

Évaluation de la maturité de la prune d'Ente par Spectroscopie proche infrarouge

Monique CAPELLE ¹, Sandra AUBERT ²

¹ BIP (Bureau national Interprofessionnel du Pruneau) - moniq.capelle@pruneau.fr

² Ondalys - saubert@ondalys.fr



Contexte et objectifs

- Le B.I.P réalise des mesures au laboratoire sur des prunes dans le but de :
 - Caractériser la maturité des fruits à la récolte
 - Optimiser le processus de séchage en fonction de la qualité des fruits → améliorer la productivité et la qualité des pruneaux
- 2 critères de qualité : le sucre et l'acidité totale





Contexte et objectifs

- Recherche d'une méthode alternative :
 - Non destructive
 - Rapide
 - Coût réduit d'analyse
 - Résultats reproductibles
 - Applicable en routine sans compétence spécifique
 - Pouvant être utilisée en ligne et/ou sur le terrain
 - Producteurs : déclenchement de la récolte
 - Optimiser le séchage et améliorer la qualité des prunes
 - ➔ tri spécifique selon la maturité

➔ Utilisation de la technologie SPIR

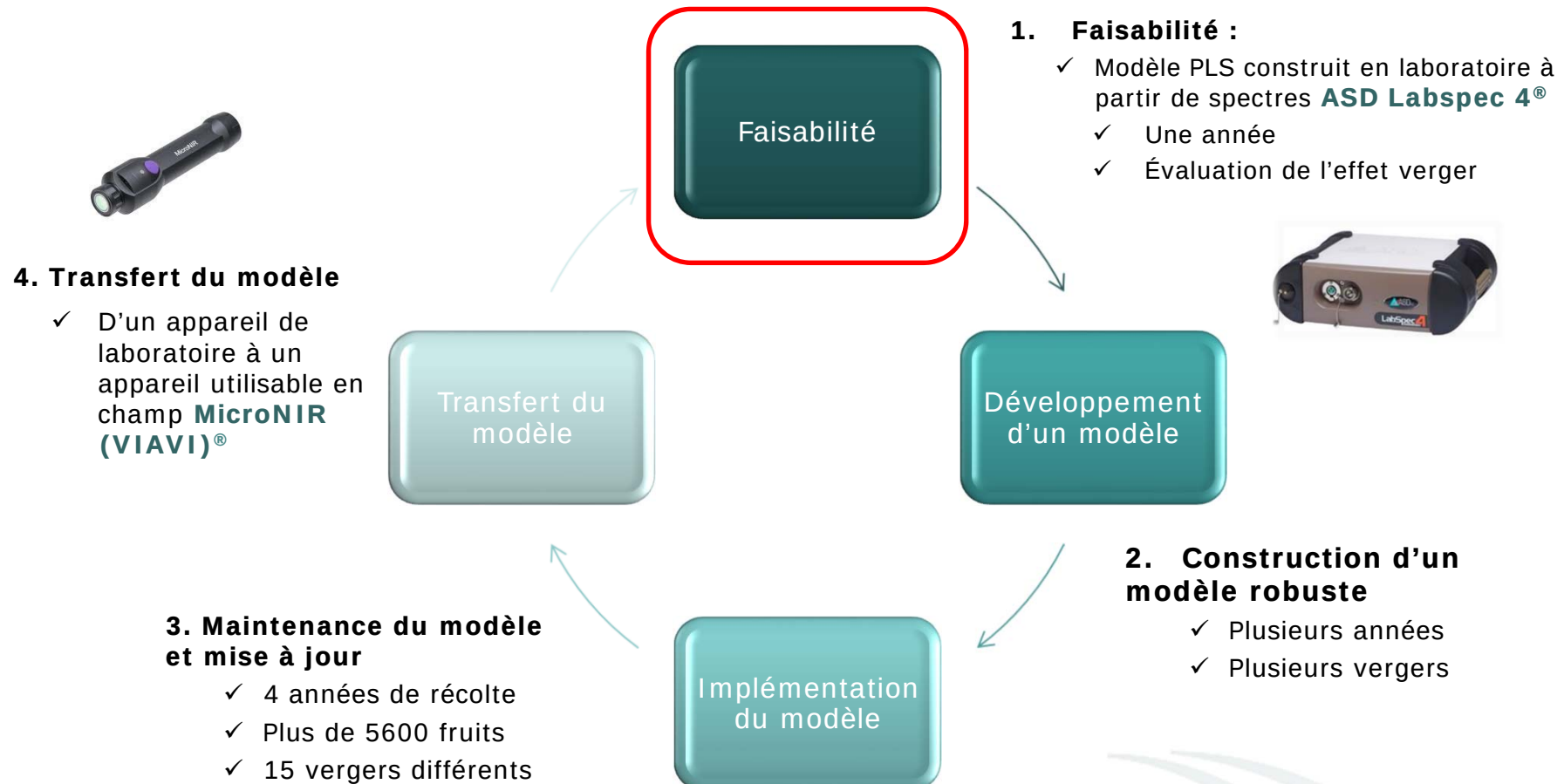
- LabSpec 4[®] (ASD Inc.) : depuis 2013
- MicroNIR[™] OnSite[®] (VIAVI Solutions Inc.) : depuis 2016



