
Projet ASPIR 2021

Amélioration de la qualité des abricots par la mise en place d'un outil non destructif de mesure de la maturité au verger

Rédacteur(s) : Desplanche Marie - SudExpé / Gallia Valérie - CA30/SudExpé,

Stagiaire : Grillard Mathilde

Partenaires Techniques : Fédération des fruits et Légumes d'Occitanie, CTIFL, INRAE

1. But de l'essai

L'objectif du projet ASPIR consiste à mettre à disposition des arboriculteurs un outil non destructif capable de fournir une information fiable sur le niveau qualitatif des fruits à l'instant de la mesure et sur son potentiel d'évolution en fonction de sa maturité à la récolte. Cet outil d'aide à la décision pour les producteurs permettrait de déclencher la récolte en fonction du niveau qualitatif du fruit et ainsi en optimiser la qualité du fruit à l'arrivée au consommateur. En effet des études de satisfaction menées par le CTIFL notamment montrent que l'abricot est un fruit qui plait aux consommateurs mais que le niveau de qualité est variable et déçoit régulièrement. Ceci peut être un frein à la consommation de ce fruit d'été.

On peut résumer les objectifs du projet ASPIR comme suit :

- Identifier un outil d'aide à la décision pour le déclenchement des récoltes et la réduction de la variabilité de la qualité des lots ; Limiter la non-qualité à la récolte
- Optimiser la qualité pour le consommateur, limiter les pertes et lutter contre le gaspillage alimentaire ;
- Constituer un premier exemple de transfert de la technologie avant une déclinaison sur d'autres espèces ;
- Sécuriser les exploitations fruitières produisant des abricots (750 exploitations dans l'AOP en France, dont près de 200 en Occitanie ; activité essentielle à l'agriculture des départements du Roussillon et du Gard ; près de 2000 hectares de production ; 10 Organisations de Producteurs concernées, et plus d'un millier d'emplois dépendant directement ou indirectement de cette filière en Occitanie).

Le projet ASPIR regroupe la Fédération des Fruits et Légumes (FFL) d'Occitanie, SudExpé, le CTIFL et l'INRAE. La FFL Occitanie (chef de file du projet), représente les producteurs d'abricots et sera le moteur pour le transfert des résultats du projet dans cette filière et dans les autres filières potentiellement intéressées. SudExpé, à travers son site d'expérimentation de St Gilles (30), met à disposition des vergers d'abricots et réalise les mesures spectrales avec les différents outils. Le CTIFL implique ses centres de Balandran (30) et de St Rémy de Provence

(13), qui interviendront respectivement dans la mise en œuvre des tests d'analyses sensorielle, dans la réalisation de mesures physico-chimiques et le traitement des données multivariées. L'INRAE intervient également sur le traitement des données et la mise en œuvre des méthodes non destructives sur son site d'Avignon.

L'outil MicroNIR développé par VIAVI Solutions n'a pas été sélectionné, seul le F-750 de Felix Instruments est utilisé en 2021.

2. Dispositif et observations

Les différentes actions du projet sont :

Action 1 : Caractérisation de la maturité des fruits

Tâche 1.1 : Validation d'un équipement portable pour les mesures au verger

Tâche 1.2 : Construction de modèles de prédiction sur l'outil sélectionné et pour les différents critères de maturité

Tâche 1.3 : Evaluation d'un transfert de calibrations entre outils d'un même fournisseur

Action 2 : Evaluation de l'impact des mesures non destructives sur les pratiques culturales et la qualité des fruits perçues par le consommateur

Tâche 2.1 : Caractérisation de la maturité à l'échelle d'un arbre et d'une parcelle

Tâche 2.2 : Evaluation de l'impact des mesures sur la variabilité et la qualité des lots de fruits.

Action 3 : Organisation du transfert vers les producteurs d'abricots

Tâche 3.1 : Evaluation de la technique au stade production

Tâche 3.2 : Construction d'une base de données pour le suivi des parcelles

3. Résultats obtenus

Chaque journée de mesure mobilisant plusieurs personnes d'organismes différents, un travail de coordination a été nécessaire tout en demandant une certaine souplesse en regard de la date de maturité des variétés.

Suite à deux ans et demi d'expérimentation, l'outil est choisi : il s'agit du F-750 de Félix instruments.

Le F-750 de Felix instruments :



De fabrication américaine, ce spectromètre portable présente les caractéristiques suivantes : spectromètre Carl Zeiss MMS-1 ; gamme de mesure : 310-1100 nm, résolution spectrale : 8-13 nm, LCD visible à lumière solaire, batterie, enregistrement des données sur carte SD 4GB, poids de 1,05 kg. Le CTIFL a acheté cet équipement, et propose gracieusement sa mise à disposition dans le cadre du projet.

Tâche 1.2 Construction/Consolidation des modèles

Pour SudExpé, nous l'avons testé sur 15 variétés cette année.

Les variétés retenues ont toutes une bonne place dans le calendrier des producteurs de l'AOP Pêche Abricot et nous avons tenu à représenter les variétés typiques du Roussillon. Elles représentent également une belle variabilité en termes de coloration d'épiderme, de niveau qualitatif, le tout avec des époques de maturité bien différentes.

