



# Risques sanitaires en pomme de terre : actions de recherches et prévention de la filière plants

Yves Le Hingrat et Sylvie Marhadour,  
FN3PT

Membre du réseau



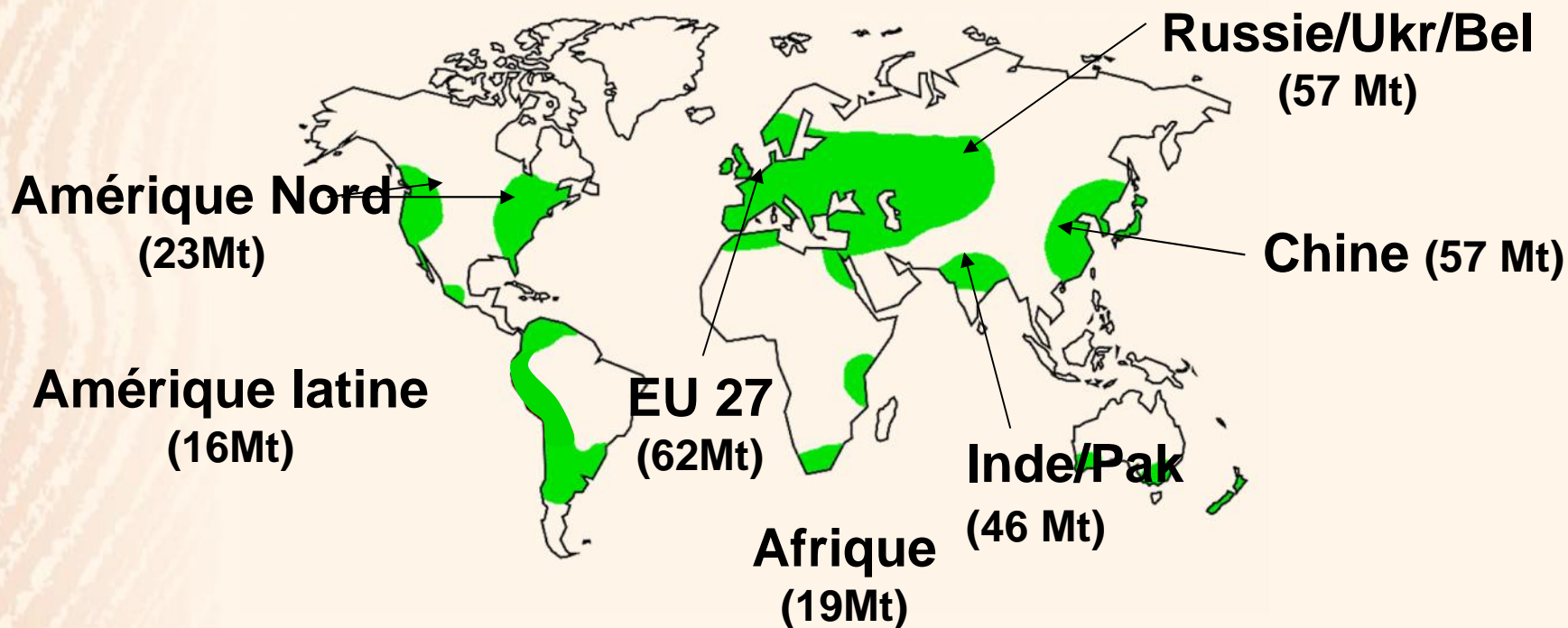
Membre du réseau



*Journées Association des Sélectionneurs Français - Section Plantes potagères et florales  
« Les maladies émergentes des plantes potagères », 8-9 avril 2015, Vegenov, Saint Pol de Léon (29)*

# La pomme de terre dans le monde : production

- 4<sup>ème</sup> espèce cultivée au monde
- 314 millions de tonnes sur 19 millions d'hectares



