



HAL
open science

Produire des légumineuses à graines pour des filières durables : Adaptation aux évolutions du climat

Isabelle Lejeune-Hénaut, Marion Prudent

► **To cite this version:**

Isabelle Lejeune-Hénaut, Marion Prudent. Produire des légumineuses à graines pour des filières durables : Adaptation aux évolutions du climat. Produire des légumineuses à graines pour des filières durables, Terres Inovia, Nov 2025, Paris, France. <hal-05482037>

HAL Id: hal-05482037

<https://hal.inrae.fr/hal-05482037v1>

Submitted on 28 Jan 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



Produire des légumineuses à graines pour des filières durables

4 novembre 2025 - Paris

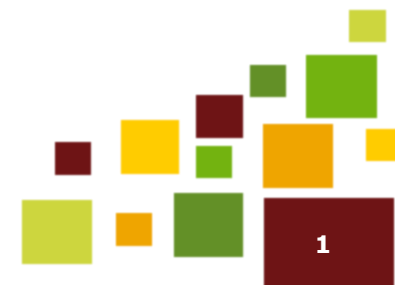
Organisé par



En partenariat avec



Avec le soutien de



Adaptation aux évolutions du climat

Isabelle Lejeune-Hénaut, Marion Prudent

INRAE



Agroécologie
Dijon
Unité de Recherche



L'évolution du climat impacte la sévérité et la date d'apparition des stress abiotiques

- Gel : épisodes moins sévères, mais risques de dégâts liés à une acclimatation au froid insuffisante et à des stades plus avancés de développement



Comment sélectionner des légumineuses d'hiver tolérantes au gel ?

- Déficit hydrique du sol



Quelle variabilité des légumineuses à graines ?



Gel : évolution des conditions naturelles

Ces conditions permettent le phénotypage de nombreux géotypes, par observation des dégâts de gel sur les parties aériennes, mais ...



L'évaluation des dégâts de gel au champ, dans les zones représentatives de culture :

- est devenue plus aléatoire, d'une année à l'autre, d'une localisation à l'autre
- avec des séquences de gel parfois tardives, qui touchent des organes plus âgés



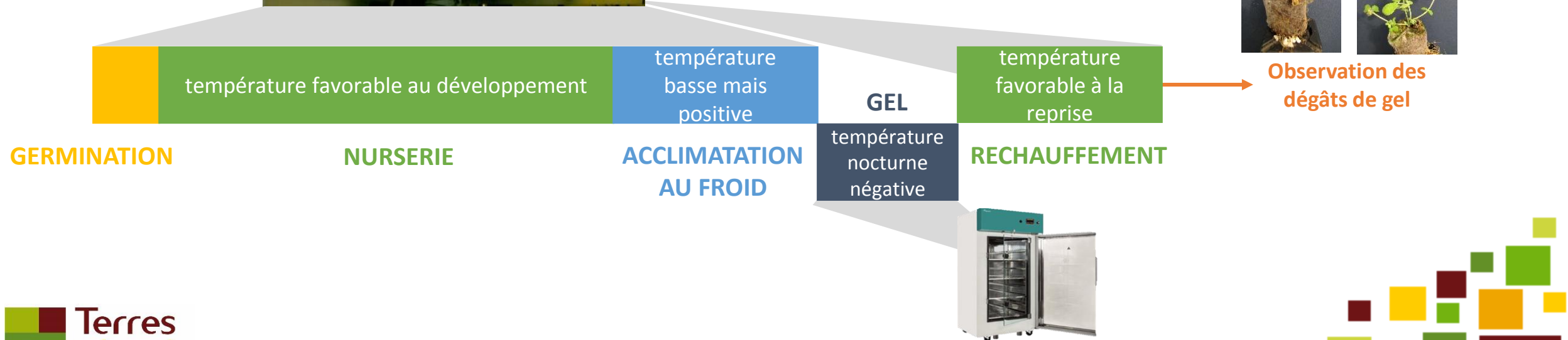
L'évaluation en altitude, sous serre mobile (Chaux-des-Prés), donne une bonne idée de la résistance potentielle, mais le nombre de places est limité