Variété	2019	2020	2021
Anegat			X
Bergeval	X		X
Delicot		X	X
Farbaly	X		
Farlis	X	X	X
Flopria	X	X	X
Helena de Roussillon	X		
Ladycot	X	X	X
Lido	X		X
Madrigal			X
Milord			X
Orangered	X	X	X
Rouge Roussillon	X		
Rougecot			X
Royal Roussillon		X	X
Rubely		X	
Rubissia		X	X
Samouraï	X		
Swired	X	X	X
Vanillacot	X	X	X

L'acquisition des données consiste à effectuer face par face la mesure des spectres et la mesure de la fermeté des fruits, sur un lot de 20 fruits par variété avec une variabilité en termes de niveaux de maturité (code couleur très hétérogène).

Les spectres obtenus sont analysés par SudExpé et les résultats sont comparés aux mesures destructives, fruit à fruit (acidité, indice réfractométrique) réalisées par le CTIFL de St Rémy de Provence. L'objectif est de mettre à jour les modèles 2019 et 2020 avec les nouvelles données.

- 1720 spectres au total
- 4 nouvelles variétés en 2021
- 6 variétés suivies sur les 3 années

Cette année nous avons rajouté la notion de température des fruits au moment de la prise de mesure. Ceci afin de voir s'il y avait une différence, au niveau des spectres, à effectuer les mesures en fonction de l'heure et de l'exposition des fruits au soleil.

Nous avons réalisé ces mesures sur 6 variétés :

- Anegat
- Royal Roussillon
- Swired
- Milord
- Madrigal
- Farlis

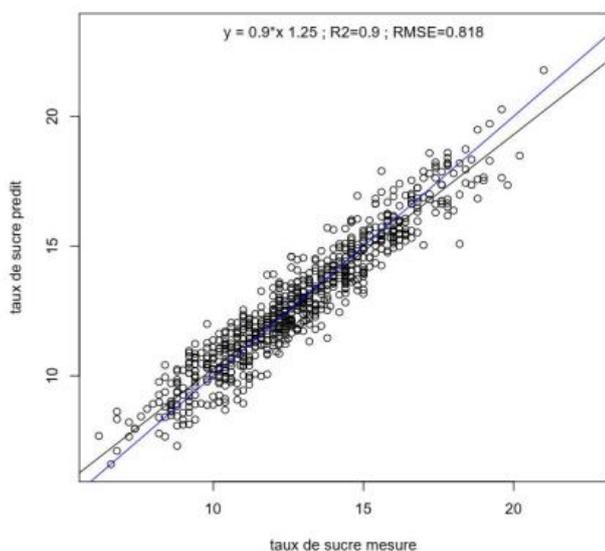
Résultats 2021

- Modélisation de l'Indice Réfractométrique

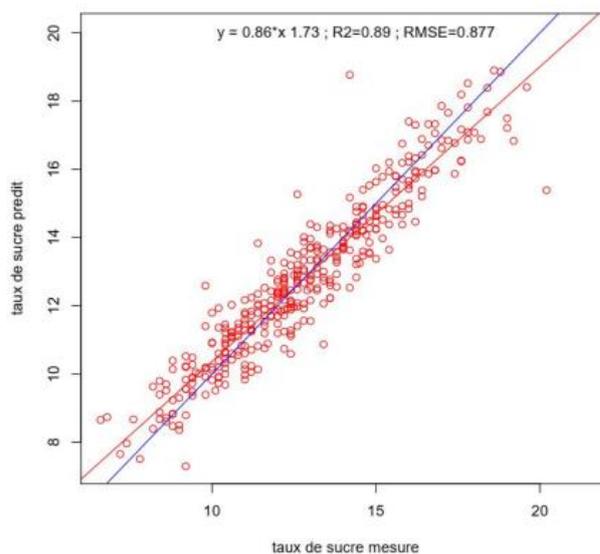
Performances du modèle très satisfaisantes :

- RMSEP : 0,88 (soit environ 7%)
- R^2 de prédiction : 0,89
- Biais de prédiction : -0,02

