

# L'INDUSTRIE DES FRUITS ET LÉGUMES - SÉRIE

23 mai 2022

## Session 3 - Innovations technologiques pour le contrôle de la qualité des fruits et légumes



FRUIT AND VEGETABLES SCHEME



## La spectroscopie NIR et l'aquaphotomie comme outils utiles pour le contrôle de la chaîne des fruits et légumes

*Le webinar conjoint OCDE - COLEACP sur les innovations technologiques  
pour le contrôle de la qualité des fruits et légumes - 23 mai 2022*



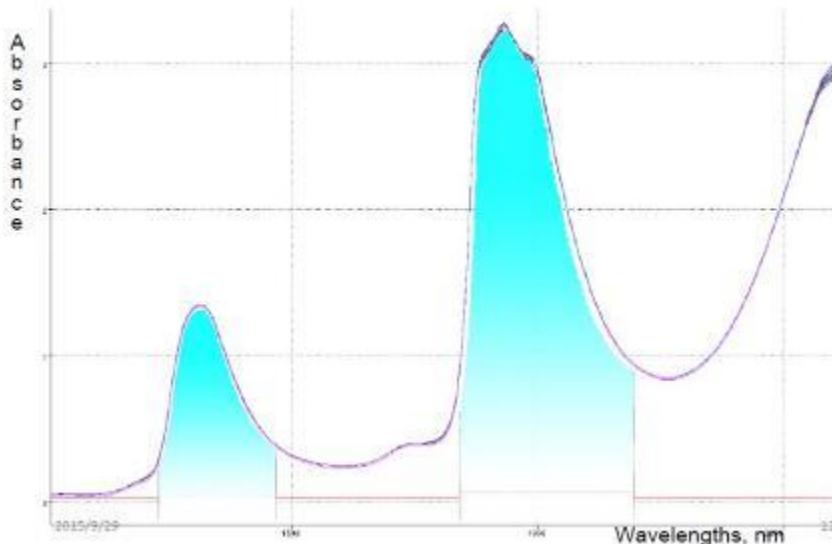
Tiziana M.P. CATTANEO [tiziana.cattaneo@crea.gov.it](mailto:tiziana.cattaneo@crea.gov.it)

*CREA Centro di Ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari  
(Centre de recherche en ingénierie et transformation agroalimentaire)*

- Spectroscopie NIR et aquaphotomique : principes de base
- Échantillonnage, géométrie optique et instrumentation
- Applications lors de la dernière décennie
- Contrôle des processus
- Références et liens utiles
- Conclusions

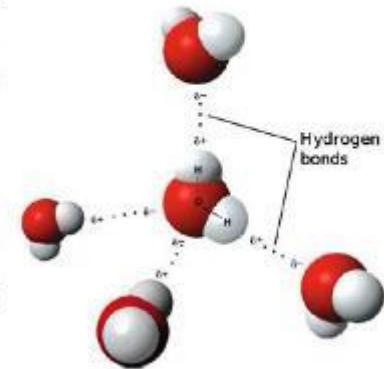
# Spectroscopie NIR et aquaphotomique : principes de base

La spectroscopie infrarouge est une technique basée sur les vibrations des atomes d'une molécule. Un spectre infrarouge est généralement obtenu en faisant passer un rayonnement infrarouge à travers un échantillon et en déterminant quelle fraction du rayonnement incident est absorbée à une énergie particulière.

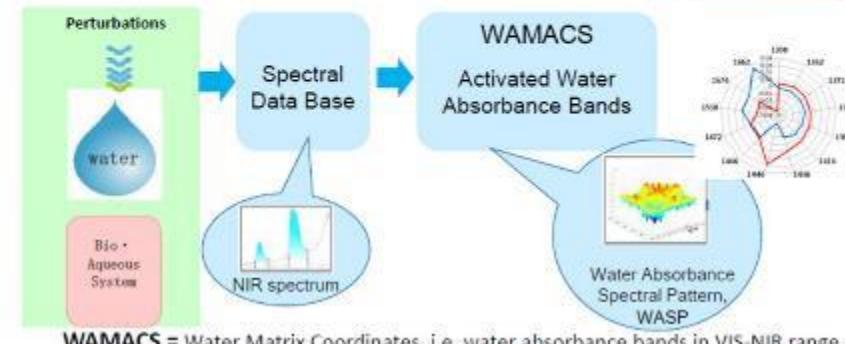


## NIR and H<sub>2</sub>O

- **Vibration frequency of hydrogen bonds in water are highly influenced by nearby molecules & environment**
- **Changes in these bonds may be used to gain information on the changing environments causing them (e.g. Presence of solutes, changing temperature)**

