



# Première campagne de mesure d'un imageur spectral mono-pixel pour le phénotypage des plantes

Gaspard Russias<sup>1</sup>, Mathieu Ribes<sup>1</sup>, Antoine Fournier<sup>2</sup>, Denis Tregoat<sup>1</sup>  
Photonics Bretagne, Lannion, France<sup>1</sup> | Arvalis-Institut du végétal, Lannion, France<sup>2</sup>

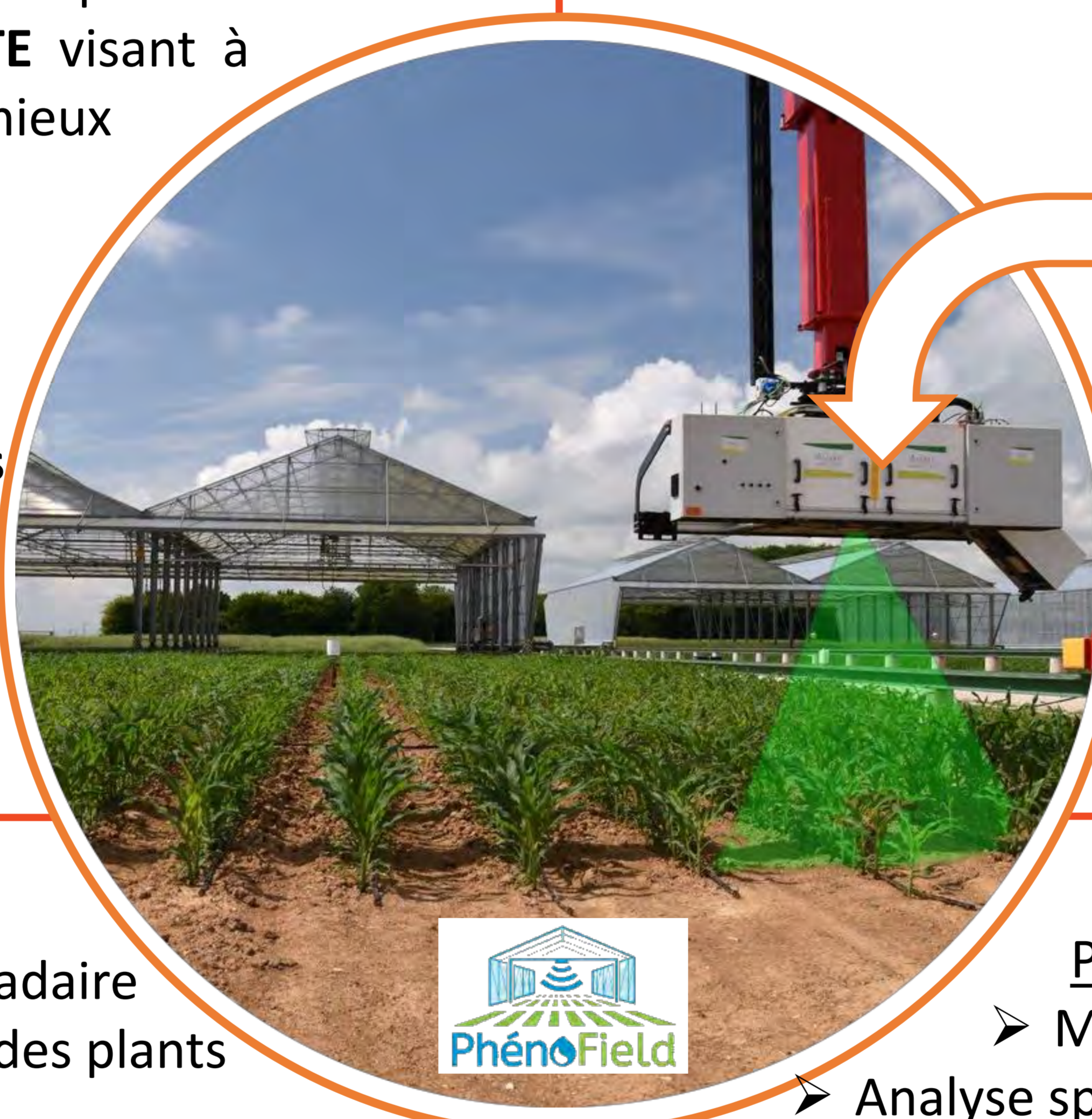
## Résumé

Un imageur spectral passif fonctionnant en **extérieur** a été développé pour les **sciences végétales**. Son fonctionnement est basé sur **l'imagerie mono-pixel**, approche permettant de réduire les **coût d'achats** et d'adaptation vers d'autres **domaines spectraux**. La première campagne d'un **imageur mono-pixel VIS/NIR** a été conduite en Mai et Juin 2022 sur une plateforme de **phénotypage haut débit** des plantes en plein champ. Le premier jeu de donnée a été produit sur la levée de Maïs dans le contexte d'essais variétal.

