

Projet ANR PhénoBlé

2010-2014

Mise au point et valorisation d'outils de phénotypage nouvelle génération pour l'analyse des déterminants génétiques de l'efficacité d'utilisation des engrais azotés chez le blé tendre



Coordination Arvalis : K. Beauchêne

Partenaires

- Arvalis Institut-du-Végétal : K. Beauchêne, L. Guerreiro
- 6 unités INRA :
 - UMR SADV Mons : E Heumez
 - UMR GDEC Clermont-Ferrand : J. Le Gouis, V. Allard
 - UR BF Bordeaux : Y. Gibon
 - UMR DIA-PC Montpellier : P. Roumet
 - UMR EMMAH Avignon : F. Baret
 - UMR Vasco Toulouse : P. Burger
- Biogemma : P. Lafarge, S. Praud



FranceAgriMer

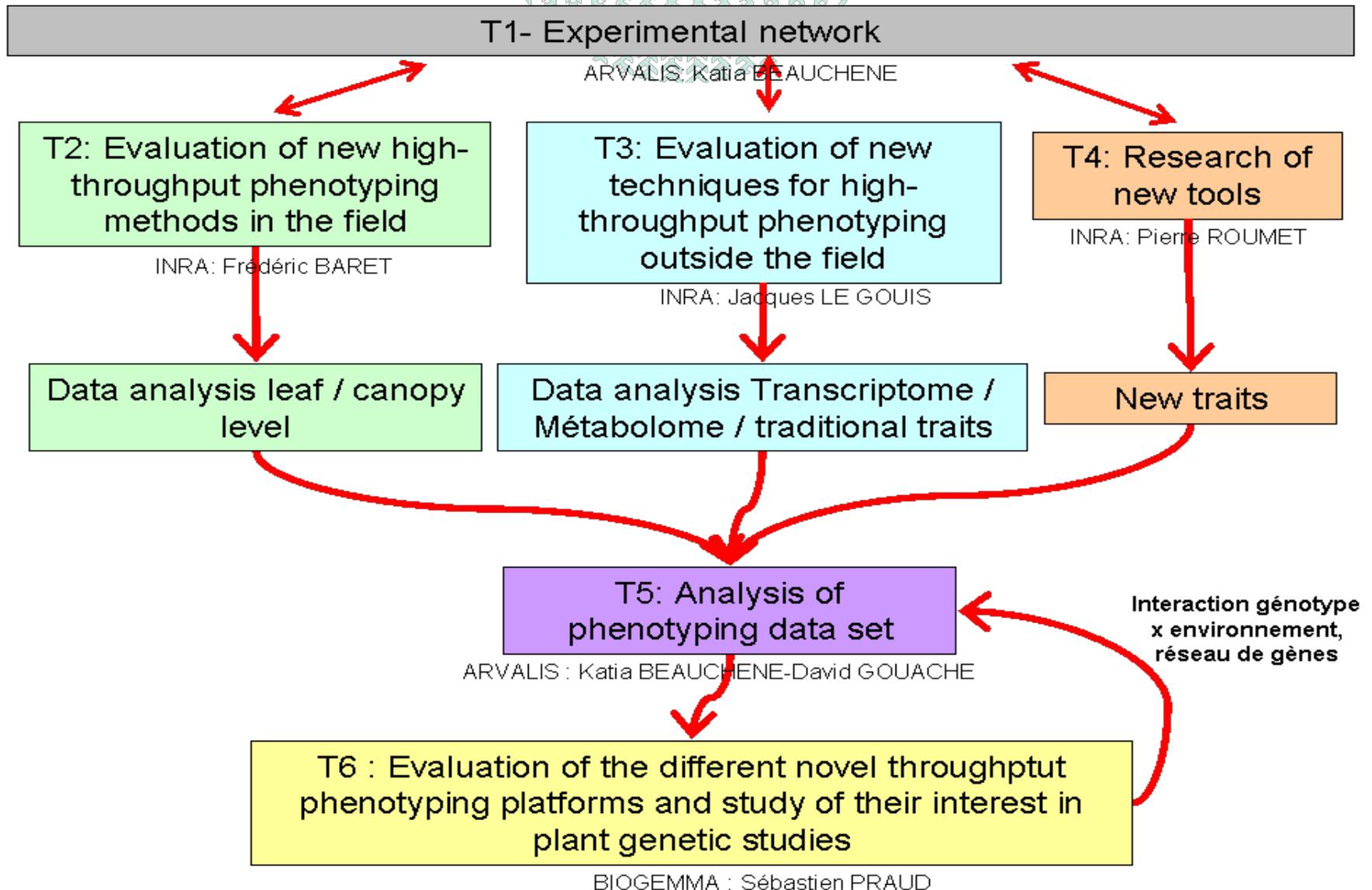




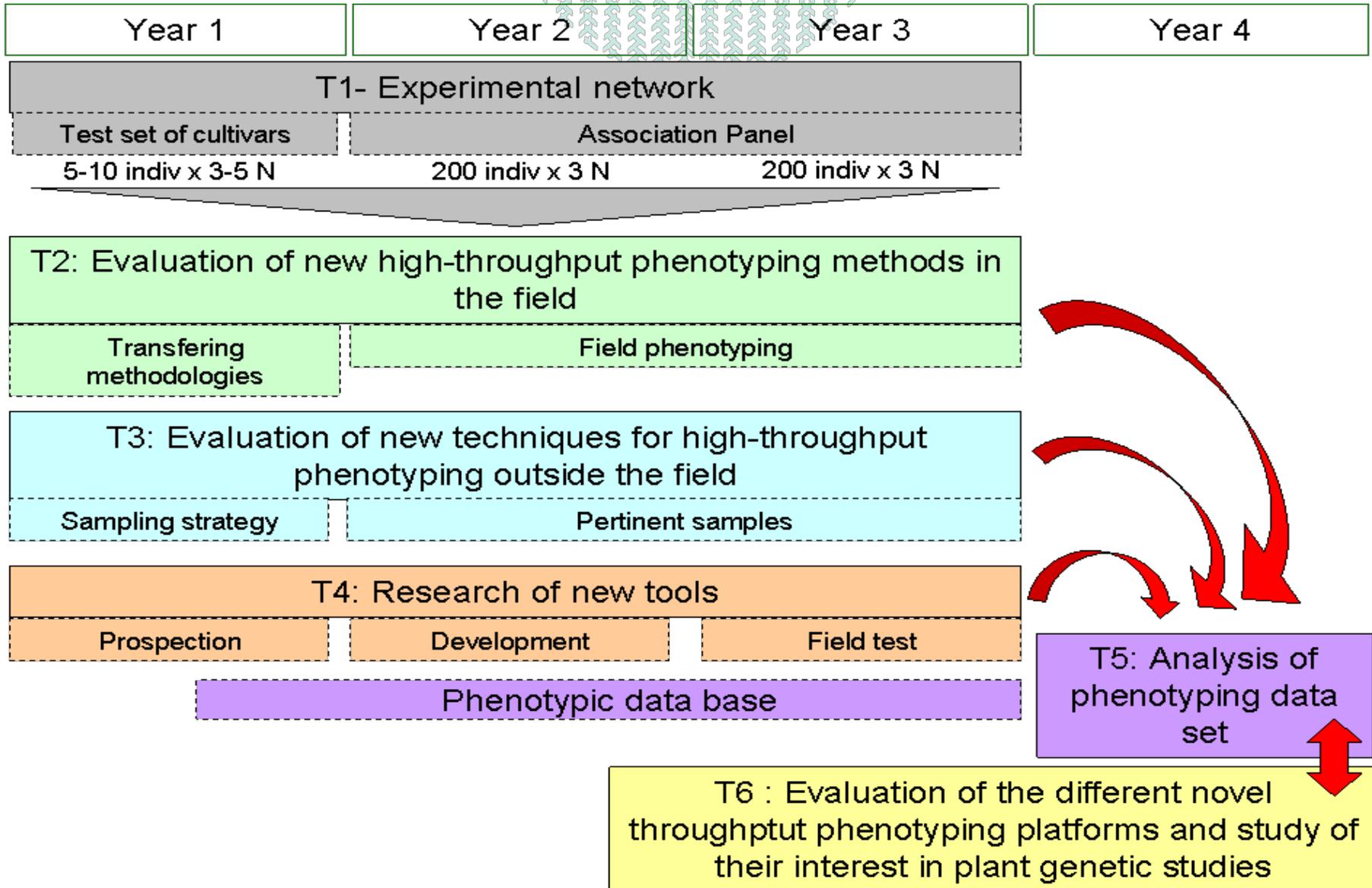
Objectifs

- Développer de nouvelles méthodes de phénotypage pour la réponse à la fertilisation azotée
- Comparer ces méthodes aux méthodes classiques (prélèvements pour estimer la biomasse et les teneurs en azote ...)
- Calibrer ces méthodes pour de grande séries variétales
- Réaliser des études de génétiques

Organisation



T1-Expérimentations



T1-Réseau d'expérimentation

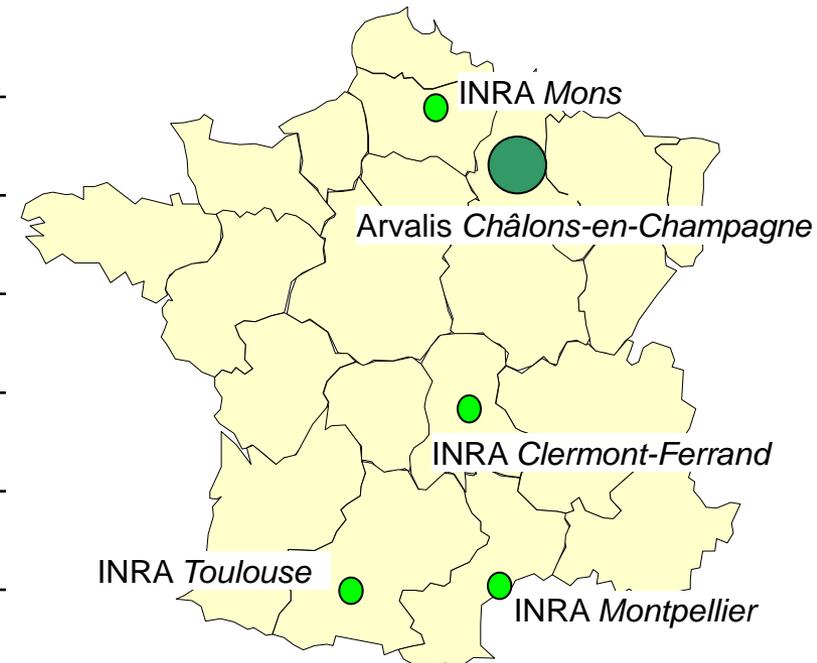
Essais 2011

10 variétés:

