



# La phénomobile

## un robot de phénotypage au champ

B. de Solan, S. Thomas, F. Baret et al.

# La Phénomobile en action





# Une Phénomobile, c'est quoi ?

Robuste :

- Machine industrielle
- Connectique et ordinateurs durcis

Contrôle précis du déplacement :

- Autopiloté, GPS RTK
- 4 roues motrices et directrices

Contrôle précis des acquisitions :

- Vitesse et hauteur de mesure programmables
- Position des mesures identiques entre passages
- Programmation avancée des séquences de mesures

Capteurs actifs :

- Etre indépendant de l'heure de mesure
- Plus grande répétabilité
- Facilité pour le traitement des données

Evolutive

# Mise en œuvre à Gréoux les Bains (04)

## Printemps 2015, 6 dates

Etude de la réponse des variétés au stress hydrique

- 220 variétés de blé tendre
  - 2 modalités d'irrigation
  - 2 répétitions
  - Contrôle des autres facteurs stress (maladies, adventices, ...)
- 
- 1000 microparcelles



# Etapes du processus de collecte et de traitement des données de phénotypage

Chronologie



Quand ?	Préparation de la campagne		Mesures	Transfert contrôle des données	Agrégation des données	Traitement des données	Génération des résultats	Exploitation des résultats
Quoi ?	Préparation des essais, des parcelaires, ...	Saisie de la configuration des vecteurs et capteurs, scenarii de mesures	 Phénomobile, Drones, Phenofield, Arche, ...	Saisie des métadonnées relatives à la mesure, et choix des données brutes issues de la mesure à transférer	Agrégation des métadonnées et des données brutes de phénotypage -> Fichiers HDF5	Lecture générique des fichiers HDF5, et déclenchement des traitements appropriés aux données	Mise à jour des champs de résultats attendus pour le type de données traitées	Elaboration des cinétiques, mise en relation avec la génétique
Qui ?	Responsables de protocoles, biotechs, ...	Responsables des systèmes de phénotypage	Responsables des opérations (équipe technique)	Responsables des opérations	Automate	Automate	Automate	Experts
Où ?	BDD	BDD	Au champ	Métadonnées : BDD Données brutes : NAS  	NAS 	Serveur de calcul 	BDD 	BDD 



# Préparation de la campagne

Path Editor Scénario 1

Town search... (X)

3km (X)

Delete last point (X)

Fit to road (G)

Reverse path (R)

Revert to saved (S)

Save changes (F)

D 2009  
La Croix-de-Neyrat  
Les Hautes-Roches  
Clermont-Ferrand  
Les Gravanches  
A 89  
A 89  
A 89  
A 711  
D 2089  
Beaumont  
Courmon-d'Auvergne  
A 75

1. Import d'un plan parcellaire dans une base de données géographique

Path Editor Scénario 1 (modified)

Town search... (X)

10m (X)

Delete last point (X)

Fit to road (G)

Reverse path (R)

Revert to saved (S)

Save changes (F)

2. Création du trajet de la Phénomobile dans les micro-parcelles

Program List Phénotypage 1 > Entrée parcelle orge 1 (modified)

Phenomobile Offline

Sequence blé jeune  
Wait 1 meters  
Set vehicle speed to 0 m/s  
Adjust sensors height to 0.25 m above crops  
Restore vehicle speed to default  
Wait 1 meters  
Start record CameraCoté  
Start record LaserHaut1  
Start record LaserHaut2  
Wait 50 % of current segment  
Stop record CameraCoté  
Stop record LaserHaut1  
Stop record LaserHaut2  
Start record CameraHaut  
Wait 90 % of current segment  
Stop record CameraHaut

Sequenze blé jeune 15 actions (edit) (trash)

Sequenze orge 18 actions (edit) (trash)

Sequenze orge 2 8 actions (edit) (trash)

4. Définition du scénario de mesure pour chaque parcelle

Point Selector Phénotypage 1 > Entrée parcelle orge 1

Phenomobile Offline

Select ControlPoint for trigger Entrée parcelle orge 1 (At control point A (in range of 0.1 m))

10m (X)

