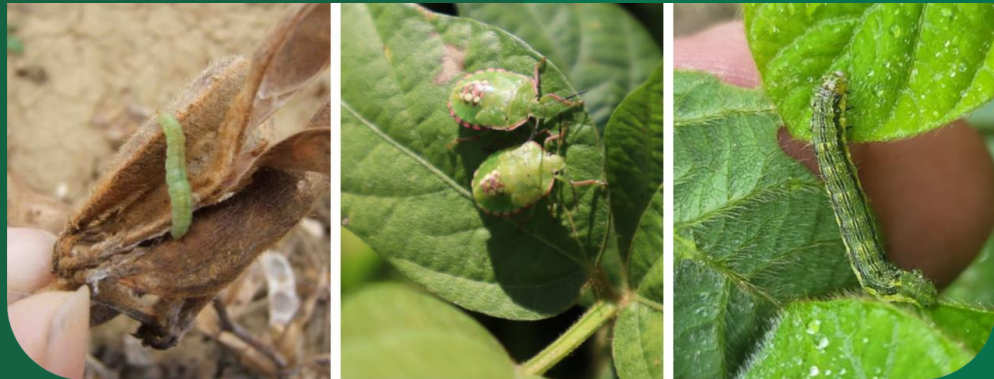


# Lancement projet SOLARIS

Baziège, le 10 avril 2026



## • Introduction de la journée

# Sommaire

- **Vue d'ensemble du projet et des actions d'accompagnement prévues**
- **Présentation des actions relative au suivi et à l'analyse de la dynamique des populations de ravageurs (WP2)**
  - Biologie des ravageurs / FOCUS sur la punaise diabolique
  - Vue d'ensemble du WP
  - Présentation de l'observatoire 2026
- **Présentation des actions relatives à la conception et l'évaluation de leviers prophylactiques de lutte (WP3)**
  - Vue d'ensemble du WP
  - FOCUS sur l'initialisation d'un programme de sélection pour des variétés tolérantes aux lépidoptères
  - FOCUS sur le décalage de la date de semis, les connaissances existantes et les perspectives
  - Présentation des autres leviers travaillés: travail du sol, irrigation et piégeage de masse
- **Présentation des actions relatives à la conception et l'évaluation de nouveaux leviers de lutte directe (WP4)**
  - Vue d'ensemble du WP
  - FOCUS sur les produits de biocontrôle
  - FOCUS sur les parasitoïdes
  - Présentation des autres leviers : cultures pièges et élaboration de stratégies attract and kill
- **Présentation des actions visant à co-construire des itinéraires techniques innovants (WP5)**

# Présentation générale du projet et des actions d'accompagnement prévues

- La pyrale du haricot et la punaise verte sont des ravageurs « historiques » sur soja ; les attaques de noctuelle sont constatées depuis 4 à 5 ans
  - Punaise diabolique : premières observations → dégâts et nuisibilité à approfondir
  
- Dont la pression montante sur les dernières années menace la pérennité de la production dans le Sud-Ouest, en particulier en conditions de production AB
  - Pas de solutions de lutte sauf sur noctuelle de la tomate → impasses techniques
  - Plus de surfaces conduites sans irrigation : risque plus important vis-à-vis de certains ravageurs et potentiel, de base, plus faible



Pyrale du haricot  
*Etiella zinckenella*

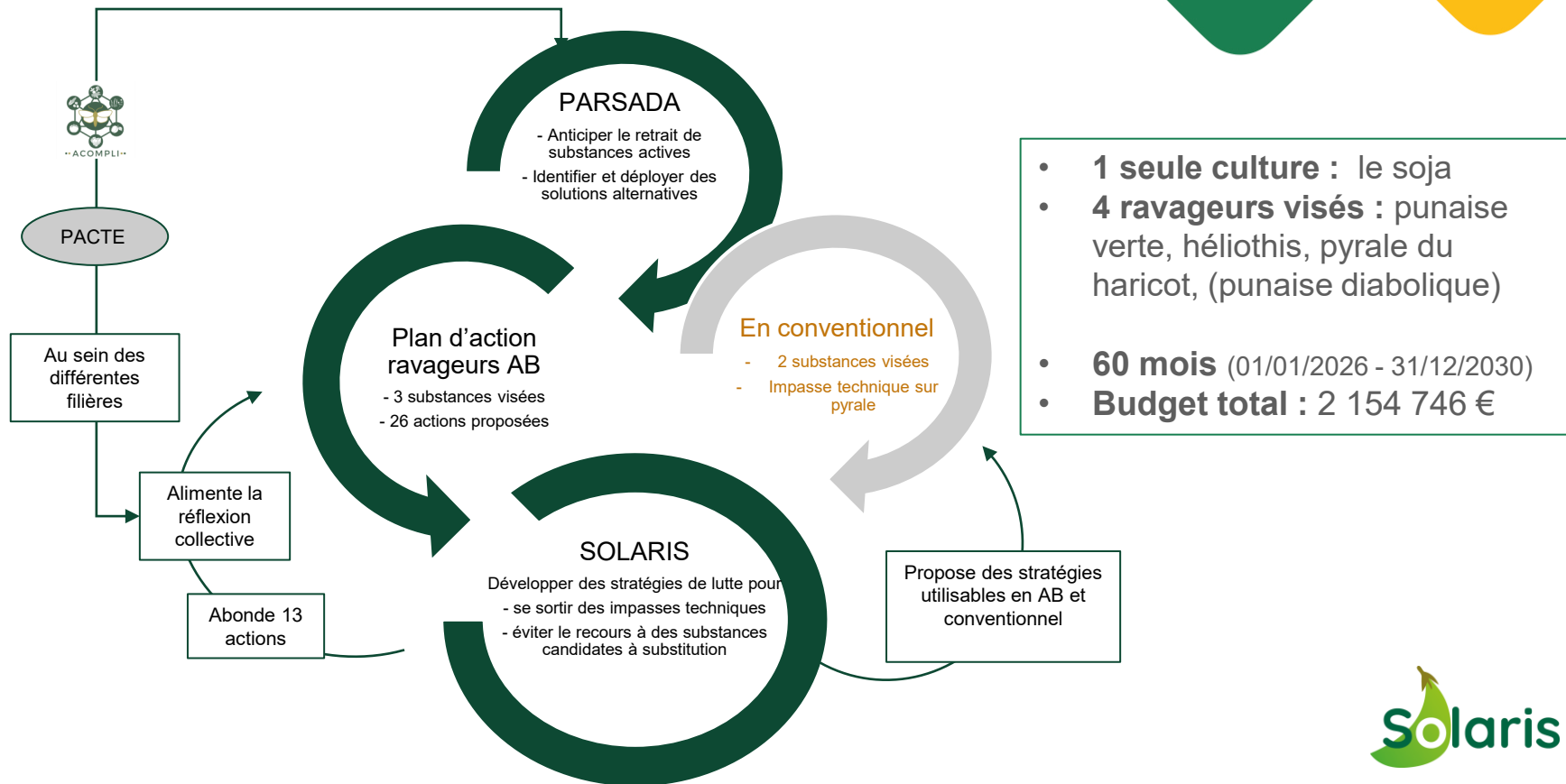


Noctuelle de la tomate (héliothis)  
*Helicoverpa armigera*



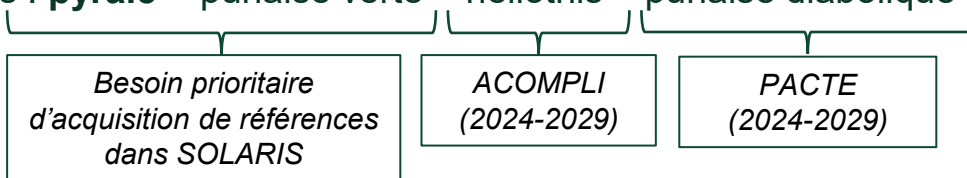
Punaise verte & diabolique  
*Nezara viridula*  
*Halyomorpha halys*

# Fiche d'identité et positionnement du projet par rapport aux enjeux des PARSADA



# Priorisation pour le projet

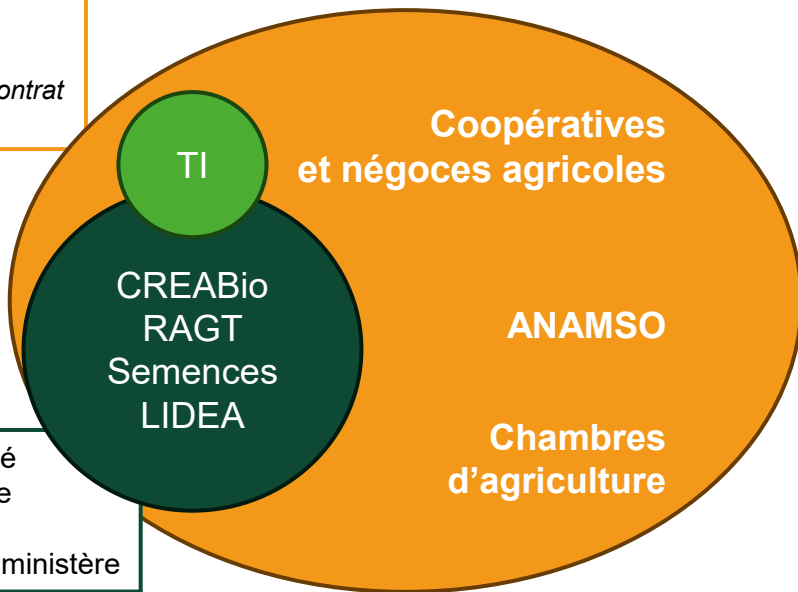
- L'état des connaissances (actuelles et en cours d'acquisition) n'est pas du même niveau sur ces 4 ravageurs : **pyrale** < punaise verte < héliothis < punaise diabolique



- Tous les leviers potentiels de lutte **ne seront pas travaillés sur tous les ravageurs** → *priorisation selon pertinence et état des connaissances*
- *Mais en cas de la présence de ravageurs « non ciblés » : suivi d'opportunité => identifier les synergies ou les antagonismes*
- La construction des itinéraires techniques innovants prendra en compte l'ensemble des ravageurs potentiels mais en visant à **contrôler prioritairement les plus problématiques**

# Un partenariat "original"

- Prestataire de Terres Inovia
- Rend compte à Terres Inovia (*contrat de prestation*)



- Partenaire financé directement par le PARSADA
- Rend compte au ministère

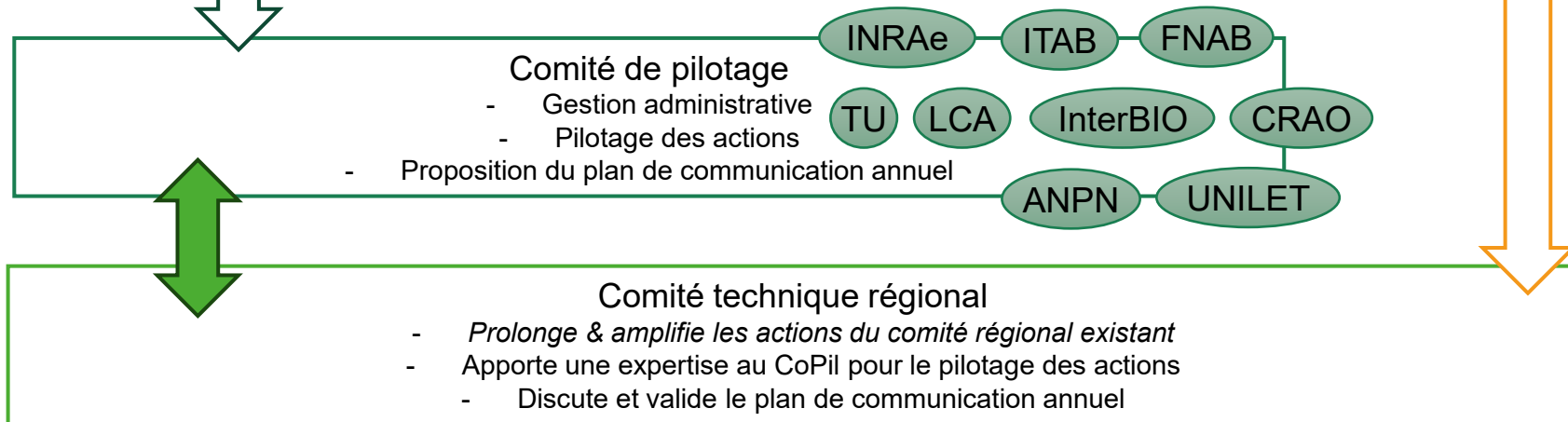
## Pourquoi cette organisation partenariale ?