- Apache, Arezzo, Arlequin, Caphorn, Charger, Hysun, Isengrain, PR22R58, Soissons, Tremie
- Précocité équivalente
- Différentes pour leur réponse à une carence N
- Utilisées pour paramétrer des modèles

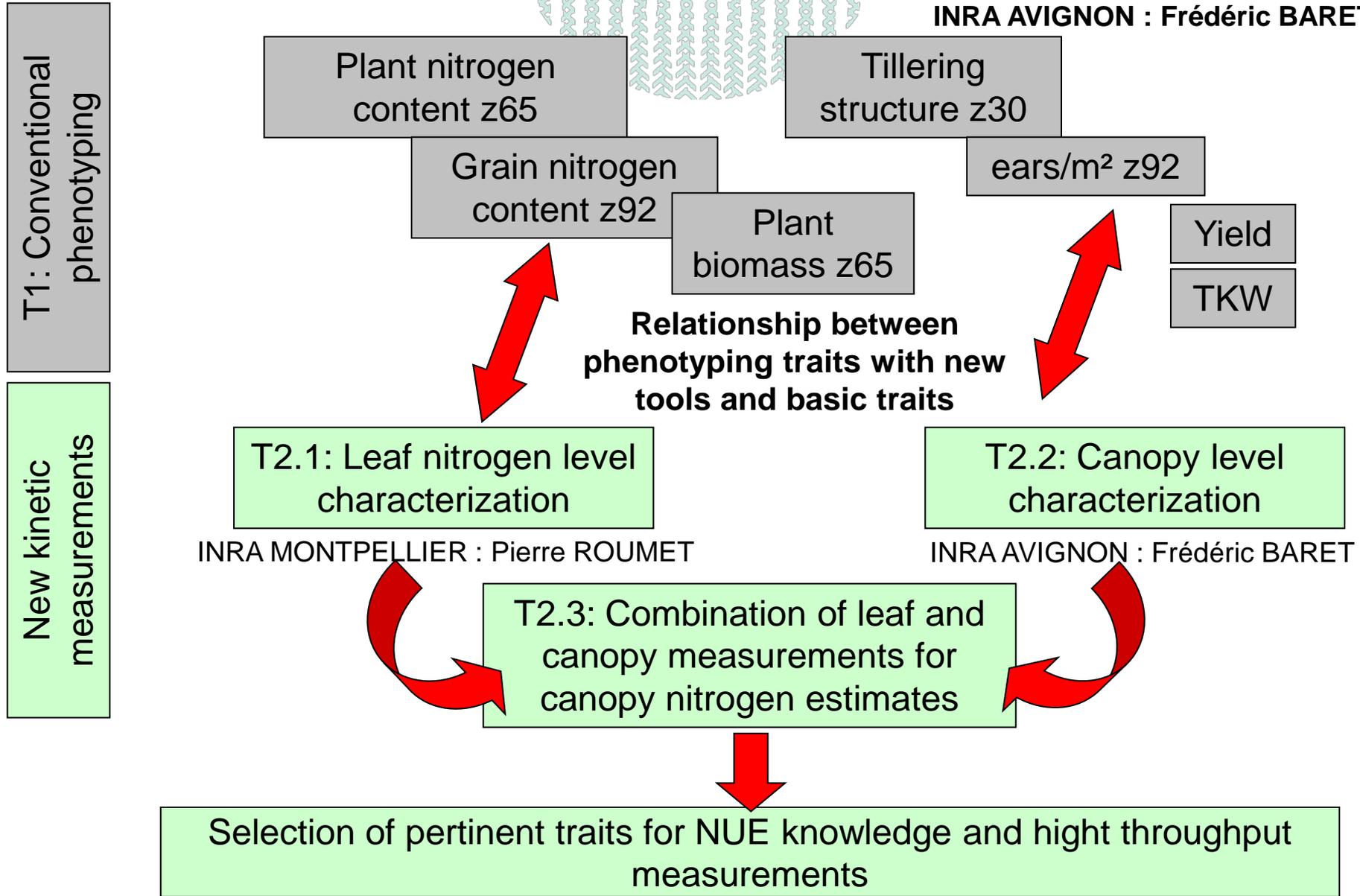


Dose (Kg N ha ⁻¹)	0	X-100	X-50	X	X+50
Total	0	120	170	220	270
Tallage (Z21)	0	0	50	50	50
Epis à 1cm (Z30)	0	60	60	110	160
Montaison (Z39)	0	60	60	60	60