A B C  
D E F  
G H I  
J K

3. Définition des actions à réaliser le long du trajet

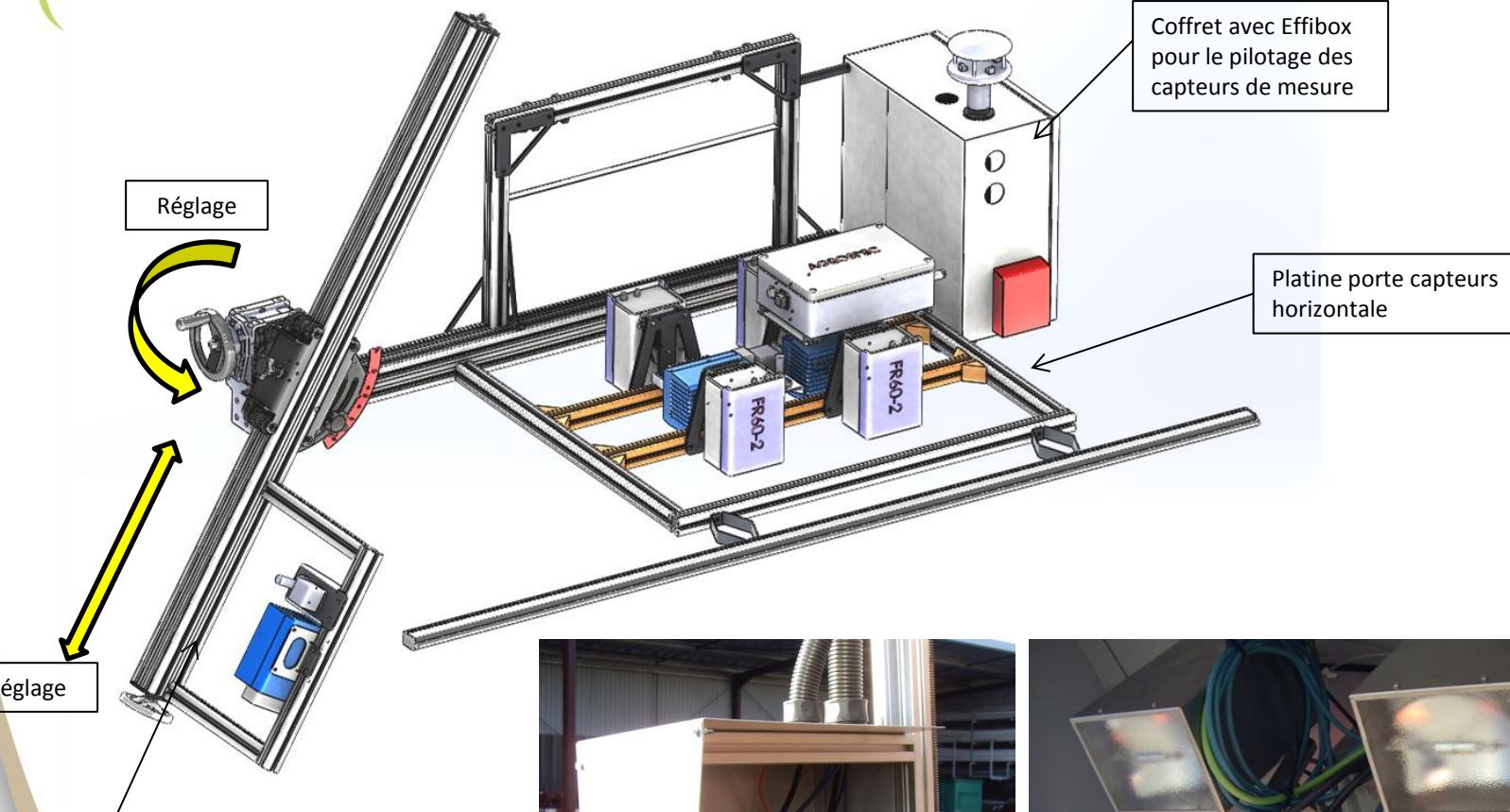


# Acquisition

Saison d'acquisition complète 2015 à Gréoux :

- 1000 parcelles
- 6 dates
- Déplacement à 0.3 m/s
- 2 jours pour l'ensemble du panel
- 2 To de données brutes

