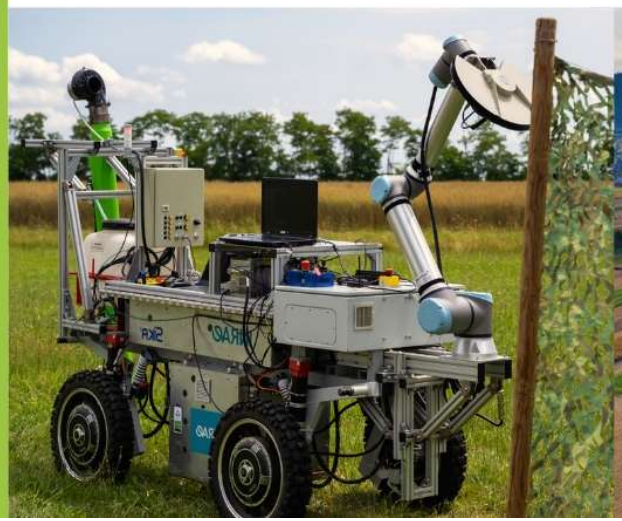
Envirotypage et Phénotypage numérique des plantes

Tania ROUGIER, cheffe de projet
Infrastructure de recherche PHENOME-EMPHASIS



Envirotypage et Phénotypage numérique des plantes

- Qu’est-ce qu’une infrastructure de recherche?
- Les objectifs du projet AgroEcoPhen
- 2 exemples de solutions pour mieux observer et décider

Une infrastructure de recherche nationale pour le Phenotypage haut-débit des plantes

Phénotypage = Caractérisation des plantes

Déploiement des technologies:

- Développement du génotypage haut-débit
- Maturité technologique (imagerie, télédétection, géolocalisation..)
- Différentes échelles: molécules, organes, plantes, parcelles, champs…

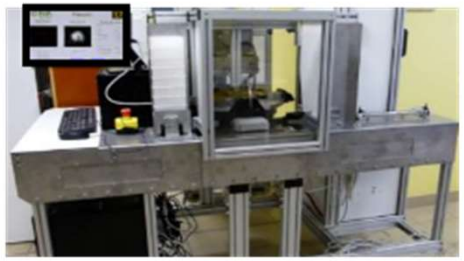
Création en 2012 d'une Infrastructure de recherche distribuée pour l'analyse – à haut-débit – du comportement des plantes et des cultures face aux défis du changement climatique et de la transition agroécologique = PHENOME-EMPHASIS