Protocole d'expérimentation

- 2013 à 2018 : 1300 à 1500 fruits / an
 - 10 vergers représentatifs de la région d'Agen
 - 30 fruits par verger → 4-6 prélèvements au cours de la récolte
 - 1 mesure SPIR sur les 2 faces / fruit
 - Analyses:
 - Poids
 - Extrait sec réfractométrique (° Brix)
 - Acidité totale à pH7 et pH8.1
- 2019
 - 50 producteurs répartis sur la zone IGP : Lot et Garonne, Tarn et Garonne, Gers → intégrer d'autres sources de variations (zone géographique, mode de culture et variétés)
 - 30 fruits par verger → 1 à 4 prélèvements au cours de la récolte
 - 1 mesure SPIR sur les 2 faces / fruit sur 15 fruits
 - Analyses de référence fruit par fruit sur 15 prunes

Méthodologie chimiométrique



Indico Pro
software





1. Faisabilité

○ Acquisition des données

- Instrument NIR : ASD LabSpec 4® (Malvern Panalytical)
 - Gamme spectrale : 350-2500 nm – pas de 1 nm
 - Acquisition de Spectres sur des prunes au laboratoire
 - 1^{ère} année : 2013
- Référence : mesures du sucre et de l'acidité en chimie



○ Importation et préparation des données

- Moyenne des 2 faces
➔ Meilleure représentativité du fruit analysé



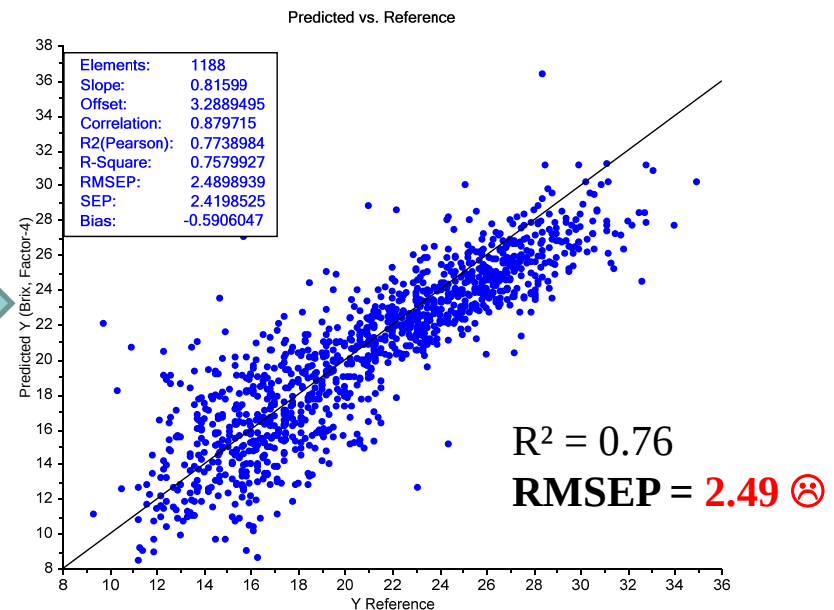
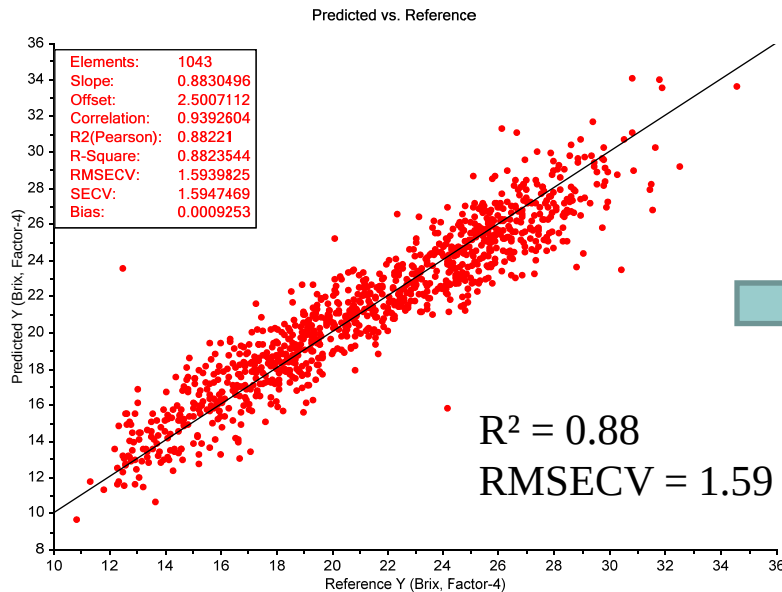
○ Développement d'un modèle sur une année