# Nacelle porte capteurs



Réglage

Bras pour les  
mesures inclinés  
0 à 60°



UN PROJET  
DES SOLUTIONS



548 BIS CHEMIN DE BRANTES  
ZI BOIVASSIERE  
84 700 SORGUES  
TEL : 04 32 40 98 25  
FAX : 04 32 40 99 41

Vue d'ensemble OpenLayers

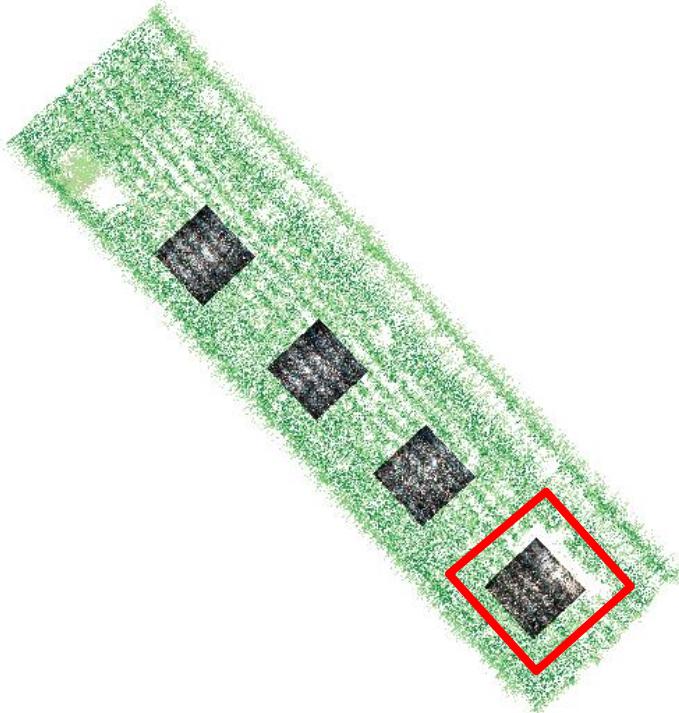
Activer la carte Bing Aerial

bing

© 2014 DigitalGlobe © 2014 GeoEye © 2014 Microsoft Corporation [Terms of Use](#)

# Contrôle des acquisitions

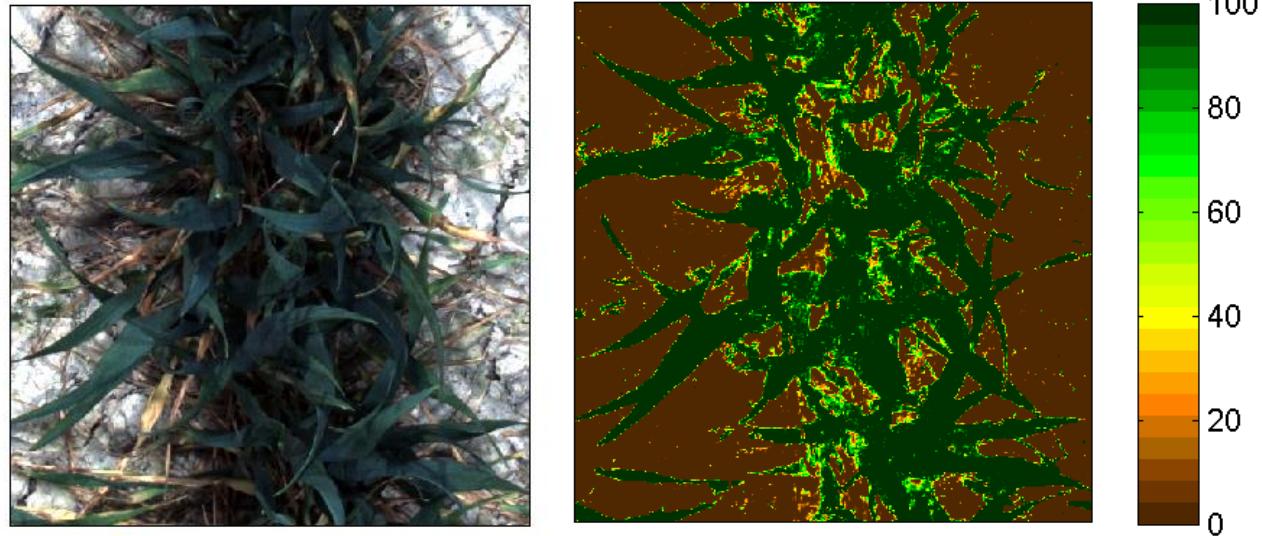
Aerial view showing a large field with a red cross indicating a point of interest. A red box highlights a specific rectangular area within the field, likely for closer inspection.