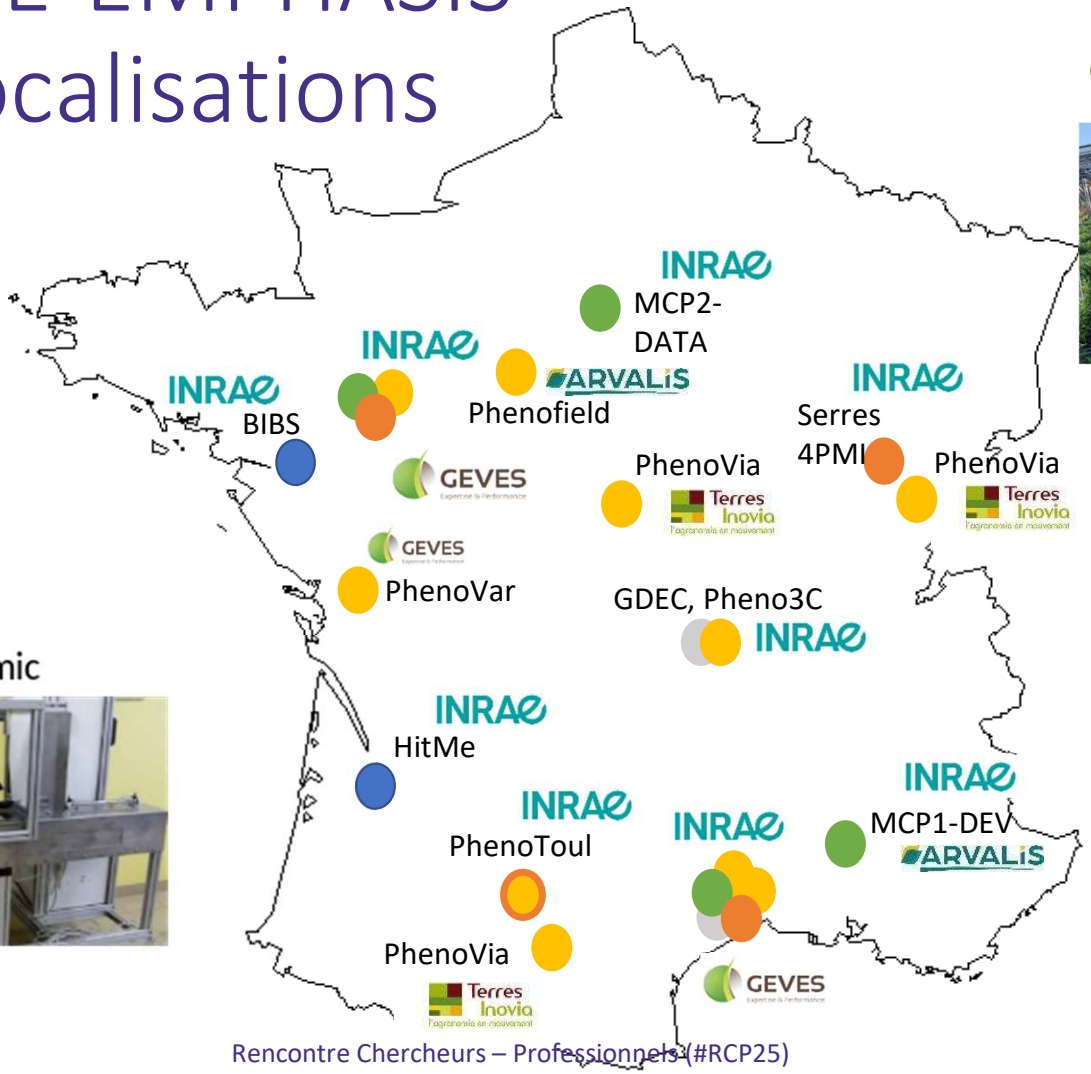
PHENOME EMPHASIS FRANCE

PHENOME-EMPHASIS sites et localisations

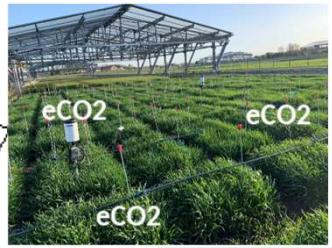
Conditions contrôlées

Omic





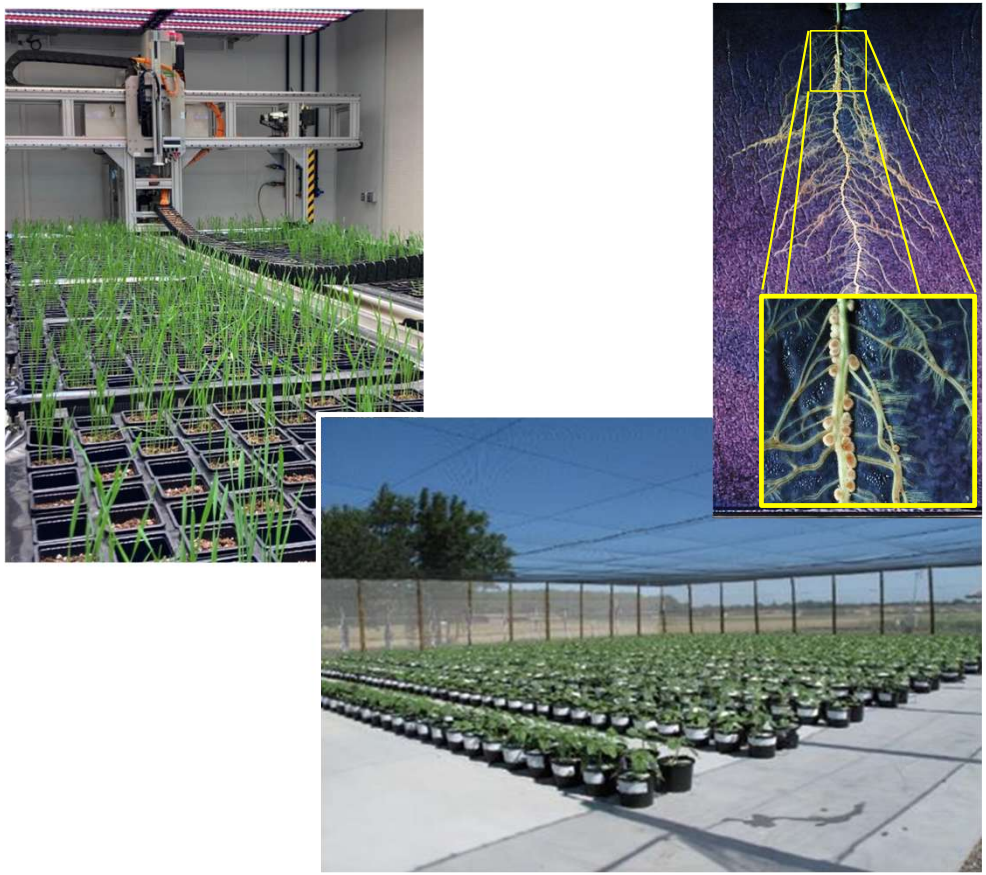
Champ & Semi-contrôlé



Services Numériques:
- vecteurs/capteurs
- Analyse d'images
- Gestion données…

PHENOME-EMPHASIS – Les services

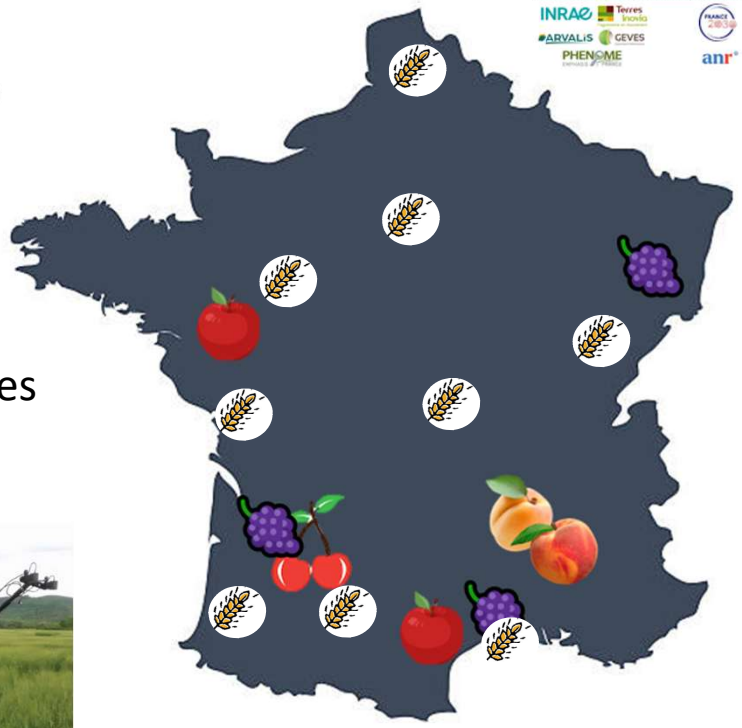
- 10 **stations expérimentales haut-débit** équipées d'instruments de pointes – micro et pédoclimats mesurés en continu
- **Gestion intégration et partage de données**: Système d'information, portail de données ouvertes
- **Vecteurs Images traits**: Productions de traits de mesure par chaines de traitements à base d'IA
- **Analyses métabolomiques et chimiques** haut-débit (analyses compositionnelles et prédictives)
- **Formations**
- **Partenariat** accélération coordination et transfert