- Pour pouvoir être partenaire financé = minimum de 40 000 euros de subventions demandée sur 5 ans
- Soit :
  - 50 000 euros de dépenses pour les structures de type "conseil agricole" (Chambres d'agriculture)
  - 100 000 euros de dépense pour les structures "économiques" (coopératives, négoce etc.)
- Plancher trop élevé!
- Hors de question de ne pas intégrer les partenaires en région au projet
  - Intégrés comme prestataires de Terres Inovia (67% du budget prestation TI)

# Un pilotage à 2 voix

## Partenaires financés

## Partenaires en région



# Quatre axes structurants

## Mieux comprendre la dynamique des ravageurs (WP2)

- Poursuivre et étendre l'observatoire des ravageurs (*pression, dégâts, nuisibilité + conditions de production*)
- Mieux comprendre les facteurs qui influencent la dynamique des vols et les dégâts observés
- Produire un outil de diagnostic et de conseil : grille de prédiction de risques

## Elaborer et évaluer de nouveaux moyens de lutte (WP3 et WP4)

- Initier un programme de sélection pour des variétés résistantes aux lépidoptères
- Etudier les leviers de lutte directe ET indirecte
- Evaluer les leviers seuls et en combinaison

## Co-contruire des ITK innovants (WP5)

- Etudier comment intégrer les nouveaux moyens de lutte les plus prometteurs dans l'itinéraire technique du soja
- Dans ≠ contextes de production
- Evaluation TKéconomique a priori puis valuation au champ des options les plus intéressantes

## Accompagner le transfert des références et connaissances vers les agriculteurs (WP6)

- Communication régulière et coordonnée entre partenaires
- Temps forts annuels
- Formation
- Capitalisation via des synthèses de connaissance facilement accessibles

# Une communication à 360°

- ➔ OBJECTIF n°1: communiquer tout au long de la vie du projet, y compris dès le début
- ➔ OBJECTIF n°2 : organiser une communication cohérente entre **toutes les parties prenantes** du projet via un plan de communication **discuté annuellement**
  - **Lors du comité technique régional annuel**



*Des réunions de  
partage et d'échanges*

Les supports et vecteurs

*Réunion de lancement &  
colloque final de cloture*

*Comités techniques  
régionaux & comité de  
pilotage*

*Réunion techniques*

# Une communication à 360°

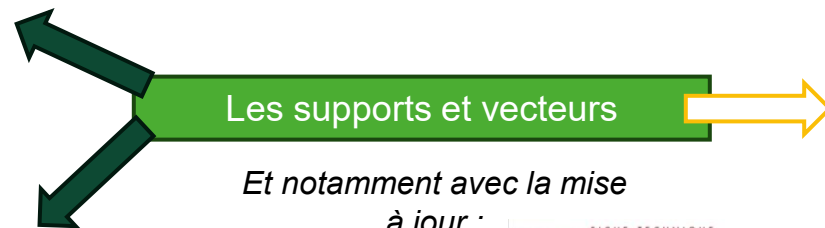
- ➔ OBJECTIF n°1: communiquer tout au long de la vie du projet, y compris dès le début
- ➔ OBJECTIF n°2 : organiser une communication cohérente entre **toutes les parties prenantes** du projet via un plan de communication **discuté annuellement**
  - **Lors du comité technique régional annuel**



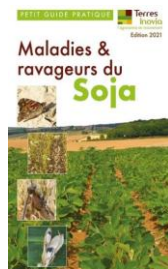
*Des réunions de  
partage et d'échanges*



*De l'écrit!  
Pour présenter, synthétiser,  
informer...ne pas oublier*



*Et notamment avec la mise  
à jour :*



*Une lettre d'information  
annuelle résumant les  
actions et résultats de  
l'année*

# Une communication à 360°

- ➔ OBJECTIF n°1: communiquer tout au long de la vie du projet, y compris dès le début
- ➔ OBJECTIF n°2 : organiser une communication cohérente entre **toutes les parties prenantes** du projet via un plan de communication **discuté annuellement**
  - **Lors du comité technique régional**



*Des réunions de  
partage et d'échanges*



*De l'écrit!  
Pour présenter, synthétiser,  
informer...ne pas oublier*



*Des annonces  
et relais via les  
réseaux sociaux*



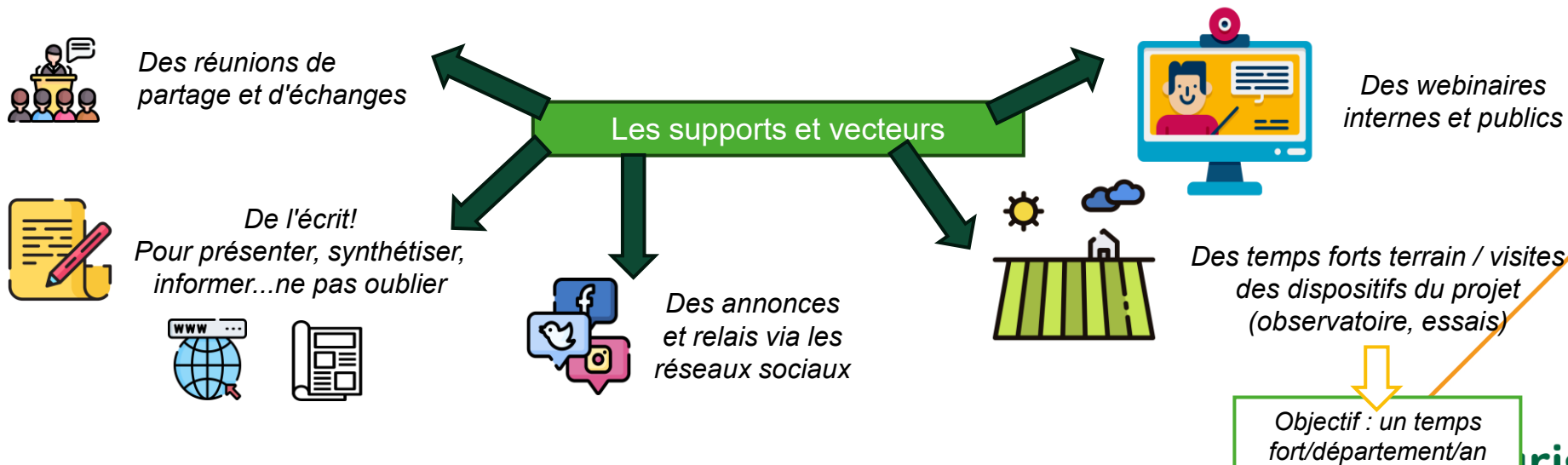
*Des webinaires  
internes et publics*



*Reconduite du  
webinaire sur mi à  
fin 2028*

# Une communication à 360°

- ➔ OBJECTIF n°1: communiquer tout au long de la vie du projet, y compris dès le début
- ➔ OBJECTIF n°2 : organiser une communication cohérente entre **toutes les parties prenantes** du projet via un plan de communication **discuté annuellement**
  - **Lors du comité technique régional**



# Des temps forts à organiser ensemble

- Pour chaque partenaire, remontée des actions de communication prévues lors du comité technique régional:
  - Articles d'information
  - Articles et fiches techniques
  - Temps forts terrains
  - Formations
  
- Positionnement dans le plan de communication annuel
  - Période
  - Relais de communication à envisager

**Avez-vous des questions?**

# Présentation des actions relative au suivi et à l'analyse de la dynamique des populations de ravageurs (WP2)

# Ravageurs

## Pyrale du haricot : Biologie et nuisibilité

**Nom latin :** *Etiella zinckenella*

**Ordre :** Lépidoptère (Papillon)

**Nuisibilité :** 1,5 q/ha par tranches de 10% de gousses attaquées (estimations Terres Inovia, 2005)



### BIOLOGIE

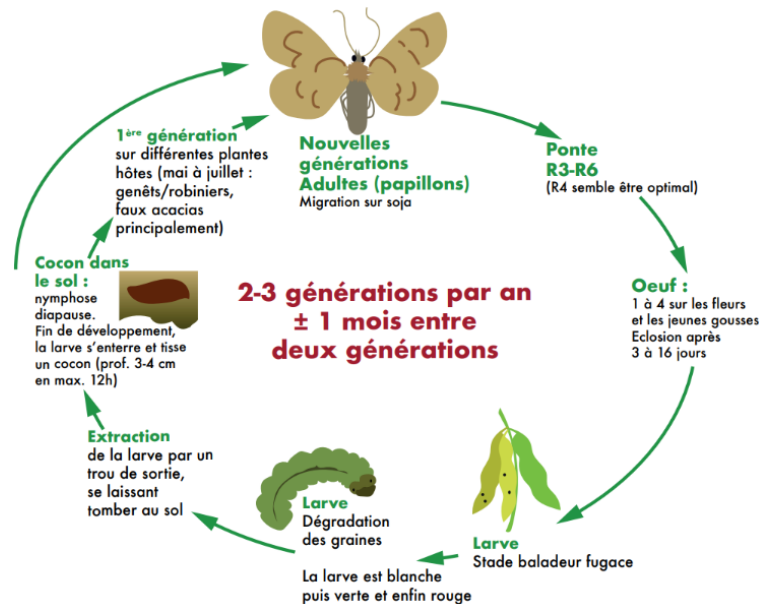
Après une première génération dans les légumineuses sauvages (Genêt, Robinier faux-acacia, ...), les deux générations suivantes s'attaquent au soja et couvrent la phase de formation et de remplissage des gousses, principalement en bordures de parcelle, causant pertes de rendement, de qualité et de conservabilité. Les œufs sont pondus directement sur les gousses. Après éclosion, la larve pénètre rapidement dans la gousse et la chenille se nourrit des graines en cours de remplissage, protégée de toute action de contact des insecticides.

# Ravageurs

## Pyrale du haricot : Biologie et nuisibilité

### POTENTIEL D'INFESTATION

- Accouplement la nuit, comportement d'appel des femelles via phéromones, qui ne s'accouplent qu'une seule fois.
- Pontes en début de nuit, entre 1 et 12 jours après fécondation
- 50 à 200 œufs par femelle, à un rythme moyen d'une vingtaine d'œufs pondus par nuit.



# Ravageurs

Héliothis : Très brièvement...

**Nom commun** : Noctuelle de la tomate

**Nom latin** : *Helicoverpa armigera*

**Ordre** : Lépidoptère (Papillon)



## Polyphagie et voracité

- Grande diversité d'hôtes
- Préférence pour les parties aériennes riches en azote (fruits, gousses, etc.)

## Potentiel reproductif élevé

- Fécondité élevée
- Cycle court (35 – 50 jours)
- Plusieurs générations par an (3 entre mai et octobre)

## Adaptabilité et mobilité

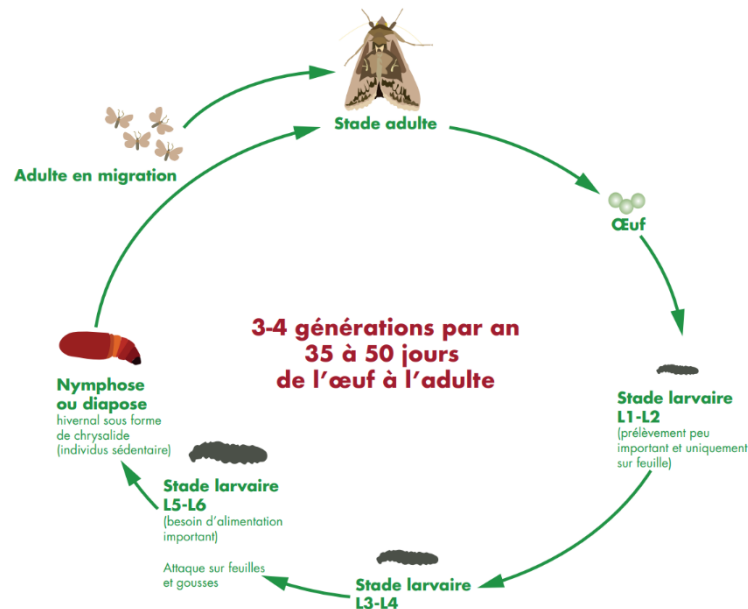
- Migrations régionales
- Sédentarité hivernale
- Capacité de déplacement des larves et adultes

# Ravageurs

Héliothis : Très brièvement...