Taux de sucre prédit VS Taux de sucre mesure – lot de calibration



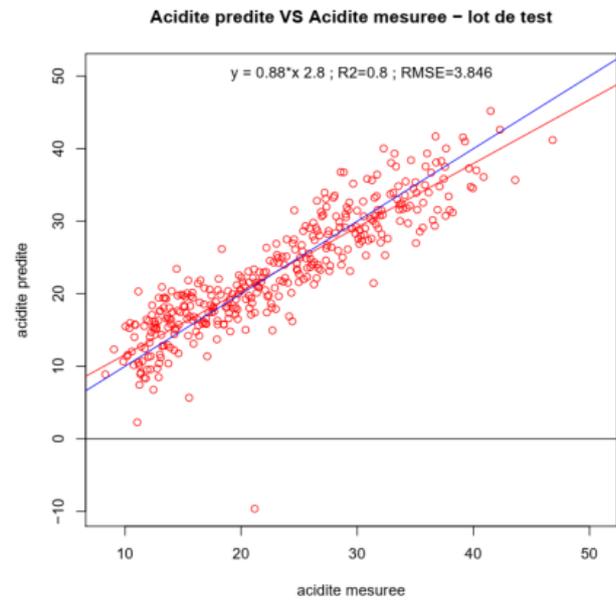
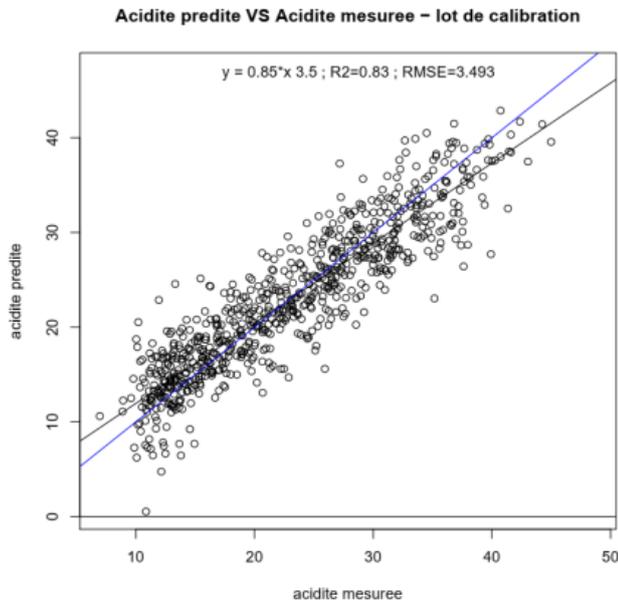
Taux de sucre prédit VS Taux de sucre mesure – lot de test



- Modélisation de l'Acidité Totale Titrable

Performances du modèle satisfaisantes :

- RMSEP : 3,85 (soit environ 17%)
- R² de prédiction : 0,80
- Biais de prédiction : 0,02



- Récapitulatif :

	Felix 1 2019 + 2020 + 2021	
	Sucre	Acidité
Prétraitement	SG(2.2.15)	SG(2.2.15)
Gamme spectrale (nm)	729 – 975	780 – 1038
Nombre de LVs	7	11
RMSEC	0,82 (6,4%)	3,31 (14,5%)
RMSECV	0,82 (6,4%)	3,49 (15,3%)
RMSEP	0,88 (6,9%)	3,85 (16,8%)
R ² CAL	0,90	0,85
R ² P	0,89	0,80
Biais P	-0,02	0,02

Tâche 1.3 Transfert entre appareils

Le transfert des modèles entre appareils et compliqué, en effet nous observons une légère dégradation des performances des modèles peut s'expliquer par :

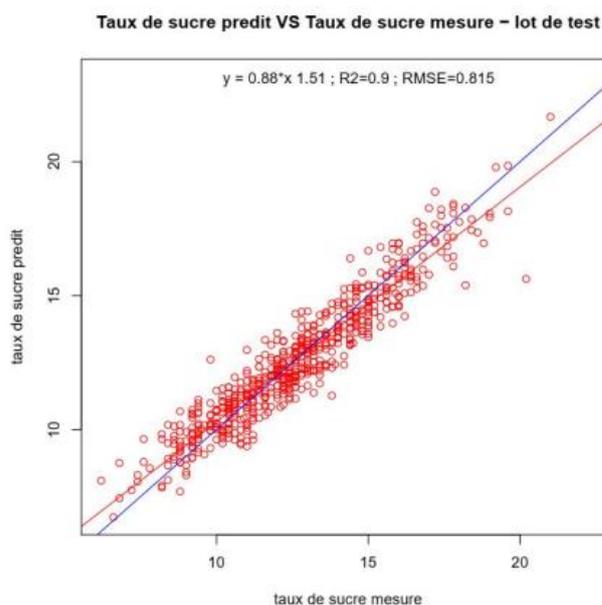
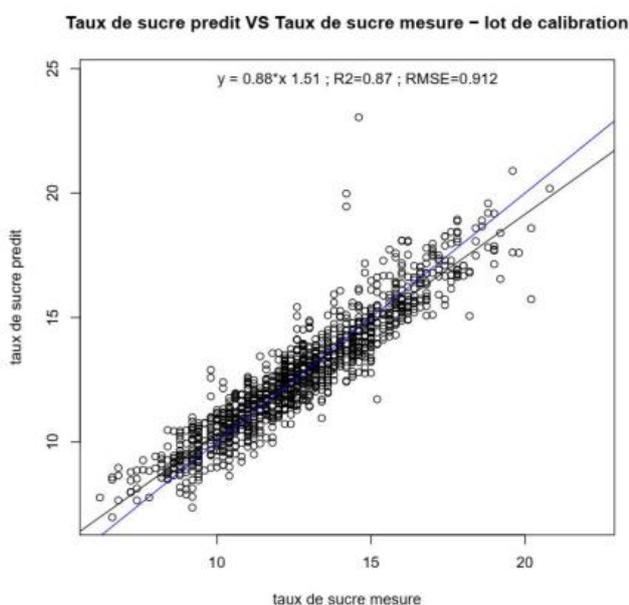
- L'utilisation de 3 spectromètres de générations différentes,
- La nouvelle version du logiciel de Felix Instrument (AppBuilder) qui n'est pas optimisée pour les instruments d'anciennes générations,
- Le décalage des spectres qui a été solutionné manuellement (en attendant une solution informatique de la part de Felix Instrument)