Evaluation de plantes entières en conditions contrôlées

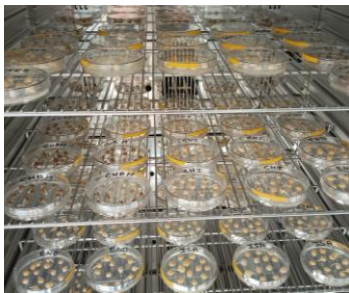
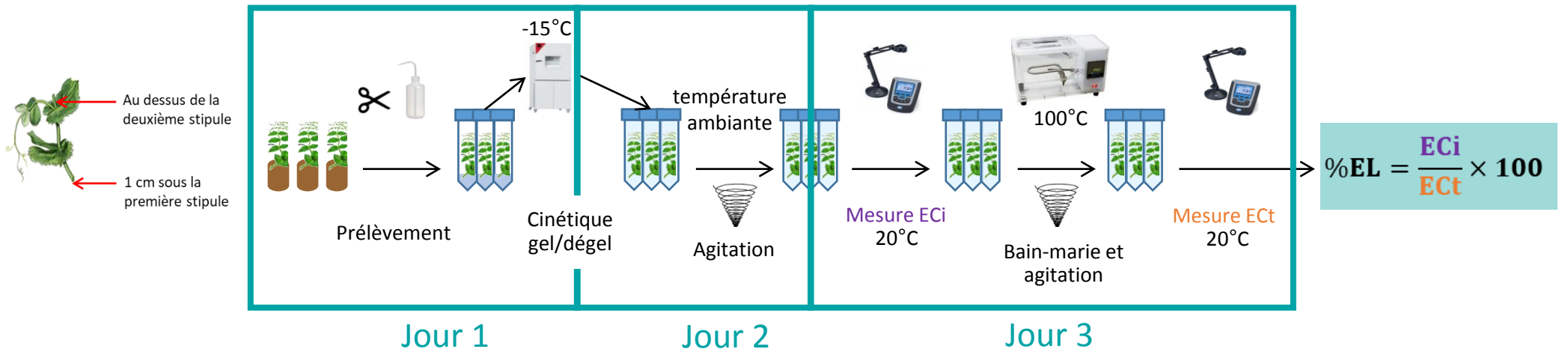
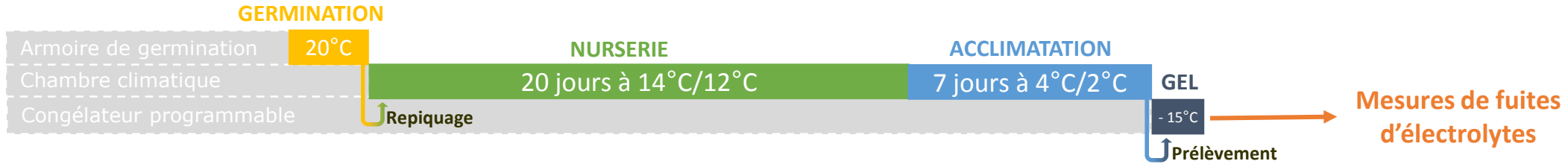


Cette évaluation nécessite des infrastructures relativement coûteuses

- installations : chambres d'acclimatation, de gel
- fluides
- personnel



Evaluation des dégâts de gel tissulaires sur plantes acclimatées en conditions contrôlées



Transposition d'une espèce à l'autre

Des adaptations et mises au point techniques sont nécessaires

LEGHIVER (2020-2023) et BELIS (2023-2028)



