

# Analyse de la durabilité de résistances au virus de la jaunisse nanisante de l'orge

Emmanuel Jacquot, Maxime Trottet et Stephen Sunderwirth



UMR INRA-Agrocampus « Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes »

UMR INRA-Agrocampus « Amélioration des Plantes et Biotechnologies Végétales »

Centre d'Etude Technique et d'Amélioration des Céréales

C.E.T.A.C

Fonds de soutien à l'obtention végétale



*Rencontre scientifique FSOV, Paris, 8 janvier 2008*

# La jaunisse nanisante de l'orge

## ● Symptômes

**Nanisme**



**Orge**

**Jaunissement**



**Blé**

**Rougisement**



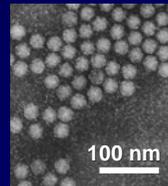
**Avoine**

→ Pertes de rendement pouvant aller jusqu'à 80%  
(pertes moyennes constatées de l'ordre de 30%)

# Le virus PAV de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV-PAV)

## ● Particule et génome

Icosaédrique



ARN sb(+) de 5700 bases codant pour 6 protéines

## ● Gamme d'hôtes : poacées

Blé    Orge    Maïs    Graminées pérennes

## ● Transmission

Pucerons selon le mode persistant

# Virus PAV de la jaunisse nanisante de l'orge (BYDV-PAV)

## ● Méthodes de lutte

→ Traitements insecticides

→ Utilisation de plantes résistantes

Milliers d'accessions testées

→ Aucune résistance trouvée chez le blé  
quelques rares résistances chez des espèces apparentées  
(*Th. Intermedium* et *Th. ponticum*)

→ Sources de résistance en cours d'introggression

*TC14*   *Zhong*   *P29*   *OK7211542*

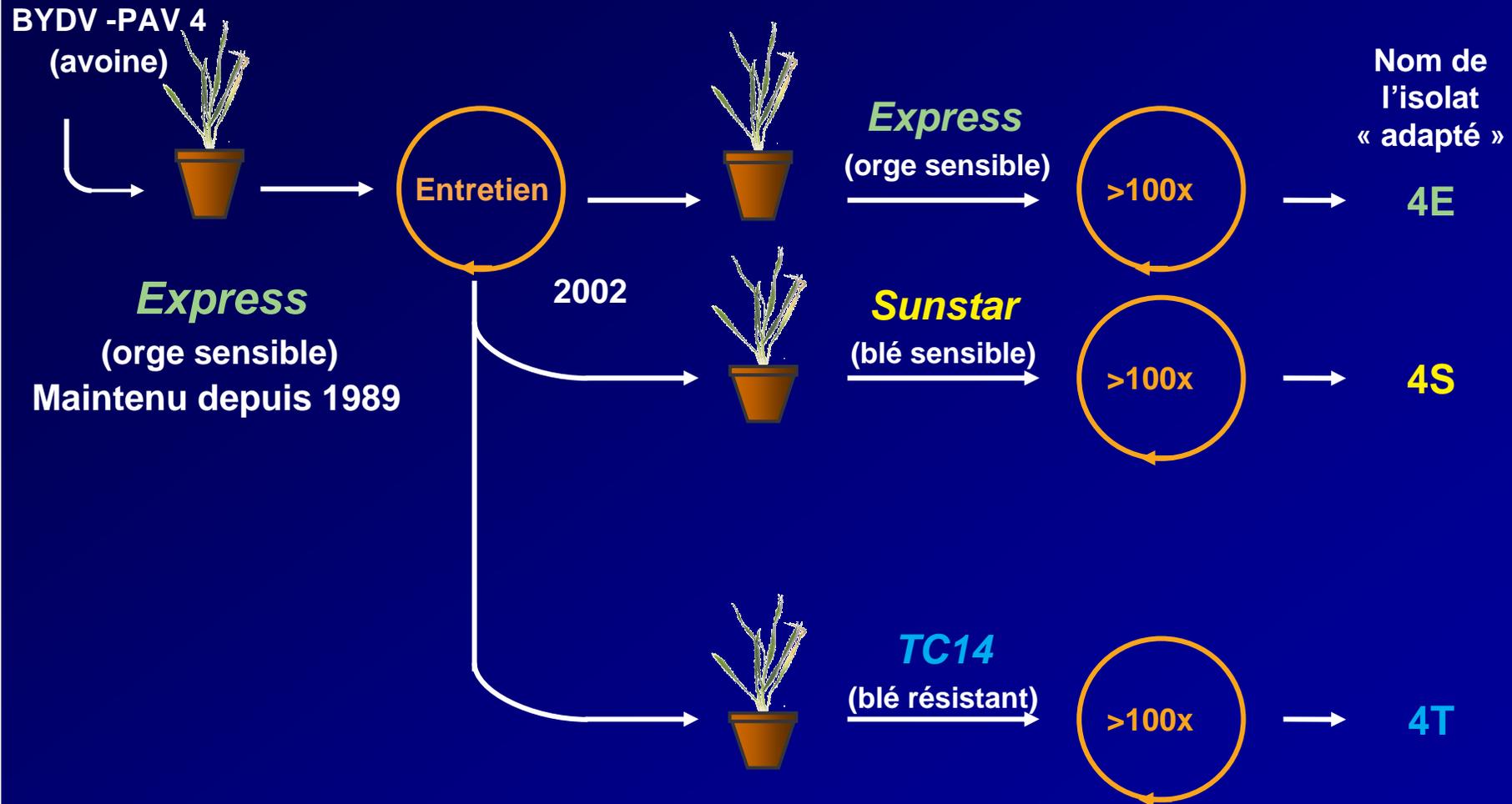
## ● Etude de l'interaction « virus-TC14 »