## BIOLOGIE

- Fécondité très élevée : 400 à 450 œufs/femelle en moyenne (et jusqu'à 3000 œufs), déposés individuellement
- Cycle court : 35 à 50 jours
- 3 générations se succèdent par an en moyenne entre mai et octobre
- Les générations se chevauchent (migrations et diapause hivernale de populations sédentaires)
- Grande capacité de déplacement : La chenille est capable de changer de plante et consommer de nombreuses gousses | L'adulte est en capacité de migrer sur plusieurs centaines de kilomètres



# Ravageurs

## Punaise verte et punaise diabolique / présentation du projet PACTE

- Cf présentation d'Alexandre Bout (UMR Institut Sophia Agrobiotech / Entomologiste et co-animateur du groupe "Punaise diabolique et autres punaises" du GIS Fruit)

# Observatoire des ravageurs

## Pourquoi réaliser un observatoire ?

- Meilleure connaissance des dynamiques de populations pour les 4 ravageurs ciblés.
- Comprendre les liens entre les pertes de rendements, les dégâts observés et la dynamique des populations.
- Identifier les facteurs expliquant les dégâts selon le contexte parcellaire, climatique et le niveau de présence.
- Améliorer la prévision des risques suivant les contextes de productions. **Où, quand et à quel niveau de risque ?**
- Améliorer l'anticipation des risques. **Agir avant que ça arrive.**

## Organisation et couverture géographique de l'observatoire.

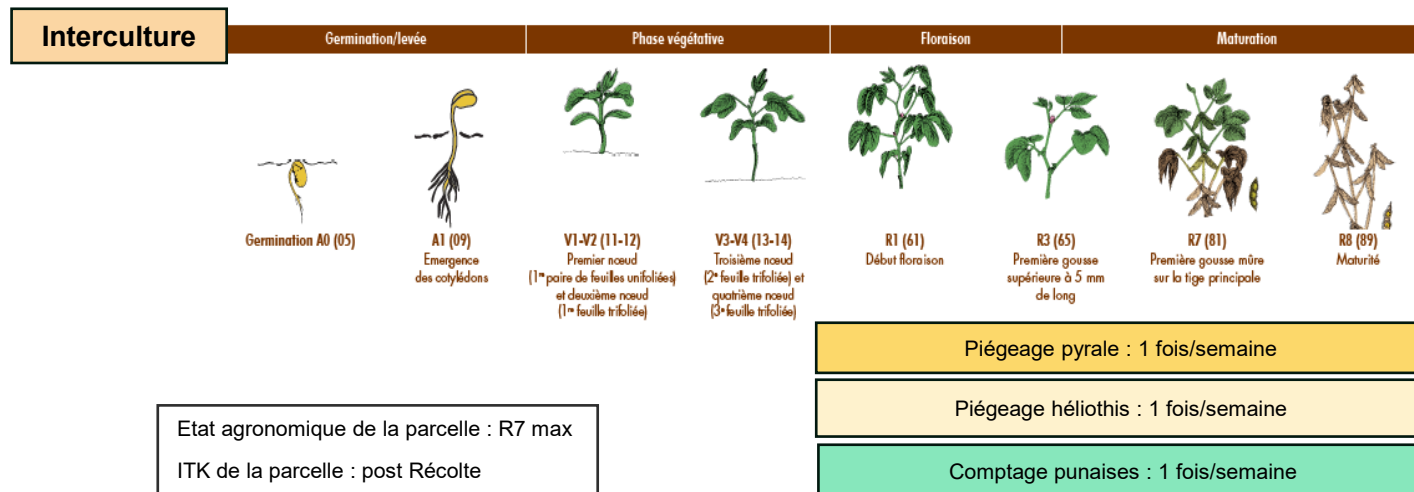
- Réseau de 40 à 80 parcelles/an suivies par Terres Inovia et les partenaires en région.
- Terres Inovia assure l'animation, la gestion logistique, la centralisation et l'analyse des données.
- **Aquitaine et Midi-Pyrénées** : pyrale du haricot, héliothis, punaise verte et punaise diabolique.
- Extension à Auvergne/Rhône-Alpes et Bourgogne pour le suivi punaise verte et punaise diabolique.
- Mix attendu de parcelles suivies entre agriculture biologique et conventionnelle.
- Diversité de pédoclimats et de pratiques, notamment en termes d'irrigation et de travail du sol.



**4 campagnes de suivies de 2026 à 2029.**

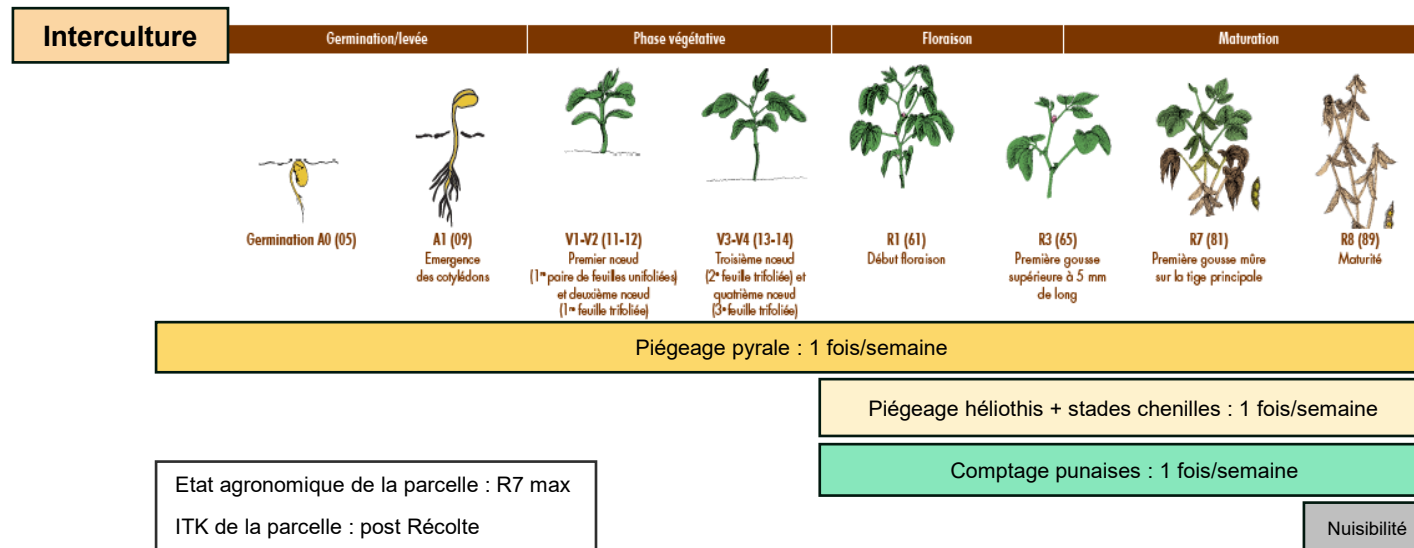
## Deux niveaux de suivi :

- Niveau 1 : Piégeage/suivi des ravageurs ciblés.
- Niveau 2 : Piégeage/suivi des ravageurs ciblés + suivi précoce PDH + Dégâts sur gousses et graines.



## Deux niveaux de suivi :

- Niveau 1 : Piégeage/suivi des ravageurs ciblés.
- Niveau 2 : Piégeage/suivi des ravageurs ciblés + suivi précoce PDH + Dégâts sur gousses et graines.





## Pourquoi suivre précocement la pyrale du haricot

### ▪ Un ravageur étroitement lié au soja

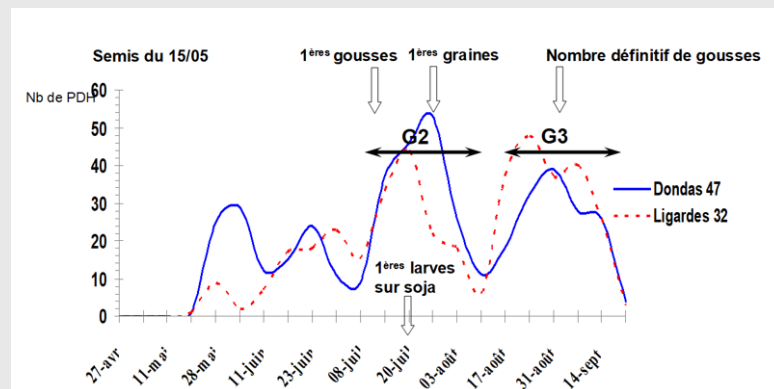
- La première génération se développe localement sur des plantes sauvages ou cultivées, à proximité des parcelles de soja.
- Le soja est l'une des dernières plantes hôtes de la pyrale avant l'hivernation.
- Les populations de l'année suivante sont essentiellement issues des nymphes qui émergent des anciennes parcelles de soja.

### ▪ Anticiper et adapter la lutte

- Le suivi précoce pour détecter les premières arrivées avant le semis du soja et ainsi mieux comprendre leur dynamique.
- Développer des stratégies visant à réduire les premières populations de pyrales (Cf WP3.).

### Dynamique de colonisation de deux parcelles de soja en 2004 en France (Ballanger & Duroueix, 2009).

Piégeage sexuel de la pyrale des haricots, Dondas (47) et Ligardes (32). Cycle de la PDH (G2 = 2<sup>ème</sup> génération de papillon) et cycle du soja sur les sites observés.



En 2025, 2 compositions de phéromones ont été testées : commerciale (Econex) et sur mesure (Bioprox).

- Pression faible qui ne permet pas de conclure sur le choix de la phéromone.
- L'intensité de piégeage est restée globalement faible.
- Léger avantage pour Econex.

En 2026, pour l'observatoire SOLARIS :

- Suivi de l'ensemble des parcelles avec Econex.
- Sur une sélection de parcelles, comparaison de 4 phéromones (Econex et trois autres phéromones).

### **Éléments de bibliographie.**

5 composés principaux identifiés ; nombreux mélanges et ratios testés ; forte variabilité géographique.

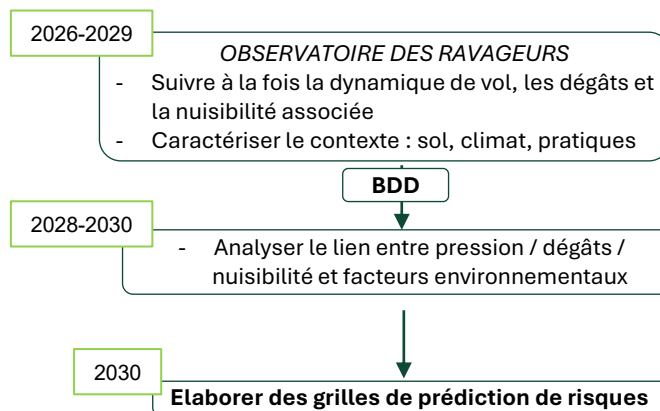
### **Bibliographie de référence.**

Tóth et al., 1989 ; Tóth et al., 1996 ; Angerilli et al., 1998 ; Tabata et al., 2008 ; Tabata et Yasuda, 2011.

## Vue d'ensemble

Un préalable : une biologie bien documentée sur les 4 ravageurs

Approfondir les connaissances existantes sur les dynamiques des populations



Car ce sont ceux qui présentent la variabilité interannuelle la plus importante



Ponts à faire avec ACCOMPLI

# WP 2 – Dynamique des ravageurs

## Les livrables attendus

	Actions	Livrables prévus et échéances	Utilisation
WP2	Observatoire des ravageurs	<b>Chaque année, de 2026 à 2029</b> : constitution d'une base de données associée.	Caractérisation des contextes de production des systèmes soja ; Analyser le lien entre pression, dégâts, nuisibilité et facteurs environnementaux (pédoclimat, pratiques) ; Supports d'échanges avec les agriculteurs
	Acquisition de références complémentaires sur les pratiques culturales	<b>2028</b> : Base de données <b>2029</b> : Synthèse des essais et des enquêtes <b>2030</b> : Article technique	Compléter l'analyse faite sur les données issues de l'observatoire ; Mieux comprendre l'impact des pratiques culturales sur les dynamiques des insectes
	Analyse de l'effet des facteurs environnementaux sur les dynamiques de vol	<b>2029 et 2030</b> : Synthèse de l'analyse menée (non diffusée). Modèle de prédiction de vol/pression.	Etablissement de modèle prédictif pour prédire les dynamiques de vol et/ou la pression des ravageurs sur une année donnée.
	Elaboration de grilles de risques	<b>2030</b> : Grille de risque	Estimation du risque en temps réel ; Alimentation de futurs OAD et pilotage en parcelles agricoles.

# Le réseau 2026

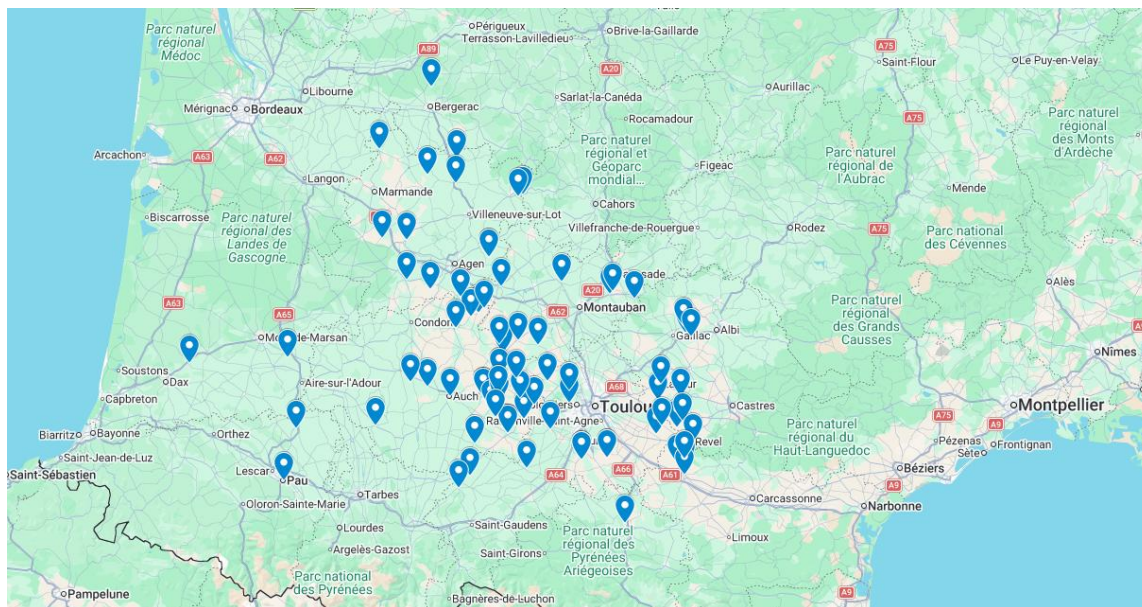
Pyrale du haricot :