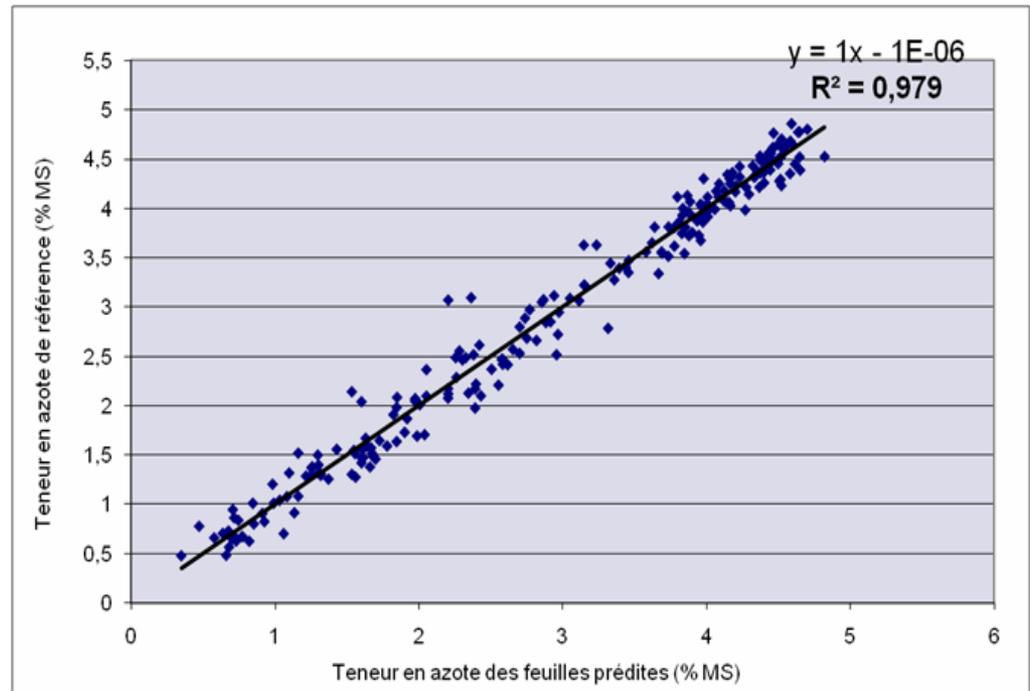
T2-Evaluation de nouvelles méthodes de phénotypage au champ

INRA AVIGNON : Frédéric BARET



T2-Au niveau de la feuille

NIRS portable



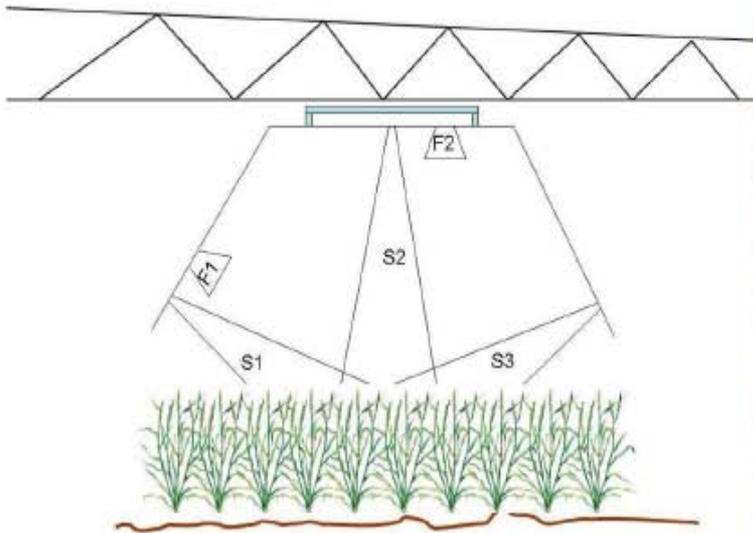
ASD

P. Roumet (Blé dur)

T2-Au niveau du couvert

Estimation de l'indice foliaire et de la teneur en azote (teneur en chlorophylle) avec un système porté.

- 2 appareils photos
- 3 spectroradiomètres
- 200 parcelles / h



P. Burger (Toulouse) et F. Baret & B. De Solan (Avignon)

T3-Evaluation de nouvelles techniques hors-champ

Identification of traits related to the response to N deficiency in wheat

INRA CLERMONT : Jacques LE GOUIS

T3.1: sampling strategy

Year 1 : Experiments and sampling
10 varieties, 5N, 3 replicates, 5 stages, 4 organs, 2 times.

ARVALIS

Year 2 and 3 : Experiments and sampling
200 varieties, 2N, 2 replicates, 2 stages, 1 organ , 1 time.