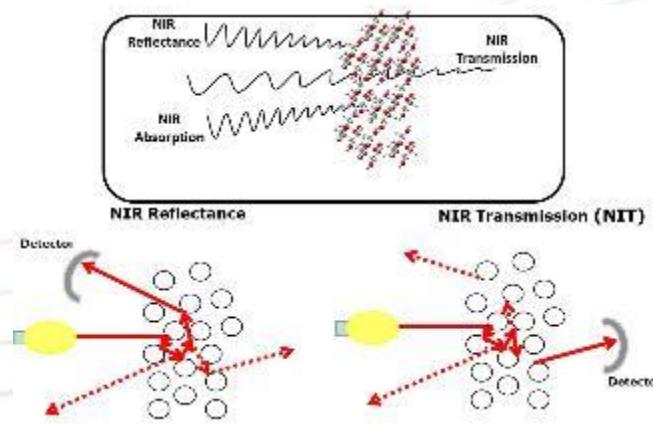
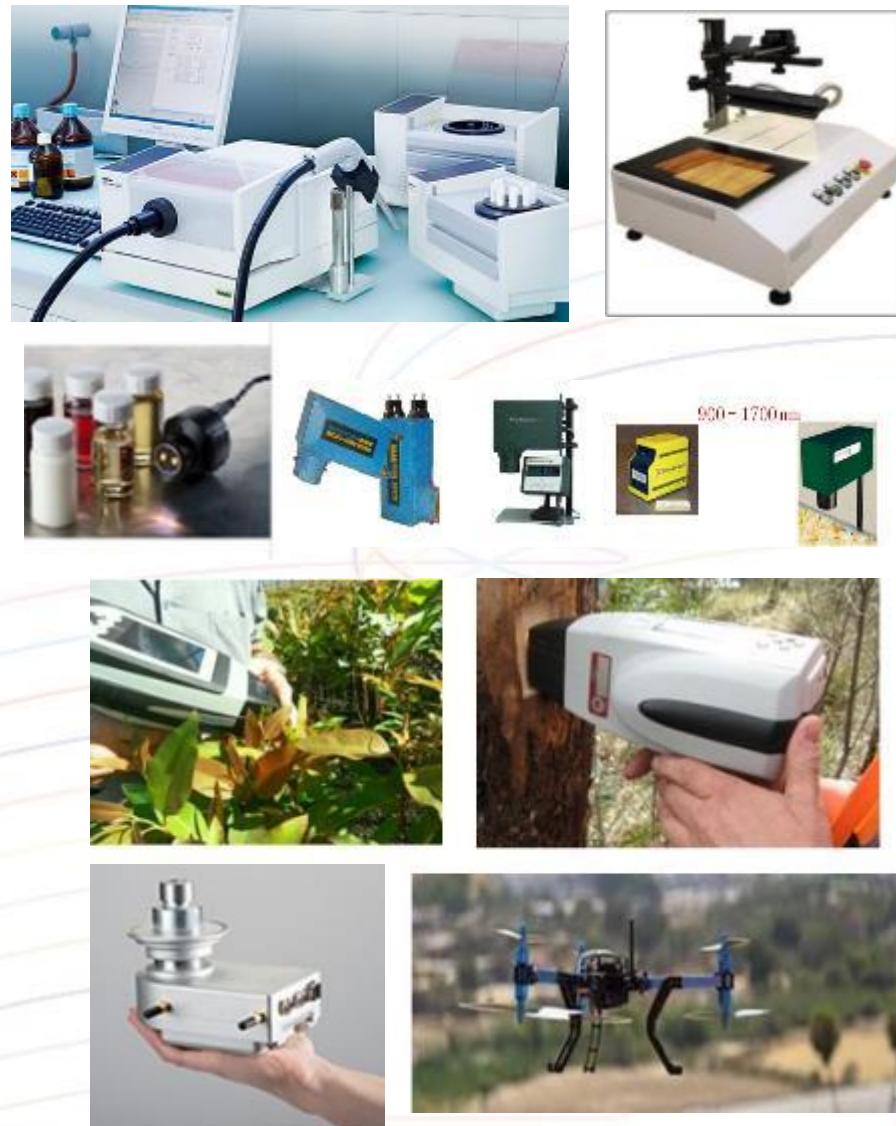