AgroEcoPhen

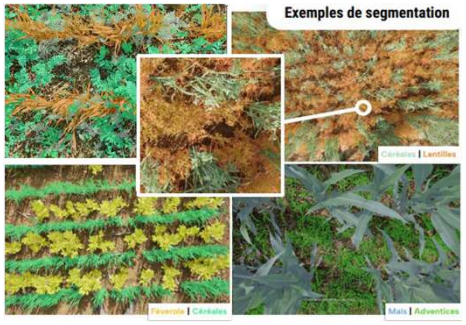
Renforcer les capacités d'envirotypage et phenotypage d'un réseau national

- Déployer les outils légers et les méthodes
- Fédérer une communauté qui s'étend : Arboriculture, Viticulture
- Développer des méthodes d'imagerie pour les interactions biotiques pour l'agroécologie
- Etendre les services numériques face à la diversité accrue des données



AgroEcoPhen:
2 exemples de développements

Cultures Mixtes



Ravageurs (altises)

Phénotypage des culture mixtes

Cultures mixtes?

- Céréales / Légumineuses
- Améliorer la fertilité des sols
- Limiter l'usage d'engrais
- Réduire la pression des maladies
- Réduire la pression des adventices

Perche LITERAL®

⇒ Quelle croissance respective?

⇒ Quelles interactions entre espèces?

⇒ Sélection des meilleures variétés adaptées à ces cultures mixtes

Phenotypage des cultures mixtes

Blé (culture principale)

Pois (culture associée)

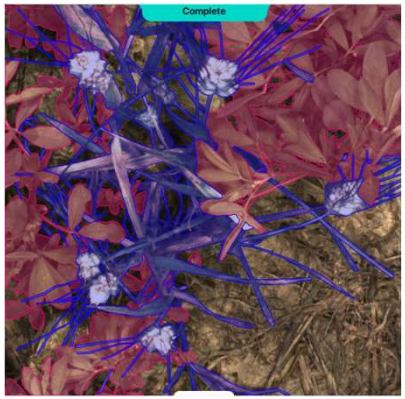
Avoine
(culture principale)

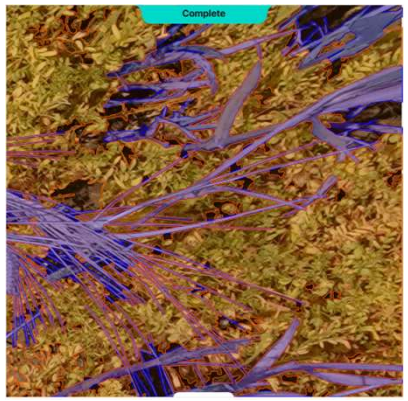
Lentilles
(culture associée)

Reconnaissance des espèces avec une précision de 90%

Phénotypage des cultures mixtes

- 1- Constitution d’un jeu de données
  - 6000 images de cultures pures ou en mélange
  - Images RGB haute résolution représentatives d’un ensemble de grandes cultures
  - Annotées manuellement
  - 9 classes: céréales à pailles, maïs, féveroles, Luzerne, Lentille, lin, pomme de terre, sol, adventice