ARVALIS

T3.2: Metabolite and enzyme profiling

INRA BORDEAUX : Yves GIBON

Help for sample choice

T3.3: Transcriptomic analysis

INRA CLERMONT : Jacques LE GOUIS
BIOGEMMA : Stéphane LAFARGE

T3.4: Relationship between Metabolite, enzyme and transcriptomic data analysis

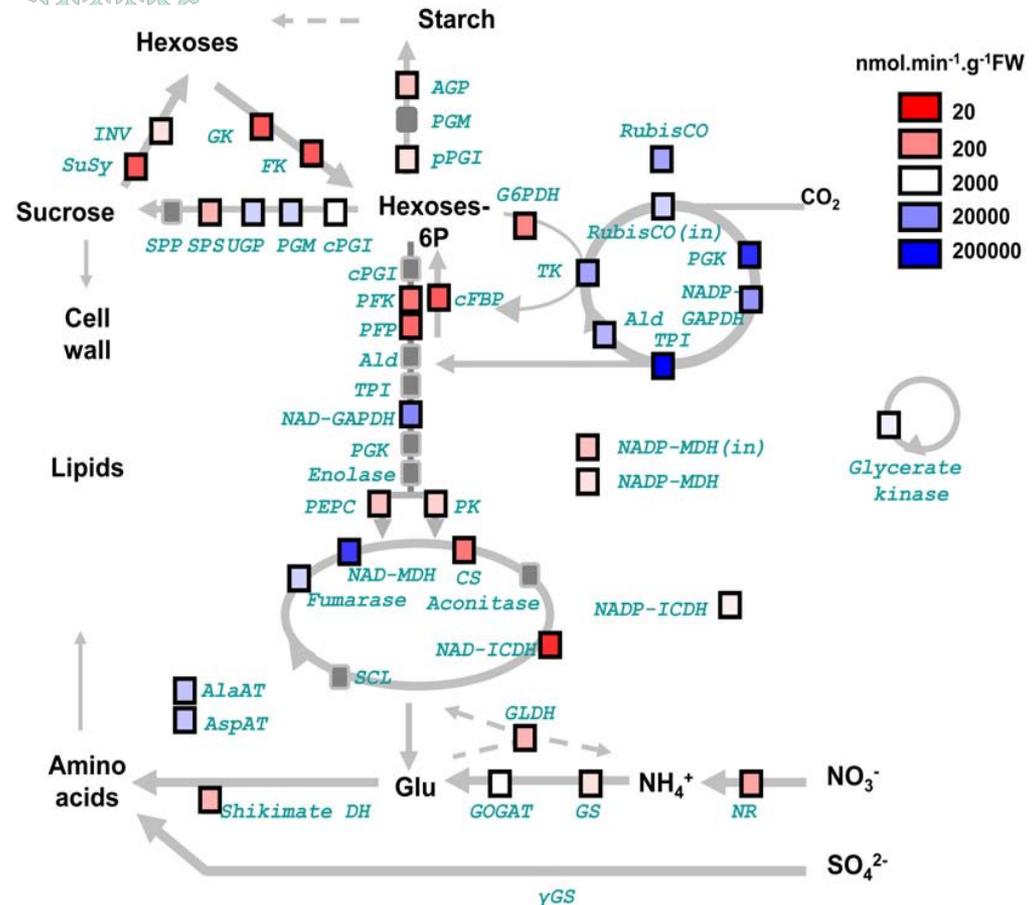
INRA BORDEAUX : Yves GIBON
INRA CLERMONT : Jacques LE GOUIS
BIOGEMMA : Stéphane LAFARGE

Set of metabolites and genes linked to traits of interest and with a variability between cultivars