## AQUAPHOTOMICS: WATER as a MOLECULAR MIRROR

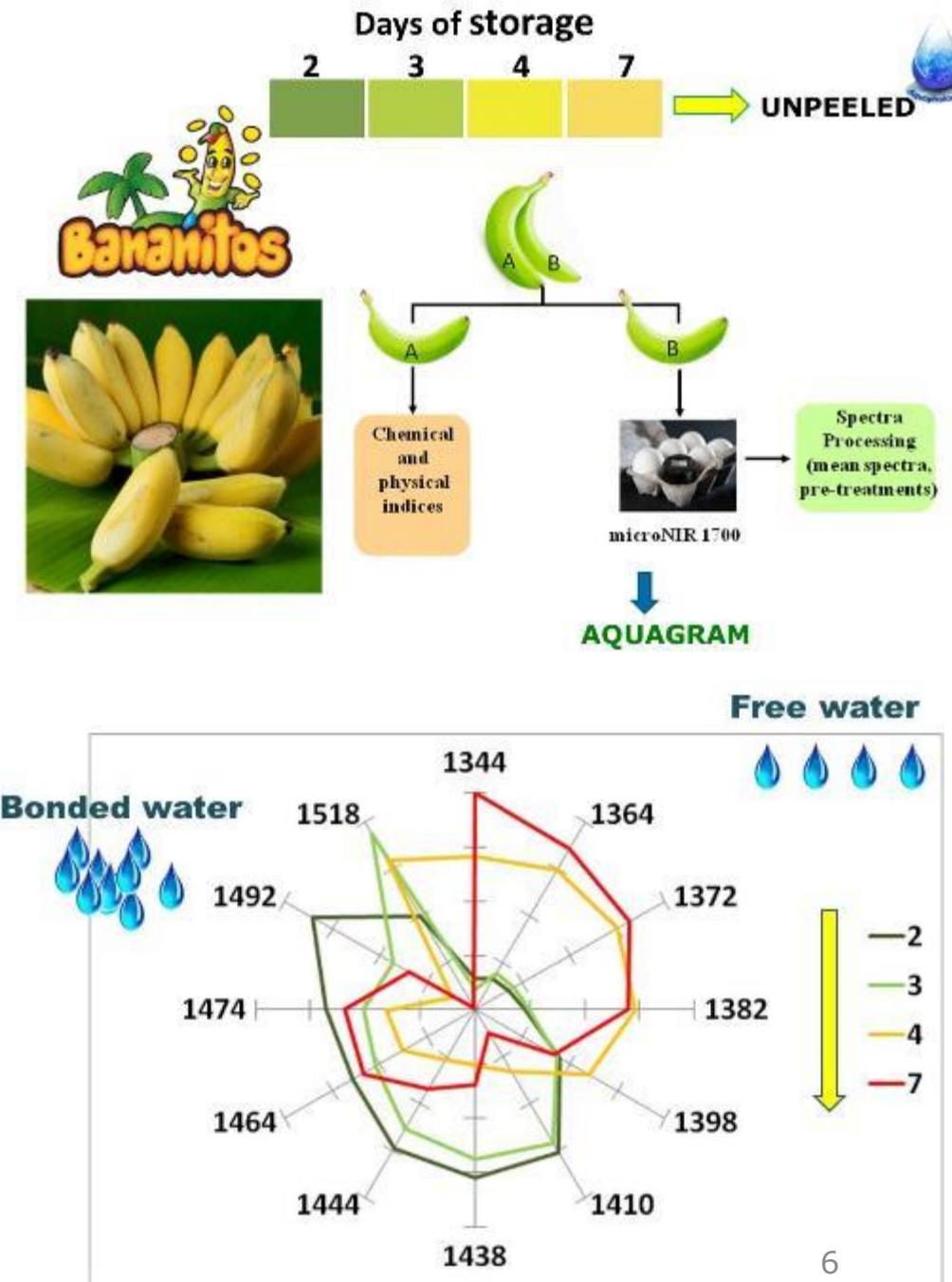


# Échantillonnage, géométrie optique et instrumentation

- ▶ Échantillons représentatifs
- ▶ Plan expérimental
- ▶ En fonction de la température
- ▶ La technologie indirecte...
- ▶ Méthodes de référence pour l'étalonnage
- ▶ Echantillonnage parallèle pour la référence et la spectroscopie
- ▶ Traitement des données