- 18 partenaires impliqués en niveau 1
- 10 partenaires impliqués en niveau 2

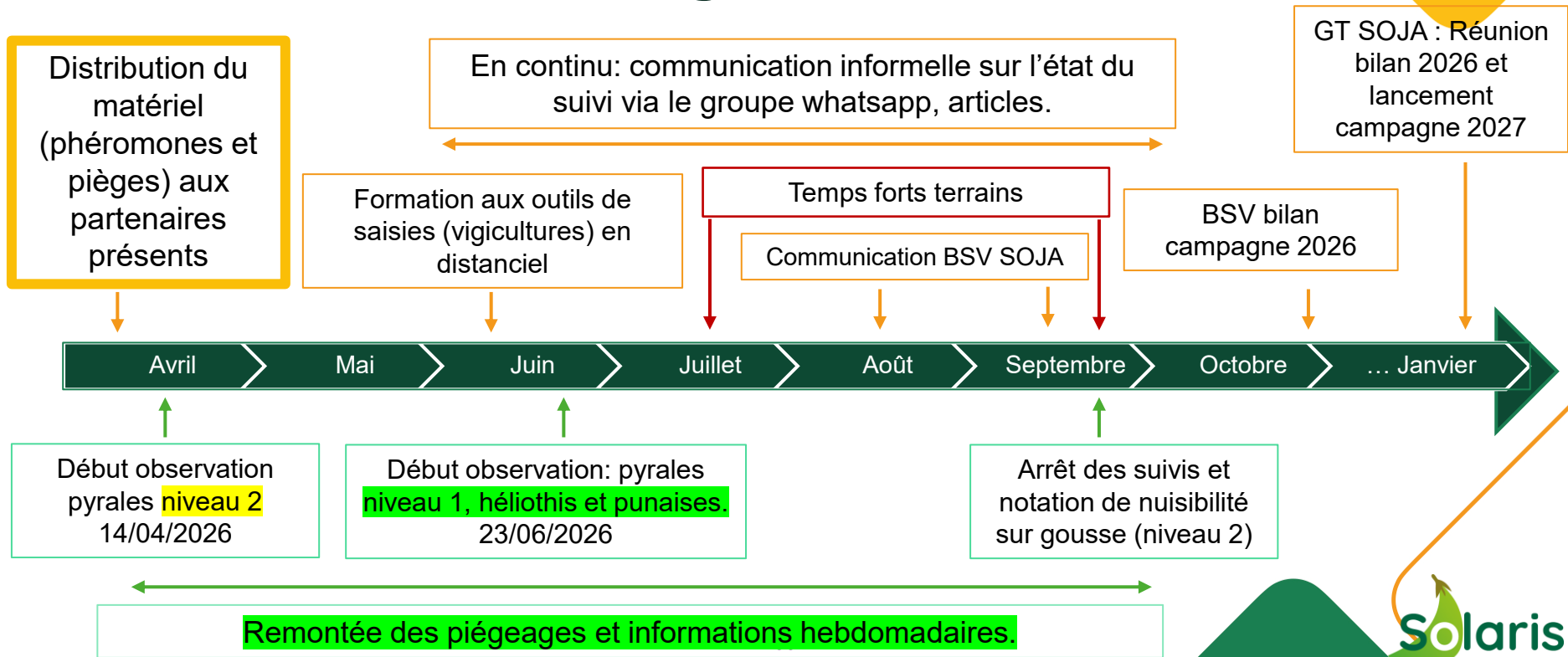
	Nombre de parcelles engagées pour la campagne 2026		
Type de suivi	PYRALE NIVEAU 1	PYRALE NIVEAU 2 Pour une parcelle engagé niveau 2, une parcelle en niveau 1 obligatoire (1 pyrH ; 1 héliothis)	Héliothis Pour une parcelle engagée en pyrale, un suivi héliothis obligatoire
TOTAL effectifs	92	22	114

# Le réseau 2026

Localisation (à la commune) sur 83 parcelles :



# Délais et des échanges attendus



# Les outils de saisie

Vigicultures, excel, survey...

Chaque semaine :

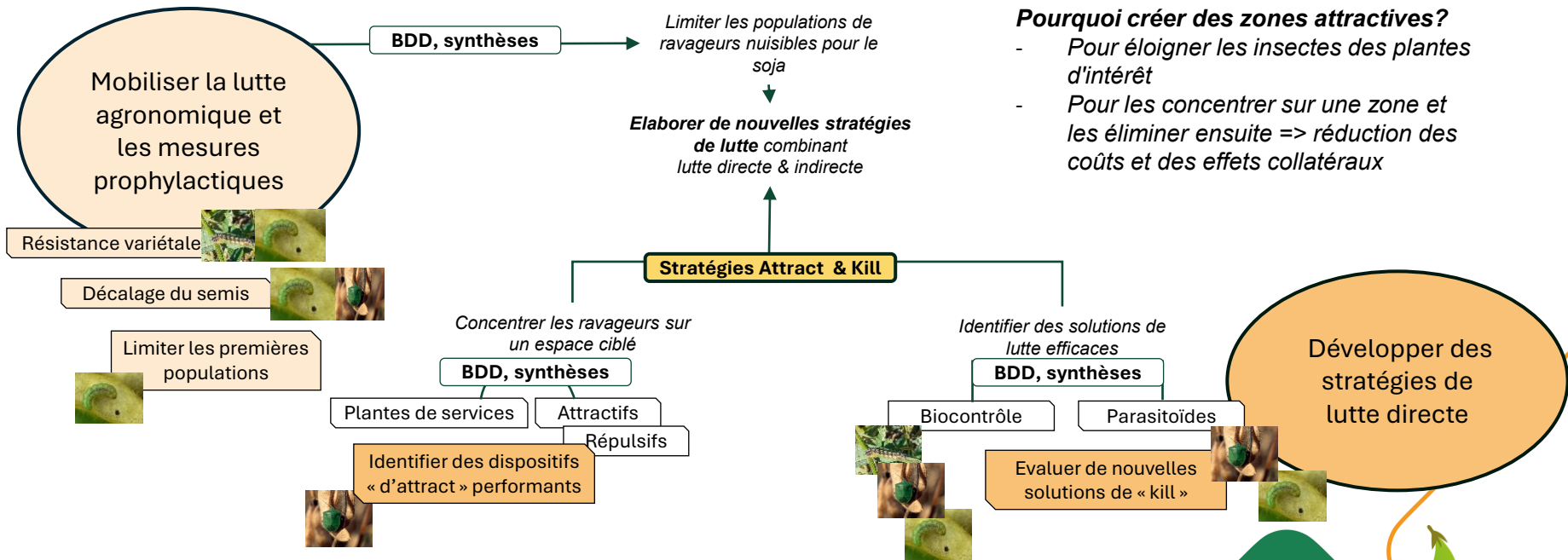
- Suivi hebomadaire des comptages d'adultes dans les pièges : **Vigicultures**.
- Le comptage des punaises sur **multicounter** (application mobile) puis remplir sur **Vigicultures**.

Une fois par campagne :

- Renseigner les informations de l'itinéraire technique, maladies, accidents de cultures... sur **Survey 123**. (application mobile)
- Les notations de nuisibilité sur gousses et graines sont à saisir un fichier Excel (modèle fourni) et les moyennes seront à saisir également dans Vigiculture

**Avez-vous des questions?**

# Présentation des actions relatives à la conception et l'évaluation de leviers prophylactiques de lutte (WP3)



	Actions	Livrables prévus et échéances	Utilisation
WP3	Appui à l'initialisation d'un programme de sélection de variétés tolérantes	<b>2030</b> : Matériel génétique avec une précocité adaptée à la France, intégrant les gènes de résistances ciblés et dont le niveau de tolérance vis-à-vis des insectes cibles a été vérifié	Utilisation en parent donneur pour les prochains programmes de sélection en soja ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ
	Stratégie d'esquive	<b>Chaque année, de 2026 à 2028</b> : Base de données, CR essais. Résultats diffusés via les réunions techniques ; <b>2028</b> : Synthèse provisoire ; <b>2030</b> : Synthèse définitive	Supports d'échanges avec les agriculteurs ; Construire des ITK innovants combinant lutte directe et indirecte ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ
	Limiter les premières populations en interculture	<b>Chaque année, de 2026 à 2028</b> : Base de données, CR essais. Résultats diffusés via les réunions techniques ; <b>2028</b> : Synthèse provisoire ; <b>2030</b> : Synthèse définitive	Supports d'échanges avec les agriculteurs ; Construire les ITK innovants qui seront ensuite testés au champ ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ
WP4	Identifier les dispositifs d'attract les plus performants	<i>Chaque année, de 2026 à 2028</i> : Base de données, CR essais. Résultats diffusés via les réunions techniques <b>2030</b> : Intégration des résultats dans la synthèse sur les stratégies Attract and Kill	Elaborer puis tester des stratégies Attract and Kill ; Construire les ITK innovants qui seront ensuite testés au champ ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ
	Evaluer de nouvelles solutions de kill	<b>Chaque année, de 2026 à 2028</b> : Base de données, CR essais. Résultats diffusés via les réunions techniques <b>2030</b> : Intégration des résultats dans la synthèse sur les stratégies Attract and Kill	Elaborer puis tester des stratégies Attract and Kill ; Construire les ITK innovants qui seront ensuite testés au champ ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ
	Elaborer et tester des stratégies Attract and Kill	<b>Chaque année, de 2028 à 2030</b> : Base de données, CR essais ; <b>2030</b> : Synthèse provisoire	Construire les ITK innovants qui seront ensuite testés au champ ; Supports d'échanges avec les agriculteurs ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ

# Initialisation d'un programme de sélection

# Contexte - Leviers de défense du soja

Le soja possède naturellement des leviers pour se défendre :

- **Tolérance** :
  - Perte d'une partie du feuillage sans perte de rendement,
  - Certaines variétés ont même la capacité à ne pas avorter leurs gousses malgré les piqûres de punaises.
- **Antixénose** (répulsion) :
  - **barrières physiques** comme la **pubescence** : densité et type de poils sur les feuilles qui rendent la ponte physiquement très difficile et limitent la mobilité des jeunes larves.
  - **répulsion chimique** : **signaux chimiques volatils ou gustatifs** qui découragent l'insecte de s'installer ou de se nourrir sur la plante.
- **Antibiose** (toxicité pour l'insecte) :  
**molécules** (flavonoïdes, isoflavonoïdes, saponines) ou **inhibiteurs d'enzymes digestives** qui empêchent l'insecte d'assimiler les nutriments et inhibent leur croissance.

# Contexte - Ressources génétiques

- Résistance aux insectes foreurs :



- La gousse est l'organe qui contient le grain, **toute modification** chimique ou structurelle de la gousse pour repousser les insectes **risque de perturber le métabolisme de remplissage des graines**.
- De plus, les **mécanismes de toxicité des gousses** sont beaucoup plus difficiles à **identifier** génétiquement que ceux de la toxicité des feuilles.

- Résistance aux piqueurs-suceurs :



- La recherche sur les punaises s'appuie sur les travaux réalisés pour le puceron du soja (Aphis glycines) car les mécanismes de défense sont très proches (flavonoïdes) mais il faut cumuler beaucoup de gènes avec une efficacité minime.
- Les lignées **PI171444** et **PI227687** présentent une résistance naturelle à la punaise verte (*Nezara viridula*).



# Contexte - Ressources génétiques



## • Résistance aux lépidoptères défoliateurs :

- Des chercheurs américains (Ortega et al 2016 & 2017) ont réussi à créer différents matériels génétiques portant un ou plusieurs QTL de résistance aux **lépidoptères défoliateurs** et ont évalué leur efficacité par rapport à ces ravageurs :
  - Benning-MGHE (contient les 4 QTL : M, G, H et E)
  - Benning-ME (contient les QTL M et E) : 67% de défoliation en moins par rapport à une variété classique
  
- La combinaison **M + E** offre une résistance quasi identique à la combinaison complète tout en évitant le QTL-G qui réduit le rendement

Lignées sauvages japonaises  
Sodendaizu (MG VII) Miyakio White (MG VIII)

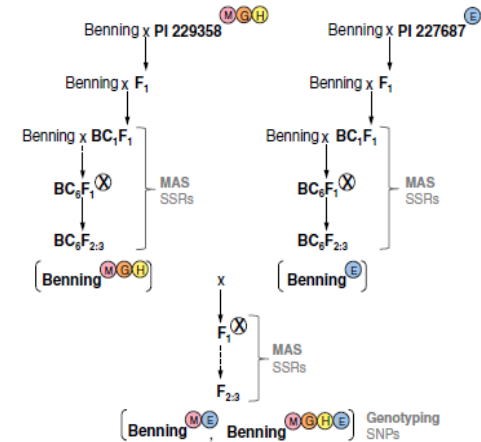
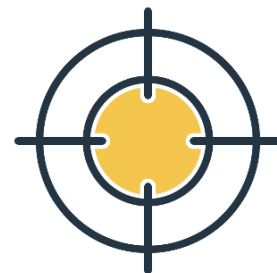


Fig. 1 Breeding scheme for pyramiding insect-resistance QTLs in Benning. Benning<sup>MGH</sup> (Zhu et al. 2007) and Benning<sup>E</sup>, developed from a cross between Benning and PI 227687, were crossed; and the QTL combinations Benning<sup>ME</sup> and Benning<sup>MGHE</sup> were selected in the progeny. SSRs were used for marker-assisted selection (MAS) of QTL pyramids in each generation, and SNPs (Ortega 2016, personal communications) were used to genotype the plants used in the bioassays

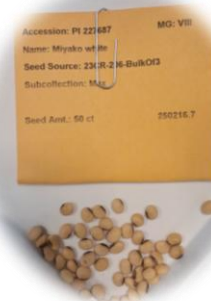
# Les objectifs du projet de résistance variétale

