



# **Que peut on attendre du greffage dans la maîtrise des bioagresseurs? Perspectives**



**François Villeneuve,**  
Ctifl, centre de Lanxade

**Marie Torres,**  
Ctifl centre de Balandran

Rencontre Technique  
Agriculture Biologique Légumes Ctifl/ITAB  
Carquefou – 17 mars 2016

# Le greffage des cultures légumières

- Une technique très ancienne remise au goût du jour
  - Signalé en Asie 1<sup>er</sup> siècle avant JC
  - Travaillé dans les années 60, en Europe en particulier
  - Reprise dans de nombreux pays avec le retrait des fumigants : USA, Israël, Turquie, Japon, Chine, Espagne, Italie, Grèce...
  - Tant à se généraliser dans les conduites en serres
- Une liste de cultures concernées qui s'allonge
  - Traditionnellement
    - Les Solanacées : Tomate, Aubergine, Poivron, Piment...
    - Les Cucurbitacées : Concombre, Melon, Pastèque, Courgette...
  - Plus récemment
    - L'artichaut greffé sur cardon pour gérer les problèmes de *Verticillium* (Italie)
    - Le haricot sous abris pour gérer les pathogènes telluriques (Portugal)
- Des recherches qui s'intensifient ...



# Le greffage : des objectifs très divers

- Principaux objectifs :
  - Résistances/tolérances aux maladies et ravageurs
  - Adaptation à des contraintes abiotiques:
    - Basses ou hautes températures
    - Sécheresse
    - Salinité du sol
    - Présence de métaux lourds dans les sols
    - ...
  - Augmentation de la vigueur
  - Amélioration de la qualité
  - ...



# Mécanismes induisant une résistance/tolérance

- Mécanismes de résistance dans le PG
  - Porte-greffes qui ne sont pas sensibles au pathogène (exemple courge/Fom)
  - Porte-greffes présentant un ou plusieurs gènes de résistance
- Modification des populations microbiennes du sol
  - *S. torvum* ➔ développement d'actinomycètes ➔ rôle de protection des plantes
- Augmentation de la vigueur du système racinaire
- Induction des mécanismes de défenses des plantes
  - Cas de la tolérance à l'oïdium qui serait due à une modification morphologique des plants lors de la phase d'acclimatation



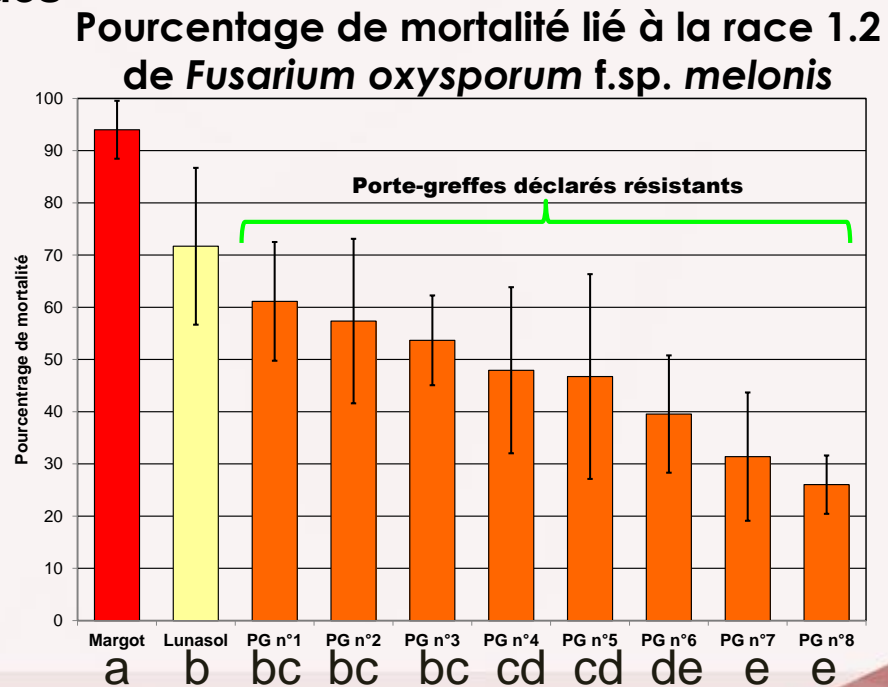
# Les principales espèces légumières greffées en France