# Applications lors de la dernière décennie



P-101

## The Aquaphotomics and E-nose approaches to evaluate the shelf life of ready-to-eat rocket salad

Laura Marinoni,<sup>1</sup> Giulia Bianchi<sup>1</sup> and Tiziana M.P. Cattaneo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Centre for Engineering and Agro-Food Processing, Council for Agricultural Research and Economics - Via G. Venezian, 26 - 20133 Milano, Italy  
E-mail: [laura.marinoni@crea.gov.it](mailto:laura.marinoni@crea.gov.it)  
<sup>2</sup>DAFNE, Tuscia University, Viterbo, Italy

### NIR ANALYSIS



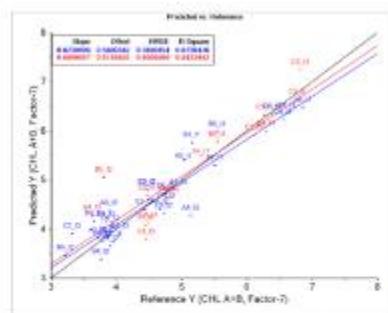
after 1, 4, 7, 11 and 13 days of storage

### E-NOSE ANALYSIS

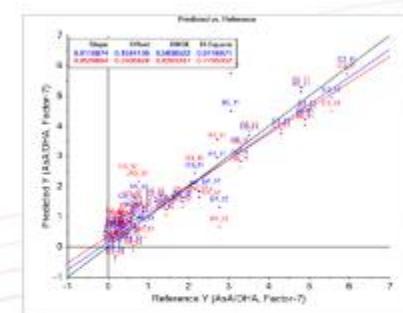


Évaluer l'impact des engrains innovants sur les plants de riz (*Oryza sativa* L. var. Sirio CL) et étudier la possibilité d'utiliser la spectroscopie NIR pour étudier les variations biochimiques au niveau des feuilles.

CHL and the computed AsA/DHA ratio, as plant health indexes, were used for PLS regression models.