- Adaptation des terrines au format des plantes
pois : 100 plantes/terraine
féverole : 56 plantes/terraine
- Durée des différentes phases
- Températures d'acclimatation et de gel

Un test mixte permet d'évaluer la vitesse d'acclimatation au froid

LEGHIVER (2020-2023)

Acclimatation au champ
+ prélèvements pilotés par le modèle prédictif de tolérance au gel
+ test tissulaire



Décembre 2020

Prélèvement n°1

Prélèvement n°x

Prélèvement n°6

Avril 2021



%EL₁



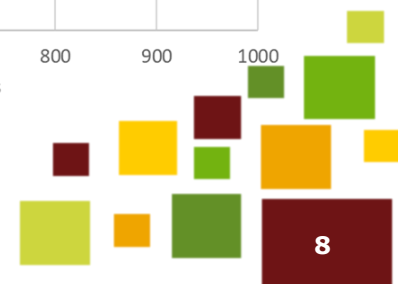
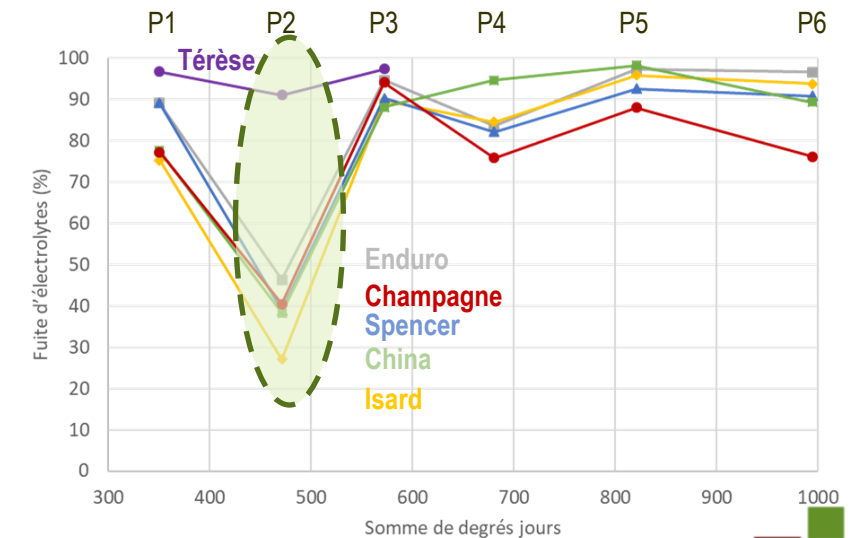
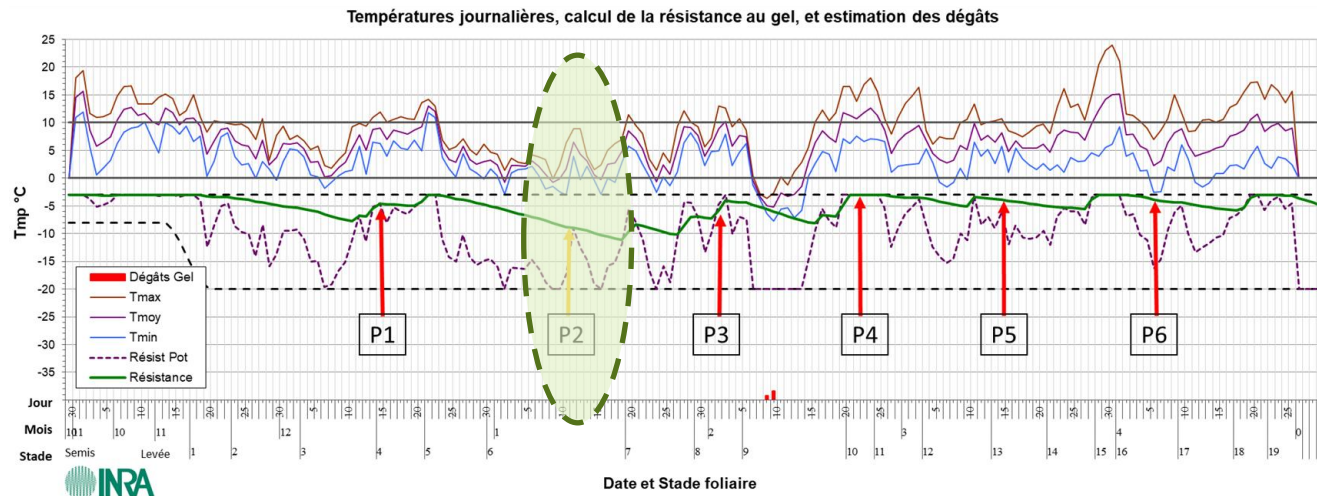
%EL_x