Résultats 2021

- Modélisation de l'Indice Réfractométrique

Performances du modèle très satisfaisantes :

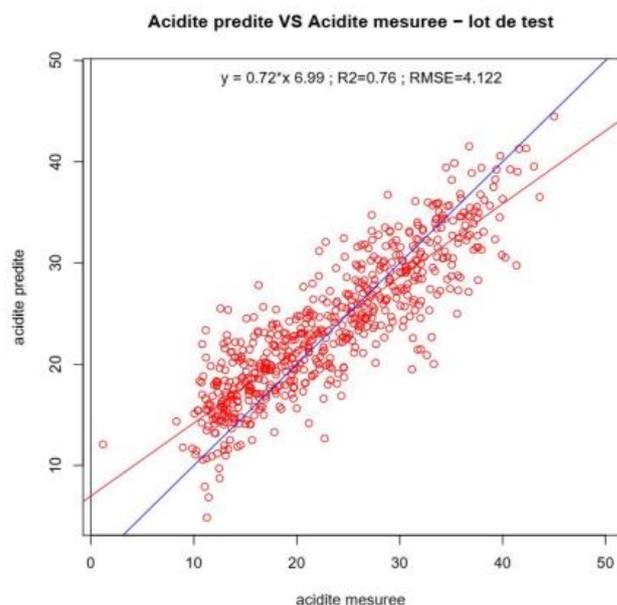
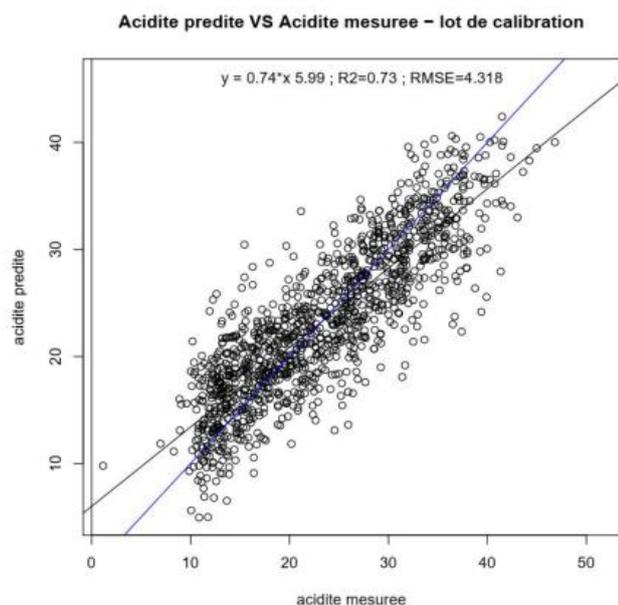
- RMSEP : 0,82 (soit environ 6%)
- R^2 de prédiction : 0,90
- Biais de prédiction : -0,04



- Modélisation de l'Acidité Totale Titrable

Performances du modèle satisfaisantes :

- RMSEP : 4,12 (soit environ 18%)
- R^2 de prédiction : 0,76
- Biais de prédiction : 0,50



• **Récapitulatif :**

	Felix 1 + 2 + 3 2019 + 2020 + 2021	
	Sucre	Acidité
Prétraitement	SG(2.2.15) + SNV	SG(2.2.7)
Gamme spectrale (nm)	729 – 975	729 – 975
Nombre de LVs	7	12
RMSEC	0,88 (6,9%)	4,17 (17,9%)
RMSECV	0,91 (7,2%)	4,32 (18,5%)
RMSEP	0,82 (6,4%)	4,12 (17,7%)
R ² CAL	0,88	0,75
R ² P	0,90	0,76
Biais P	-0,04	0,50

Tâche 2.1 : Caractérisation de la maturité à l'échelle d'un arbre et d'une parcelle : choisir variété spécifique pour le suivi de maturité.