- Analyse exploratoire (ACP)
- Pas d'effet vergers ➔ Modèle global sur l'ensemble des vergers
- Développement d'un modèle (PLS) pour la prédiction du sucre et de l'acidité

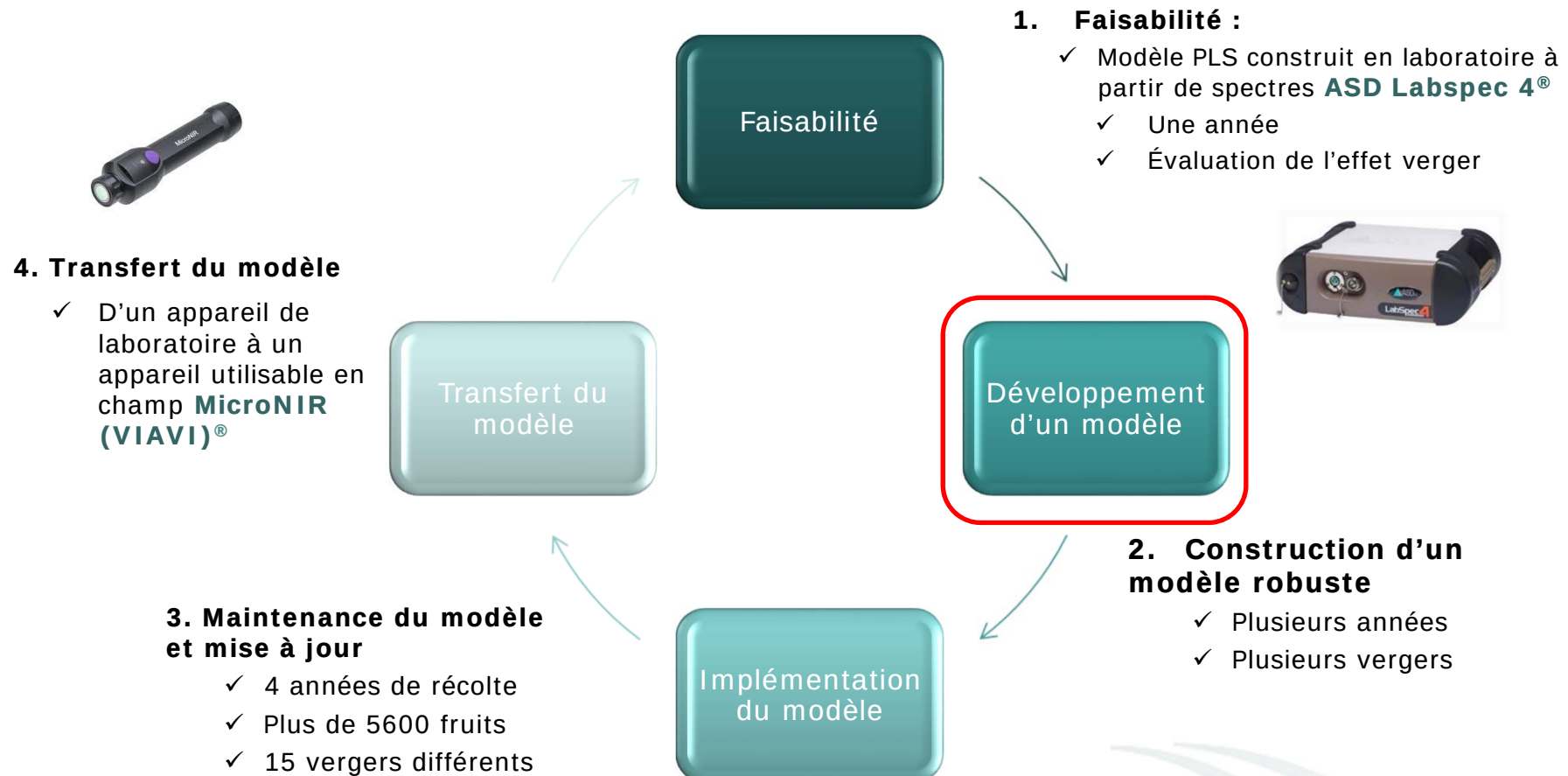
1. Faisabilité

- Premier modèle PLS pour le sucre et l'acidité

Exemple : Critère sucre (° Brix) en validation croisée