%EL₆

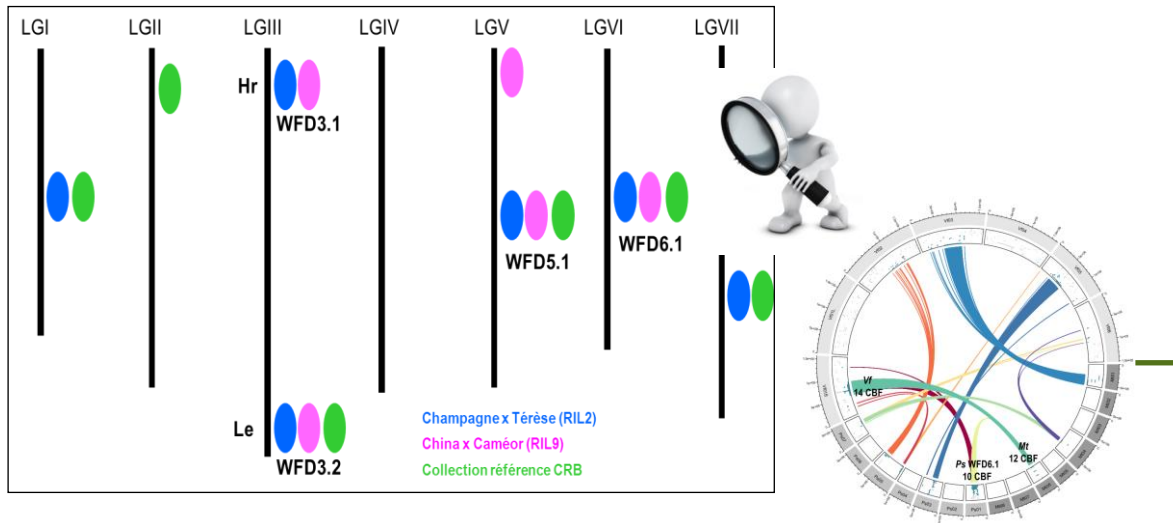
Variété : Isard Année : 2020-2021

Nbj dégâts gel : 2 Ecart maxi : 1.7 Stress cumulé : 2.4



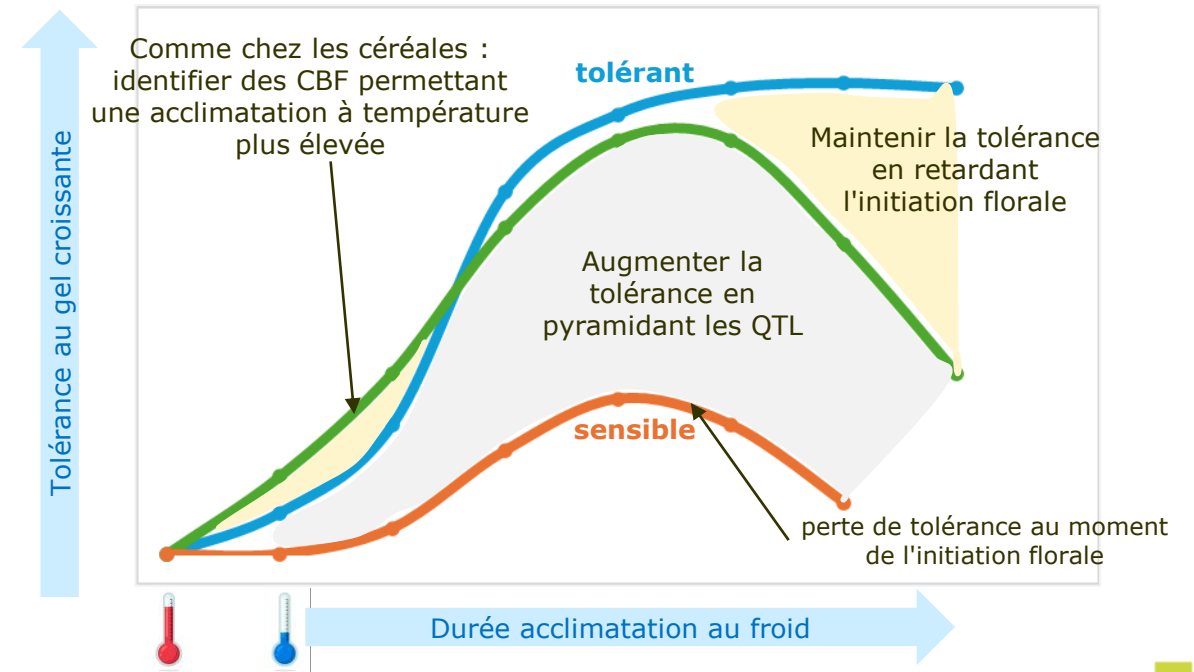
Des pistes génétiques pour gouverner la vitesse d'acclimatation au froid

Principales zones du génome gouvernant la tolérance au gel chez le pois



- La région WFD6.1 contient **10** facteurs de transcription **CBF**, gènes impliqués dans la réponse au froid chez de nombreuses espèces
- **14 CBF** dans la région synténique de la féverole (*Imbert et al, 2024*)

Réglages génétiques potentiels



Détecter la tolérance avant l'apparition du stress gel

Projets PEAMAGE (2023-2025) et Pea4Ever

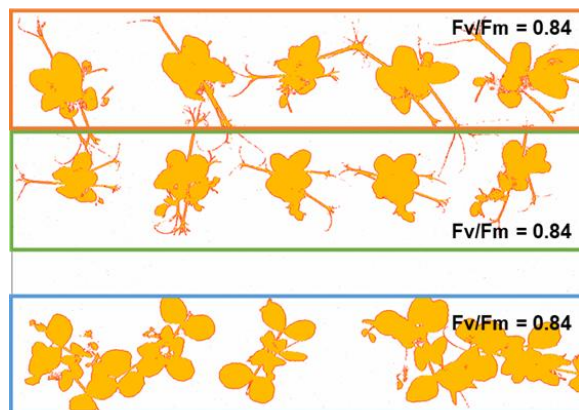


Plateforme automatisée PlantScreen™ du CRRBM (UPJV)

Recherche de paramètres révélateurs de variabilité génétique au cours de l'acclimatation au froid (dont fluorescence chlorophyllienne et imagerie hyperspectrale)

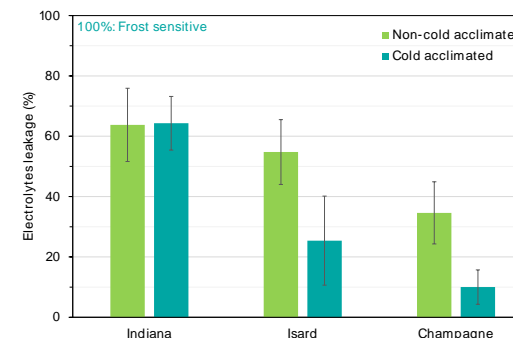
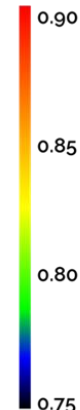
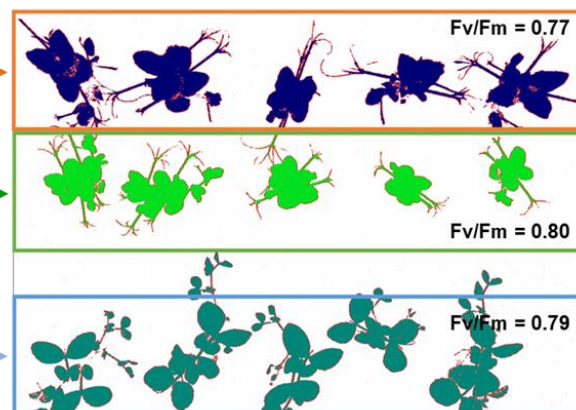
A. Plantes non acclimatées au froid

(14/12°C jour/nuit)



B. Plantes acclimatées au froid

(4/4°C jour/nuit)