→ Caractérisation de la résistance

→ Adaptation/contournement de la résistance (durabilité)

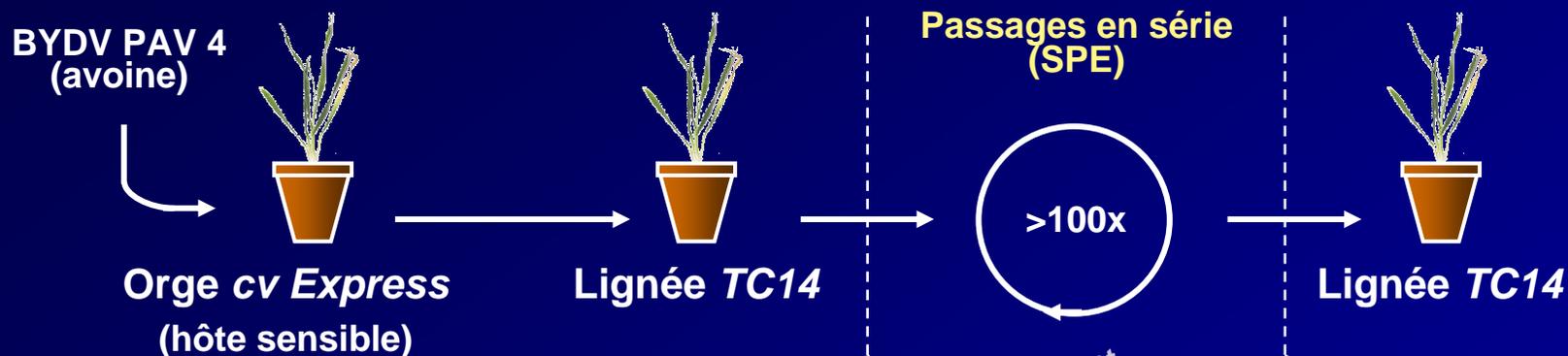
→ Analyse de la dynamique d'adaptation (risque biologique)

# Réalisation d'entretiens par passages en série sur monoculture



➔ Suivi de l'évolution des propriétés biologiques au cours des protocoles d'entretien par passages en série