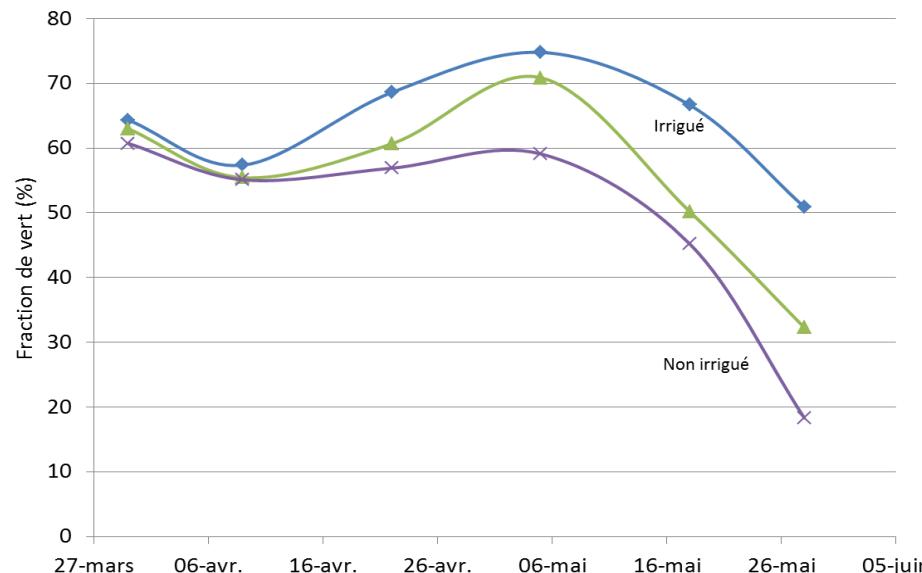


# Caméras

## Images RGB -> Fraction de couverture verte

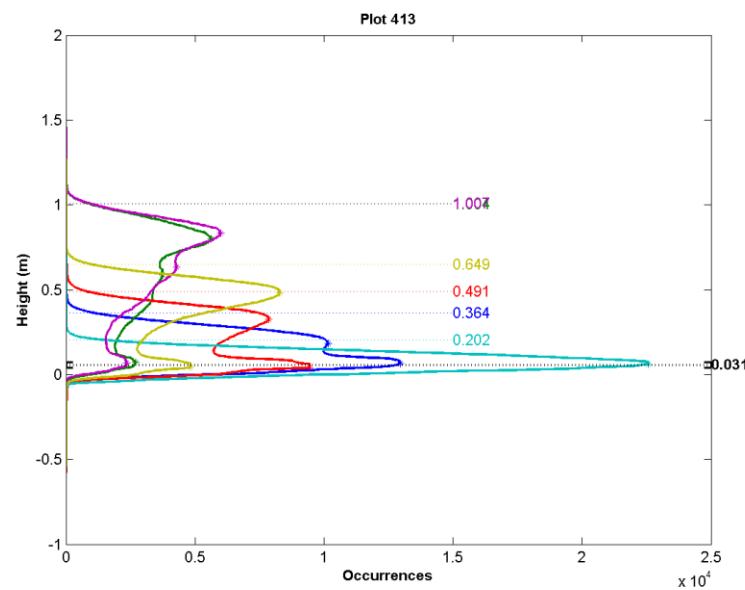
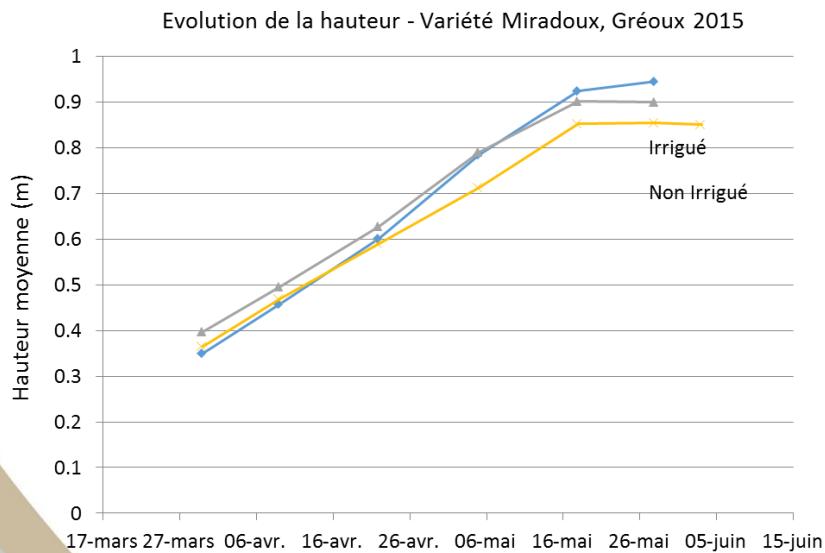
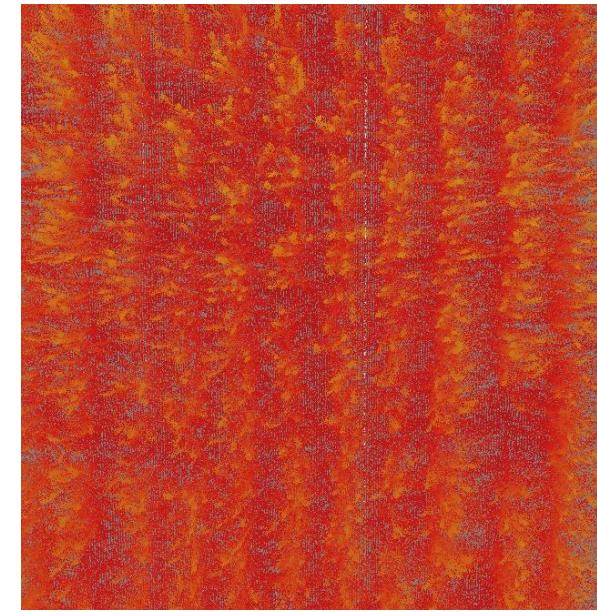
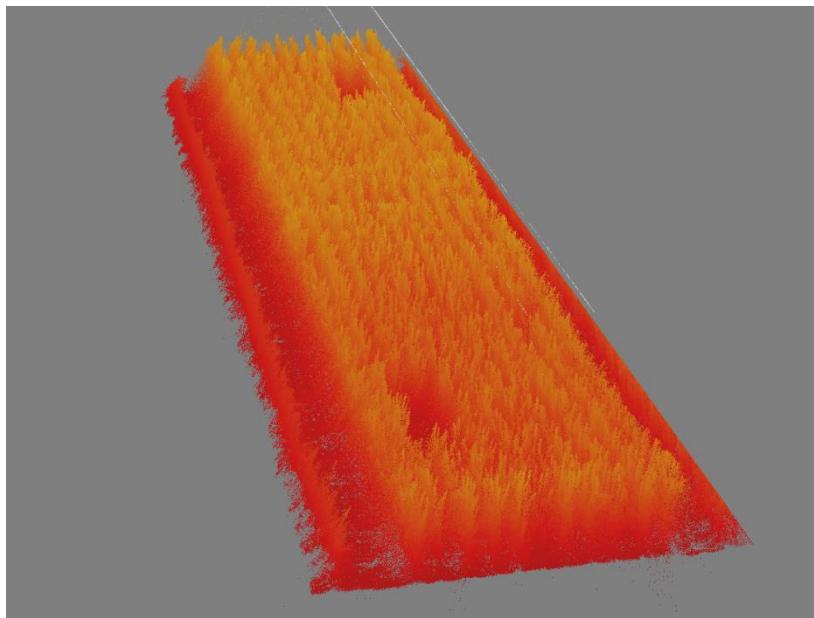