| Espèce    | Principaux porte-greffes   | Surface greffée            | Raisons?  |
|-----------|--|----------------------------|---|
| Tomate    | <i>Solanum lycopersicum</i> X <i>S. habrochaïtes</i>   | 90% Hors sol<br>42% En sol | ↗ vigueur<br>Résistance KNVFFr  |
| Melon     | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ PG interspécifique (type courge)</li> <li>■ PG intraspécifique (melon)</li> </ul>           | 10,2%                      | ↗ vigueur,<br>résistance au froid,<br>tolérance aux nématodes<br>Résistance à la fusariose<br>race 1.2  |
| Aubergine | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ <i>Solanum lycopersicum</i> X <i>S. habrochaïtes</i></li> <li>■ <i>S. torvum</i></li> </ul> |                            | ↗ rendement<br>Résistance au froid<br>Tolérance à la verticilliose<br>Résistance <i>R. solanacearum</i> |
| Poivron   | Poivron  | 4 à 5 %                    | Résistance phytophthora<br>Tolérance nématodes  |
| Pastèque  | PG interspécifique (type courge)   | 4 à 5 %                    | ↗ vigueur   |
| Concombre | PG interspécifique ( type courge)  | 30%                        |   |



# Gestion des bioagresseurs telluriques

- De nombreuses résistances aux maladies ont été développées :
  - D'abord avec des résistances monogéniques
    - ➔ tous les porte-greffes ont un comportement identique face au bioagresseur concerné
    - ➔ apparition de nouvelles races contournant les gènes mis en œuvre
  - Ensuite des résistances polygéniques
    - ➔ souvent insuffisantes lorsque la pression parasitaires est forte
    - ➔ tous les porte-greffes n'ont pas le même comportement, cela dépend du nombre de QTL présents
- Sur un moins grand nombre de ravageurs (nématodes du genre *Meloidogyne*) ou de bactéries (*Ralstonia solanacearum*)



# Complexité des formes spéciales de *Fusarium oxysporum* et des symptômes

## ○ Les *Fusarium oxysporum* faisant des nécroses

| Cultures                        | aubergine | concombre | courgette | melon | pastèque | poivron | tomate |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-------|----------|---------|--------|
| <i>F.o. radicis-capsici</i>     |           |           |           |       |          | ✓       |        |
| <i>F.o. radicis-cucumerinum</i> |           | ✓         |           |       |          |         |        |
| <i>F.o. radicis-lycopersici</i> |           |           |           |       |          |         | ✓      |
| <i>Fusarium solani</i>          | ✓         | ✓         | ✓         | ✓     | ✓        | ✓       | ✓      |

## ○ les *Fusarium oxysporum* provoquant des maladies vasculaires

|                         | aubergine | concombre | courgette | laitue | melon | pastèque | poivron | tomate |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|----------|---------|--------|
| <i>F.o. capsici</i>     |           |           |           |        |       |          | ✓       |        |
| <i>F.o. cucumerinum</i> |           | ✓         |           |        |       |          |         |        |
| <i>F.o. lactucae</i>    |           |           |           | ✓      |       |          |         |        |
| <i>F.o. melongenae</i>  | ✓         |           |           |        |       |          |         |        |
| <i>F.o. melonis</i>     |           |           |           |        | ✓     |          |         |        |
| <i>F.o. niveum</i>      |           |           |           |        |       | ✓        |         |        |
| <i>F.o. lycopersici</i> |           |           |           |        |       |          |         | ✓      |