# Réalisation d'entretien par passages en série sur monoculture

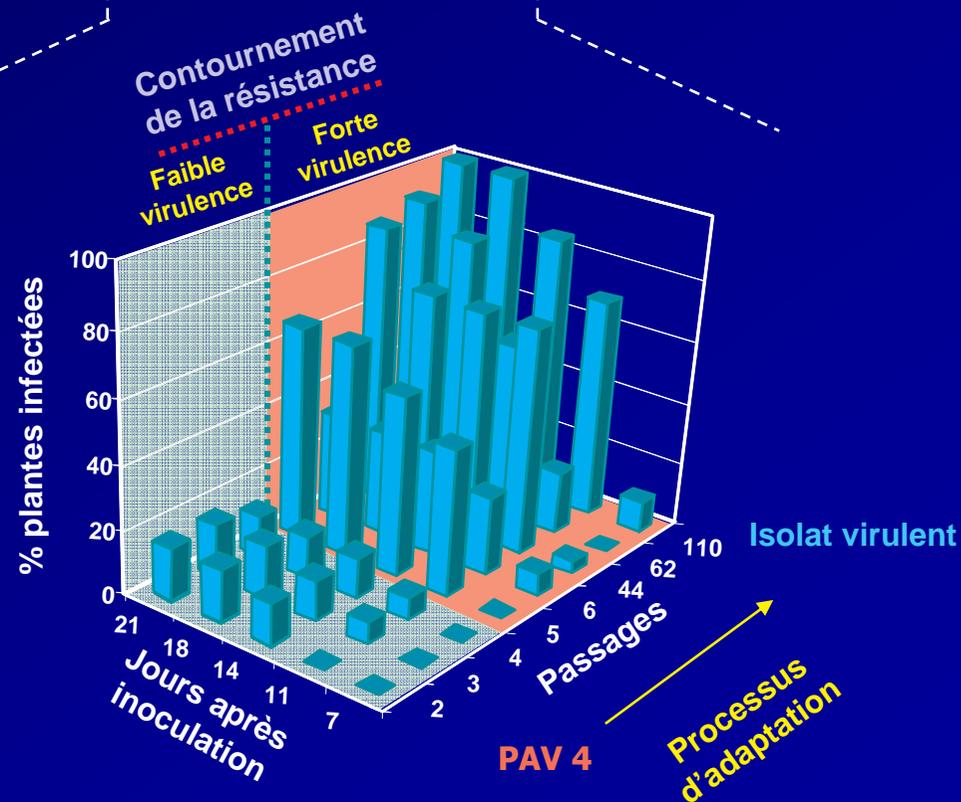


Caractérisation des propriétés biologiques

Cinétiques d'infection

- ➔ Pourcentage maximal de plantes infectées
- ➔ 21 jours après inoculation

Quelques passages sur TC14 suffisent pour contourner la résistance



## Synthèse des résultats et poursuite des travaux

➔ L'utilisation de la lignée de blé *TC14* conduit à la production de variants viraux plus virulents capables de contourner cette source de résistance

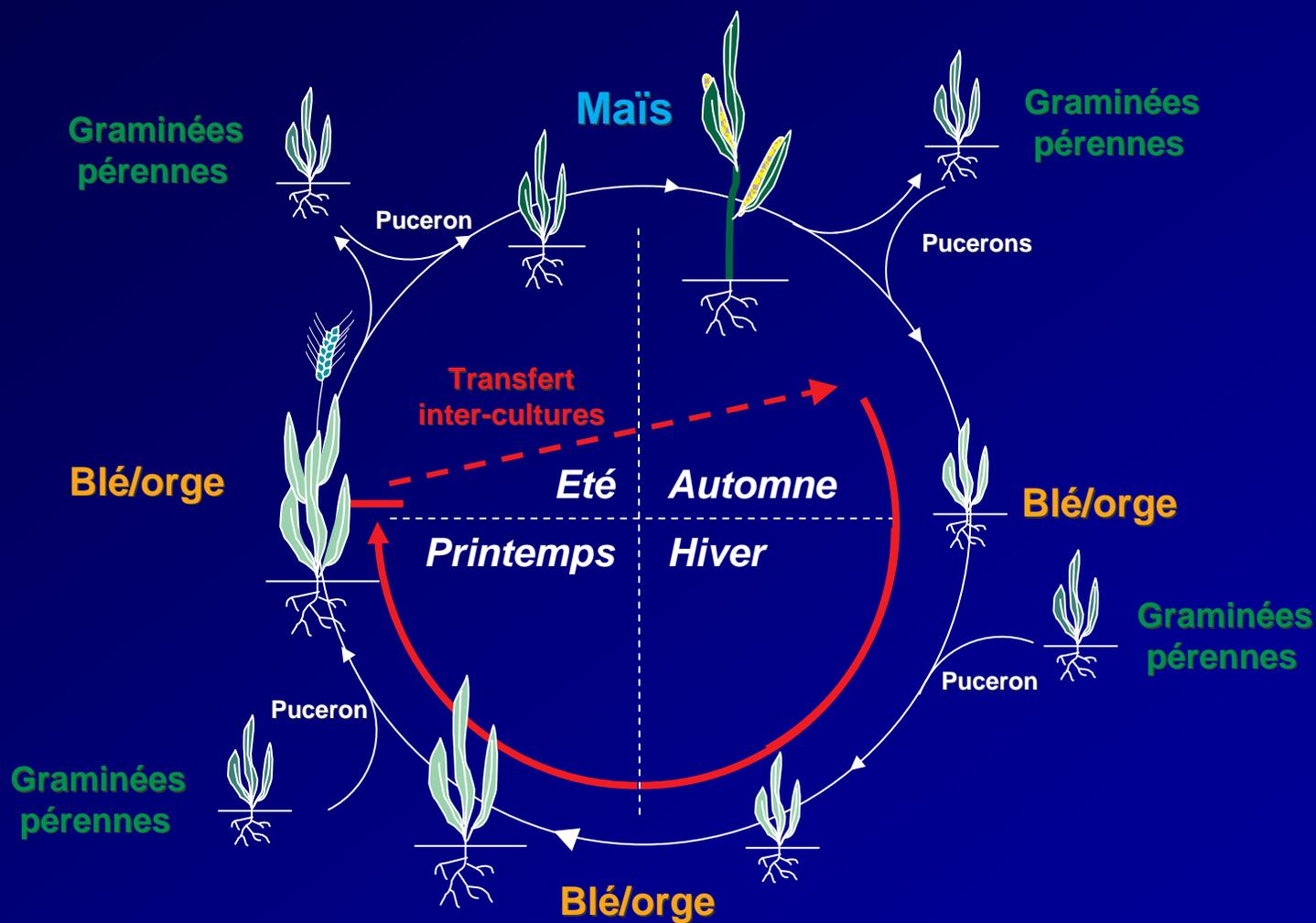
➔ *Le gain de virulence des isolats adaptés, décrit à l'aide du suivi de la cinétique d'infection, est associé à une augmentation de leur agressivité sur les composantes du rendement lors d'expérimentation en plein champ*