- **Nombreux échanges commerciaux**



# La pomme de terre en France : la production 2012

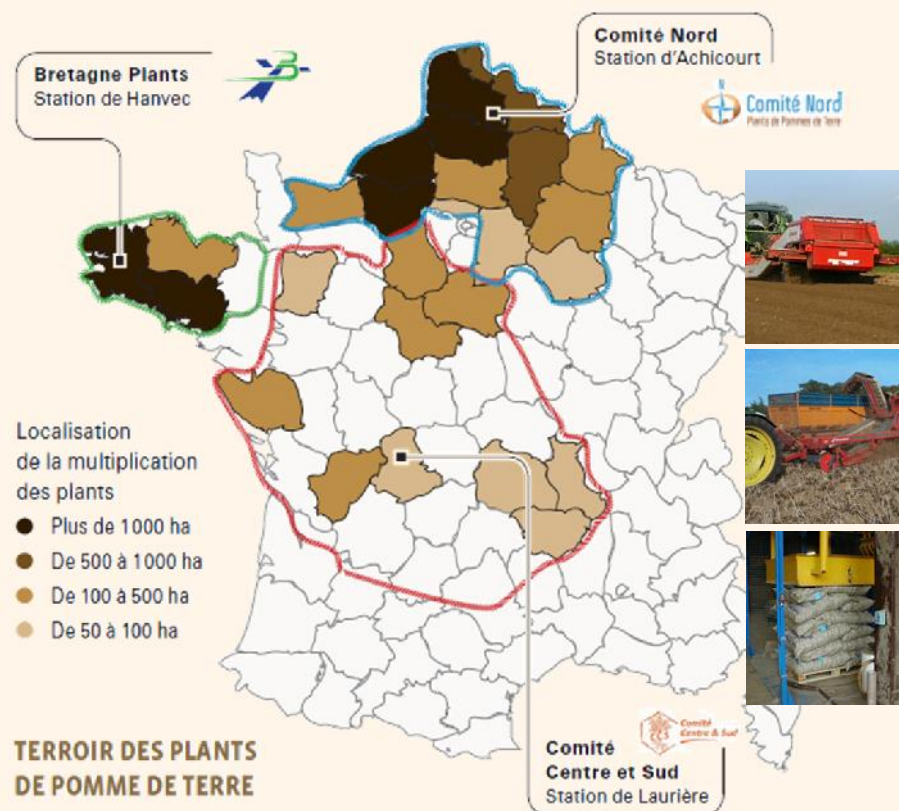
	Surface 2012
<b>Pomme de terre de consommation, transformation et primeurs</b>	<b>120 000 ha</b>
<b>Pomme de terre féculière</b>	<b>20 000 ha</b>
<b>Plant de pomme de terre</b>	<b>17 500 ha</b>
<b>TOTAL</b>	<b>157 500 ha</b>





# La production française de plant de pomme de terre

- 18 000 hectares
- 900 producteurs
- 450 000 tonnes certifiées
- 150 000 t exportées
- 400 cultivars