# Les principales résistances disponibles aujourd'hui

| Porte-greffes Solanacées :<br>aubergine et tomate               | <i>Solanum lycopersicum</i><br>X <i>S. habrochaïtes</i> |                          | <i>Solanum torvum</i> |                          |
|---|---|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
|   | Résistance haute  | Résistance intermédiaire | Résistance haute      | Résistance intermédiaire |
| <i>Passalora (Fulvia fulva)</i> races A, B, C, D et E           | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i> races 0 et 1 | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-lycopersici</i>      | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| <i>Meloidogyne arenaria</i>                                     |   | ✓                        | ✓                     |                          |
| <i>Meloidogyne incognita</i>                                    |   | ✓                        | ✓                     |                          |
| <i>Meloidogyne javanica</i>                                     |   | ✓                        | ✓                     |                          |
| <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>                                 | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| Tomato mosaic virus   | ✓   |                          |                       |                          |
| <i>Verticillium albo-atrum</i>                                  | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| <i>Verticillium dahliae</i> race 0                              | ✓   |                          | ✓                     |                          |
| <i>Verticillium dahliae</i> race 1                              |   |                          |                       | ✓                        |



# Les principales résistances disponibles aujourd'hui

| Porte-greffes Solanacées : poivron      | Résistance haute | Résistance intermédiaire |
|---|------------------|--------------------------|
| <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV)      | ✓                |                          |
| <i>Potato virus Y</i> (PVY)             | ✓                |                          |
| <i>Tobacco mosaic virus</i> (TMV)       | ✓                |                          |
| <i>Pepper mild mottle virus</i> (PMMoV) | ✓                |                          |
| <i>Tomato spotted wilt virus</i> (TSWV) | ✓                |                          |
| <i>Meloidogyne arenaria</i>             | ✓                | ✓                        |
| <i>Meloidogyne incognita</i>            | ✓                | ✓                        |
| <i>Meloidogyne javanica</i>             | ✓                | ✓                        |



# Les principales résistances disponibles aujourd'hui

| Porte-greffes cucurbitacées :<br>concombre, courgette, melon,<br>pastèque, potiron... | <i>Cucurbita maxima X c;</i><br><i>moschata</i> |                             | Melon<br><i>Cucumis melo</i> |                             |
|---|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|   | Résistance<br>haute                             | Résistance<br>intermédiaire | Résistance<br>haute          | Résistance<br>intermédiaire |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i><br>races 1, 2 et 3                 | ✓   |                             |                              |                             |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melon</i> races 0, 1<br>et 2                       | ✓   |                             | ✓                            |                             |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>melon</i> race 1-2                                 | ✓   |                             |                              | ✓                           |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>radicis-</i><br><i>cucumerinum</i>                 |   | ✓                           |                              |                             |
| <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i> races 0 et<br>1                         | ✓   |                             |                              |                             |
| <i>Meloidogyne incognita</i>  |   | ✓                           |                              | ✓                           |
| <i>Phomopsis sclerotoides</i>   | ✓   |                             |                              |                             |
| <i>Rhizoctonia solani</i>   |   | ✓                           |                              |                             |
| <i>Verticillium dahliae</i>   |   | ✓                           |                              |                             |



# Les nouvelles résistances travaillées de par le monde

| Bioagresseurs                                     | Culture   | Source de résistance   |
|---|-----------|--|
| <i>Verticillium dahliae</i> races 0 et 1          | aubergine | Hybrides interspécifiques<br><i>S. incanum</i> , <i>S. aethiopicum</i> ... |
| <i>Ralstonia solanacearum</i>                     |           |  |
| <i>Phomopsis sclerotioides</i>                    | concombre | <i>Cucurbita ficifolia</i>   |
| <i>Phytophthora drechsleri</i>                    |           | <i>Cucurbita maxima</i>  |
| <i>Meloidogyne incognita</i>                      | melon     | <i>Cucumis metuliferus</i>   |
| <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>melonis</i> race 1.2 |           | <i>Cucumis pustulatus</i>  |
| <i>Didymella bryoniae</i>                         |           | <i>Cucurbita maxima</i>  |
| <i>Monosporascus cannonballus</i>                 |           | <i>Cucurbita moschata</i>  |
| <i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>niveum</i>           | pastèque  | <i>Citrullus lanatus</i> , <i>Lagenaria siceraria</i>                      |
| <i>Macrophomina phaseolina</i>                    |           |  |
| <i>Phytophthora capsici</i>                       | poivron   | <i>C. annuum</i> , <i>C. baccatum</i>                                      |
| <i>Ralstonia solanacearum</i>                     | tomate    | Hybrides interspécifiques  |
| <i>Phytophthora nicotianae</i>                    |           |  |
| <i>Phytophthora capsici</i>                       |           |  |