Association genetics

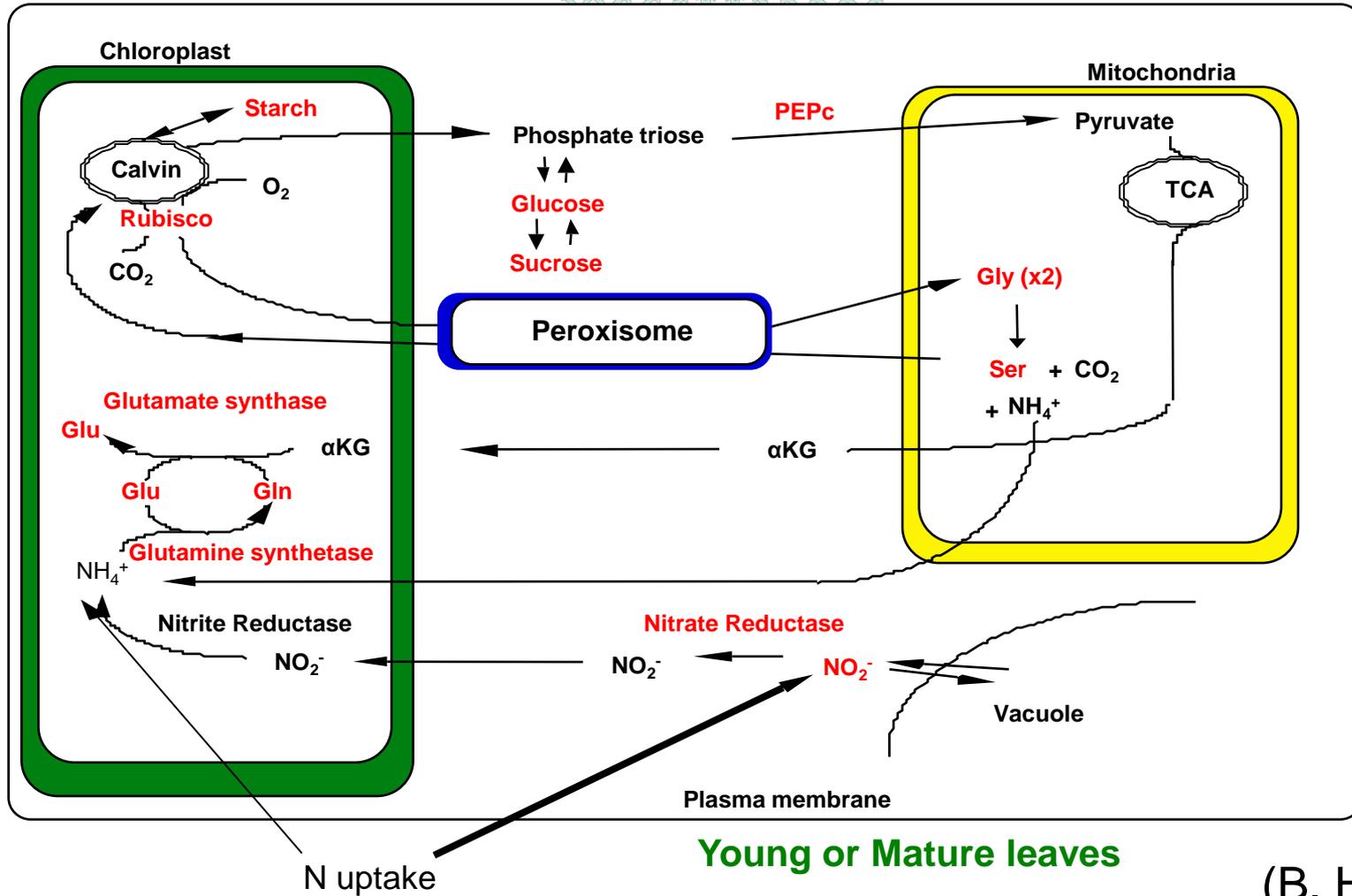
Caractérisation du métabolisme

- Sulpice et al 2010:
 - 129 géotypes Arabidopsis
 - 37 enzymes
- Aims & conclusions:
 - (1) extent of genetic variation for activities
 - large
 - (2) coordinated changes of the activities
 - yes
 - (3) connectivity between enzyme activities and metabolite levels (62, Sulpice et al 2009)
 - no
 - (4) correlation between enzyme activities and biomass
 - yes
 - (5) compared to predictions provided by analyses of metabolite
 - different



Average enzyme activities across all the accessions

Métabolisme de l'azote



En rouge : activités ou métabolites qui seront mesurés



Relation avec les autres projets

- ProtNBlé (S. Lafarge et al.)
 - Basé sur les résultats acquis dans ProtNblé
- Breedwheat (C. Feuillet et al.)
 - Résultats et méthodes apportées en contribution au projet Breedwheat
- Phénome (F. Tardieu et al.)
 - Première étape du projet Phénome



Phénomène

Centre français de phénotypage des plantes

F. Tardieu & J. Le Gouis



Objectives du projet Phénomène

1. Fournir à la communauté végétale française (*recherche académique et privée, sélectionneurs, instituts techniques*) une infrastructure de phénotypage haut-débit (1000x plantes) - Développer des méthodes et techniques associées.
2. Caractériser des séries de plantes (populations / variétés / mutants / transgènes) avec une suite de plateformes capable de répondre à des questions spécifiques avec un débit équivalent (conditions contrôlées / champs instrumentés / analyse d'échantillons)
3. Caractériser ces génotypes dans différents scénarios environnementaux impliquant différentes conditions climatiques, complexes parasitaires, techniques culturales (GxExM), incluant les composantes du changement global (augmentation [CO₂], température élevée, faible disponibilité en eau, nouveau complexe parasitaire, ...)

Support des projets Breedwheat et Amaizing / Hybridoids

Organisation

Infrastructure de phénotypage

Plateformes en conditions contrôlées

Plateformes au champ

Système FACE

Plateformes métabolomique et structurale



Développements technologique et méthodologique

Capteurs et méthodes

Bioinformatiques pour le phénotypage

Réseau cohérent de bases de données



Gouvernance



Infrastructure de phénotypage

5 "Nœuds" en conditions contrôlées

**Partage des caractéristiques communes (type Lemnatec)
Spécialisées sur une problématique**

Déficit hydrique, croissance aérienne - architecture, Maïs - Arabido-céréales (Montpellier)

Fixation symbiotique, architecture racinaire, flux C/ N, Légumineuses (Dijon)

Interaction stress biotique/abiotique, Tournesol (Toulouse)

Architecture racinaire, Riz (Montpellier-CIRAD)

Biomasse et déficit hydrique (Versailles, Arabido)