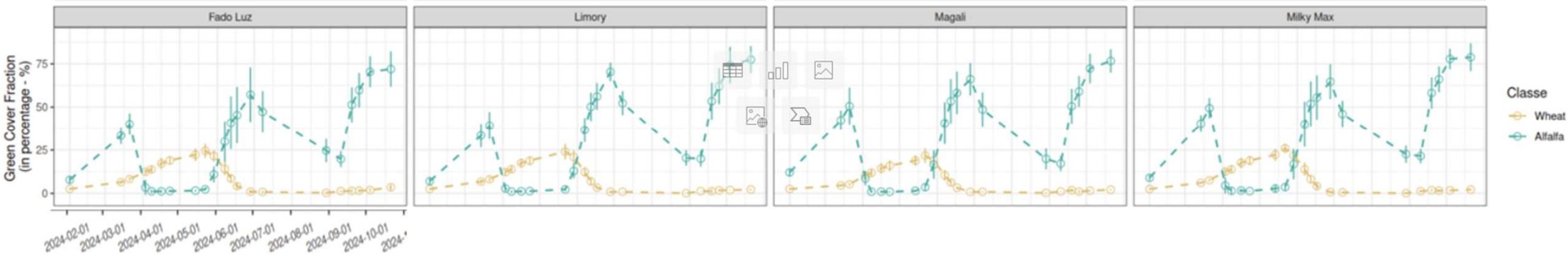


Phénotypage des cultures mixtes

- 2 – Modèle
  - Segmentation automatique, 9 classes
  - Architecture : SegFormer, Encodeur : MiT B3, Decoder de type MLP
  - Intégration dans la chaine de traitement

Phénotypage des cultures mixtes

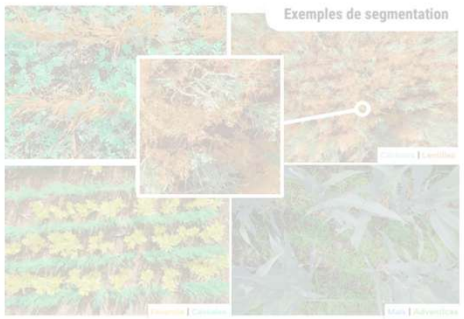
- 3 – Applications: Suivi du niveau de compétition entre espèces via l'évolution de leurs fractions de couverture repectives.



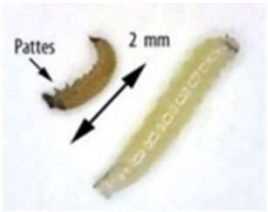
- 4 - Perspectives
  - Ajout de nouvelles classes pour plus d'espèces
  - Meilleure caractérisation du statut physiologique de chaque espèce (statut azoté, biomasse, hauteur…)
  - Meilleure identification des adventices (lien avec Pl@ntNet)
  - Définition d'indicateurs d'aide à la décision pour réguler la culture associée en cas de forte concurrence

AgroEcoPhen:
2 exemples de développements

Cultures Mixtes



Ravageurs (altises)



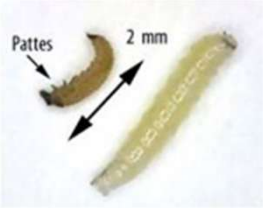
Phénotypage de ravageurs

Altise ravageur du colza

- Mange les feuilles
- Ponds des œufs dans la plante
- Les larves altèrent la plante

Dénombrer les larves d'altises pour décider de l'intervention phytosanitaire = Test Berlèse

Détecter la présence d'insectes adultes au champ



Phenotypage de ravageurs

Comptage Berlèse?

- Evaluation de la pression d'altises par extraction passive des larves (<8 mm) et comptage
- Décider de l'intervention selon un seuil réglementaire

⇒ Chronophage et fastidieux, source d'erreur

⇒ Plan de sortie du Phosmet = sélection d'alternatives

Phénotypage de ravageurs

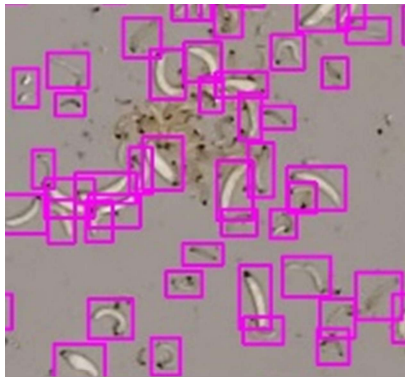
- Après extraction passive des larves altises
- 1 application sur Smartphone avec un modèle automatique d'identification des larves basé sur l'IA
- Erreur moyenne de 20 larves (R^2=0,99)