Fuites d'électrolytes mesurées au moment des prises d'images

Adaptation au déficit hydrique du sol

1- **Chez le pois de printemps**

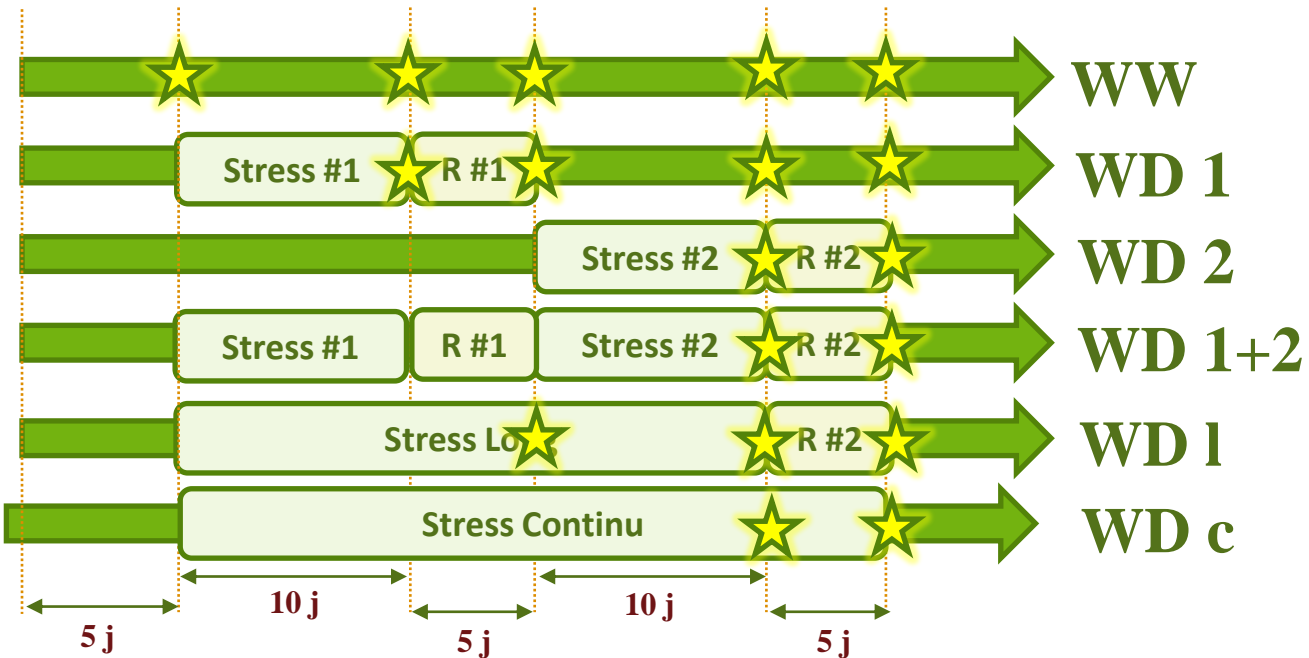
présentation des résultats du projet Plant2Pro-ARECOVER

2- **Ecophysiologie comparée de plusieurs légumineuses à graines**

présentation des résultats du projet Plant2Pro-ECODIV

1- Caractérisation de la variabilité génétique de la réponse à différents scénarii de déficits hydriques

EXPÉRIMENTATION EN CONDITIONS CONTRÔLÉES



5 géotypes :

Astronaute

Kayanne

Mowgli

Mythic

Safran

6 modalités hydriques :

- Alimentation hydrique optimale
- Stress hydrique transitoire précoce
- Stress hydrique transitoire pré-floraison
- Stress hydrique récurrent
- Stress hydrique long
- Stress hydrique continu



1- Caractérisation de la variabilité génétique de la réponse à différents scénarii de déficits hydriques



EXPÉRIMENTATION EN CONDITIONS CONTRÔLÉES

5 géotypes :