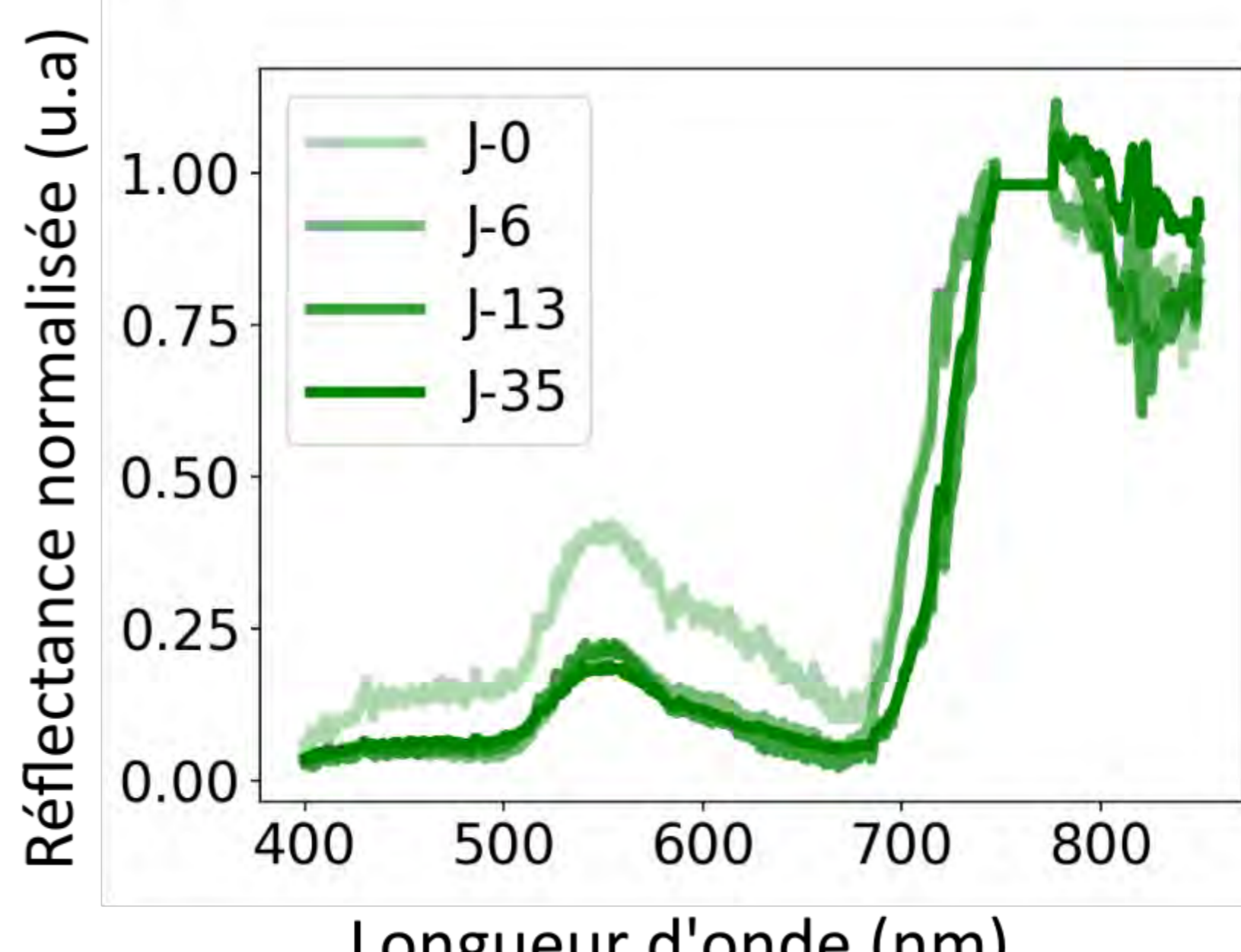
## Contexte agronomique

- **PhenoFIELD [2]** est un site de phénotypage haut-débit des plantes situé en Beauce (45). Nœuds du réseau PHENOME-EMPHASIS, cette plateforme est dotée de serre roulante et de portique de phénotypage. Cela permet de disséquer les réponses des couverts agricole au déficit hydrique et d'analyser les mécanismes dictant les différentes tolérances entre les variétés.
- Ces mesures inédites ont été conduites lors des premiers stades d'une expérimentation portant sur le stress hydrique du **Maïs** dans le cadre du projet européen **H2020 