- L'objectif dans le cadre du projet est de créer du matériel :
    - **adapté aux conditions françaises** : groupe de précocité entre 000 et I
    - qui rassemble les **gènes de résistance / tolérance aux lépidoptères défoliateurs** décrits par Ortega et al.
- ➔ On vise une **INITIALISATION** d'un programme de sélection = pre-breeding



# Les actions prévues

- 1) **Récupérer le matériel génétique** contenant les différents gènes de résistance :
  - **Lignées améliorées Benning-ME et Benning-MGHE** : pas de réponse des auteurs
  - **Lignées donneuses PI229358 (QTL M,G,H) et PI227687 (QTL E)** : commandées au GRIN géré par l'USDA aux Etats-Unis = collection mondiale de soja (reçues)

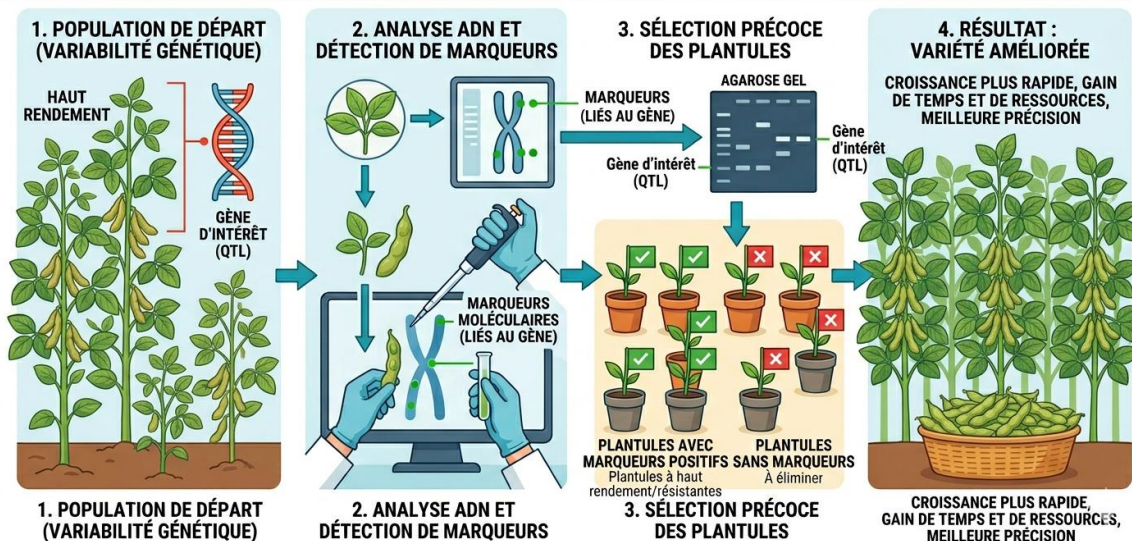


# Les actions prévues

## 2) Développer les marqueurs moléculaires



### LA SÉLECTION ASSISTÉE PAR MARQUEUR (SAM) : UN OUTIL DE PRÉCISION

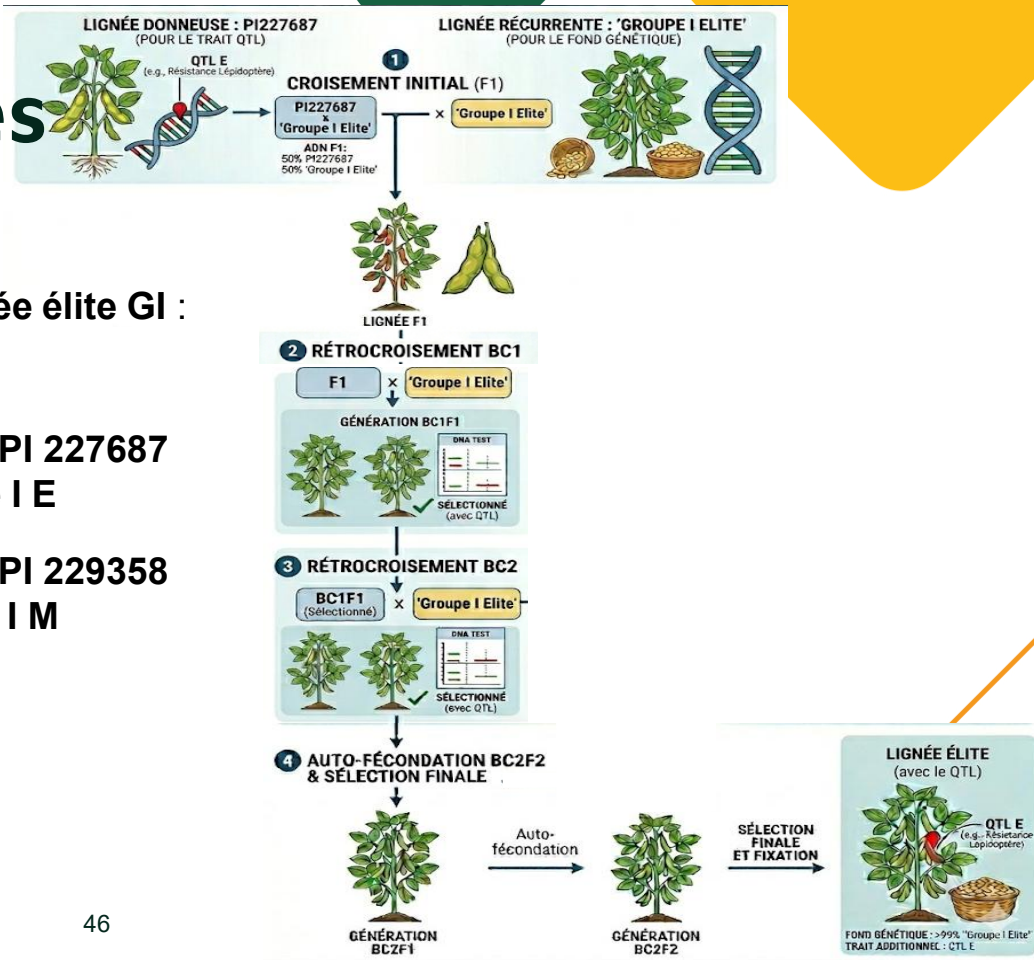


Outil indispensable pour trier les plantes qui permet de ne conserver que les plantes d'intérêt portant les QTL M et E sans les défauts agronomiques des lignées sauvages.

# Les actions prévues

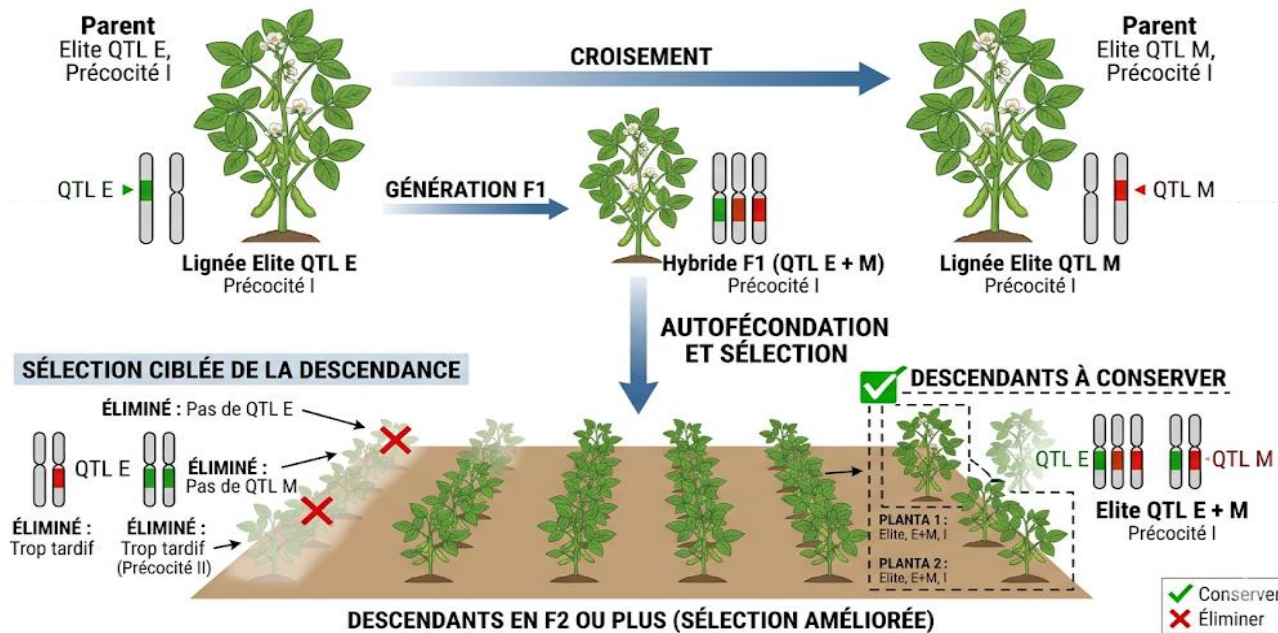
## 3) Introgresser les QTL M et E dans une lignée élite GI :

- Croisement d'une variété de groupe I avec **PI 227687**  
**QTL E** groupe VIII + back cross → **Groupe I E**
- Croisement d'une variété de groupe I avec **PI 229358**  
**QTL M** groupe VII + back cross → **Groupe I M**



# Les actions prévues

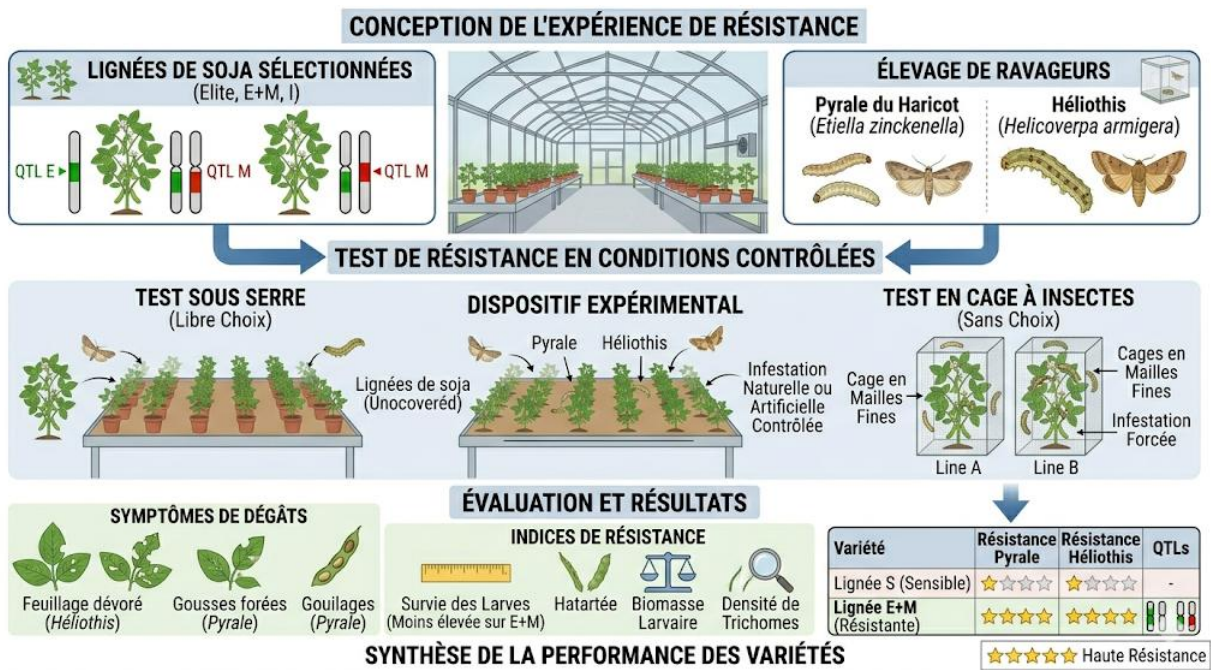
## 4) Sélectionner et multiplier les individus portant les QTL M + E et de précocité I



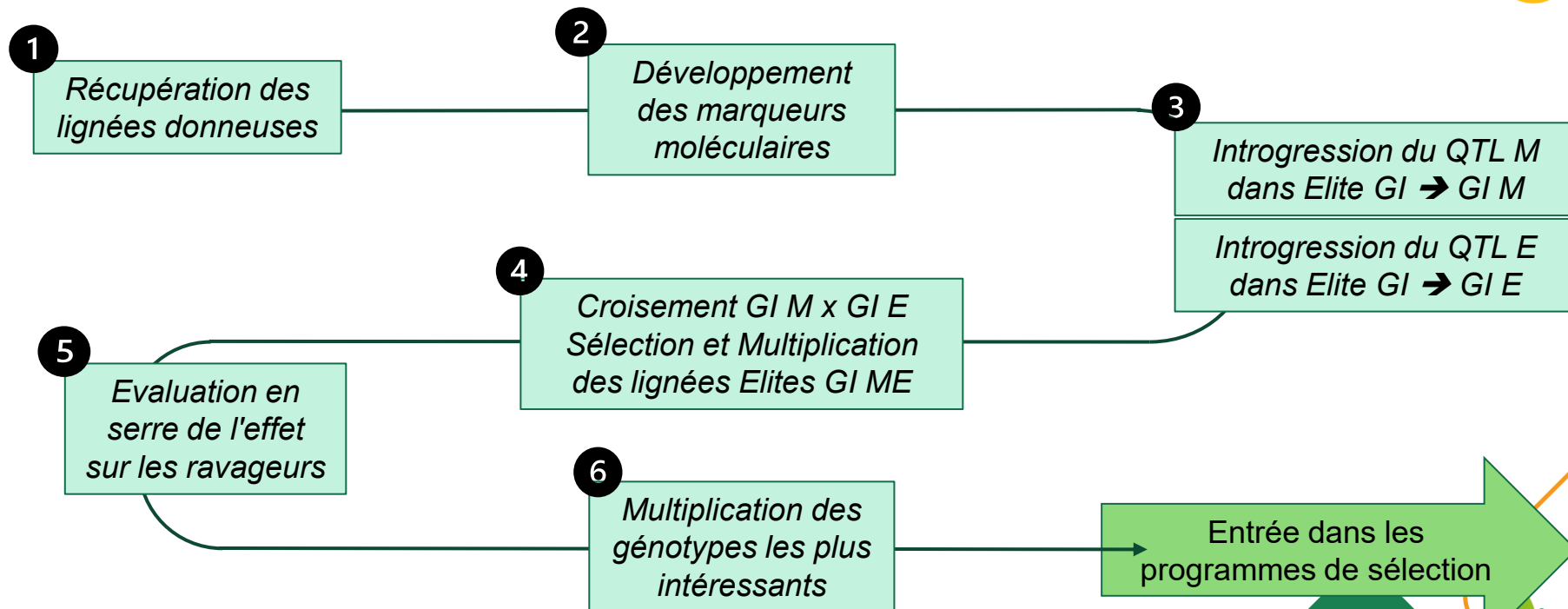
Il faut également éliminer tous les individus qui auront hérité des défauts agronomiques des lignées sauvages : verse, égrenage, sensibilité aux maladies.

