award