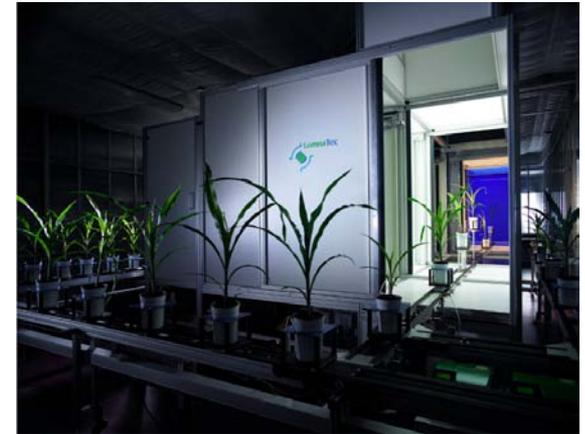
2 plateformes d'analyse métabolomique et structurale

Métabolomique ciblée (Bordeaux)

Biologie structurale (Nantes)

Plateforme PhenoArch

Basée sur un système Lemnatec
Capacité de 1650-2000 plantes (serre)
Mesure des conditions micro-météorologiques (15 min)
Mesure du statut hydrique de chaque pot par pesée (évapo-transpiration) / Irrigation individualisée (même statut hydrique du sol)
Contrôle T°C et VPD, enrichissement en CO₂

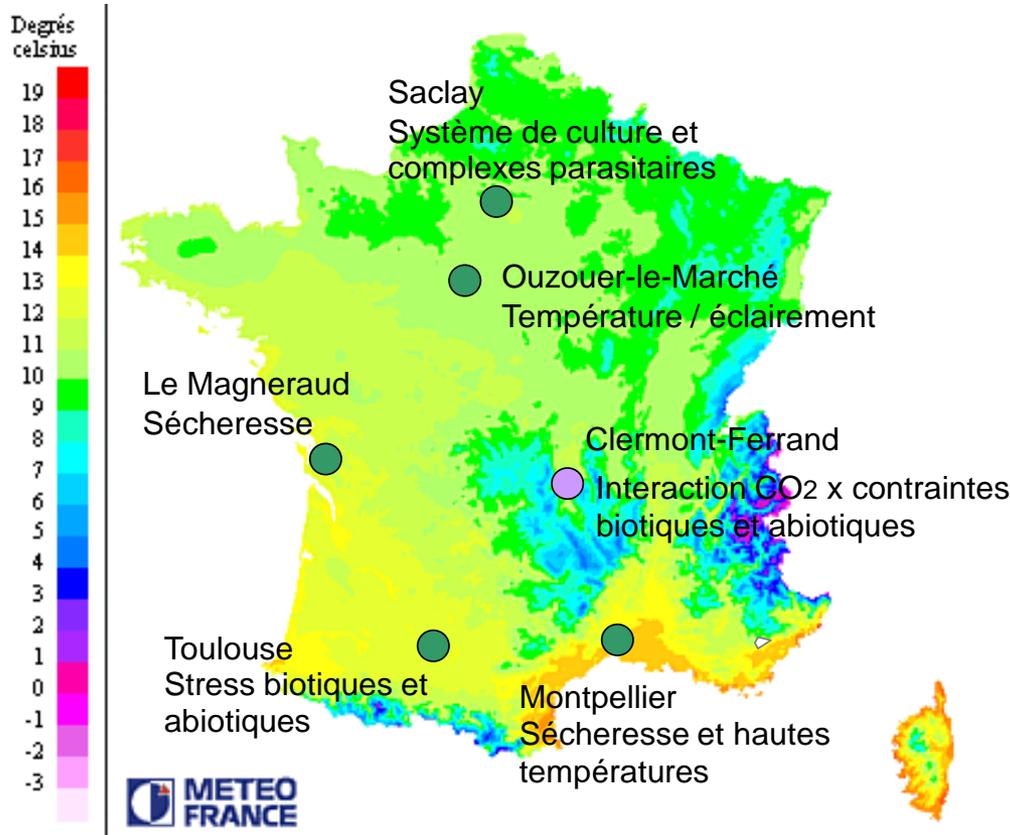


Transport sur tapis roulant vers cabine de mesure (journalier)
Caméras visible, proche infra-rouge (eau), infra-rouge lointain (température), hyperspectrale, système LASER
Mesure parties aériennes / racine
Rotation du pot : reconstruction 3D de la plante

Système de gestion des pots (remplissage, nettoyage) : 19 t de sol !
Système de base de données : stockage données, reconstitution des plantes, ...

Infrastructure de phénotypage

Réseau de 5 plateformes au champ et 1 système FACE



Représente différents climats

Partage des caractéristiques:

- capteurs de l'environnement (sol et air)
- capteurs de la réponse de la plante
- base de donnée locale