⇒ Dénombre les larves

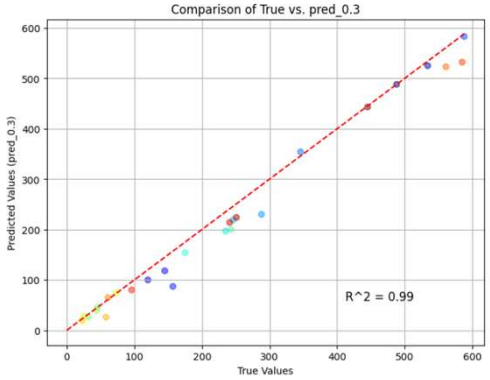
⇒ Estime le stade larvaire

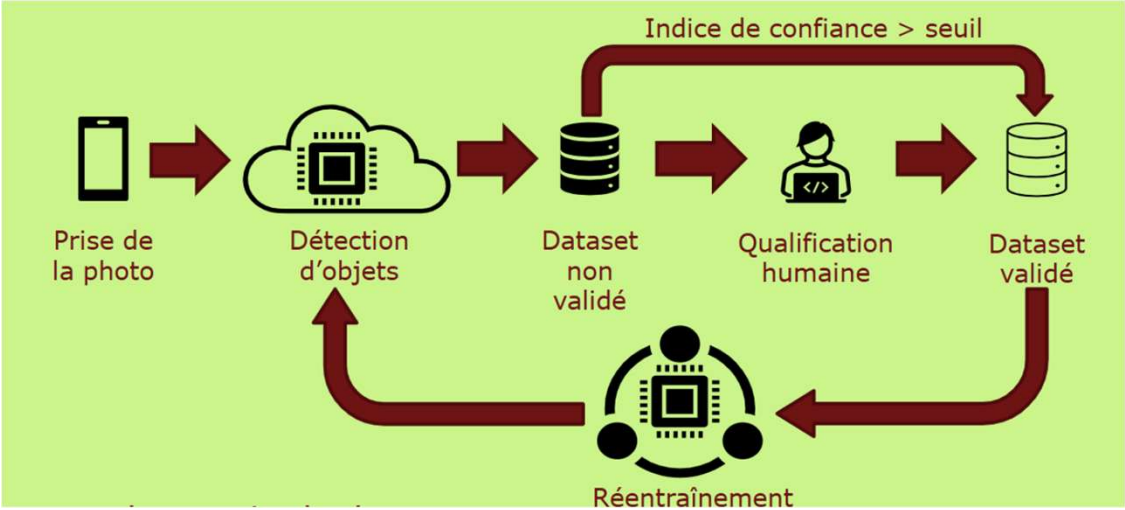
Lien vers l'appli

Phénotypage de ravageurs

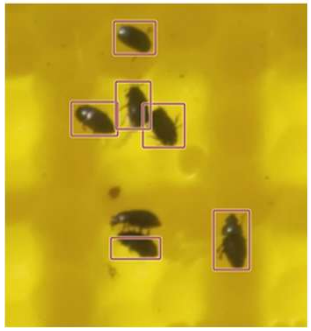


- 1 – Entraîner le modèle Deep Learning
  - 500 images annotées
  - Différentes bassines, différentes quantités de larves
  - Segmentation Sahi, modèle Yolov8 fine-tuné
  - Chaque saison le modèle est enrichi





Phénotypage de ravageurs

- 2- Standardisation des prises de photos
  - Repère de taille connue sur la photo
  - Marqueur repère pour convertir cm/px
  - Tests sur stations expérimentales

- 3- Perspectives
  - Reconnaissance réglementaire de la méthode
  - Automatisation des prises de vues au champ
  - Reconnaissance d'autres espèces d'insectes