➔ *L'isolat adapté à la source de résistance portée par la lignée *TC14* présente également une virulence accrue sur hôtes sensibles*

**La résistance portée par *TC14* ne semble pas être durable et peut conduire à la sélection de variants viraux plus virulents et agressifs**

Quel pourrait être l'impact d'une alternance d'hôtes dans le processus d'adaptation virale à cette source de résistance ?

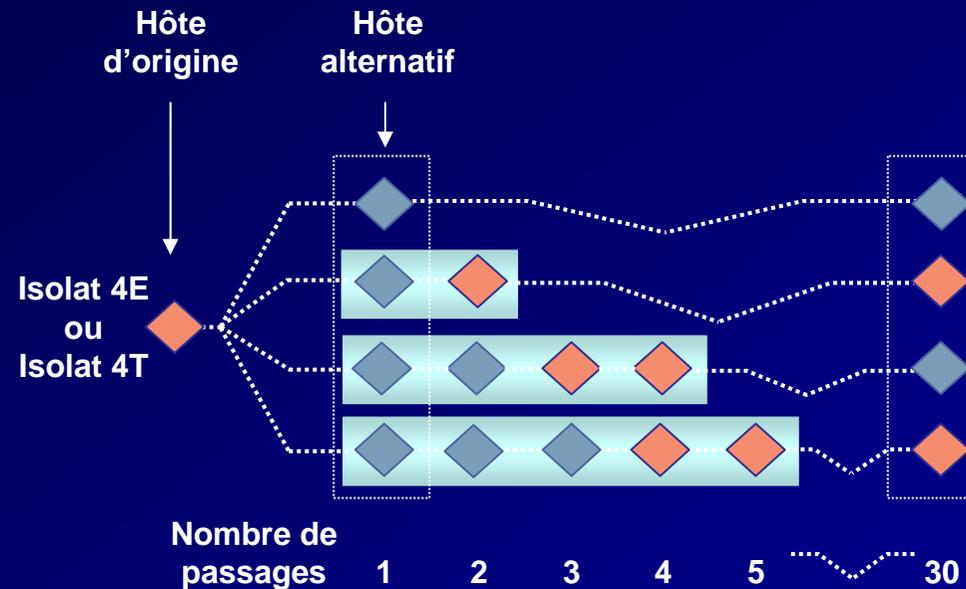
# L'alternance d'hôtes dans le cycle biologique du BYDV



➔ Mise en place de procédures d'entretien en alternance d'hôtes (sensibles/résistants)

# Effet de l'alternance d'hôtes sur les caractéristiques des populations virales

## Protocoles d'alternance d'hôtes



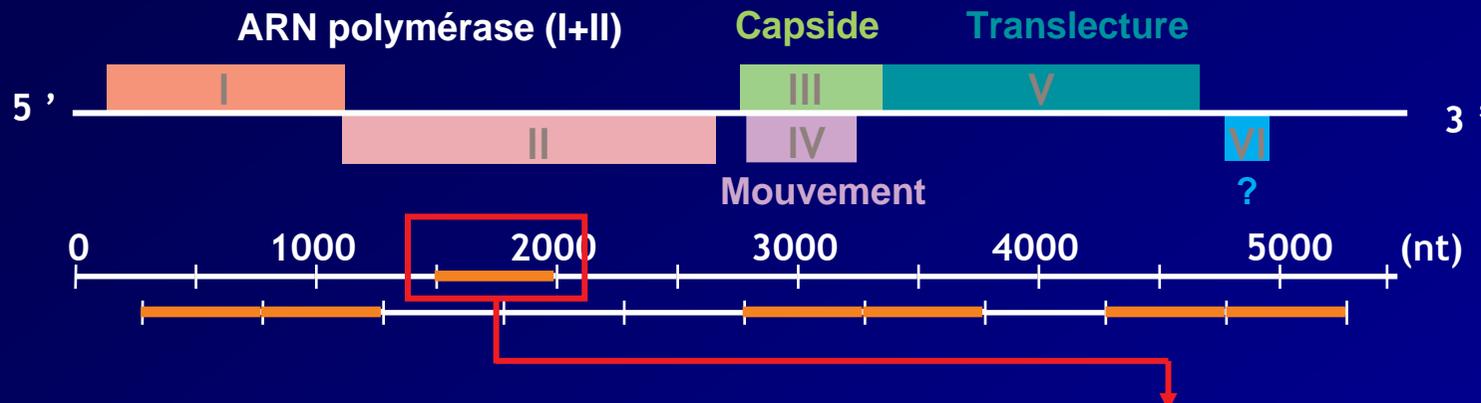
- ➔ Description des propriétés biologiques, en conditions contrôlées au laboratoire, des isolats après différents passages
- ➔ Analyse comparative de l'impact des isolats après différents passages sur des composantes du rendement