Astronaute

Kayanne

Mowgli

Mythic

Safran

Mowgli / Mythic : les - résilients

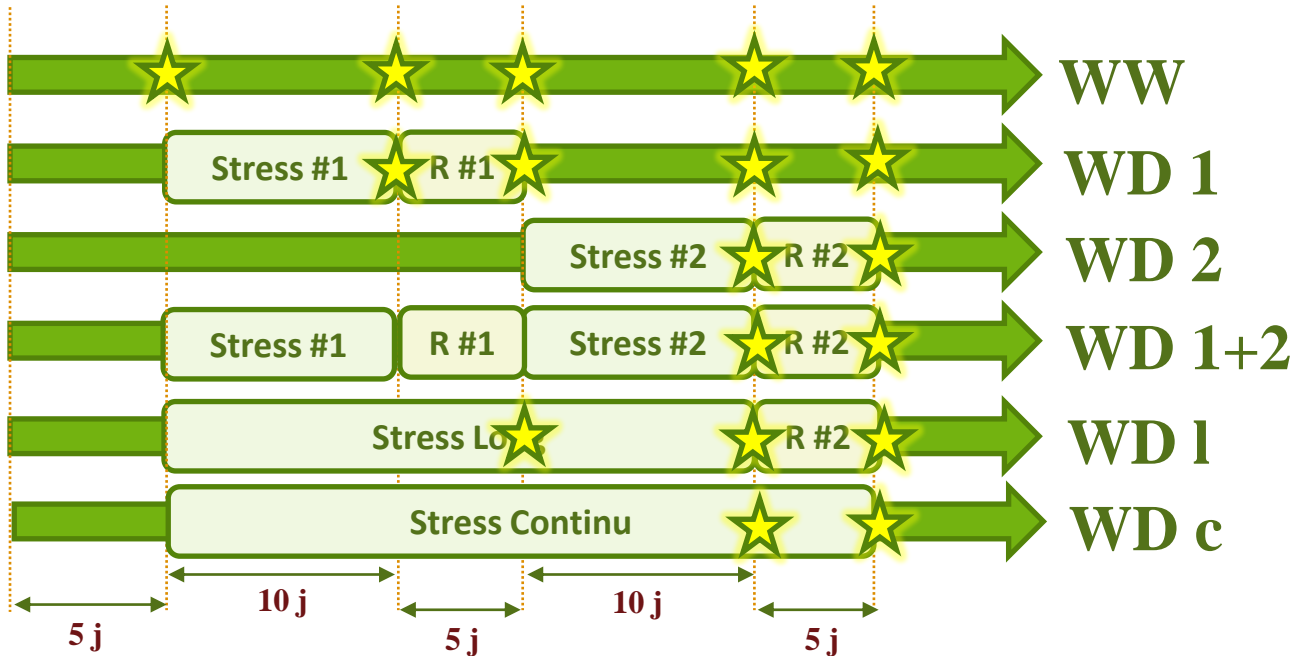
Kayanne : intermédiaire

Safran : mobilise l'effet mémoire des stress

Astronaute : le + résilient

Faible allocation de C aux nodosités

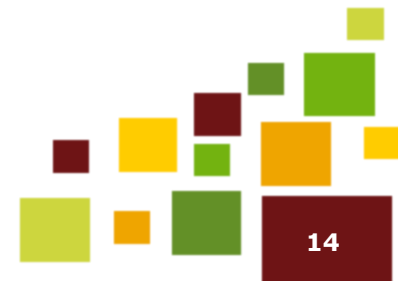
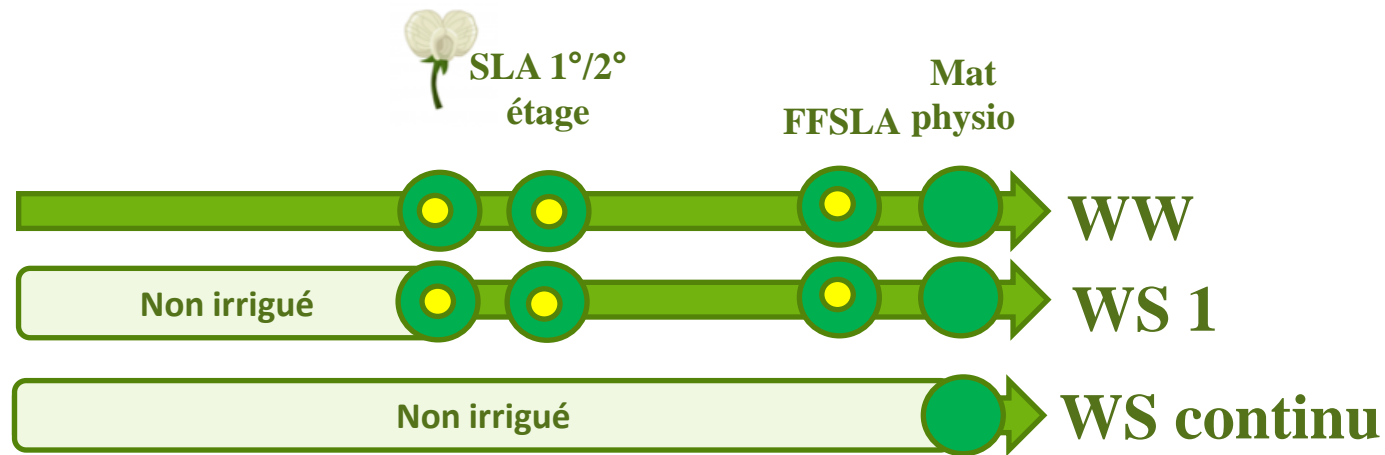
Enracinement rapide en profondeur



1- Caractérisation de la variabilité génétique de la réponse à différents scénarii de déficits hydriques



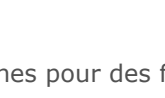
EXPÉRIMENTATION AU CHAMP



1- Caractérisation de la variabilité génétique de la réponse à différents scénarii de déficits hydriques



Même classement des variétés qu'en conditions contrôlées !