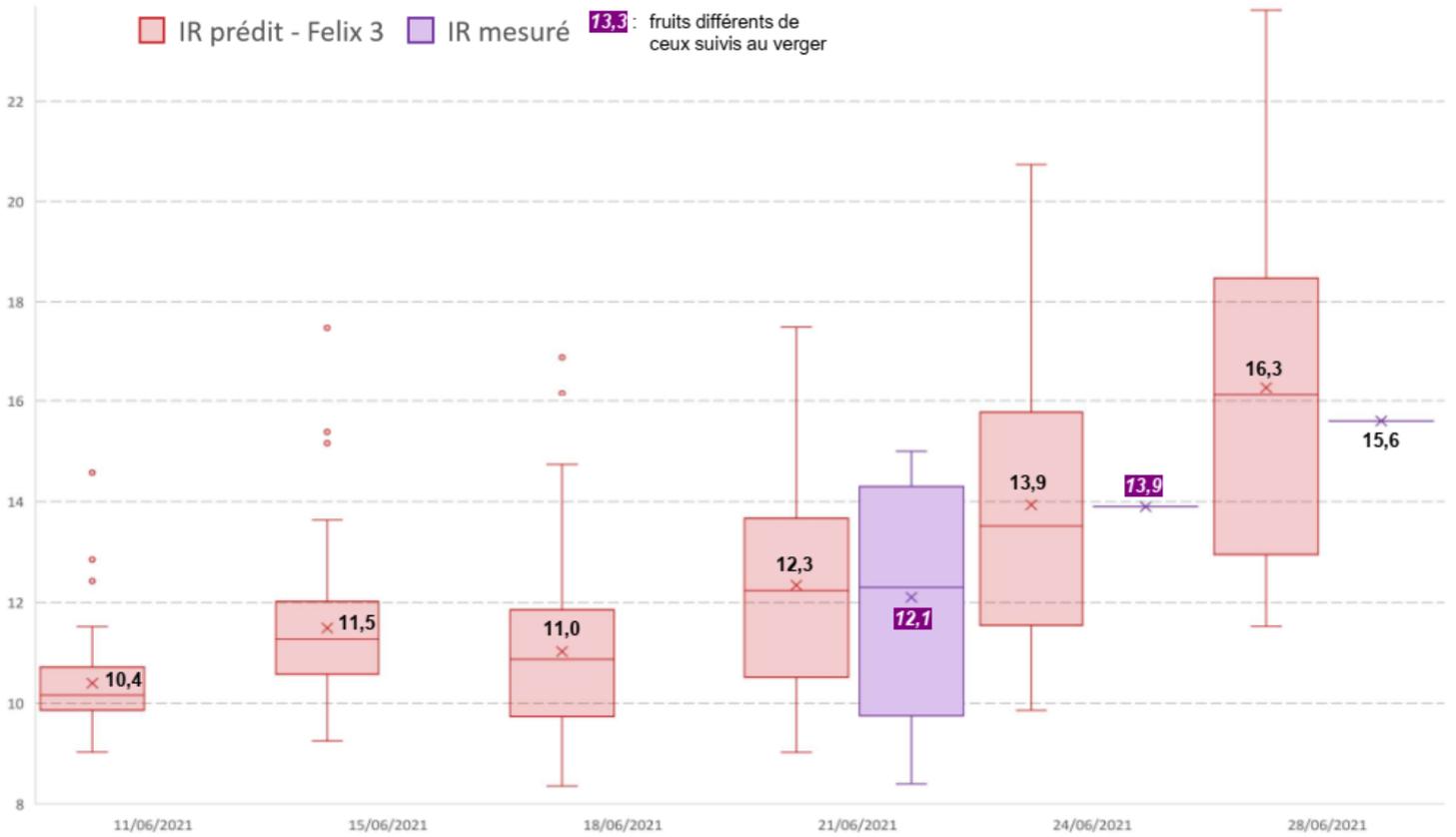
En complément de ces travaux, un suivi de la maturation au verger de trois variétés est réalisé.

- Rougecot
- Ladycot
- Farlis

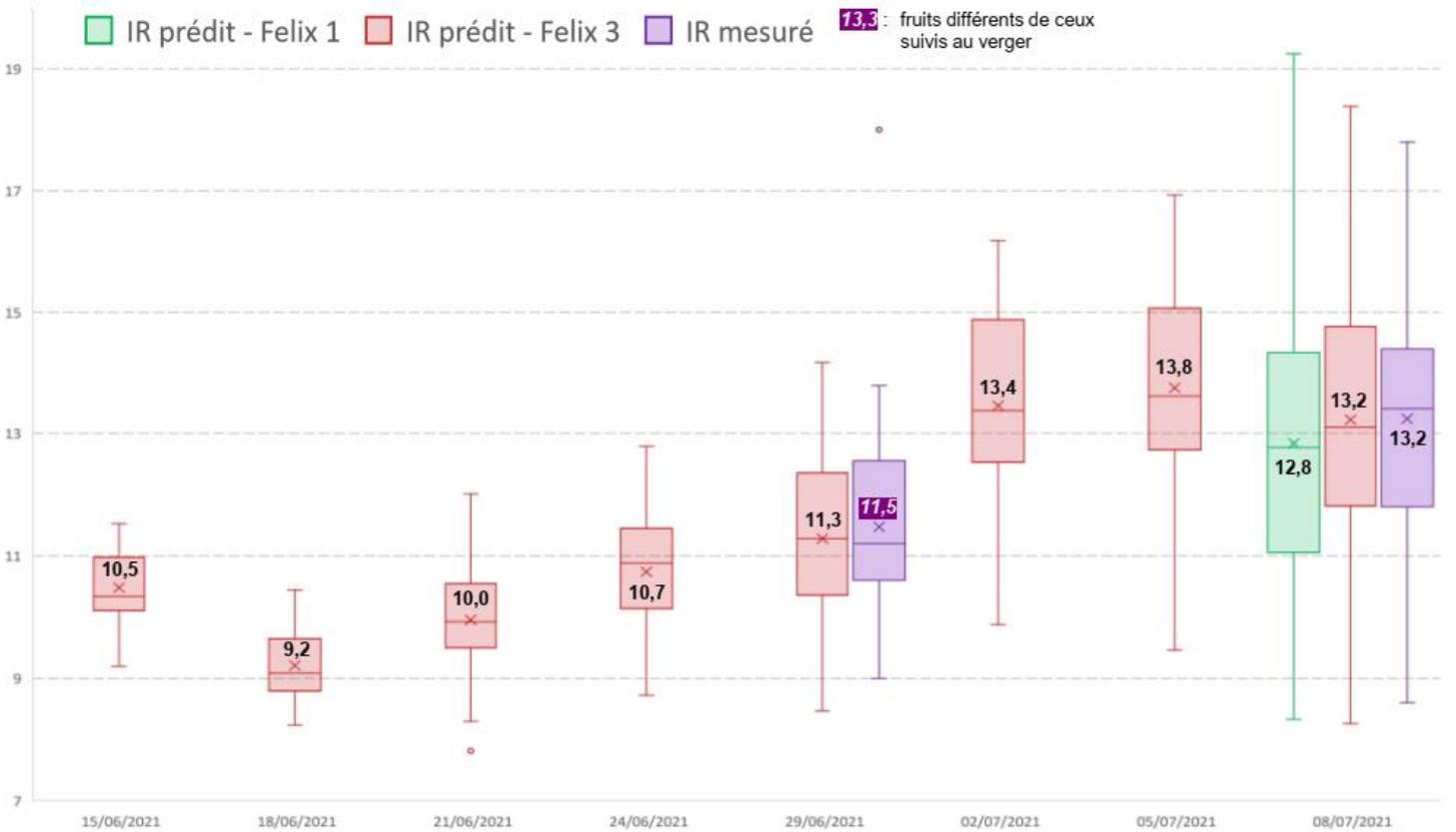
Les mesures ont été réalisées sur la face la plus accessible de 50 abricots présentant des niveaux de maturité homogène à la première date de mesure. La prise de spectres est effectuée trois fois par semaine.