Evolution de la fraction de vert - Variété Miradoux, Gréoux 2015



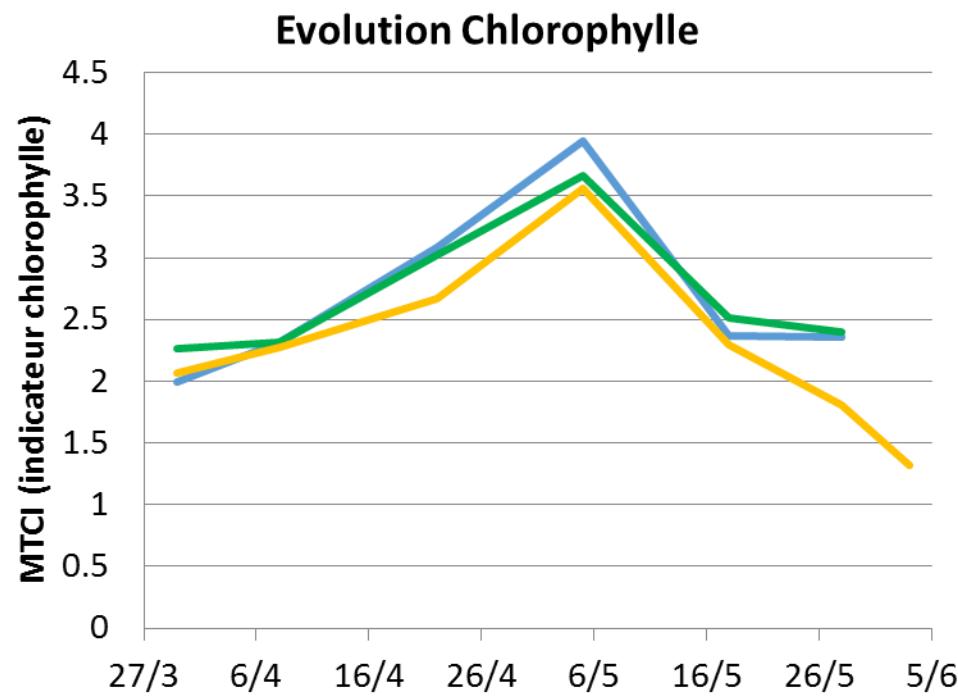
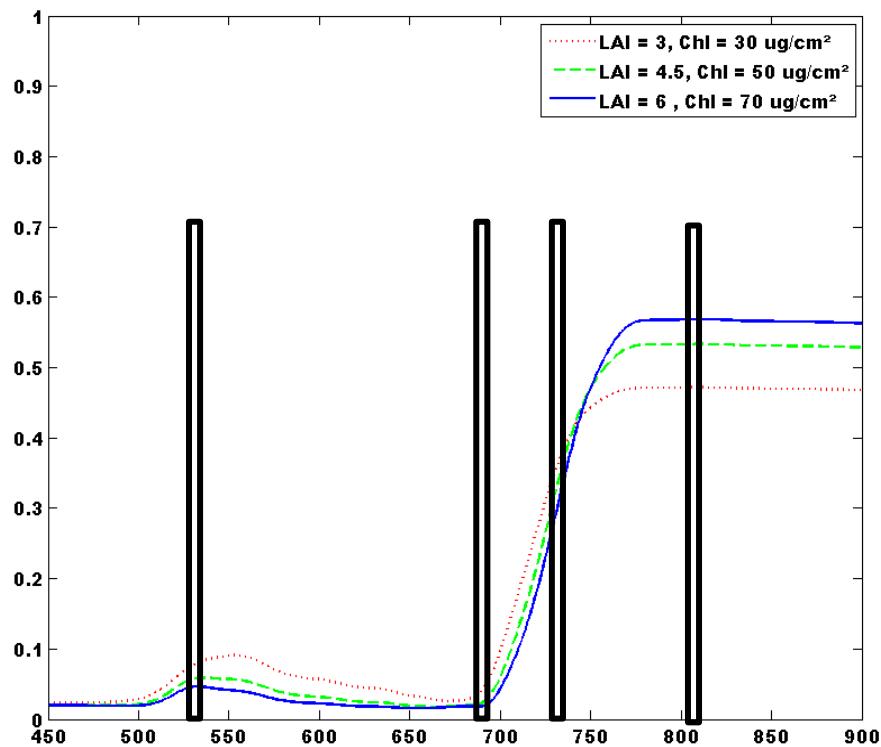