**Objectif** ➔ Estimer l'effet d'un passage sur hôte sensible sur l'adaptation à l'hôte résistant et identifier une procédure permettant de maintenir au plus bas le niveau de virulence/agressivité des isolats

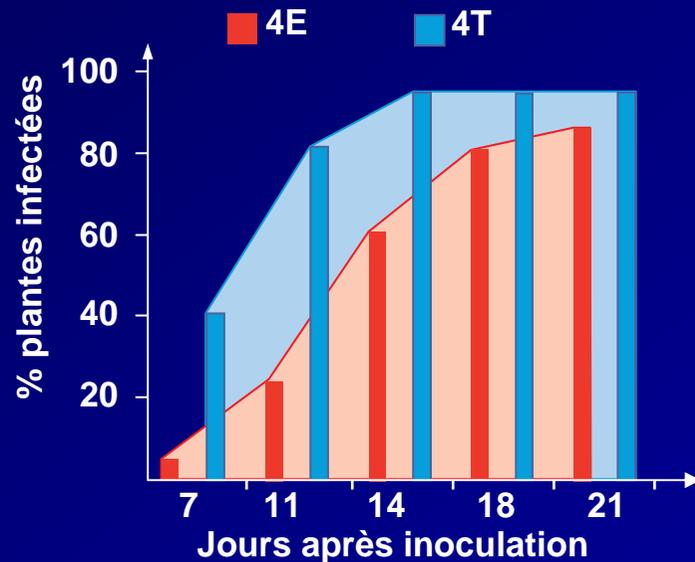
*Développer une méthode alternative aux cinétiques d'infection pour estimer la virulence d'un isolat*

# Analyse de la variabilité moléculaire du BYDV-PAV par SSCP

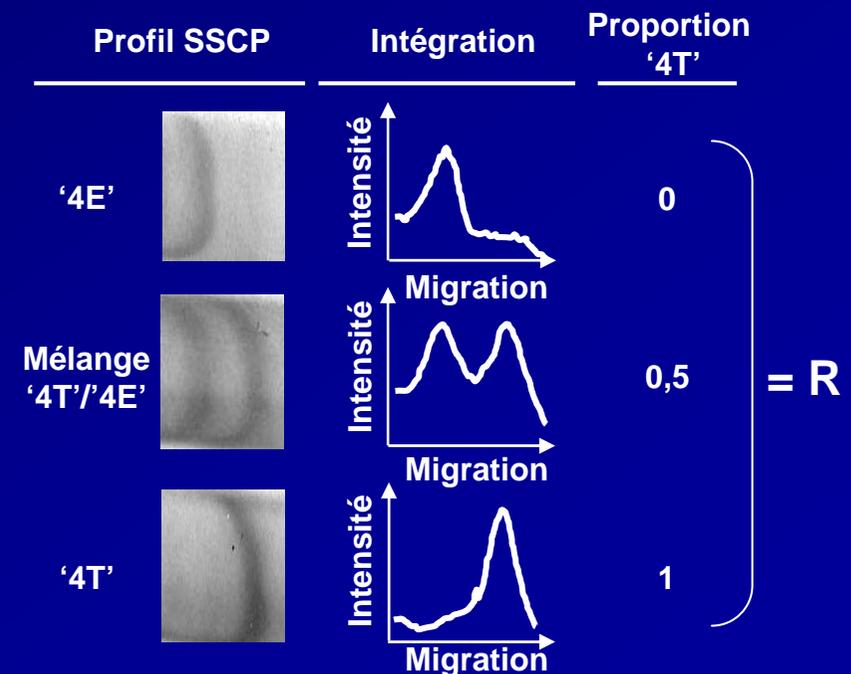
## Analyse récurrente du polymorphisme du génome viral