# Gestion des bioagresseurs aériens

- Peu de recherches en cours
- Seules avancées significatives = Virus
  - MNSV= Virus de la criblure du melon (transmis par champignon). Symptômes limités par un greffage courge
  - CGMMV (Cucumber green mottle mosaic virus): Virus de la marbrure du concombre et CFMMV: Virus de la marbrure des fruits de concombre
  - Pepino mosaic virus/ tomate
- Des possibilités via les stimulations de défense



# Limites du greffage

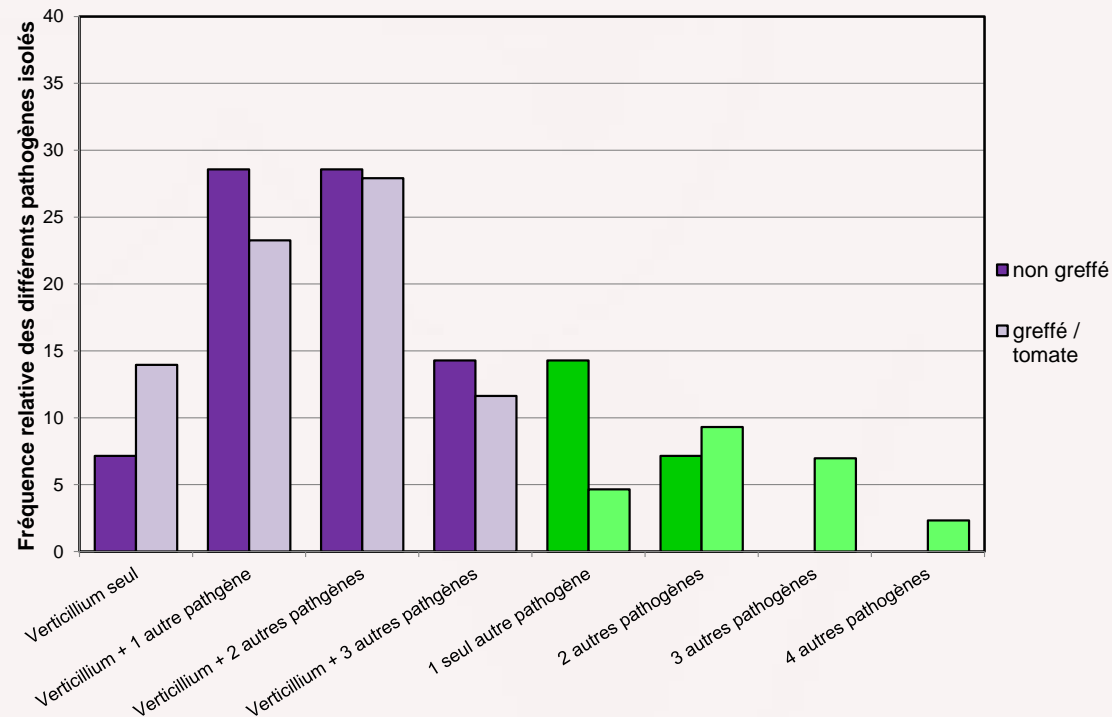
- (Ré)émergence de nouveaux pathogènes sur les plants greffés dans tous les pays du monde
  - USA : *Colletotricum coccodes* et *R. solani* sur poivron
  - Grèce : *C. coccodes*, *R. solani* et *P. capsici* sur aubergine
  - Italie : *P. capsici*, *R. solani*, *V. dahliae*, *C. coccodes* sur poivron
  - Grèce : *M. phaseolina* et *R. solani* sur melon
  - France :
    - *Meloidogyne arenaria*, *V. dahliae* sur aubergine
    - *F.o. melonis*, *M. phaseolina* sur melon



# Exemple d'une situation devenue difficile : l'aubergine

○ Une adaptation du cortège de bioagresseurs après quelques années d'utilisation :