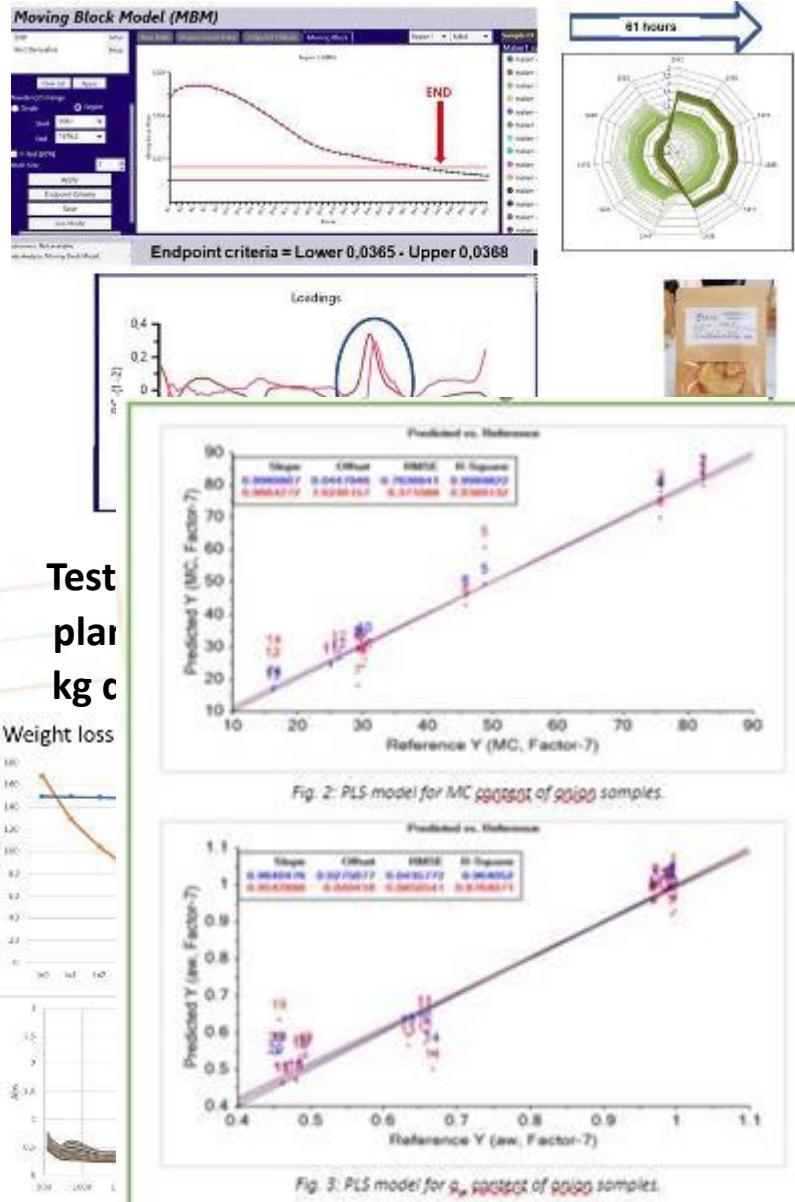
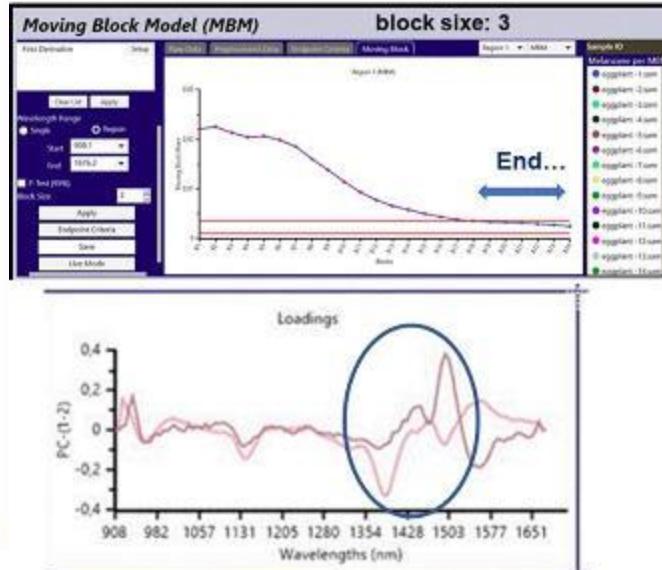
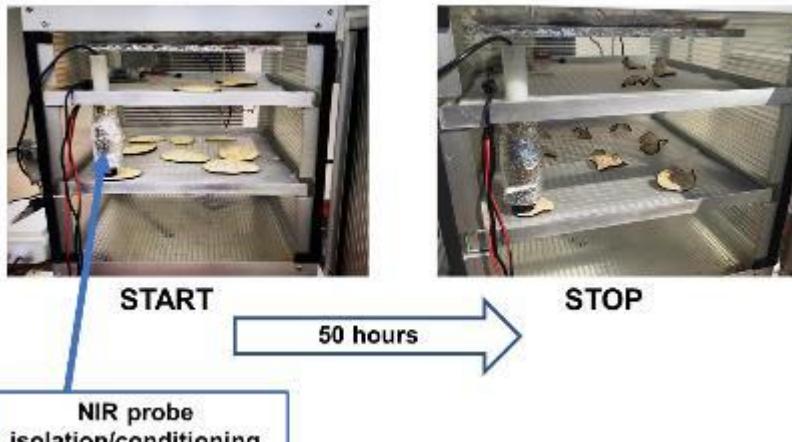
PLS model for CHL content showed good performance in independent validation ( $R^2Xval=0.84$ ).



PLS model for AsA/DHA ratio showed  $R^2Xval = 0.78$

# Contrôle des processus

## Process automation



# Contrôle des processus

NON-DESTRUCTIVE QUANTIFICATION OF CAROTENOIDs IN INTACT WATERMELON (*Citrullus lanatus*) USING ON-LINE NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

Tamburini et al., ICNIRS 2015, Brasil



ON-LINE APPLICATION



Cultivar MINIROSSA



Nutrition information (Serving size 100 g)	
Calories	13 kcal
Total fat	0
Cholesterol	0
Sugar	<a href="#">NIR DATA</a>
Lycopene	<a href="#">NIR DATA</a>
β-carotene	<a href="#">NIR DATA</a>