# Les actions prévues

## 5) Tester l'efficacité du matériel produit vis-à-vis de la pyrale et d'héliothis



# Synthèse des actions prévues



# Les risques et limites



- **Groupes de maturité des donneurs** (VII et VIII) beaucoup plus tardifs que le matériel cultivé en France. A cause de la sensibilité du soja à la photopériode, il faut les multiplier et réaliser les croisements soit en phytotron soit en champ dans un pays proche de l'équateur.
- Ce type d'approche nécessite de réaliser **beaucoup de croisements**, ce qui est compliqué sur une espèce cléistogame comme le soja. Et d'autant plus avec du matériel « sauvage ».
- Toujours une **part d'aléatoire en sélection** (aléas climatiques, pas de recombinaison, etc) .
- **Tests sur les insectes** pas toujours aisés même en conditions contrôlées.
- Les QTL visés ont un effet démontré sur les lépidoptères défoliateurs mais qu'en sera-t-il sur les foreurs et les piqueurs suceurs ?

# WP3 – Initialisation d'un programme de sélection variétale



# Avez-vous des questions?

# Leviers agronomiques

## Décalage de la date de semis

- Précocification : la biblio (en Asie) montre que des sojas implantés plus précocement sont moins attaqués
- Double effet recherché => évitement des stress hydriques + des ravageurs
- Croisement de 2 dates de semis x 2 variétés (gpe 00 et gpe I)

Essais T1 et  
partenaires -  
2026-2029

## Piégeage de masse de la première génération en interculture

- En pyrale, la 1ère génération est suffisamment réduite pour qu'un piégeage de masse soit efficace
- Protocole à définir : quelle quantité de phéromone? Combien de pièges? Où dans la parcelle? Etc.

Essais T1 -  
2028-2029

## Approfondissement des effets connus de certaines pratiques

- Irrigation
  - Labour
  - Mieux comprendre leur action et mieux quantifier leurs effets
- Protocole à définir

Essais T1 -  
2027-2029

## → Pourquoi décaler la date de semis du soja?

Initialement, la question s'est posée pour limiter les effets du stress hydrique => précocification => stratégie d'évitement.

La bibliographie indique que la précocification de la date de semis ou l'utilisation de variétés précoces (avril vs. Juillet) permet de réduire (d'éviter?) les attaques de pyrale et de punaise verte dans les pays du Sud-Est...où le cycle de la culture est TRES différent de chez nous, de même que la dynamique des ravageurs => quid de l'extrapolabilité à nos conditions françaises?

*Ex. de l'essai à Agen en 2024 où les sojas semés plus précocement ont été plus fortement attaqués...*

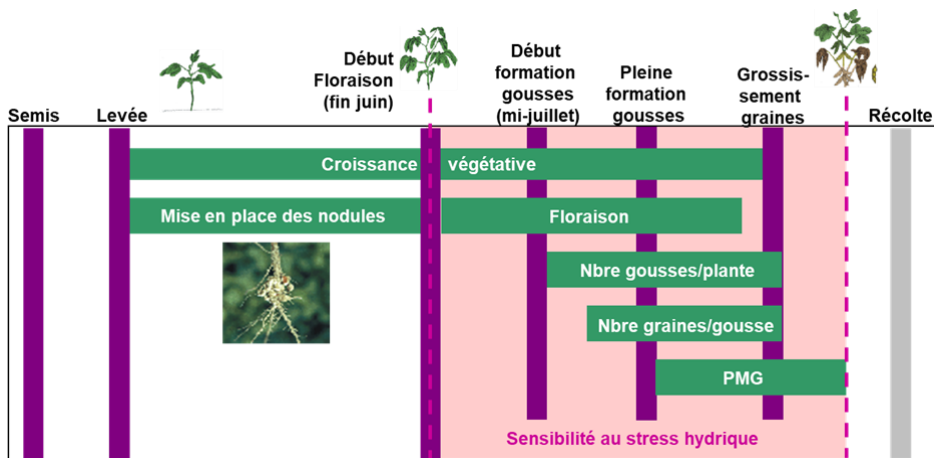


Besoin d'acquérir des références pour (i) confirmer / infirmer la bibliographie et (ii) quantifier les potentiels "trade off"

# Décalage de la date de semis

→ Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

Décaler la date de semis, c'est (potentiellement) décaler l'intégralité du cycle du soja et faire coïncider la période de plus grande sensibilité au stress hydrique avec une période avec plus de pluie et moins d'évapotranspiration.



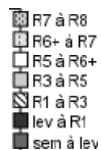
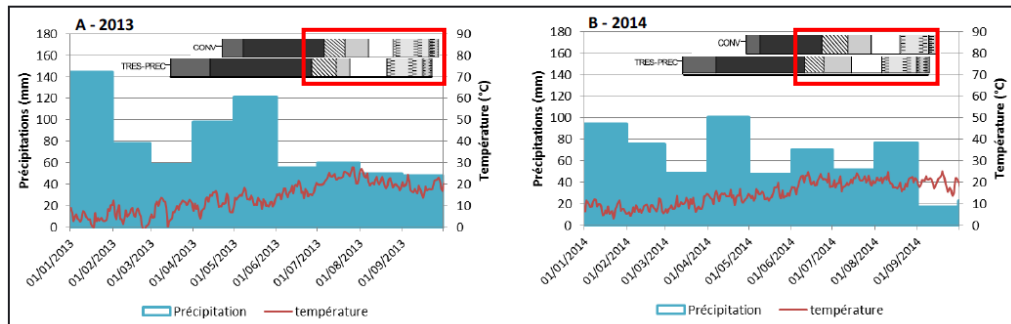
*Un levier qui peut être combiné / amplifié en jouant également sur le groupe de précocité*

→ Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

Précocifier le semis, c'est (potentiellement) décaler l'intégralité du cycle du soja pour limiter les stress hydriques durant la phase de plus grande sensibilité et/ou réduire les besoins en irrigation.

De combien faudrait-il décaler la date de semis pour espérer cet effet? **1 à 2 mois**

L'effet "esquive" est bien sûr dépendant des conditions climatiques => plus ou moins stressantes ET qui vont influencer le développement du soja...



*Essais 2013 et 2014 projet SOJAMIP – En Crambade - Variété gpe I Santana comparant deux dates de semis : très précoce = mi mars / conventionnelle = début mai – conduite irriguée - mode de production conventionnel*

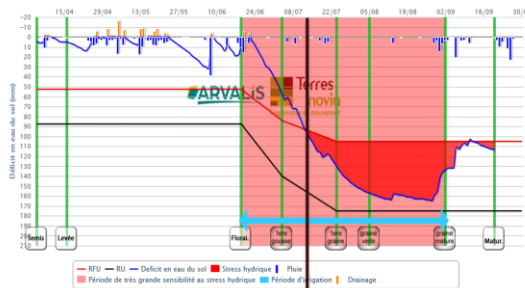
→ Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

Précocifier le semis, c'est (potentiellement) décaler l'intégralité du cycle du soja pour limiter les stress hydriques durant la phase de plus grande sensibilité.

De combien faudrait-il décaler la date de semis pour espérer cet effet? **1 à 2 mois**

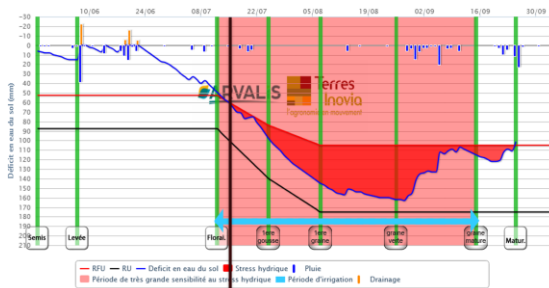
L'effet "esquive" est bien sûr dépendant des conditions climatiques => plus ou moins stressantes ET qui vont influencer le développement du soja...

**AGEN – Date de semis 1**  
**05/04/24 – pluvial - Pallador**



Début de stress en phase de remplissage

**AGEN – Date de semis 2**  
**28/05/24 – pluvial - Pallador**



Début de stress dès la floraison

*Essai 2024 projet Sustainable – Agen - Variété gpe I ES Pallador comparant deux dates de semis : précoce = début avril / "classique" = fin mai (NB semis retardé pour la date 2 du fait des fortes précipitations sur début mai) - conduite non irriguée - mode de production conventionnel*

- **Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?**

Précocifier le semis c'est aussi:

- Potentiellement augmenter la somme de température reçue par le soja et gagner en rendement
- Potentiellement exposer le soja à des températures "froides" (inférieures à 15°C) au moment du semis et sur les premiers stades végétatifs => délai semis-levée allongé et perturbation de plusieurs processus physiologiques (germination, fixation symbiotique et photosynthèse)
- En bio notamment, c'est risquer d'augmenter la pression en adventices (moins de travail du sol et soja moins vigoureux sur une plus longue période)



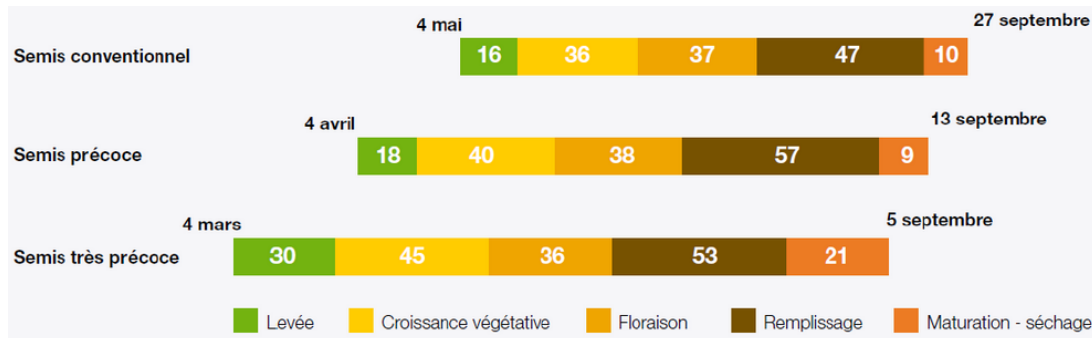
*Quelle balance entre ces effets?*

- Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

## Modification du développement du soja

Dans les essais du projet SojaMIP (2013 et 2014), en conduite irriguée, la précocification du semis a entraîné un allongement du cycle de 15 à 40 jours :

- Semis très précoce : principalement sur la phase semis – R1 et sur la phase de remplissage **+ 40 jours**
- Semis précoce : principalement sur la phase de remplissage **+ 15 jours**



Un semis plus précoce = une récolte plus précoce également

# Décalage de la date de semis

- Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

**Allongement de la phase levée -R1 : quid de de l'impact sur le a gestion des adventices en AB?**

Essai Terres Inovia 2025 : comparaison de deux dates de semis (04/04 vs. 30/04) en conditions non irriguées pour la variété ES Pallador

- Une atteinte du stade début floraison décalée de 15 jours (07/06 vs 23/06) mais une maturité décalée d'à peine 3 jours (19/08 vs. 22/08) => *peu de pluies entre début juin et début aout*

- Des différences de hauteur de plante visibles tout au long du cycle

Date de semis	Hauteur 11/06	Hauteur 12/08	Hauteur 17/09
D1	37.2 cm	60.2 cm	56 cm
D2	23.6 cm	75.1 cm	72.2 cm

- Une différence de salissement plus forte en début de cycle (liseron)

Date de semis	Note 11/06	Note 12/08	Note 17/09
D1	5	3	4
D2	3	2	3

- Quel effet de la précocification de la date de semis du soja sur l'évitement du stress hydrique?