- Nouvelles races :  
nématodes,  
*Verticillium*
- Nouveaux parasites :  
*Meloidogyne hapla*,  
*Colletotrichum coccodes*,  
*Verticillium isaacii*



○ Peu ou pas de résistance à ces bioagresseurs dans l'espèce *Solanum melongena*



# Recherche de nouvelles sources de résistances

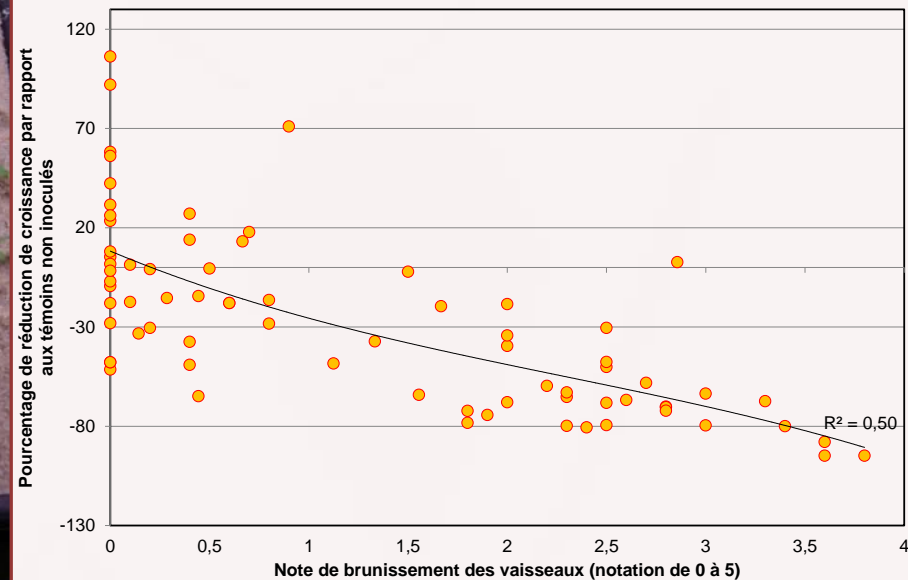


**Témoin**



**Race 2**

**Relation entre la croissance des plantes et le brunissement des vaisseaux (indicateur de présence du pathogène)**



# Test au stade jeune plante l'affinité en greffage de l'aubergine avec des Solanacées

(Ctifl, Lanxade)

- **81 accessions testées de 2011 à 2014 en tant que PG**
- **Témoins**
  - **Monarca non greffée**
  - **Monarca greffée sur Monarca**
  - **Monarca greffée sur Maxifort**
  - **Monarca greffée sur LF3**

**greffe en fente terminale**





# Quelques uns des porte-greffes testés



*S. citrullifolium*



*S. rostratum*



*S. cyaneo-purpureum*



*S. muricatum*



*S. stoloniferum*



*S. stoloniferum*



*S. acanthoideum*



F1 (melongena X incanum D)