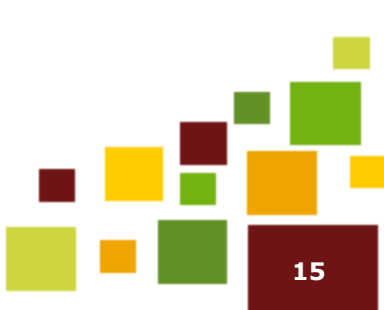
Irrigation précoce

Stress hydrique continu



Effet bénéfique d'une irrigation précoce sur RENDEMENT (+10q/ha) et TENEUR EN PROTEINES (+2-3%)

Contrôle irrigué



2-Ecophysiologie comparée de plusieurs légumineuses à graines sous déficit hydrique

6 espèces (16 génotypes)

- **Lentille** (Anicia, Flora, Rosana)
- **Soja** (Wendy, Pallador, Isidor)
- **Féverole** (Victus, Espresso, Fanfare, Tiffany, Stella)
- **Pois Chiche** (Twist, Elixir, Orion)
- **Lupin** (Amiga, Feodora)
- **Pois** (Kayanne)

2 conditions hydriques

2 plantules / Rhizotube
4 Rhizotubes / modalité

→ 256 plantes

Transplantation
+ Inoculation

Récolte

WW

WS

Stress hydrique

1 semaine

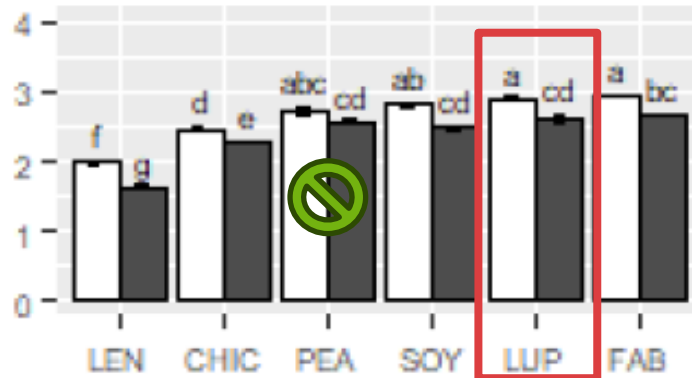
3 semaines



2-Ecophysiologie comparée de plusieurs légumineuses à graines sous déficit hydrique (WD)

WW
 WD

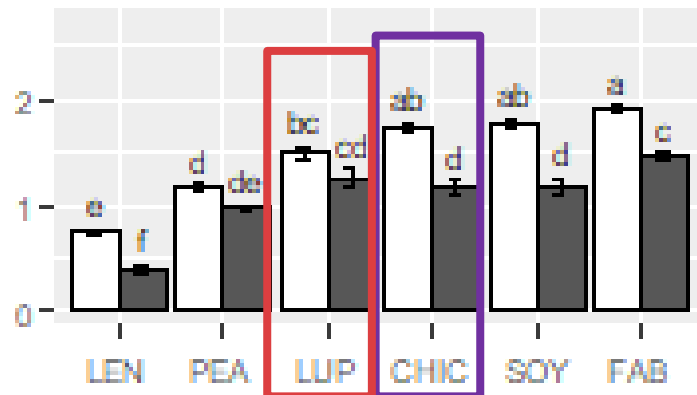
Biomasse aérienne (mg)



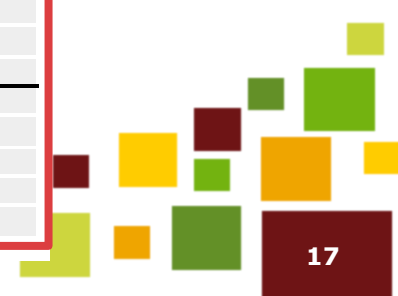
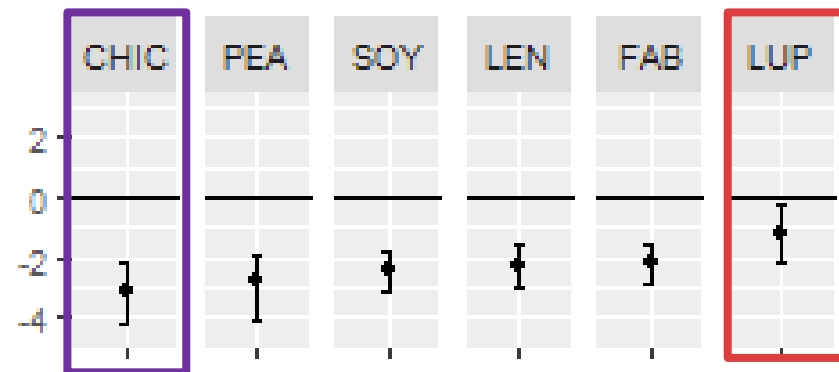
Indice de Hedge = Effet stress hydrique Sur la biomasse aérienne



Biomasse des nodosités (mg)