## *Quel effet sur le rendement?*

En conditions irriguées (bilan des essais SojaMIP) : pour les variétés de groupe 0 ou I, un effet globalement neutre sur le rendement (moyenne à 37 q/ha vs. 39 q/ha); les situations dans lesquelles les semis précoces ont été favorisées : lorsque les conditions d'humidité et de température sont favorables à la levée

En conditions non irriguée :

- Essai conventionnel Agen et Toulouse 2024 : le semis précoce a permis de gagner 11% de rendement (24 vs 22 q/ha)
- Essai AB En Crambade 2025 : pas de différence de rendement (13 q/ha)



*Des résultats à confirmer sur une plus grande gamme de situations pédoclimatiques !!!*

- **Les essais prévus dans Solaris:**

2 à 3 essais/an de 2026 à 2029 ( TI, CREABio et autres partenaires potentiellement)

Qui font suite aux essais menés par Terres Inovia et le CreaBIO sur 2024 et 2025.

Modalités	Variété	Densité de semis	Date de semis
Date_semis_1_GroupeI	Groupe I – ES Pallador	40 à 45 grains/m <sup>2</sup>	Date pivot : 31/03 au 10/04 – semer dès que les conditions sont favorables entre 20/03 et 10/04 maximum
Date_semis_1_Groupe00	Groupe 00 - Annabella	50 à 55 grains/m <sup>2</sup>	
Date_semis_2_GroupeI	Groupe I – ES Pallador	40 à 45 grains/m <sup>2</sup>	Date pivot : 10/05
Date_semis_2_Groupe00	Groupe 00 - Annabella	50 à 55 grains/m <sup>2</sup>	

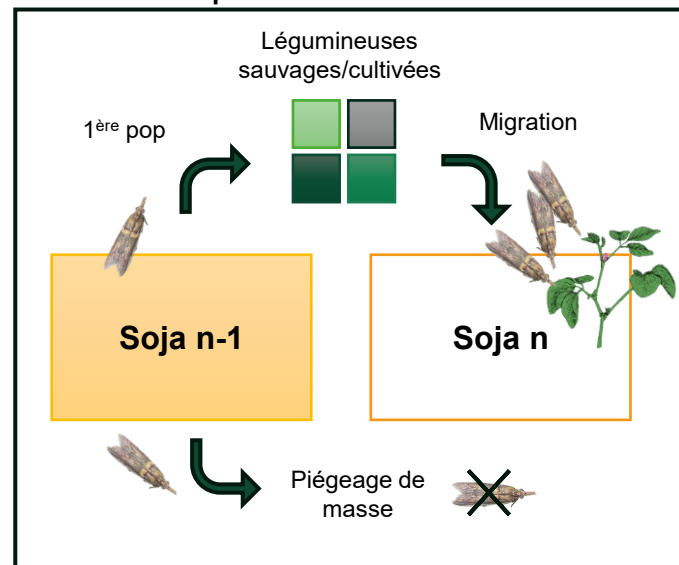
# PDH : Piégeage de la 1ère population

## Une approche pertinente méritant d'être approfondie

- Le cycle de la pyrale du haricot est étroitement lié au soja et à son environnement proche.
- Cibler la **première** population pour limiter les infestations futures sur le soja.
- **Piégeage de masse** avec l'utilisation de plantes de services attractives et/ou de médiateurs chimiques.

➔ **Etude de pertinence et de faisabilité en 2027, tests potentiels en 2028, 2029.**

## Environnement proche

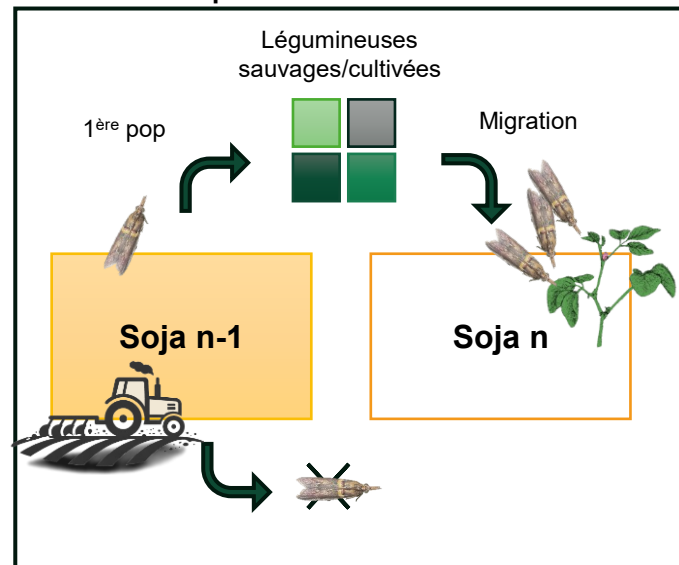


## Un levier agronomique efficace !

- Le cycle de la pyrale du haricot est étroitement lié au soja et à son environnement proche.
- Les pyrales hivernent dans le sol sous forme de nymphes, à une profondeur d'environ 3 à 4 cm.
- Un labour superficiel peut détruire ou perturber les cocons en hibernation dans le sol (Balachowsky, 1972).
- Il est recommandé, en cas d'attaque, de déchaumer puis labourer pour augmenter la mortalité des cocons et limiter l'émergence des adultes de première génération.

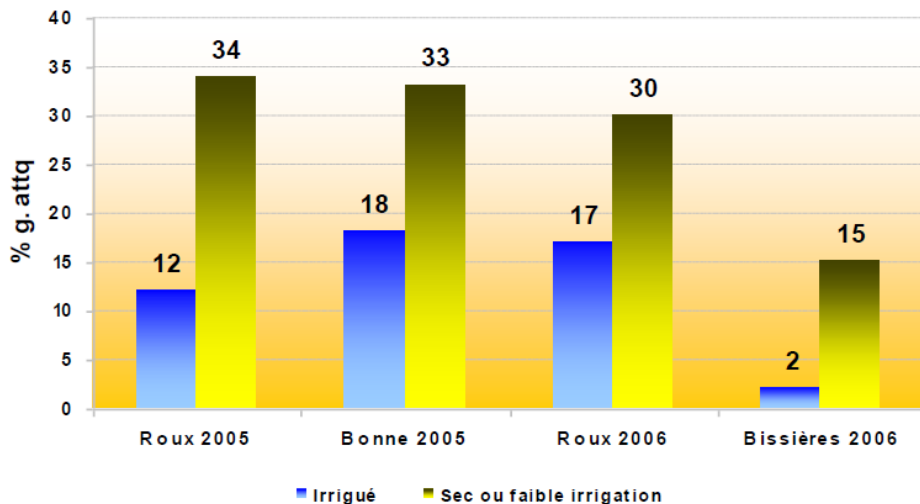
 **Acquisition de références, 2027 à 2029**

## Environnement proche

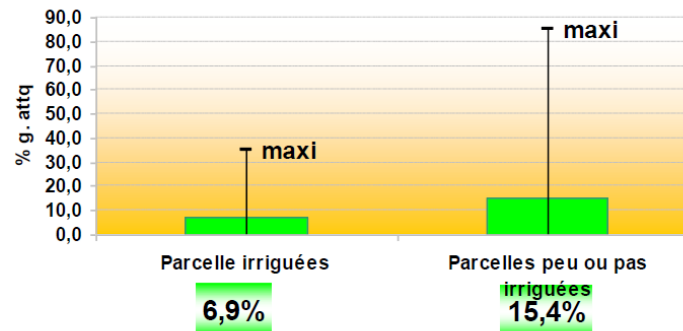


Des travaux menés entre 2004 et 2006 ont mis en évidence le potentiel de l'irrigation comme levier de gestion de la pyrale du haricot.

→ L'irrigation réduit d'environ 50% le pourcentage de gousses attaquées dans le sud-ouest de la France (Ballanger & Duroueix, 2009).



Incidence de l'irrigation sur l'intensité des attaques sur gousses en 2005 et 2006.



Effet l'irrigation sur le pourcentage d'attaque en bordure – enquêtes 2006 – 123 parcelles

## **Une irrigation bien conduite constitue la meilleure technique de lutte.**

- L'effet global de l'irrigation sur l'attaque reste non expliqué.
- Il ne semble pas il y avoir d'effet de dilution, le nombre de gousses n'est pas significativement différents entre les échantillons irrigués et peu ou pas irrigués.
- La diversité des dates d'irrigation relevées et confrontées aux piégeages ne permettait pas de penser à une action directe et mécanique de l'irrigation sur les œufs/papillons.

## **La pyrale du haricot serait favorisée par le retard de végétation du soja.**

- Hypothèses : l'irrigation crée un milieu défavorable à la survie des œufs. De plus, le couvert végétal, plus développé pourrait limiter le vol des femelles lors de la ponte.



**Mieux comprendre l'effet de l'irrigation,  
tests de 2027 à 2029**



*Photo. Terres Inovia*

**Avez-vous des questions?**

# Présentation des actions relatives à la conception et l'évaluation de nouveaux leviers de lutte directe (WP4)

## Mettre au point des dispositifs d'ATTRACT – focus punaises et pyrale

### Plantes pièges en culture

- Biblio : soja = plante la plus attractive
- Implanter des bandes de soja plus précoces (date de semis anticipée + gpe variétal plus précoce) → arriveront au stade sensible plus tôt = attireront & concentreront les punaises
- Renforcement possible avec des attractifs (bande) et/ou répulsifs (culture principale)
- Elimination des punaises par biocontrôle, parasitoïdes ou insecticides (si conventionnel)
- Protocole à définir

Essais TI et partenaires - 2027-2029



Prestation M2i - 2027

### Recherche de sourcing pour répulsifs

- Biblio indique qu'extrait de peuplier noir est répulsif pour la pyrale
- Recherche de sourcing & process de production pour les molécules identifiées



2026 - 2029

### Recherche d'attractifs et de répulsifs

- Biblio et veille marché
- Test si opportunités

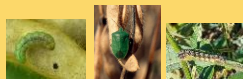


Evaluer de nouvelles solutions de KILL

## Biocontrôle

Essais TI et  
partenaires -  
2026-2028

- Screening de différentes solutions sur œufs et adultes
- Protocole évolutif
- En attente résultats des projets PACTE et ACOMPLI => ponts



## Parasitoïdes pyrale du haricot

Essais TI et  
partenaires –  
2026 2027

- Trichogrammes : poursuite des tests engagés en 2025 (trichogramme connu contre héliothis et efficacité suspectée sur pyrale)
- Identifier et sélectionner trichogrammes indigènes
- En attente résultats du projet ACOMPLI => ponts



## Parasitoïdes punaise verte

Essais TI et  
partenaires –  
2027 2029

- Plusieurs parasitoïdes connus dans la littérature => le plus prometteur : Trissoclus basalus
- Solution commerciale prévue et utilisée sous serre => quid du passage au champ?
- Protocole à définir
- En attente résultats du projet PACTE => ponts






# Biocontrôle

## Les ravageurs visés

- Heliothis (*Helicoverpa armigera*)
- Pyrale du haricot (*Etiella zinckenella*)
- Punaise verte (*Nezara viridula*)



Substance Active	Nom commercial	Heliothis 	Pyrale haricot 	Punaises 
<i>B. thuringiensis</i>	DIPEL DF	X (référence)	X	
azadirachtine	NeemAzal T/S	X	X	X
SNUB	-			X
spinosad	-	X	X	X
<i>B.bassiana</i>	Naturalis	X	X	X
chlorantraniliprole	ALTACOR	X	X	X
terre diatomée	SILICOSEC			X
λ-cyhalothrine	KARATE ZEON		X	X
<b>Nombre essais 2026</b>		1*	2	2

(\* ) Evaluation également en pois chiche (projet ACOMPLI)

# Biocontrôle



- Heliothis : trouver des alternatives de biocontrôle au chlorantraniliprole reconnu comme efficace et des solutions plus efficaces que les Bt



- Pyrale du haricot : Bt inefficaces. Evaluer biocontrôles, chlorantraniliprole, spinosad mais également pyréthriinoïdes pour lutter contre adultes et chenilles



- Punaise verte : lambdacyhalothrine efficace ; trouver des alternatives de biocontrôle et AB. Evaluer l'efficacité contre la punaise diabolique (*Halyomorpha halys*).

Stratégies visées : combiner les leviers pour aboutir à une stratégie d'attractant kill avec plantes de services attractives, répulsifs, attractifs et insecticides biocontrôles

# Parasitoïdes Pyrale du haricot (*Etiella zinckenella*)



- Trichogrammes : une stratégie déjà opérationnelle en grandes cultures

Ex la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*)

- Micro-guêpes (0,5 mm, invisibles à l'œil nu) qui vont pondre dans les œufs de pyrale : l'œuf est détruit et aucune chenille ne naît
- Avantages : ciblé, autorisé en AB, pas de résidus



# Parasitoïdes Pyrale du haricot

## 2 approches



- Espèce de trichogramme qui a démontré son efficacité contre *Heliothis*.
- Efficacité suspectée contre la pyrale du haricot.



Sélectionner la meilleure combinaison d'insectes auxiliaires indigènes.

**Phase 1** : Lâcher un cocktail exploratoire de trichogrammes différents ( $\approx 15$ ) – Recapture et classe des descendants

**Phase 2** : à partir de la connaissance des descendants produire un cocktail optimisé de trichogrammes spécifiques du(des) ravageur(s) et adapté au contexte local

# Punaise verte : *Trissolcus basalus*

*Trissolcus basalus* est le parasitoïde d'œufs le plus répandu et efficace contre *N. viridula* à l'échelle mondiale (Jones, 1988).