*S. virginianum*



*S. atropurpureum*



*S. canense*



*S. aethiopicum*



# Affinité en greffage au stade jeune plante (2011-2014)

## Affinité des PG avec l'aubergine (scion)

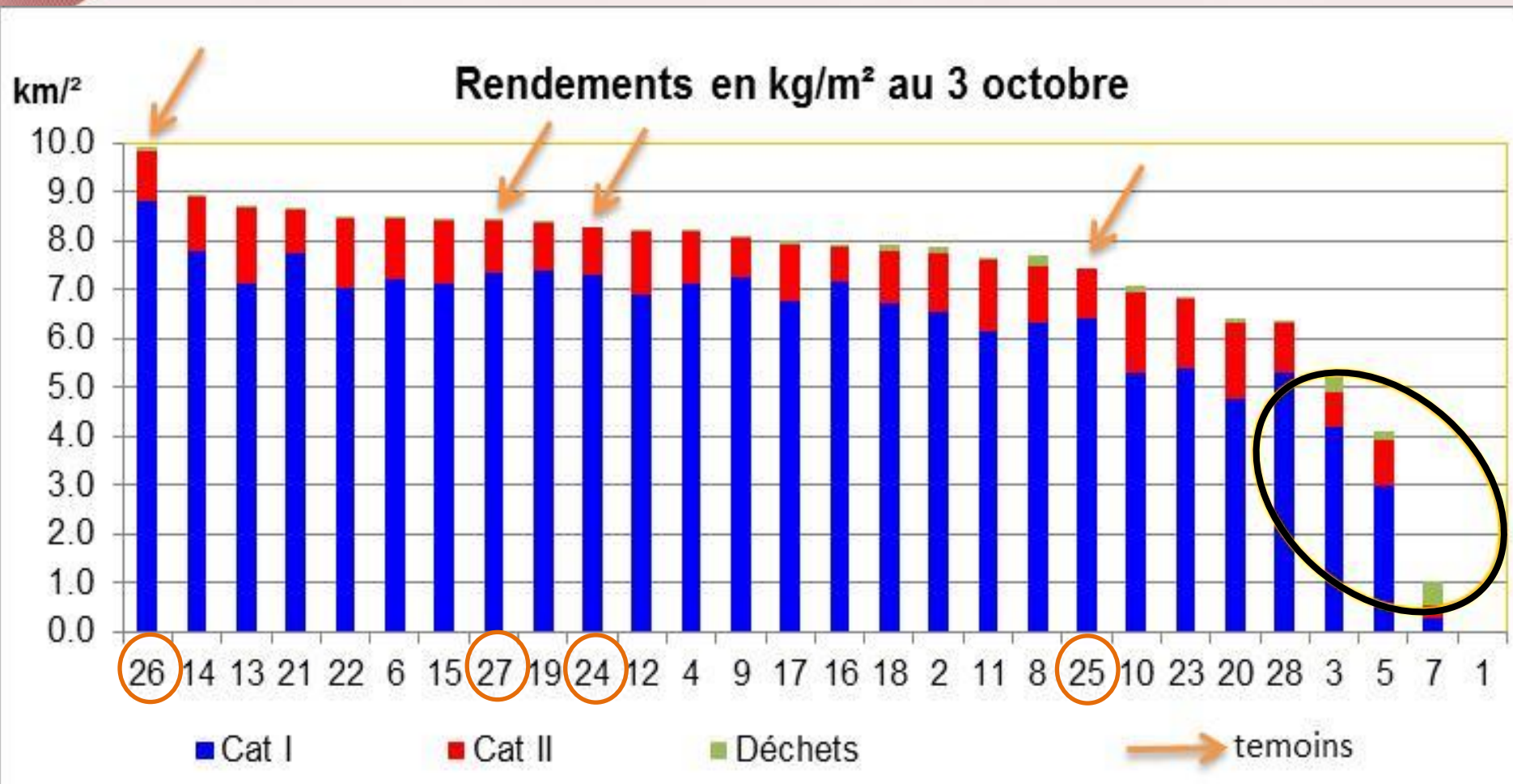
| Type de qualité à la reprise | Nombre d'accessions |
|------------------------------|---------------------|
| Entre 90,1 et 100%           | 30                  |
| Entre 70, 1 et 90%           | 24                  |
| Entre 50,1 et 70%            | 8                   |
| < 50%                        | 19                  |

## Croissance (2011 à 2013)

| Qualité de la croissance                        | Nombre d'accessions |
|---|---------------------|
| Plus que Monarca non greffée                    | 9                   |
| Moins que Monarca non greffée, entre 90 et 100% | 2                   |
| Moins que Monarca non greffée, entre 70 et 80%  | 13                  |
| Moins que Monarca non greffée, entre 50 et 70%  | 17                  |
| Moins que Monarca non greffée, <50%             | 17                  |