Méthodologie chimiométrique



Indico Pro
software

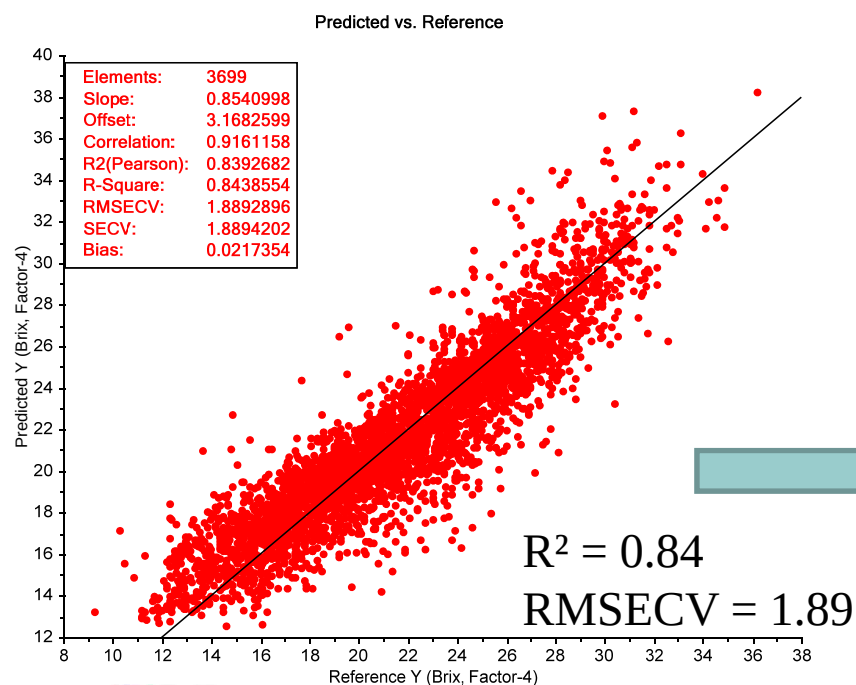


ondalys
Donnez du sens à vos données

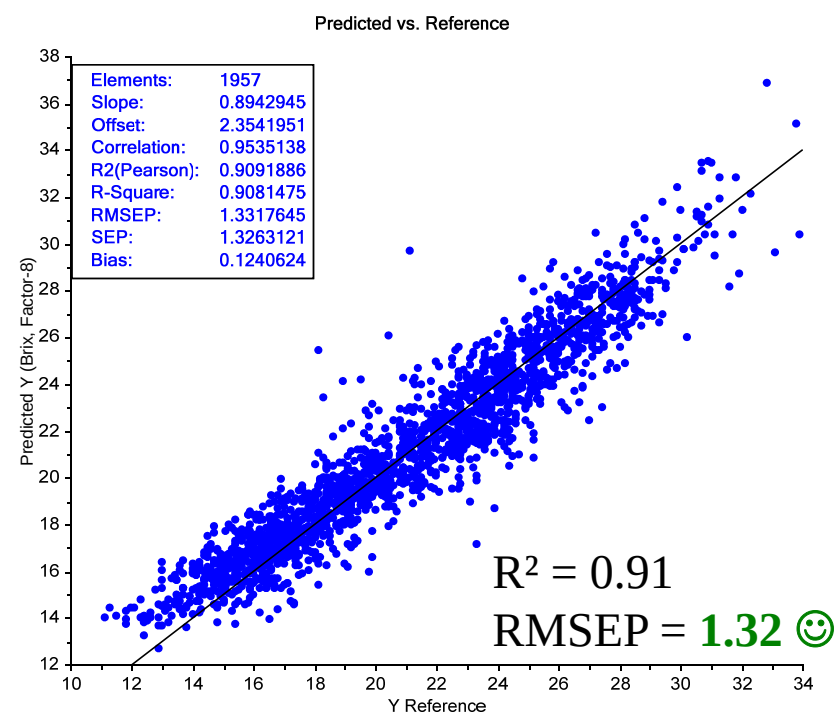
2. Construction d'un modèle robuste

- Modèle développé sur plusieurs campagnes
 - Modèle robuste → nette amélioration de la RMSEP