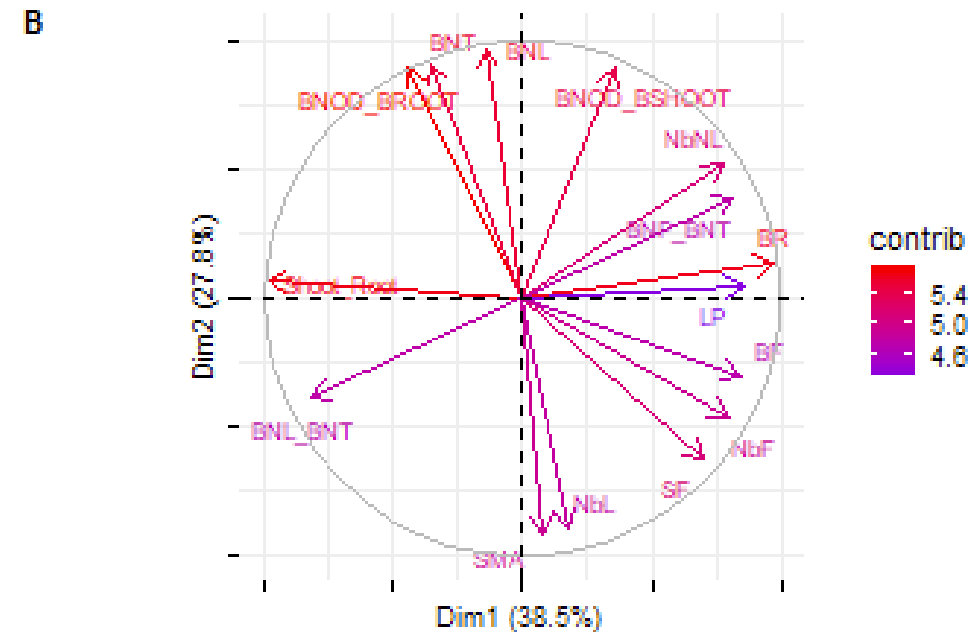
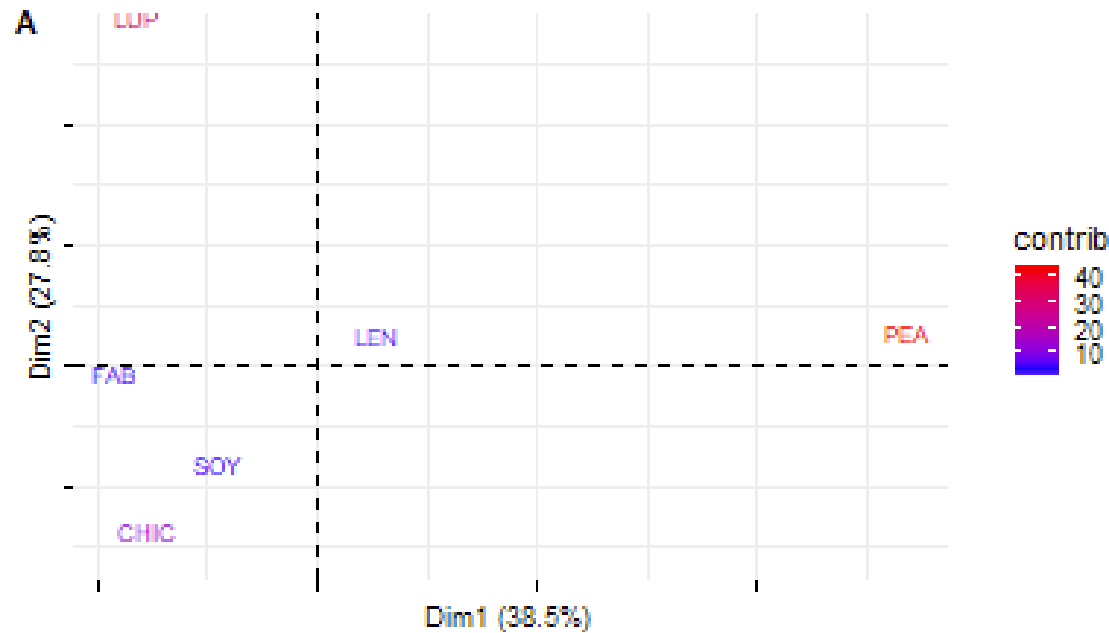


Indice de Hedge = Effet stress hydrique Sur la biomasse des nodosités



2-Ecophysiologie comparée de plusieurs légumineuses à graines sous déficit hydrique

ACP de la taille de l'effet (Hedge (d))



BNL_BNT : biomasse nodulaire des latérales/biomasse nodulaire totale
 BNP_BNT : biomasse nodulaire du pivot/biomasse nodulaire totale
 BNOB_BROOT : biomasse nodulaire/biomasse root
 BNT : biomasse nodulaire totale
 BNL : biomasse nodulaire des latérales

BNOB_BSHOOT : biomasse nodulaire/biomasse shoot
 NbNL : nombre de nodules sur les latérales
 BR : biomasse racinaire
 LP : longueur de la racine principale
 SHOOT/ROOT : ratio biomasse shoot/root

A retenir

Gel

Une méthode d'évaluation basée sur la mesure des fuites d'électrolytes :

- permet d'évaluer la vitesse d'acclimatation au froid, mais sa mise en œuvre est coûteuse
- fournit une variable relais avec les méthodes basées sur l'imagerie qui sont en cours de développement

Déficit hydrique du sol

- Il existe une forte variabilité inter et intra-spécifique de la réponse au déficit hydrique des légumineuses
- Chez le pois, le génotype le plus résilient au stress hydrique alloue moins de carbone aux nodosités et s'enracine plus rapidement en profondeur