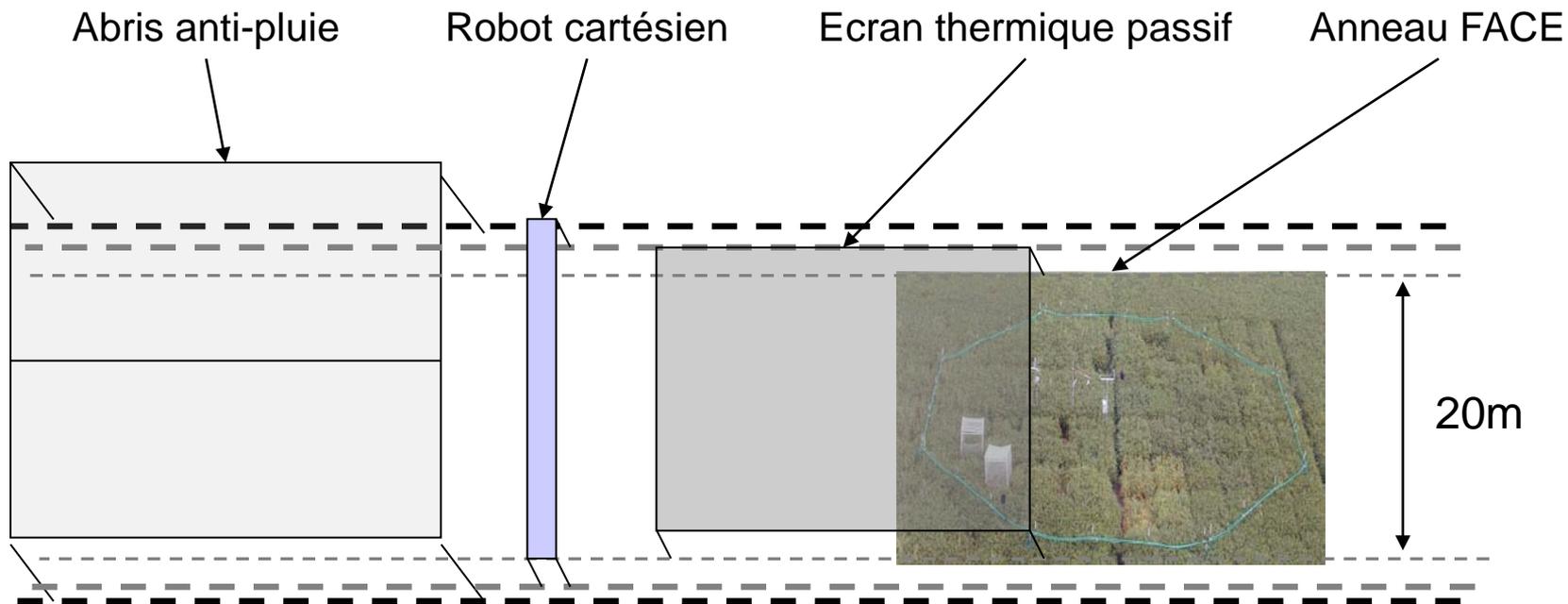
Présente des spécificités :

- abri-roulants = pluie
- FACE = [CO₂]
- écrans passif = température, radiation

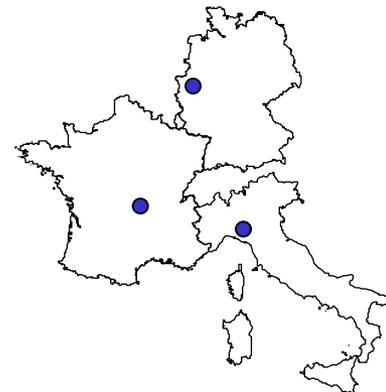
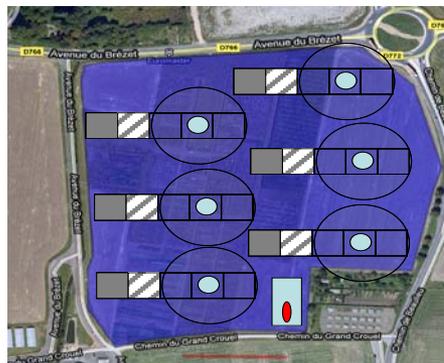
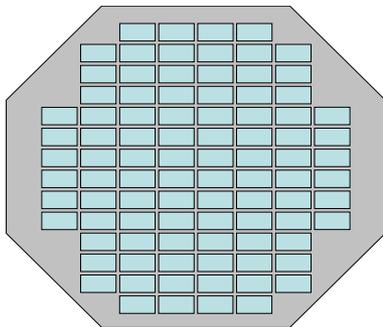
Systeme FACE Clermont-Ferrand

FACE : Free-Air Carbon Enrichment

(V. Allard)



1 unité =
= ~70
parcelles
(3m²)



Développements technologique et méthodologique

Objectif : développement de méthodes de mesures non-invasives

Coord. Fred. Baret (Consortium INRA + INRIA + Polytechnique)

Tâche 1: Caractérisation au niveau de l'organe (feuille) – P. Roumet

Teneur en chlorophylle, N, eau, surface spécifique, organe caché (épi, grain)
Caméra hyperspectrale

Tâche 3: Suivi dynamique de la teneur en eau du sol et de la croissance racinaire – C. Doussan

Résistivité électrique

Tâche 5: Quantification du niveau de stress – I. Moya

Mesure infra-rouge de la température + fluorescence

Tâche 2: Caractérisation 3D de l'architecture de la plante – C. Fournier
Combinaison images 2D, Laser

Tâche 4: Caractérisation au niveau du couvert – B. de Solan

Surface foliaire, teneur en chlorophylle, hauteur, nombre d'épis
Images 2D, caméra hyperspectrale, ...

Tâche 6: Intégration dans des modèles structure fonction du couvert – F. Baret

Modèles architecturés du fonctionnement

Positionnement / communauté nationale et internationale