Modèle sur 2013+2014+2015

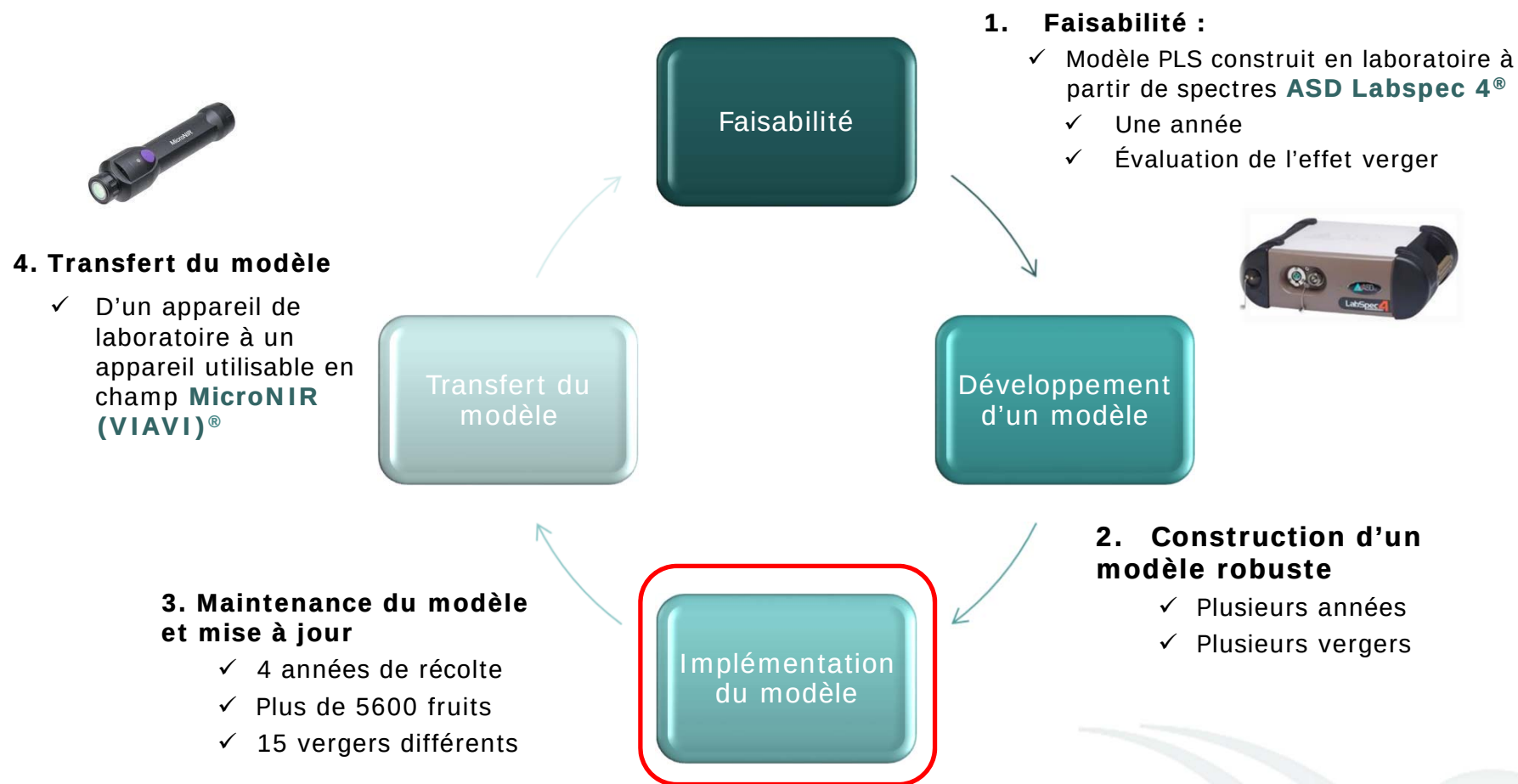


Test sur 2016





Méthodologie chimiométrique



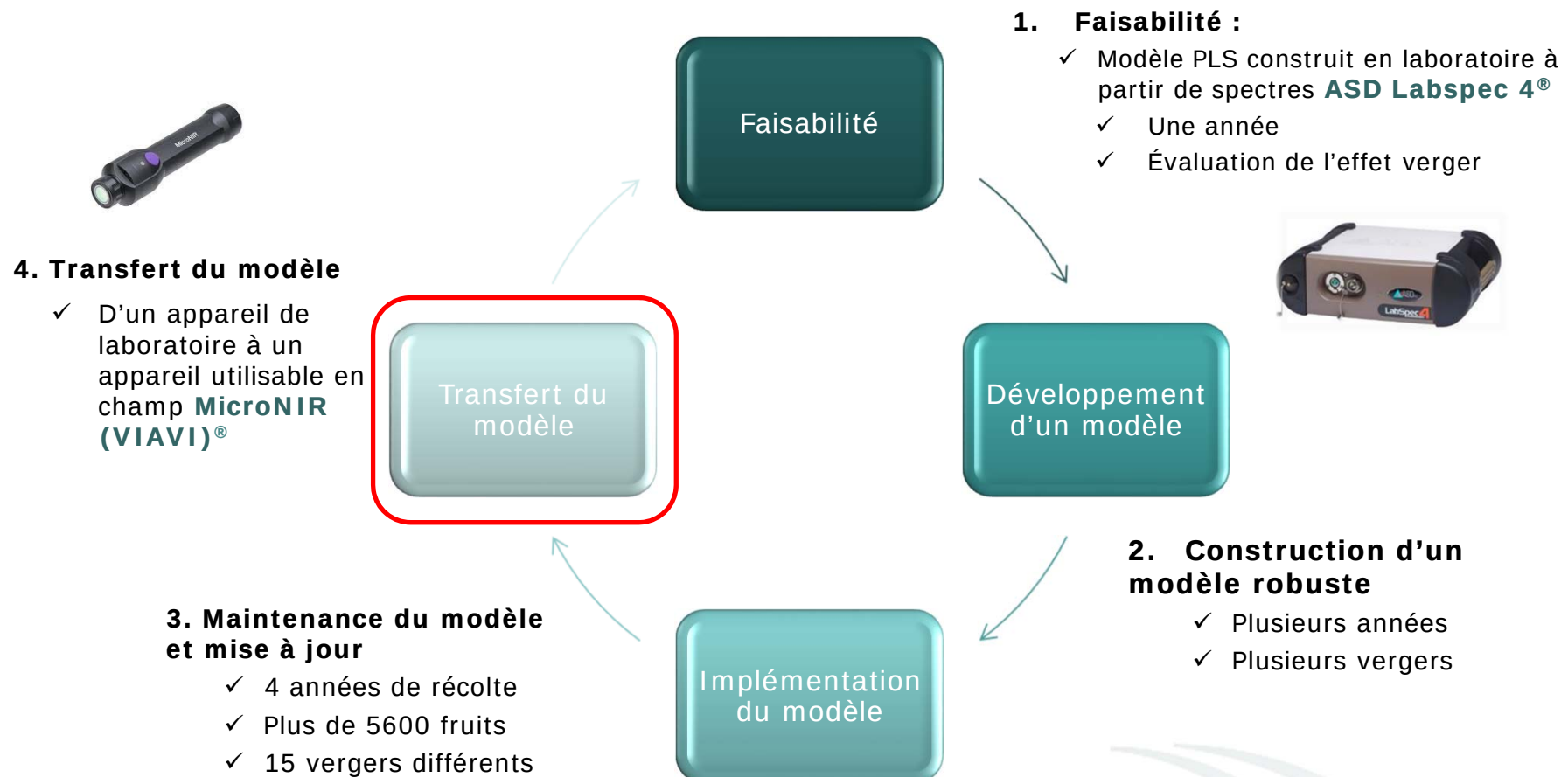
Indico Pro
software



ondalys

Donnez du sens à vos données

Méthodologie chimiométrique



Indico Pro
software



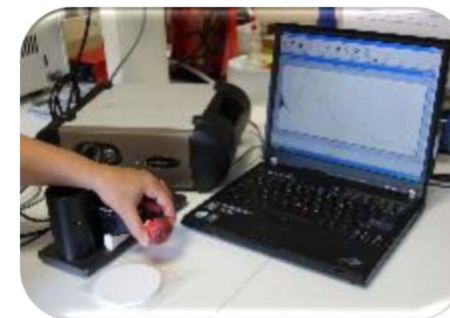
ondalys
Donnez du sens à vos données



4. Transfert du modèle

○ Instruments :

