

The logo for ARVALIS features a stylized leaf icon on the left, composed of overlapping yellow, teal, and blue shapes. To the right of the icon, the word "ARVALIS" is written in a bold, teal, sans-serif font. A thick teal underline is positioned below the text, tapering off to the right.

ARVALIS



Les « projets viroses » actuels

Robin Comte - Arvalis

Principales viroses sur céréales à paille

Maladie	Virus		Vecteurs
Transmises par Arthropodes : toutes céréales à paille concernées, degrés variables			
Jaunisse nanisante de l'orge JNO	Barley yellow dwarf virus Cereal yellow dwarf virus	BYDV CYDV	Pucerons <i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Sitobion avenae</i> , <i>R. maidis</i> + autres espèces
Maladie des pieds chétifs	Wheat dwarf virus	WDV	Cicadelle <i>Psammotettix alienus</i>
Mosaïque striée du blé	Wheat streak mosaic virus	WSMV	Acarien <i>Aceria tosichella</i>

Transmises par *Polymyxa graminis* : selon espèce de céréale à paille

Mosaïque des céréales Blé tendre, blé dur, triticale, seigle	Soil borne cereal mosaic virus	SBCMV	<i>Polymyxa graminis</i>
Mosaïque striée en fuseaux du blé Blé tendre, blé dur	Wheat spindle streak mosaic virus	WSSMV	
Mosaïque jaune de l'orge	Barley yellow mosaic virus	BaYMV Y1 et Y2	
Mosaïque modérée de l'orge	Barley mild mosaic virus	BaMMV	



Viroses transmises par des Arthropodes : les enjeux

Pucerons (BYDV)



Jaunisse Nanisante de l'Orge



Une des maladies virales les plus sévères :

- Potentiellement tout le territoire
- Pertes de rendement significatives de 5% en cas de faibles infestations (inaperçues) à 90% pour les cas les plus graves sur orge
- Orge hiver sensible :
perte de 35 q/ha /49 essais, de 2012 à 2021
impact sur la qualité des orges PS, calibrage
- Blé : perte 17 q/ha /17 essais 2015-2021

Cicadelle (WDV)



Maladie des pieds chétifs



Moins fréquente et plus régionalisée

- Historiquement dans le Centre et l'Est
- Pertes de rendement : de négligeables à 70 %

Acarien (WSMV)