# Rendements (2012-2013)



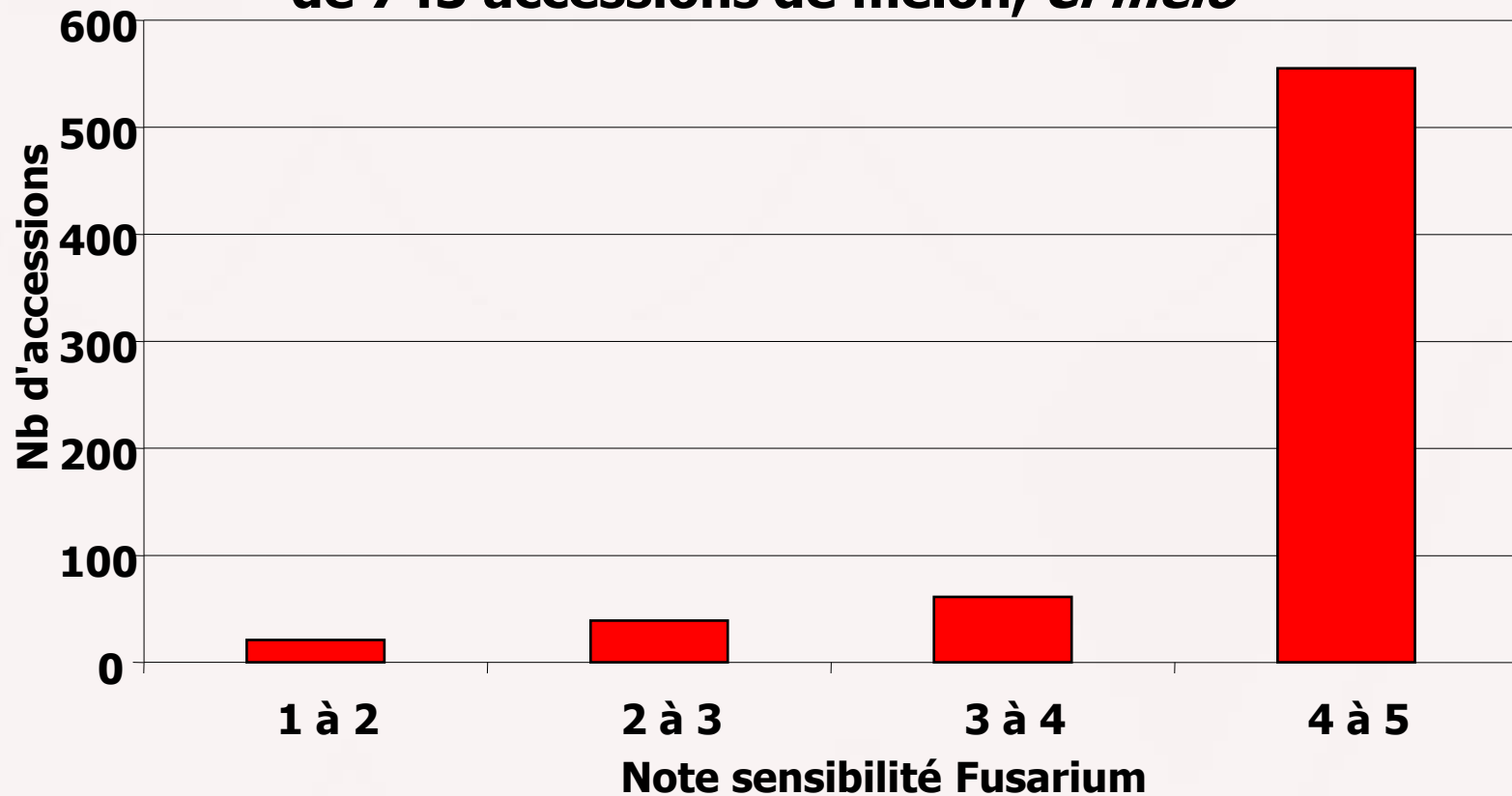
26 Monarca / Maxifort, 27 Monarca / torvum, 24 Monarca franc, 25 Monarca/Monarca

3 *S. atropurpureum*, 5 *S. mauritianum*, 7 *S. trachycarpum*, 1 *Cyphomandra betacea*



# Les résistances sont rares, donc précieuses...

Comportement vis-à-vis du Fusarium race 1.2 (souche TST)  
de 743 accessions de melon, *C. melo*



# La résistance ne fait pas tout...

- Le greffage a des incidences sur la qualité...
  - Par exemple, la composition en certains composés pas forcément recherchés, c'est le cas des
    - ➔ alcaloïdes lors du greffage sur différents *Solanum*
    - ➔ cucurbitacines greffage sur *Lagenaria siceraria* (calenasses)...