- Laboratoire : ASD LabSpec 4® (Malvern Panalytical)
 - Gamme 350-2500 nm (VIS+NIR)
 - Pas : 1 nm
 - Spectres en réflectance
 - Années: 2013-2016



- Au champ: MicroNIR™ OnSite® (VIAVI Solutions Inc.)
 - Gamme 800-1676 nm (NIR)
 - Pas : 6 nm
 - Spectres en absorbance
 - Année : 2016



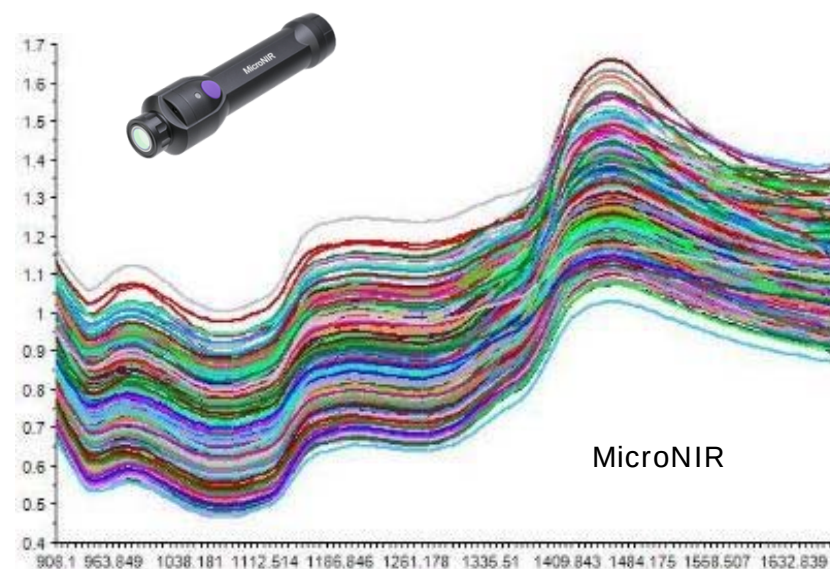
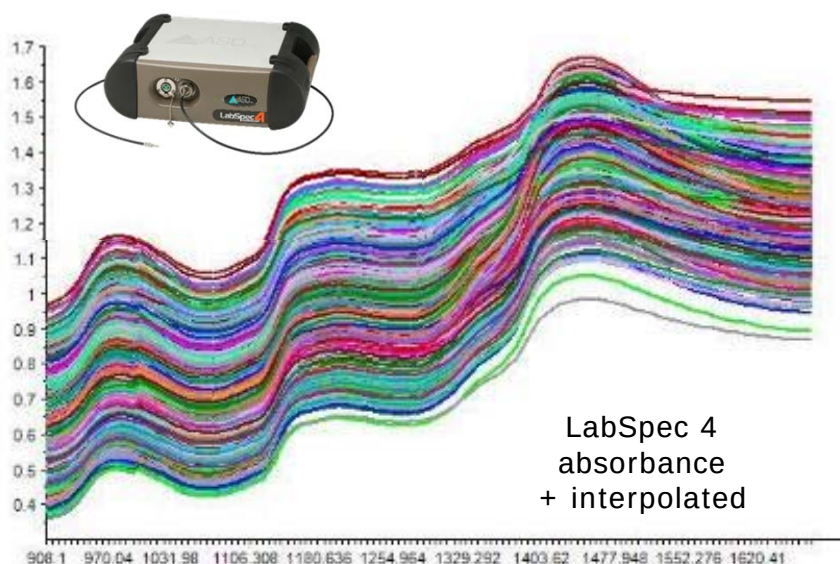
Transfert nécessaire



4. Transfert du modèle

- Méthodologie (The Unscrambler X®)
 - Données issues de l'ASD LabSpec 4®
 - Convertir les données spectrales de réflectance en absorbance
 - Conserver la gamme spectrale commune aux 2 appareils (800-1676 nm)
 - Réaliser une interpolation: pour recaler les longueurs d'onde et le pas