- Un taux de parasitisme élevé, Jusqu'à 100 % des œufs parasités sur les ooplaques exploitées.
- Une bonne capacité de dispersion et de localisation des ooplaques.
- Un parasitoïde naturellement présent en France.



Photos. CTIFL

# Punaise verte :

## *Trissolcus basalus*

### De nombreux travaux de recherche en France et à l'international

- **En Italie**, une étude a évalué le contrôle naturel de *T. basalus* dans les champs de soja sur une période de 6 ans, l'impact du parasitoïde sur les populations de *N. viridula* variait de 13 à 40 % (Colazza & Bin, 1995).
- **En Egypte**, dans un champ de patate douce, le parasitisme des ooplaques de *N. viridula* est maximal à proximité du point de lâcher ( $\leq 12$  m), puis diminue avec la distance ( $\approx 75$  % à 20 m) (Tawfik, 2020).
- **Au Brésil**, un programme de lutte biologique par augmentation à grande échelle (20 000 ha) a permis une réduction moyenne des populations de punaises de 54 à 58 % (15 000 individus/ha, cultures pièges de soja semé précocement) (Corrêa-Ferreira & Moscardi, 1996)
- **En France**, dans le cadre du projet IMPULsE, des lâchers inondatifs hebdomadaires de parasitoïdes ont permis un taux global de parasitisme de 47 à 68 %, avec 89 à 99 % des œufs parasités et une émergence  $>80$  %, entraînant une réduction significative des dégâts de *Nezara viridula* par rapport au témoin en cultures sous-abri (Gard, Bout, & Pierre, 2022).



# Punaise verte : *Trissolcus basalus*

Une solution de lutte biologique disponible et commercialisée en France (Koppert), mais adaptée aux cultures sous abris.



Photo. Koppert



Essais en grande parcelle au champ à partir de 2027

Adaptation de la solution pour une utilisation en grande culture en cas de résultats positifs.

# Punaise diabolique: *Trissolcus japonicus*

*Trissolcus japonicus* est considéré comme l'un des candidats les plus prometteurs pour la lutte biologique contre *Halyomorpha halys* (Martel et al., 2024).

→ Détecté en France pour la première fois en 2022.

→ Chez *Nezara viridula*, le parasitisme par *T. japonicus* se traduit principalement par une mortalité sans émergence du parasitoïde.

 **Travaillé dans le projet PACTE**



Photo. CABI

# Utilisation de cultures pièges

Une culture piège est une plante cultivée spécialement pour attirer des insectes ravageurs et ainsi protéger la culture principale.

- **Cible principale** : punaise verte.
- Selon opportunité : PDH, héliothis, punaise diabolique.

La punaise verte, un ravageur polyphage mais avec des préférences marquées.

- **Dans la littérature** : soja, sorgho, moutarde, triticale, millet, sarrasin et tournesol.
- Ex : Le soja a été évalué comme plante piège pour protéger le coton aux Etats-Unis (Tillman et al., 2015).



Soja



Sorgho



Moutarde noire



Triticale



Millet



Sarrasin



Tournesol



# Utilisation de cultures pièges

**Le soja est une plante hôte très attractive, particulièrement pendant sa phase reproductive.**

- Une étude a montré que 70 à 85 % des punaises vertes présentes dans une culture de soja pouvaient être attirées par des bandes pièges représentant 1 à 10 % de la surface totale cultivée (Mcpherson & Newsom, 1984).
- Une étude suggère que la variété de soja piège n'a pas besoin d'être précoce, à condition d'être semée 2 à 3 semaines avant la culture principale (Mcpherson & Bondari, 1991).
- Acceptabilité de la pratique auprès des producteurs. Et peut être intéressant également pour les trois autres ravageurs ciblés.
- En France, son potentiel intéresse d'autres filières (arboriculture, maraîchage, etc) où, il est intégré dans des stratégies "attract and kill".



Soja



Sorgho



Moutarde noire



Triticale



Millet



Sarrasin



Tournesol



**Stratégies d'évitements (parcelle entière) dès 2026 puis tests de bandes pièges (2027-2028)**

# "Attract and kill"

**L'approche « attract and kill » vise à concentrer les populations nuisibles sur des zones ciblées puis les réguler, réduisant ainsi leur impact sur le reste de la culture.**

→ Importance de l'attract mais aussi du kill.

→ Ex. Pour les punaises vertes, une migration rapide vers la culture principale semée plus tardivement peut subvenir lorsque celles-ci entrent en phase de remplissage des gousses (Mcpherson & Bondari, 1991).

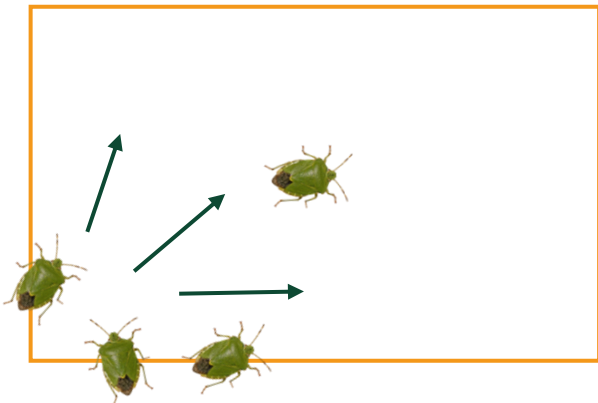
→ Une intervention sur les bandes pièges doit être réalisée avant que les nymphes du cinquième stade ne deviennent adultes, en raison de leur capacité de dispersion accrue. Il est également recommandé d'intervenir avant que la culture principale n'atteigne les stades R3-R4, période où la ponte des femelles s'intensifie (J. W. Todd & Schumann, 1988).

# "Attract and kill"

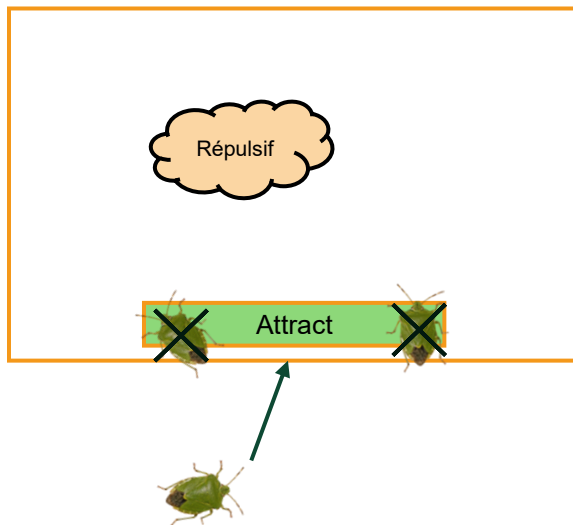
Une stratégie innovante en culture de soja, dont le potentiel est prometteur mais qui reste encore à adapter aux conditions agronomiques locales.

→ Une colonisation des parcelles par les bordures, punaises et pyrales du haricot.

Ex. Colonisation d'une parcelle de soja



Ex. Attract and kill



**Attract** : culture piège, médiateurs chimiques et autres

**Kill** : solution de biocontrôle, parasitoïdes et autres.

# "Attract and kill"

**Des perspectives intéressantes en soja, notamment par sa capacité à réduire les coûts des interventions de protection.**

- En attirant les ravageurs vers une zone ciblées, on réduit la surface de la parcelle sur laquelle une intervention est nécessaires, et par conséquent le coût des interventions.
- Des expérimentations menées en Amérique du Nord, en verges de pommiers, ont montré que cette stratégie permettait de ramener les infestations à un niveau économiquement acceptable, tout en réduisant l'usage des PPP de 40 à 97 % (Morrison et al., 2019).
- En France, cette approche montre des premiers résultats intéressants et constitue notamment, au sein du projet PACTE, un axe clé.

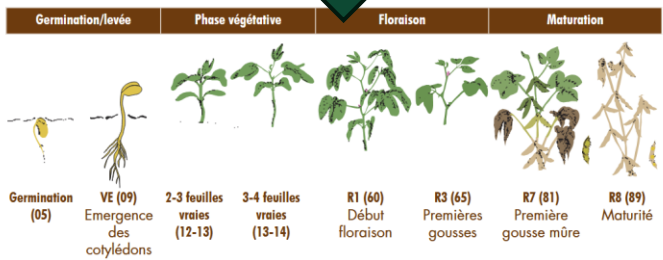
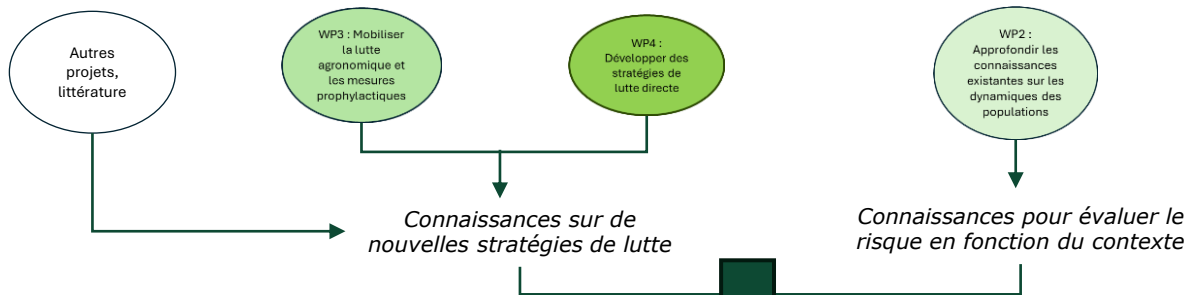


**Tests prévus de 2028 à 2030.**

# Avez-vous des questions?

# Présentation des actions visant à co-construire des itinéraires techniques innovants (WP5)

## Vue d'ensemble



x N type de sol

x N systèmes de culture

WP 5 : Faire évoluer les itinéraires techniques

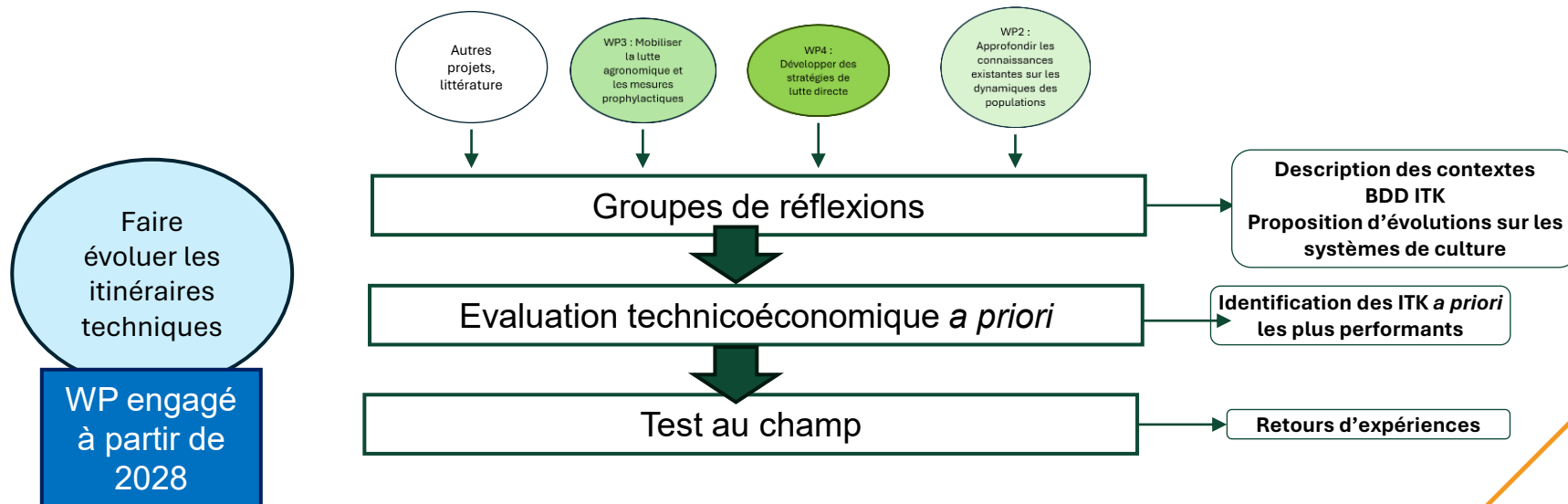


...

# WP5 – Co-construire des ITK

## innovants

Vue d'ensemble



# WP5 – Co-construire des ITK innovants

Livrables attendus

	Actions	Livrables prévus et échéances	Utilisation
WP5	Construire des ITK innovants	<b>2028 et 2029</b> : Contextes de production, ITK formalisés	Evaluation technico-économique a priori ; Tests au champ ; Supports d'échanges avec les agriculteurs
	Evaluation technico-économique a priori	<b>2028</b> : Résultats de l'évaluation (rapport de stage)	Pour sélectionner les ITK mis en test au champ
	Test au champ	<b>2029 puis 2030</b> : CR essais <b>2030</b> : Synthèse provisoire	Pour étudier la faisabilité et les performances en conditions agriculteur ; Supports d'échanges avec les agriculteurs ; A terme, pour limiter la nuisibilité des insectes au champ

# Avez-vous des questions?



**Merci de votre attention  
Des questions ?**