Brodures sur le melon de Hami



Porte-greffe melon

Porte-greffe *C. maxima* x *C. moschata*



# Quelques spécificités françaises

- L'inscription au catalogue officiel CTPS des porte-greffes des cucurbitacées et des solanacées est récente : 2012
- Pour les résistances ne prend en compte que les résistances ayant un test officiel



# Conclusions

- **Le greffage peut être une solution pour résoudre différents problèmes rencontrés par les producteurs dont la gestion des bioagresseurs**
- **Ce n'est pas une panacée universelle, il faut combiner les techniques de protection car les résistances génétiques sont rares**
- **Mettre au point un porte-greffes demande du temps pour contrôler de nombreux aspects tels que**
  - **L'affinité dans les différentes conditions de productions**
  - **Mettre en évidence l'absence d'interactions négatives entre le porte-greffe et le greffon (par ex. rendement, composition des produits récoltés...)**
  - **Voir l'impact sur les communautés microbiennes du sol**
  - **Définir les itinéraires techniques *ad hoc* pour optimiser les coûts**





*Merci pour votre attention*





## Maladies contrôlées par le greffage chez différentes espèces légumières (Louws et al, 2010)

| Disease and pest             | Pathogen  | Crops   |
|------------------------------|---|---|
| Fungal and oomycete diseases |   |   |
| Fusarium wilt                | <i>Fusarium oxysporum</i>                             | Tomato, pepper, watermelon, melon, cucumber           |
| Fusarium crown and root rot  | <i>Fusarium oxysporum</i> ;<br><i>Fusarium solani</i> | Tomato, pepper, watermelon                            |
| Verticillium wilt            | <i>Verticillium dahliae</i>                           | Tomato, eggplant, watermelon, melon, cucumber         |
| Monosporascus sudden wilt    | <i>Monosporascus cannonballus</i>                     | Watermelon, melon                                     |
| Phytophthora blight          | <i>Phytophthora capsici</i>                           | Tomato, pepper, watermelon, cucumber                  |
| Corky root                   | <i>Pyrenochaeta lycopersici</i>                       | Tomato, eggplant                                      |
| Target leaf spot             | <i>Corynespora cassiicola</i>                         | Cucumber  |
| Black root rot               | <i>Phomopsis sclerotioides</i>                        | Cucumber, melon                                       |
| Gummy stem blight            | <i>Didymella bryoniae</i>                             | Melon   |
| Southern blight              | <i>Sclerotium rolfsii</i>                             | Tomato  |
| Brown root rot               | <i>Colletotrichum coccodes</i>                        | Tomato, eggplant                                      |
| Rhizoctonia damping off      | <i>Rhizoctonia solani</i>                             | Tomato  |
| Powdery mildew               | <i>Podosphaera xanthii</i>                            | Cucumber  |
| Downy mildew                 | <i>Pseudoperonospora cubensis</i>                     | Cucumber  |
| Bacterial diseases           |   |   |
| Bacterial wilt               | <i>Ralstonia solanacearum</i>                         | Tomato, pepper, eggplant                              |
| Nematodes                    |   |   |
| Root-knot                    | <i>Meloidogyne</i> spp.                               | Cucumber, melon, watermelon, tomato, eggplant, pepper |
| Viral diseases               |   |   |
| Melon necrotic spot virus    | <i>Melon necrotic spot virus</i> (MNSV)               | Watermelon  |
| Tomato yellow leaf curl      | <i>Tomato yellow leaf curl virus</i> (TYLCV)          | Tomato  |
| Tomato spotted wilt          | <i>Tomato spotted wilt virus</i> (TSWV)               | Tomato  |
| Pepino mosaic virus          | <i>Pepino mosaic virus</i> (PepMV)                    | Tomato  |

Information was adapted from published reviews (King et al., 2008; Louws et al., 2010).