INVITE** visant à favoriser l'introduction de nouvelles variétés mieux adaptées aux **stress biotiques et abiotiques** variables et à des pratiques de **gestion des cultures plus durables**.
- Suivi sur **4 dates** de **4 répétitions** de **3 variétés** sélectionnées pour maximiser les diversités d'ancienneté, de précocité et de vigueur à la levée.

## Résultats préliminaires



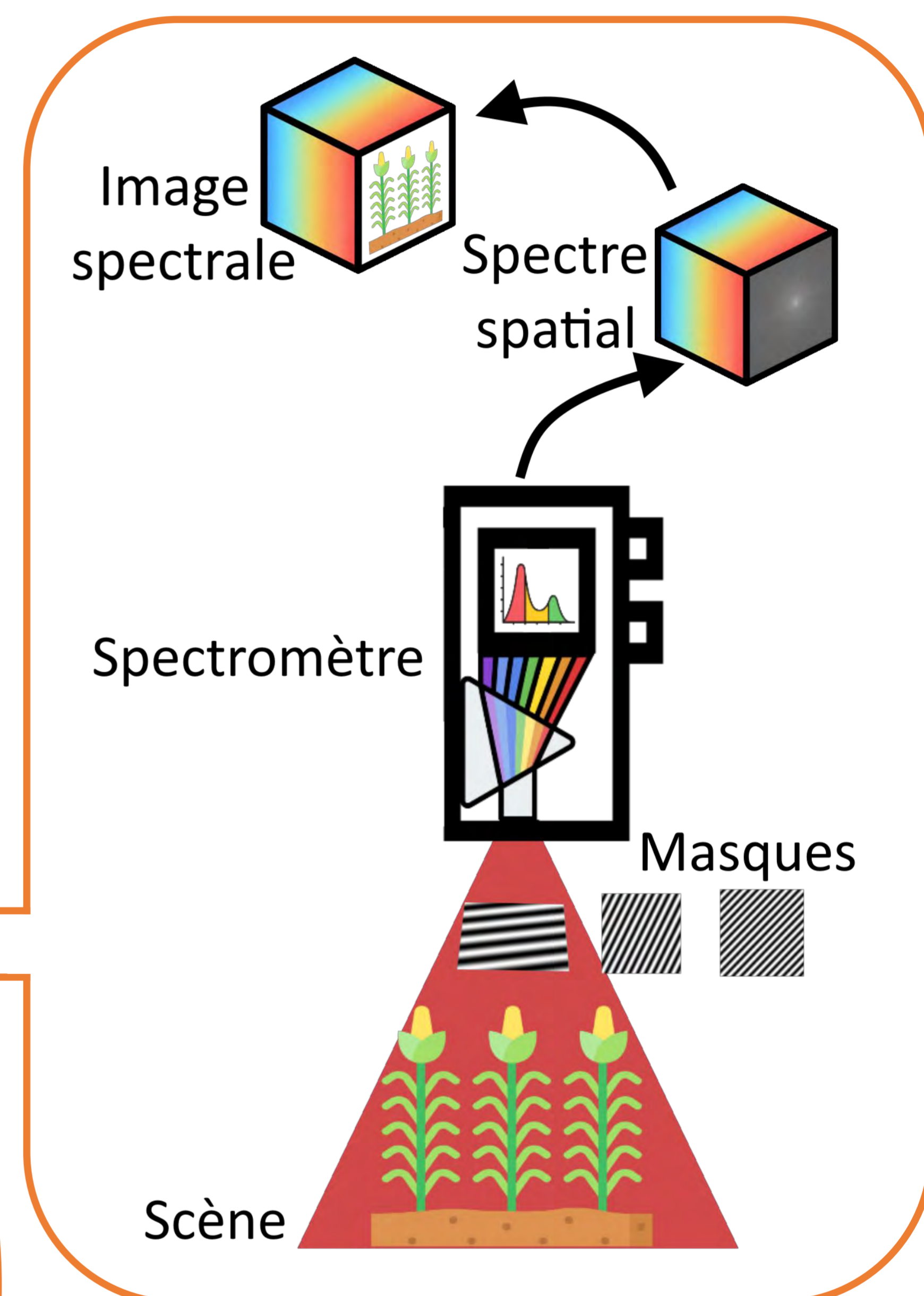
- Suivi hebdomadaire de la croissance des plants
- Mesure d'hypercube complet et compressé
- Mesure d'imagerie adressée (acquisition du spectre moyen des principales zones d'intérêt)