Spectres de standardisation 2016

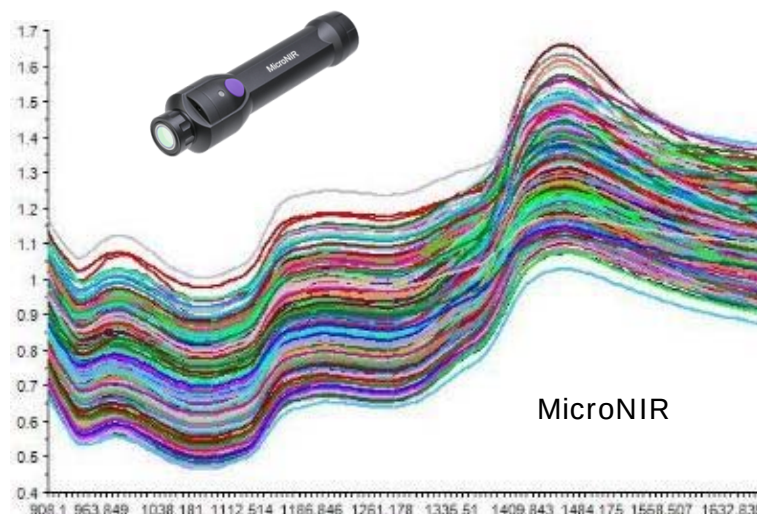
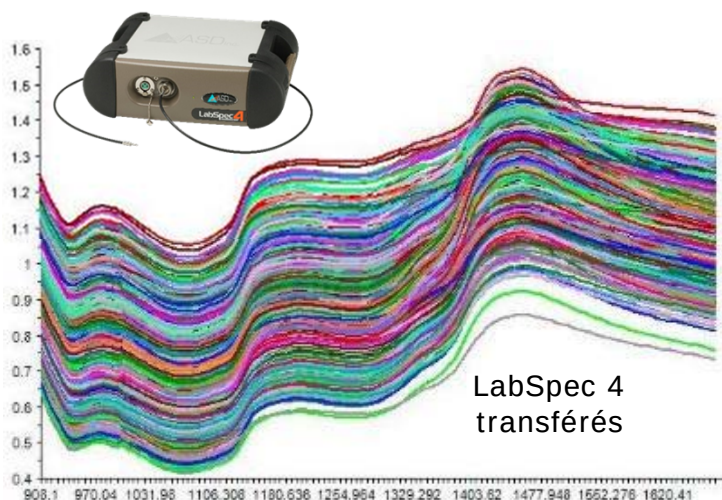




4. Transfert du modèle

o Méthodologie (The Unscrambler X®)

- Transformer les données LabSpec 4® (Lab.) → MicroNIR™ (Champ)
 - Plusieurs méthodes testées (centrage local, PDS, corrélation entre longueurs d'ondes)
- Meilleurs résultats avec le centrage local
 - Moyenne des spectres du LabSpec 4® en 2016: m_{X1}
 - Moyenne des spectres du MicroNIR™ en 2016 : m_{X2}
 - Base LabSpec 4® (X) transférée : $X' = (X - m_{X1}) + m_{X2}$





4. Transfert du modèle

o MicroNIR™ OnSite models

- Concaténation de la base de données historique transférée LabSpec 4® [2013-2016] avec les spectres MicroNIR™ mesurés en 2016
- Re-développement des modèles avec The Unscrambler X®
- Possible export sur le logiciel du MicroNIR™ OnSite

Teneur en sucre (°Brix)



	Pente	Offset	RMSEP	R ²
ASD LabSpec 4®	0.87	2.75	1.7	0.87
LabSpec 4 transf + MicroNIR™	0.83	3.59	1.9	0.83

→ Les performances obtenues sur un jeu de test indépendant (2017) sont encourageantes.

→ Ajout de données MicroNIR™ lors des prochaines récoltes

Acidité (Meq)



	Pente	Offset	RMSEP	R ²
ASD LabSpec 4®	0.74	24.5	15.6	0.74
LabSpec 4 transf + MicroNIR™	0.51	46.5	22.8	0.48

→ **Dégradations des performances**

→ Nécessité de redévelopper un modèle directement sur le MicroNIR™



Conclusions et Perspectives

○ Conclusions

- Modèles ASD LabSpec 4[®] (Malvern Panalytical)
 - Satisfaisants pour les 2 critères (sucre et acidité)
 - Ajout de l'année 2019
- Transfert des modèles sur le MicroNIR[™] (Viavi)
 - Satisfaisant pour le sucre, insuffisant pour l'acidité
 - Ajout des données mesurées de 2017 à 2019

○ Perspectives

- Installation des modèles sur l'appareil MicroNIR[™] OnSite
- Équiper les techniciens
- Créer un réseau, avec le BIP en support
- Transfert du modèle sur des capteurs en ligne (à définir) pour le tri en ligne des fruits avant le séchage