Aceria tosichella

Mosaïque striée du blé

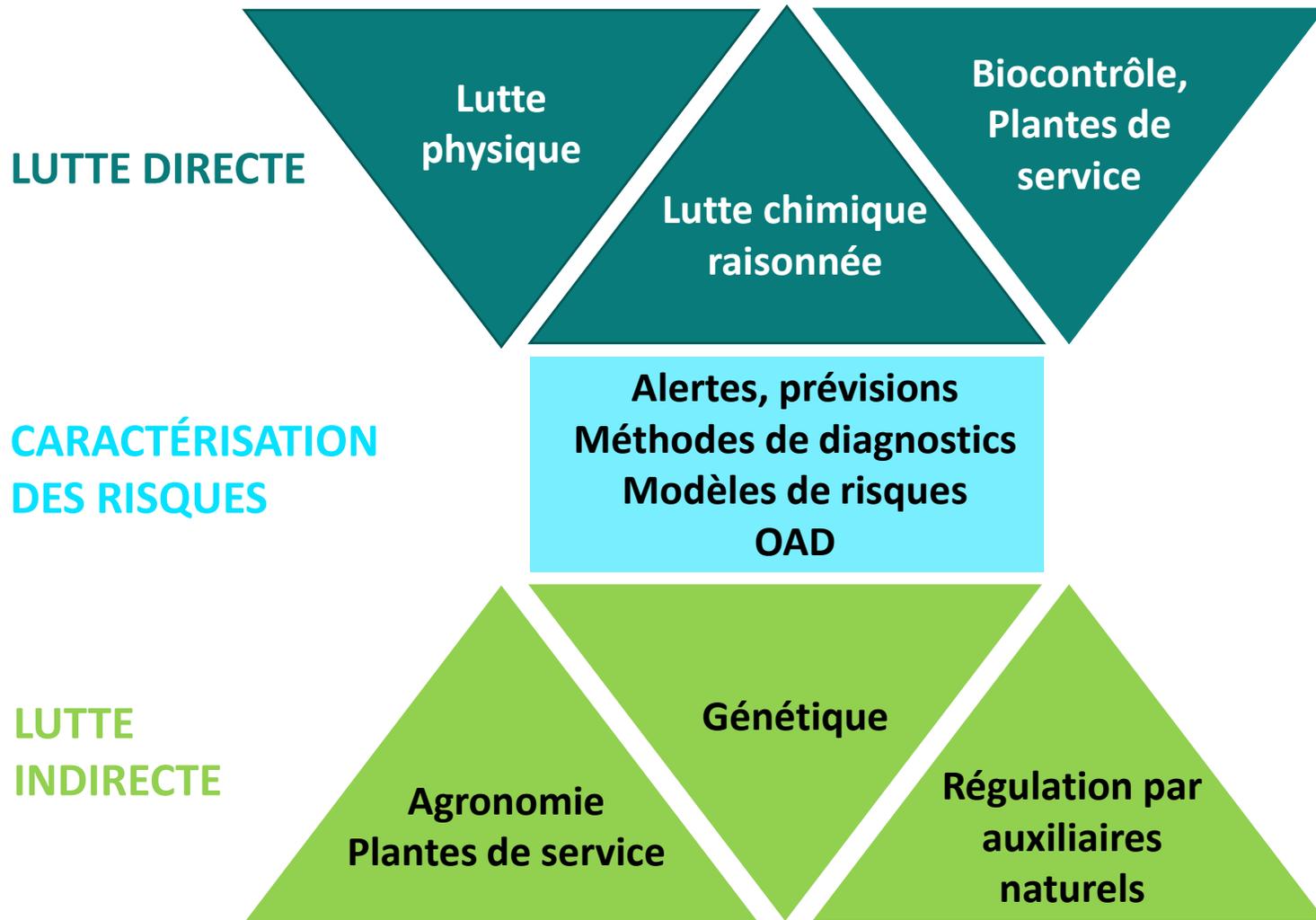


Risque d'émergence en France ?

- Détections anciennes et des cas plus récents :
2006 Eure 27, 2018 Vienne 86 , 2019 Indre et Loire 37,
2020 Puy-de-Dôme 63
- Nuisibilité suspectée de l'ordre de 10 q/ha si forte attaque



Les travaux d'Arvalis sur la JNO



Nombreuses actions et projets avec différents partenaires

Instituts de Recherche, instituts techniques, coopératives, ...



OBJECTIFS

PROJETS EN COURS

DETAILS

- 1) Evaluer le niveau de sensibilité/tolérance/résistance d'une gamme de génotypes de BTH et OH vis-à-vis du virus des pieds chétifs
- 2) Mesurer plusieurs paramètres épidémiologiques reposant sur les interactions plantes-virus et plantes-vecteur

FSOV WDV

- 4^{ème} et dernière année du projet
- CETAC, INRAE-UMR PHIM, GEVES, Arvalis

- 1) Etude de l'effet du gène de résistance Ryd4 chez l'orge
- 2) Identification de facteurs de résistance quantitative chez l'orge et le blé tendre d'hiver
- 3) Phénotypage haut-débit des symptômes de JNO chez l'orge et le blé tendre d'hiver

FSOV RESPIR

- 2023-2026
- Arvalis, Limagrain Europe, SECOBRA Recherches, Unisigma, INRAE-UMR PHIM

- 1) Caractériser les mécanismes impliqués dans l'efficacité des gènes de résistance partielle (*Bdv2* sur BT) ou de tolérance (*Ryd2/Ryd3* sur orge) en lien avec le fond génétique
- 2) Evaluer la durabilité des gènes de résistance / tolérance en étudiant quelques variétés BTH *Bdv2* (représentant différents niveaux de résistance) et quelques variétés OH *Ryd2*, *Ryd3* et *Ryd2+Ryd3* en incluant des procédures d'alternance d'hôtes