Résultats 2021

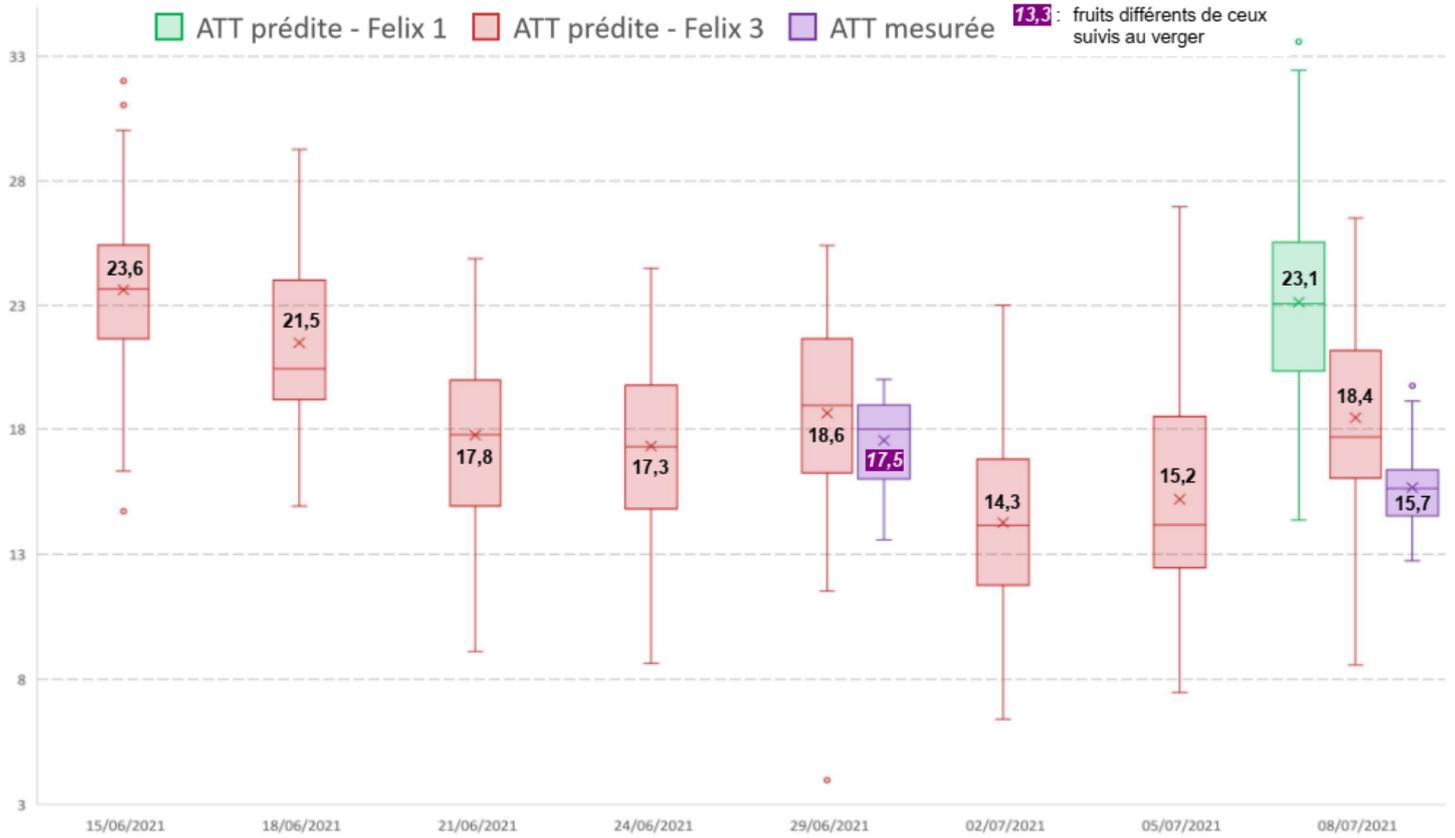
• Rougecot : Prédiction de l'Indice Réfractométrique