### Propriétés biologiques des isolats 4E et 4T

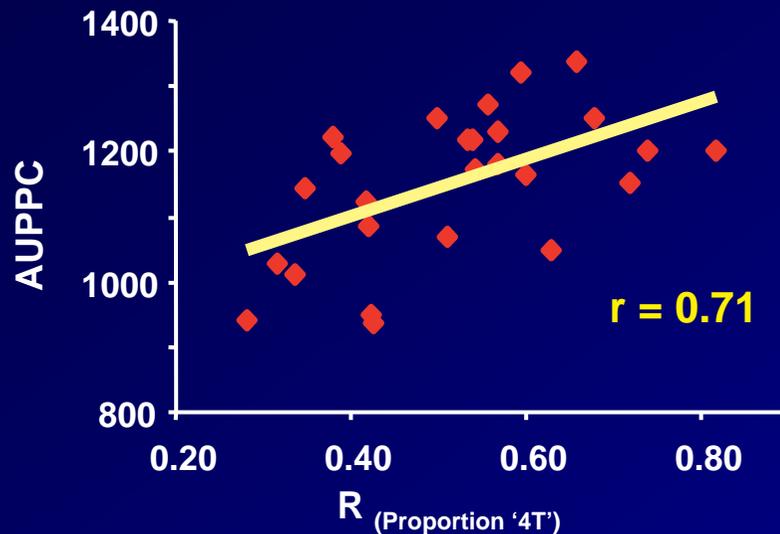


### Polymorphisme de la région '1500-2000'

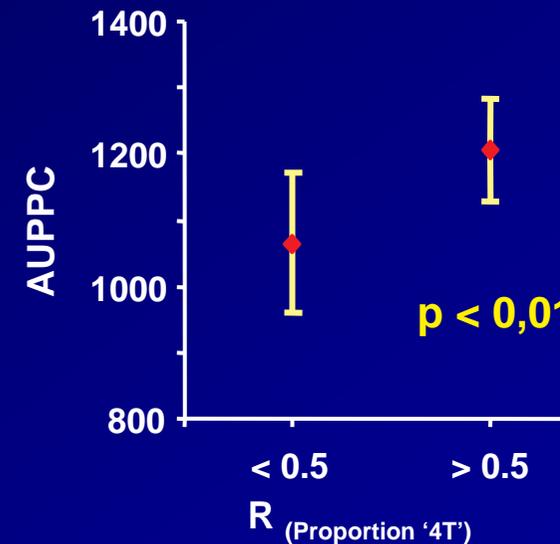


# Paramètres biologiques et moléculaires des isolats de BYDV

● Relation [proportion '4T' vs. AUPPC]



● Recherche d'un «seuil» de virulence

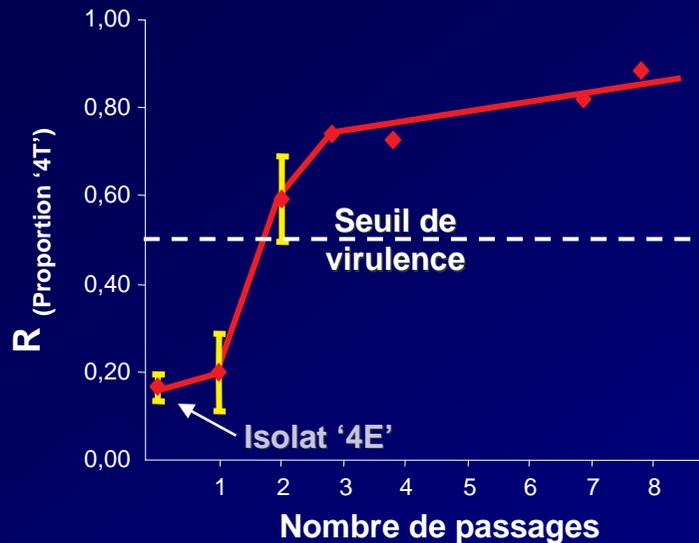


- ➔ Relation significative entre les paramètres moléculaires (profils SSCP) et biologiques (AUPPC) mesurés
- ➔ L'analyse SSCP peut se substituer aux analyses des propriétés biologiques
- ➔ Les populations virales constituées d'une minorité d'«individus» de type '4T' sont significativement moins virulentes

Quel est l'impact de la lignée *TC14* sur la virulence d'un isolat viral ?