DURAVI

- Fonds propres Arvalis : Avril 2023- Octobre 2025
- Arvalis, INRAE-UMR PHIM

- 1) Etude du virome et élaboration d'outils de diagnostic des virus d'intérêt agronomique
- 2) Evaluation des interactions virus-vecteur-hôte sous différentes contraintes abiotiques (stress hydrique, thermique, azotés) et incidences sur la nuisibilité de la JNO

VIROCAP

- 3^{ème} année sur 4.
- CASDAR 2021 - 42 mois
- Arvalis, INRAE - UMR PHIM, INRAE - UMR 1332 BFP

DURAVI - 2023 - 2024

Etude de la durabilité des gènes de tolérance et de résistance à la JNO

ARVALIS (chef de file), INRAE - UMR PHIM, Montpellier

Objectifs :

- Caractériser les mécanismes impliqués dans l'efficacité des gènes de résistance partielle (Bdv2 sur blé tendre) ou de tolérance (Ryd2 /Ryd3 sur orge) en lien avec le fond génétique

Etude du processus infectieux : taux d'infection des plantes (réussite à l'inoculation), dynamique d'accumulation virale, charge virale maximale, durée de latence (temps nécessaire à la plante pour qu'elle devienne infectieuse et contribue à l'expansion de la maladie)

- Evaluer la durabilité des gènes de résistance / tolérance en étudiant quelques variétés BTH Bdv2 (représentant différents niveaux de résistance) et quelques variétés OH Ryd2 (voire Ryd3 et Ryd2+Ryd3 si variétés disponibles) en incluant des procédures d'alternance d'hôtes (blé Bdv2 / orge Ryd2+Ryd3)

Différents passages en série (SPE ; Serial Passage Experiment, cycle d'infection) de virus

Résultats attendus :

- Connaissance des **mécanismes des gènes** de résistance partielle / tolérance
- Propriétés biologiques de **populations virales** produites par différents scénarios SPE
- Description des **risques de contournement** des gènes selon les conditions de pression de sélection
- Pertinence de proposer d'éventuelles **mesures d'accompagnement** des variétés concernées pour prolonger la durabilité des gènes de tolérance ou de résistance



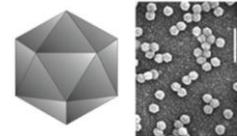
Projet CASDAR VIROCAP - 2021 - 2025



Connaitre le virome des céréales à paille ; améliorer le diagnostic, caractériser les risques de viroses et leurs évolutions avec les stress abiotiques

ARVALIS (chef de file), INRAE - UMR PHIM, Montpellier, INRAE - UMR 1332 BFP, Bordeaux

1- Etude du virome et élaboration d'outils de diagnostic des virus d'intérêt agronomique



- Caractérisation du virome avec analyses par séquençage à haut débit (HTS) sur plantes symptomatiques JNO de différents territoires paille → état des lieux des principales espèces virales présentes en France via l'utilisation de méthodes *sans a priori* pour une vision non biaisée de la diversité virale présente.
- Evaluation des outils de diagnostic existants et développement d'outils moléculaires permettant de réaliser un diagnostic de l'état sanitaire des plantes et des insectes vecteurs de virus

2- Evaluation des interactions virus-vecteur-hôte sous différentes contraintes abiotiques et incidences sur la nuisibilité de la JNO



- sur les premières étapes du processus infectieux (inoculation en laboratoire)
- sur les différentes étapes de développement et de maturité des plantes (champ et serres) → évaluer l'incidence des viroses sur les plantes selon différentes conditions liées au virus, à la sensibilité de la plante et aux stress hydriques, thermiques et azotés rencontrés au cours du cycle.



Projet CASDAR VIROCAP : Essai en serre

4 facteurs :

- **Variété** de BT : une sensible +, une sensible –
- **Infection** au BYDV
- **Température** : conduite de température différente durant l'hiver (temp normale et temp chaude)
- **Fertilisation** : Fertilisation optimale vs ½ fertilisation optimale