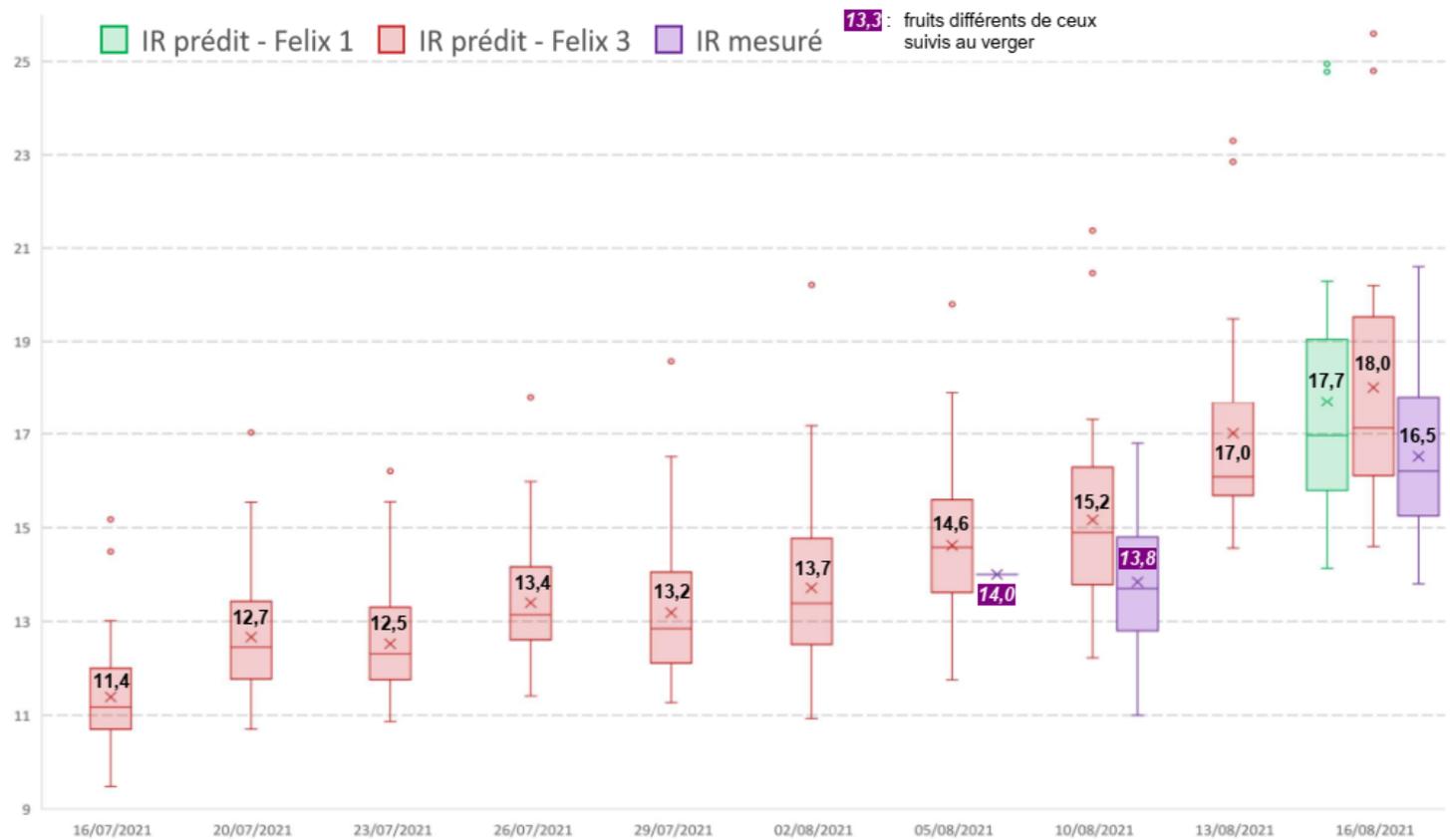
• Ladycot : Prédiction de l'Indice Réfractométrique