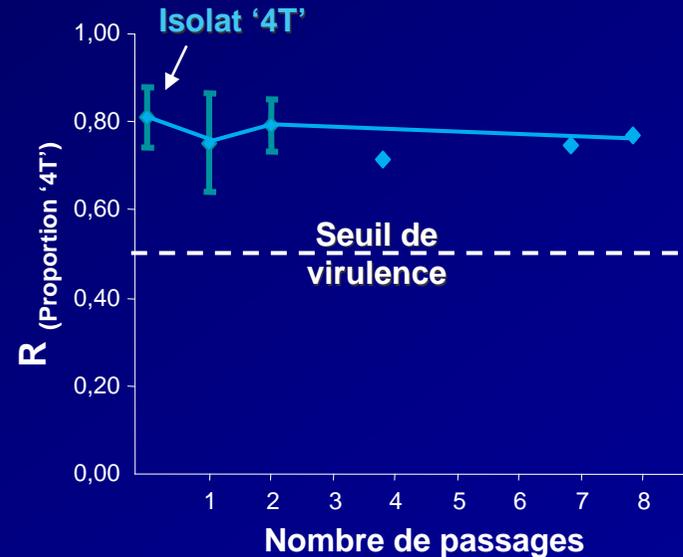
# Evolution des populations virales

● **Maintien d'un isolat peu virulent sur TC14**



➔ **Deux passages sur blé TC14 peuvent suffire pour obtenir une population virale présentant une valeur 'R' supérieure à 0.5**

● **Maintien d'un isolat virulent sur hôte sensible**

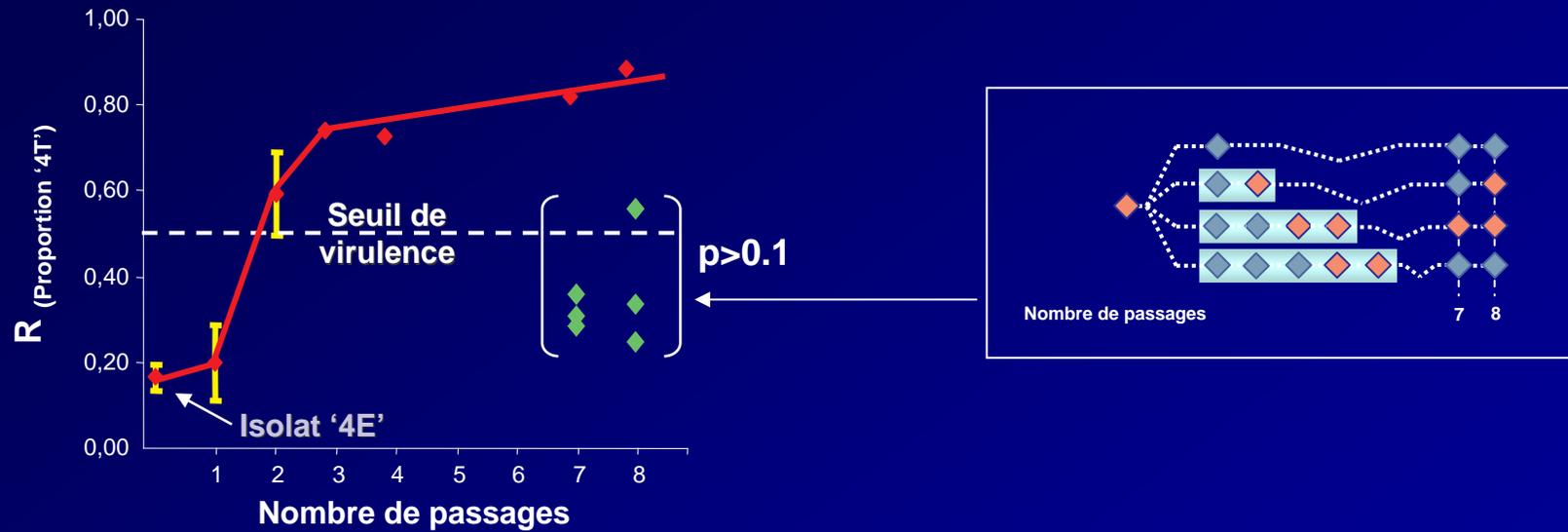


➔ **Le passage d'un isolat virulent, issu d'entretiens intensifs sur TC14, sur hôte sensible ne modifie pas sa virulence**