## Références et liens utiles

- ✓ Cattaneo T.M.P. and Stellari A. (2019) Review: NIR Spectroscopy as a Suitable Tool for the Investigation of the Horticultural Field, *Agronomy*, 9, 503; doi:10.3390/agronomy9090503
  - ✓ Muncan, J., & Tsenkova, R. (*Molecules* 24(15): 2742, 2019, *Aquaphotomics—From Innovative Knowledge to Integrative Platform in Science and Technology*)
  - ✓ Marinoni L. , Buccheri M., Bianchi G. and Cattaneo T.M.P. (2022) *Molecules*. 27, 2252, <https://doi.org/10.3390/molecules27072252>.
  - ✓ Cattaneo T.M.P., Marinoni L., Cammerata A., Stellari A., Brambilla M., Romano E. (2022) *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol 252. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-98092-4\\_51](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98092-4_51); Print ISBN 978-3-030-98091-7; Online ISBN 978-3-030-98092-4
  - ✓ Buccheri M., Grassi M., Lovati F., Petriccione M., Rega P., Lo Scalzo R. and Cattaneo T.M.P. (2019) *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, Vol. 27(1) 86–92, Special issue NIRItalia 2018, DOI: 10.1177/0967033518811796
- ✓ <https://www.aquaphotomic.s.com/>
  - ✓ <https://icnirs.org/>
  - ✓ <https://www.sensorfint.eu/>
  - ✓ <http://www.sisnir.org/>

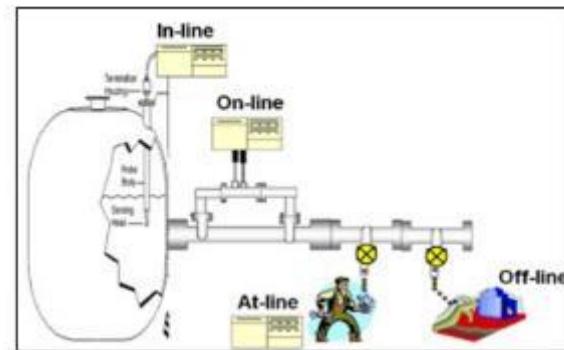
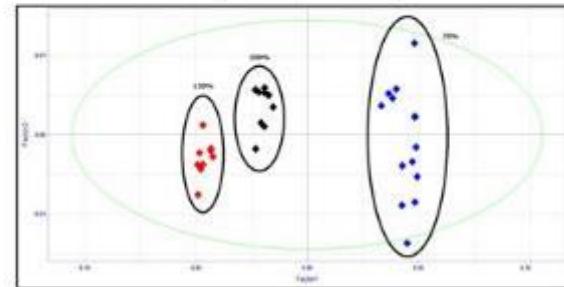
## Conclusions

- La préparation des échantillons n'est pas nécessaire, ce qui permet de réduire considérablement le temps d'analyse.
  - Les déchets et les réactifs sont réduits au minimum (approche durable).
  - Les spectres peuvent être obtenus de manière non invasive.
  - La technologie NIR nous permet de créer des modèles de calibration pour prédire les concentrations en temps réel (pendant le processus de transformation).
  - Possibilité de l'utiliser dans un large éventail d'applications (physiques et chimiques) et de visualiser des relations difficiles à observer par d'autres moyens.
- 
- Bandes superposées (combinaison), pas facile à interpréter.
  - Les différences entre les spectres sont souvent très subtiles.
  - Généralement pas pour l'analyse au niveau des traces.
  - Précision des méthodes de référence.
  - Nombre d'échantillons.

### Why NIR now?

Improvements  
in the fields of

1. Optical fibers,  
portable probes,  
drones
2. Computing power
3. Chemometrics
4. Interest in process  
analysis



**MERCI POUR VOTRE ATTENTION**



# L'INDUSTRIE DES FRUITS ET LÉGUMES - SÉRIE



*La série sur l'Industrie des Fruits et Légumes de l'OCDE-COLEACP se concentre sur les conditions d'accès au marché et les opportunités pour le secteur des fruits et légumes, en particulier pour les producteurs et exportateurs de fruits et légumes des pays ACP. Cette activité est soutenue par le programme Fit For Market SPS, mis en œuvre par le COLEACP dans le cadre de la coopération au développement entre l'Organisation des États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique (OEACP) et l'Union européenne.*

# Merci



FRUIT AND VEGETABLES SCHEME