## Imagerie mono-pixel spectrale

L'imageur mono-pixel utilise un **unique détecteur** pour reconstruire une image. Il mesure successivement le flux réfléchi par la scène avec l'application d'une **série de masques** dans son champ de vue. Les masques appartiennent à une base orthogonale de l'espace des **fréquences spatiales**. Il est alors possible de reconstruire pixel à pixel le **spectre spatial** de la scène et donc par **transformée inverse** d'obtenir son image. En utilisant un **spectromètre** comme détecteur unique il est alors possible d'obtenir une **image spectrale**. [3]

Plus d'infos ici :



## Perspectives

### Poursuite de la campagne:

- Mesures jusqu'à la fermeture du couvert
- Analyse spectrale et inversion biophysique par organe
- Analyse agronomique des traits produits

### Evolutions du système :

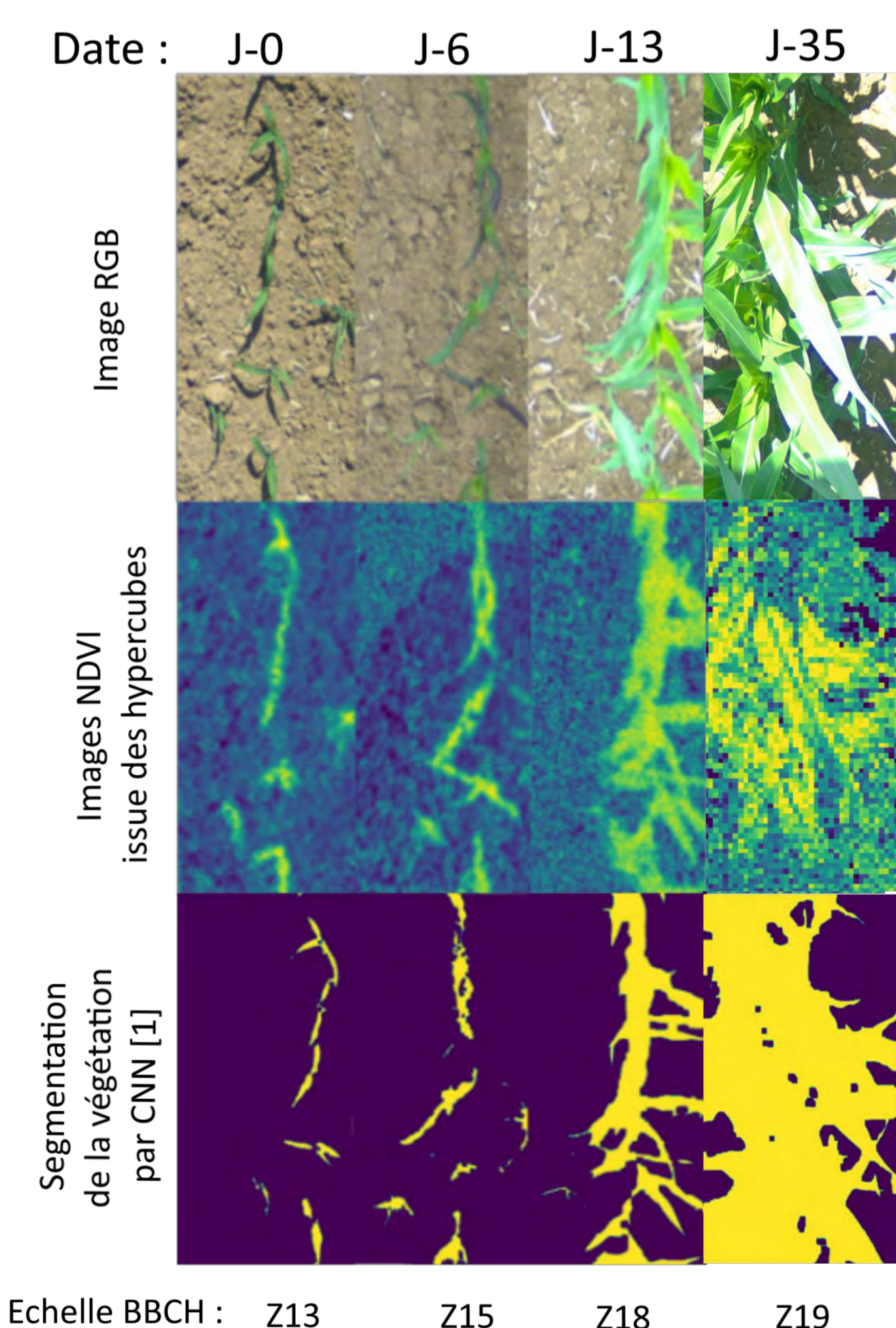
- Elargissement du domaine spectral au proche infrarouge (1-2.5 μm)
- Progrès continu des performances de compression native.
- Intégration robotique facile et standardisation des données générées