**L'adaptation de la population virale à l'hôte résistant est rapide et ne semble pas réversible**

# Evolution des populations virales en alternance d'hôtes

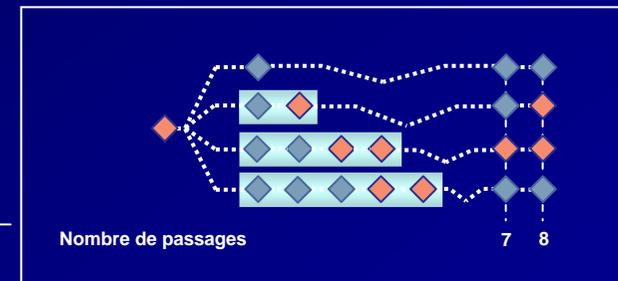
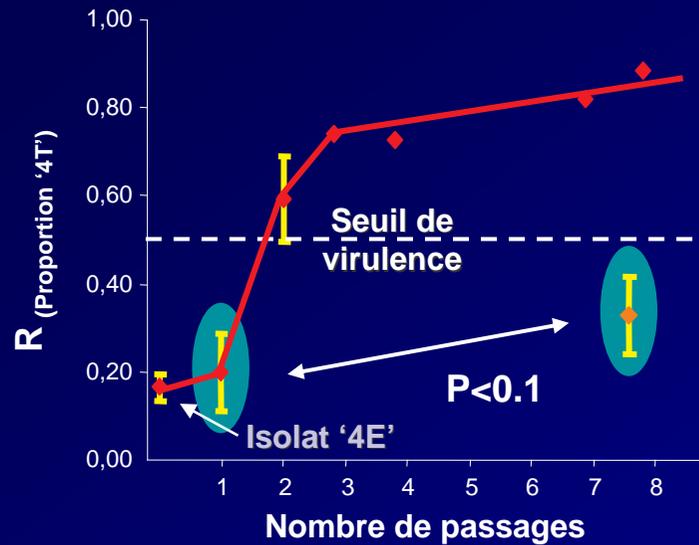
## Valeurs 'R' des population virales issues de passages en alternance d'hôtes



➔ Après 7-8 passages, les isolats viraux issus des alternances d'hôtes n'ont pas atteint le seuil de virulence

# Evolution des populations virales en alternance d'hôtes

## Valeurs 'R' des population virales issues de passages en alternance d'hôtes



- ➔ Après 7-8 passages, les isolats viraux issus des alternances d'hôtes n'ont pas atteint le seuil de virulence
- ➔ Les protocoles d'entretien incluant la lignée *TC14* conduisent à l'augmentation de la valeur R de la population virale correspondante

## Conclusions et perspectives

- ➔ Le polymorphisme SSCP d'une région codant la polymérase virale est corrélé au pouvoir pathogène de l'isolat étudié
- ➔ L'adaptation de la population virale à la lignée *TC14* est rapide et ne semble pas réversible
- ➔ L'alternance d'hôtes modifie la dynamique d'adaptation observée en monoculture en maintenant les populations virales en dessous du seuil de virulence ( $R=0.5$ )

**Les caractéristiques du cycle biologique annuel du BYDV reposant sur l'alternance d'hôtes obligatoire devraient permettre, lors du déploiement de la résistance portée par la lignée *TC14*, de retarder l'émergence de variants virulents**

- ➔ *Les données relatives aux trois années d'expérimentation en plein champ (réalisés sous confinement « insect-proof ») permettant d'estimer l'effet de l'alternance d'hôtes sur l'agressivité de l'isolat viral sont en cours d'analyse*

## Conclusions et perspectives

**La résistance portée par *TC14* n'est pas durable, est rapidement contournée et conduit à la sélection de variants viraux plus virulents (et plus agressifs ?)**

---

**Peut-on augmenter la qualité/durabilité de la résistance au BYDV en cumulant des sources de résistance dans un même fond génétique de blé ?**

- ➔ *Une étude a été initiée en utilisant la lignée de blé Zhong comme hôte résistant*
- ➔ *Cette source de résistance semble également peu durable (conditions contrôlées /monoculture)*
- ➔ **Identifier la(les) région(s) du génome viral évoluant sous la contrainte imposée par la source de résistance portée par la lignée *Zhong***
- ➔ **Estimer les effets additifs, synergiques ou neutres du cumul de ces résistances sur leur durabilité face aux potentiels d'adaptation du virus de la jaunisse nanisante de l'orge**

**Mise en place d'une gestion raisonnée des rares sources de résistance au BYDV chez le blé**

***“Evolution de phytovirus à ARN”***  
**INRA, Rennes, France**

---

---

**Florian Chain**  
**Agnès Delaunay**  
**Géraldine Ducros**  
**Emmanuel Jacquot**  
**Stéphanie Morlière**  
**Gérard Riault**

***“Amélioration génétique du blé”***  
**INRA, Rennes, France**

---

---

**Maxime Trottet**  
**Joseph Jahier**

***“CETAC ”***  
**Allones , France**

---

---

**Stephen Sunderwirth**

# Effet de l'adaptation à l'hôte sur l'agressivité

Isolat inoculé :

4E



4T



Orge cv. *Express*