# Données Lidar : hauteur et architecture fine





# Spectroradiomètres : contenu en chlorophylle





# Résumé Phénomobile

## Variables accessibles

- Estimation de la teneur en chlorophylle
- Hauteur et densité de la culture
- Fraction de vert, indice foliaire, sénescence

## Intérêts

- Résolution millimétrique
- Entièrement automatique
- Déplaçable entre essais

## Limites

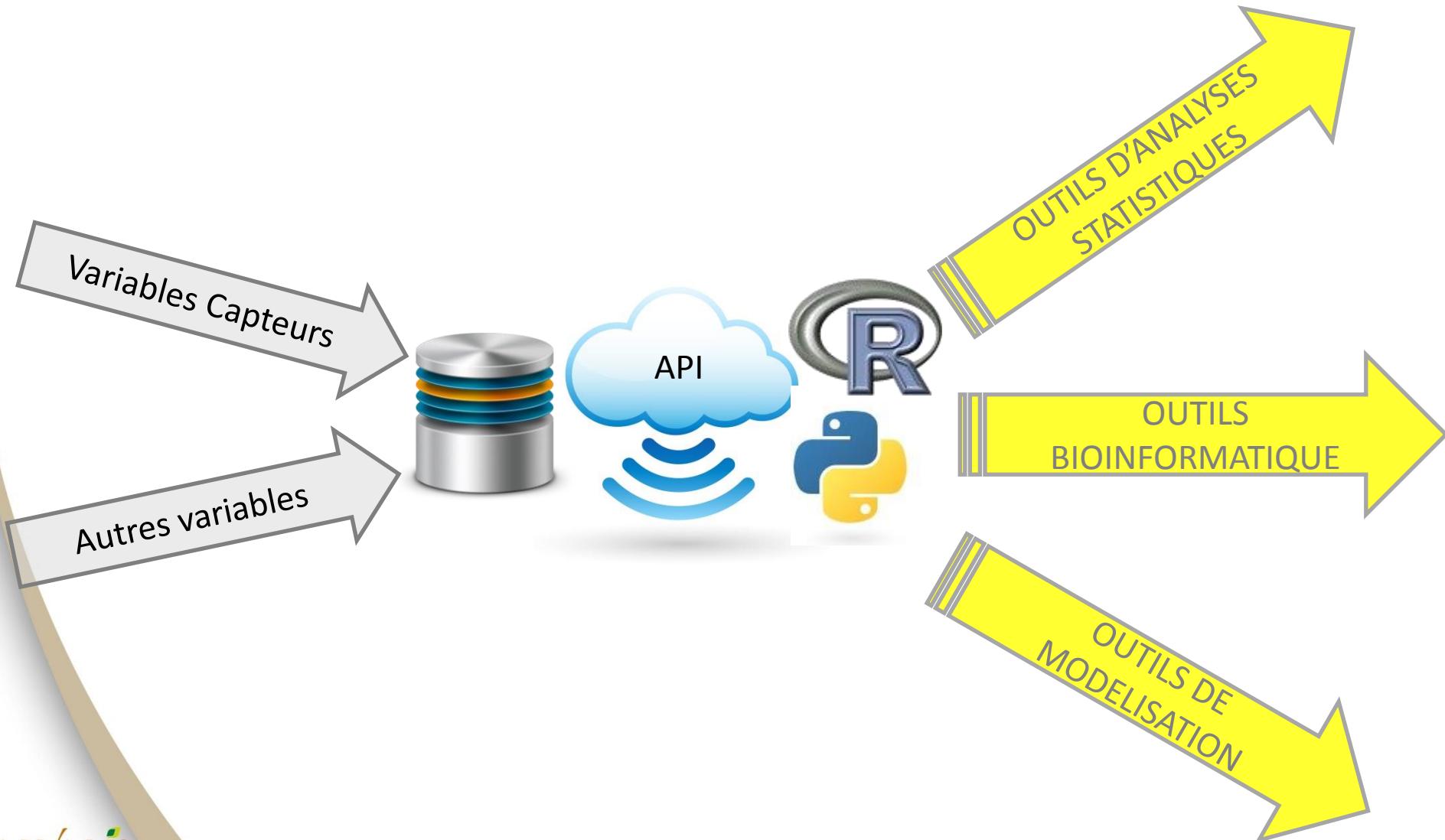
- Ne passe pas quand sol très humide
- Cultures basses (jusqu'à 1.3 m)