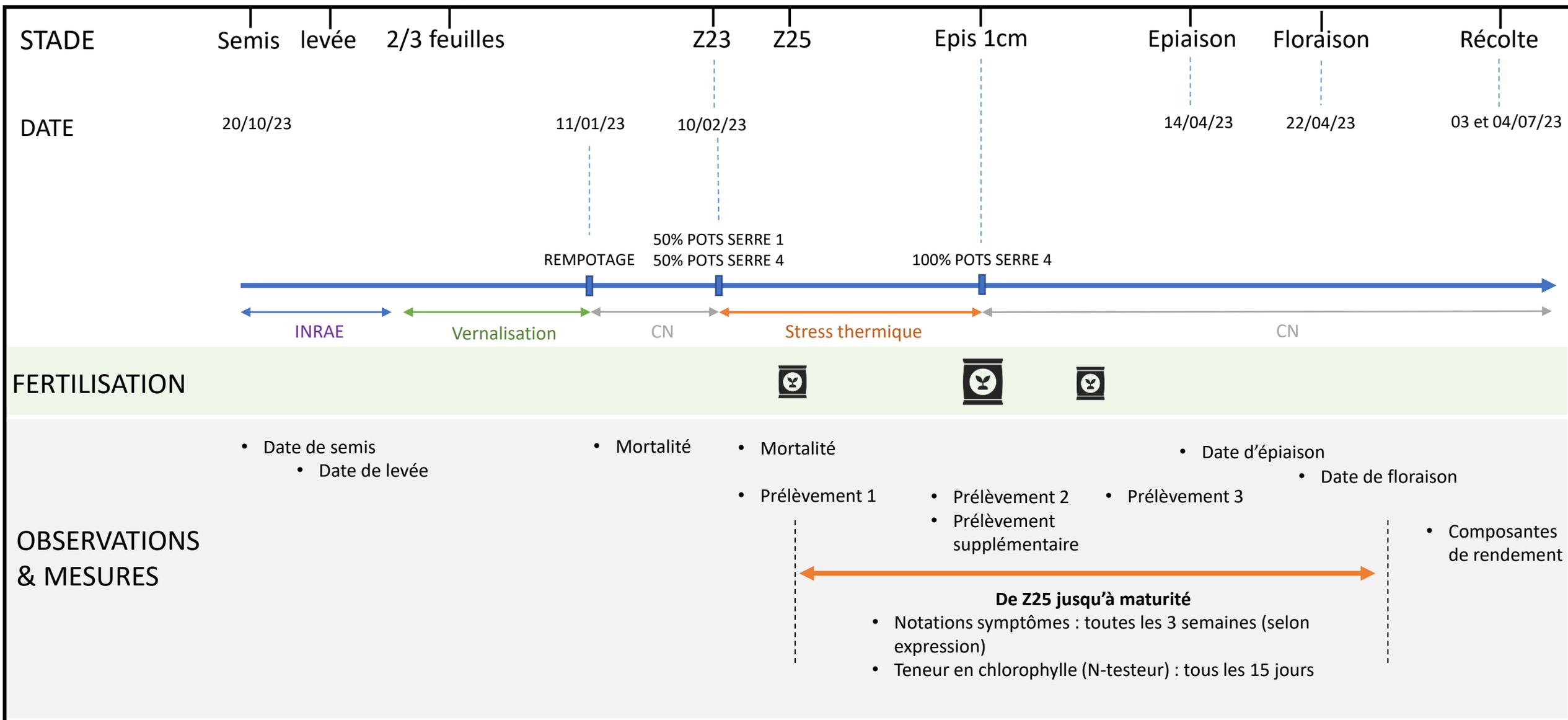
Donc $4^2 = 16$ modalités

Observations :

- Suivi de la teneur en chlorophylle
- Notations symptômes
- Prélèvements et PCR quantitative
- Composantes de rendement



Calendrier récapitulatif



Parmi les questions que l'on se pose

Génétique

- Comment fonctionnent précisément les mécanismes de résistance partielle (*bdv2*) et de tolérance (*ryd2*, *ryd3*) vis-à-vis de la JNO
- Dans un contexte de réduction de l'utilisation d'insecticides à l'automne et d'un recours accru au levier variétal, quel est la durabilité/robustesse des mécanismes de tolérance et de résistance partielle
- Comment et où évaluer les variétés vis-à-vis des viroses et plus spécialement de la JNO ?

Interaction virus-plante

- Quel est l'impact des facteurs abiotiques sur le développement et l'incidence des virus de la JNO sur les cultures ? Et dans un contexte de changement climatique ?