### Création d'une synergie avec un kit libre et ouvert pour la recherche et l'enseignement

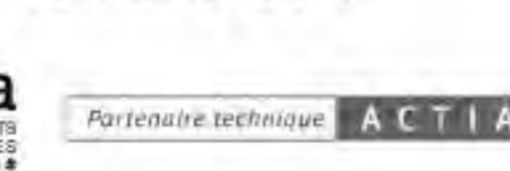
- Présentation de M.Ribes [session pédagogique **235**]
- Création d'une communauté de développeurs et d'utilisateurs d'un imageur mono-pixel ouvert et bas coût déjà disponible.

### Bibliographie:

- [1] Serouart, M., Madec, S., David, E., Velumani, K., Lozano, R. L., Weiss, M., & Baret, F. (2022). SegVeg: Segmenting RGB images into green and senescent vegetation by combining deep and shallow methods. *bioRxiv*.
- [2] Beauchêne, K., Leroy, F., Fournier, A., Huet, C., Bonnefoy, M., Lorgeou, J., ... & Cohan, J. P. (2019). Management and characterization of abiotic stress via PhenoField®, a high-throughput field phenotyping platform. *Frontiers in plant science*, 904.
- [3] Ribes, M., Russias, G., Tregoat, D., & Fournier, A. (2020). Towards low-cost hyperspectral single-pixel imaging for plant phenotyping. *Sensors*, 20(4), 1132.



Arvalis, membre de :



Avec le soutien de :