## Complémentaire du drone





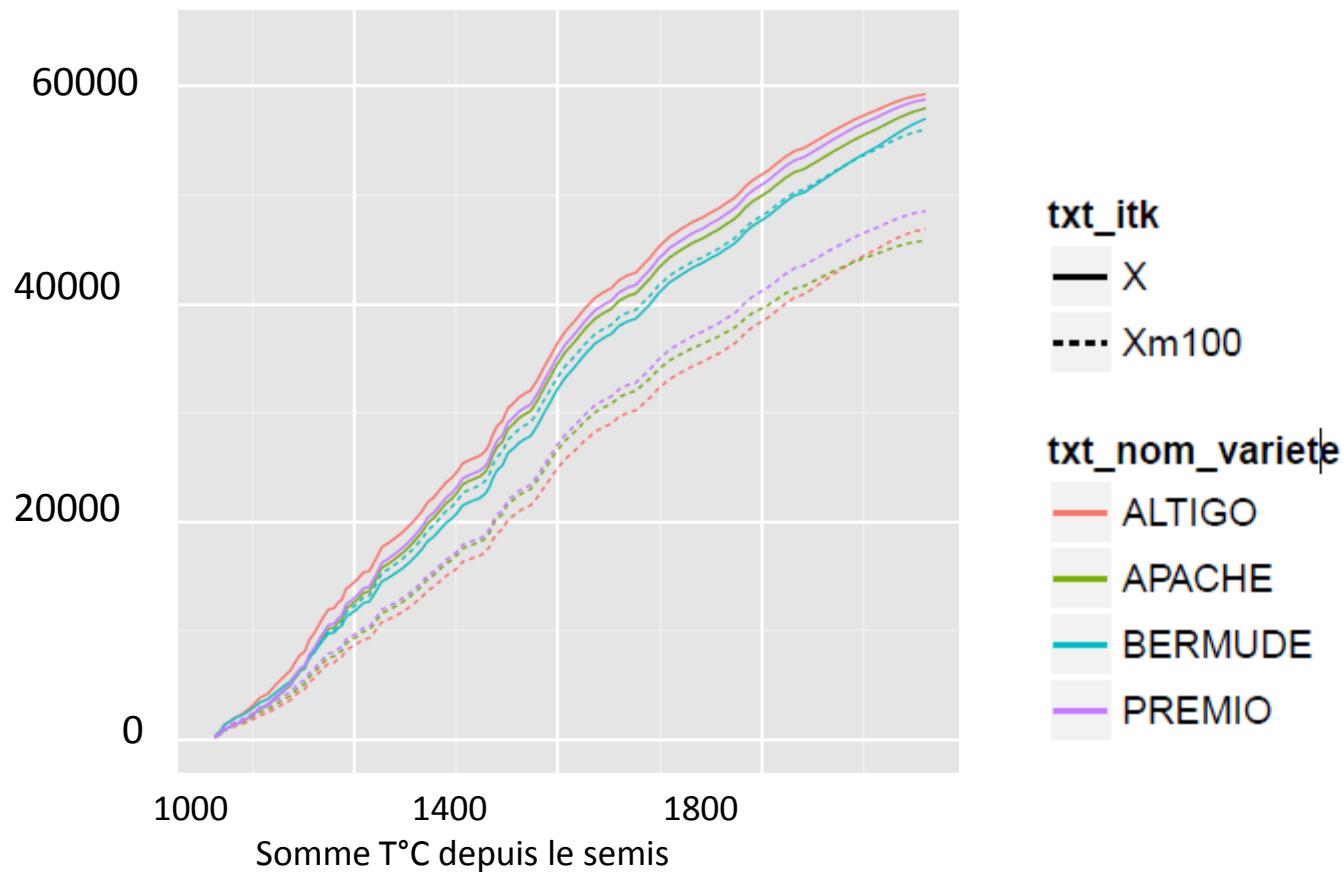
# VALORISATIONS POST-ESSAIS





# Exemple de modélisation

Cumul PAR absorbé



txt\_itk

— X

--- Xm100