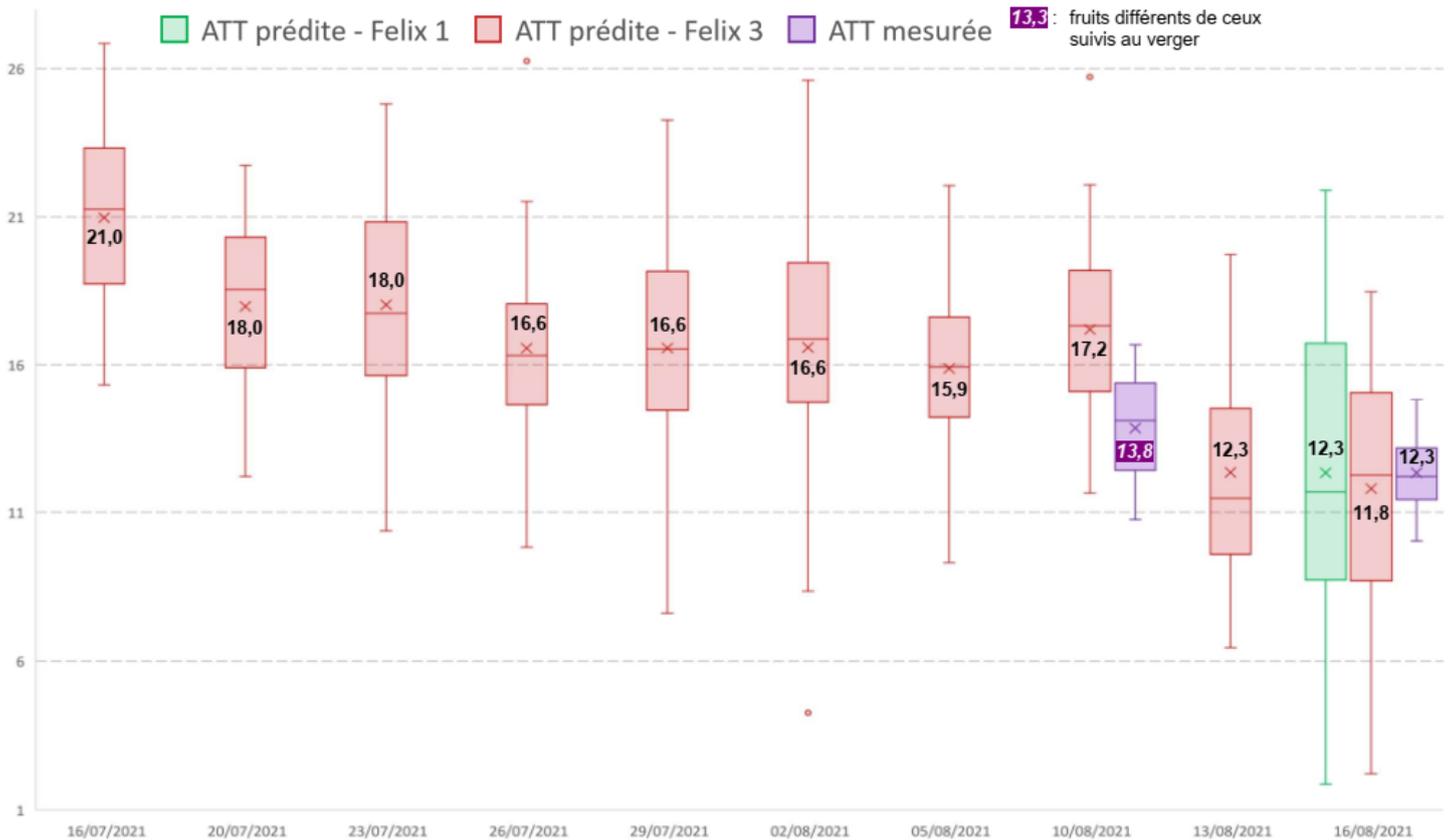
- Ladycot : Prédiction de l'Acidité Totale Titrable



- Farlis : Prédiction de l'Indice Réfractométrique



- Farlis : Prédiction de l'Acidité Totale Titrable



4. Conclusion

Les modèles développés cette année sont légèrement moins performants que ceux obtenus en 2020 avec deux spectromètres et après deux campagnes de mesure, néanmoins ils demeurent très satisfaisants.

L'absence de biais dans les prédictions va en faveur d'une meilleure robustesse des modèles en intégrant plusieurs années et spectromètres.

Les moyennes des Indices Réfractométriques prédits avec le modèle développé cette année sont très proches des valeurs de référence. De plus, ces prédictions sont meilleures que celles obtenues en utilisant le modèle développé en 2020.

Concernant l'acidité, les prédictions sont moins bonnes (notamment pour la variété Ladycot) mais elles restent satisfaisantes surtout que ce paramètre est plus difficile à prédire que l'Indice Réfractométrique.

Il sera peut-être nécessaire d'intégrer de petits correctifs par spectromètre à partir du modèle global multiannées – multispectros.

Le projet ASPIR est un projet d'envergure et de haut niveau technologique. Il requiert la participation de nombreux spécialistes de la production arboricole, de l'abricot en particulier, des mesures de la qualité du fruit, de la technologie Proche Infrarouge, du traitement de données en lien avec les spectres obtenus et enfin de l'évaluation de la qualité du fruit.