txt\_nom\_variete

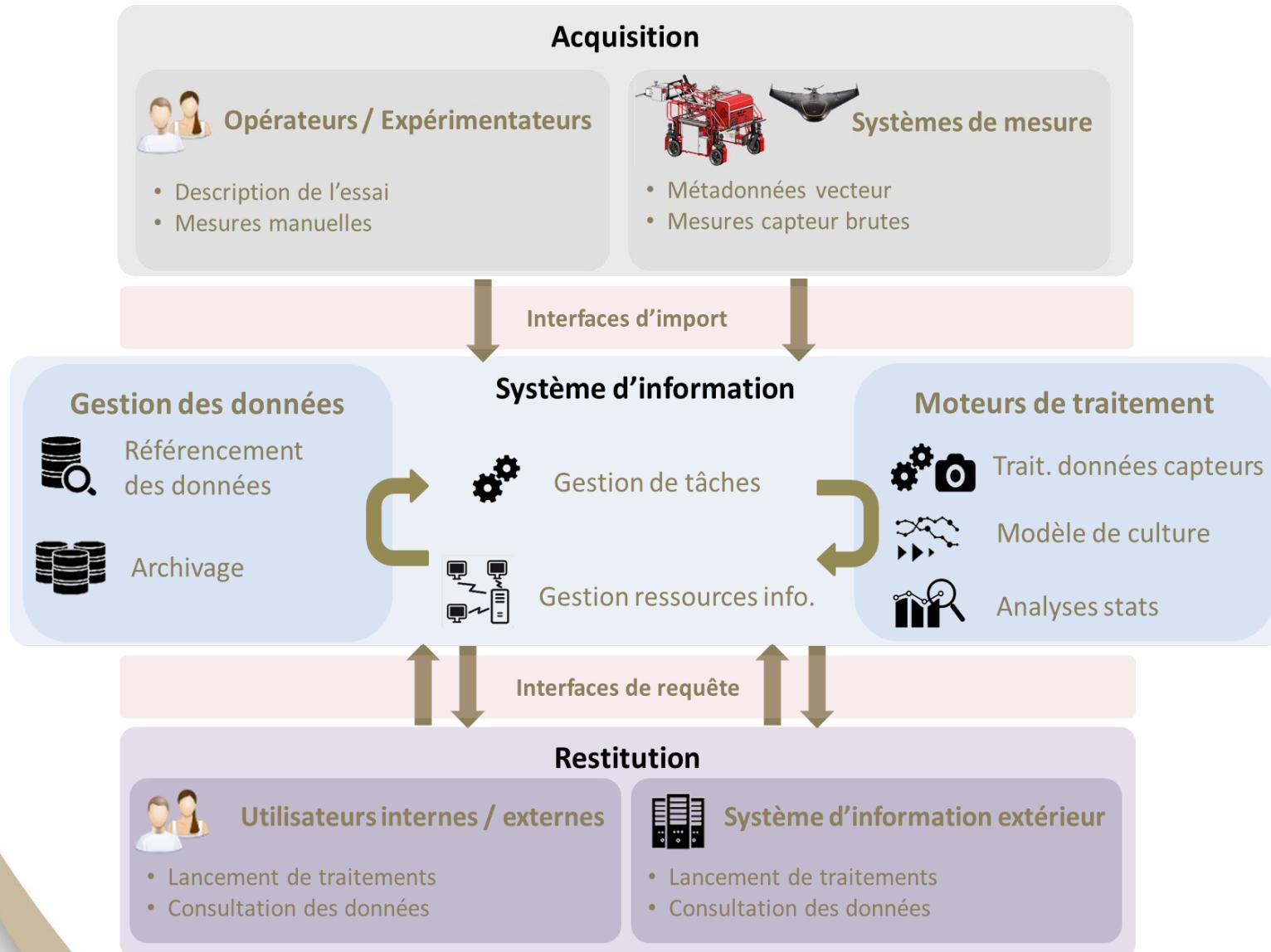
— ALTIGO

— APACHE

— BERMUDE

— PREMIO

# Traitement des données de phénotypage : « vision générique »



# Discussion