**Un plant certifié de qualité =  
vigueur + qualité sanitaire + variété**





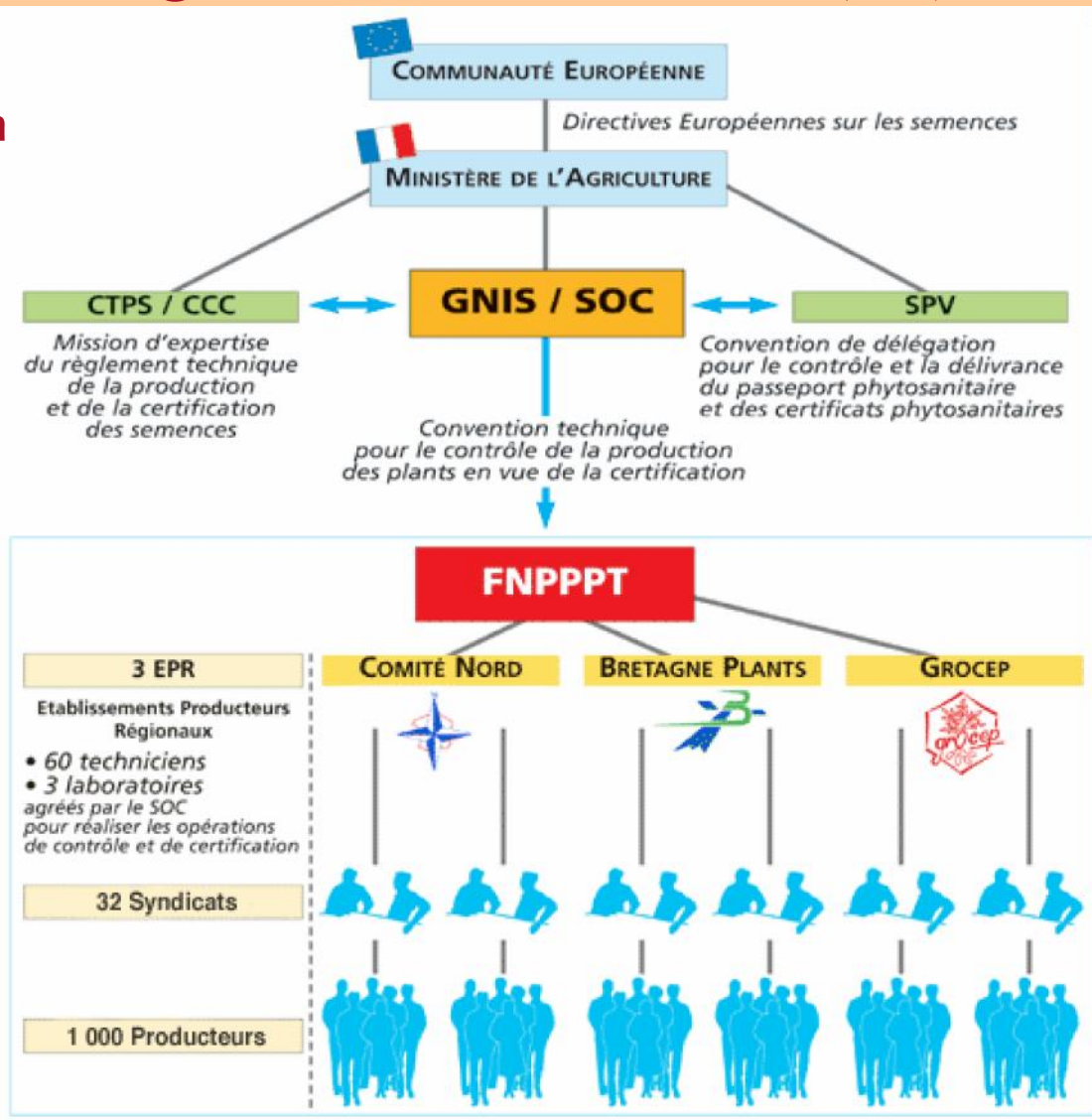
# Organisation et activités de la FN3PT et ses Organisations régionales de Producteurs (OP)

Organisation de la production de plants de pomme de terre en France et activités :

- Contrôle-certification
- Recherche-développement
- Création variétale
- Production de souches
- Organisation économique
- Promotion du plant français

*Tous les producteurs de plants certifiés adhèrent aux OP/FN3PT*

*100% des parcelles et lots inspectés*



Journées Associati

« Les maladies émergentes des plantes potagères », 8-9 avril 2015, Vegenov, Saint Pol de Léon (29)

# Stations du réseau qualifié R&D plant pomme de terre

**UMT INNOPLANT**  
Innovations et compétitivité  
FN3PT-INRA  
Rennes (35) Et Ploudaniel (29)

**COMITE NORD / SIPRE**  
Achicourt (62) – Bretteville (76)  
Partenariats de recherche (Universités, CNRS, CEA, ACC, industriels)

**FN3PT/RD3PT : Siège informatique Paris (75)**

**BRETAGNE-PLANTS**  
Hanvec – Kerloï (29)

**COMITE CENTRE-et –SUD GROCEP**  
Lavergne (87); Orléans (45)

- Des **programmes de recherche finalisée** conduits en partenariat avec la recherche
- Des **programmes de création** de nouvelles variétés
- Des **programmes régionaux d'expérimentation**-
- Un **réseau de techniciens et laboratoires**
- => 56 ETP – 4,5 M€

Membre du réseau

© Daniel Dalet



# Une culture avec de nombreux bioagresseurs

## Maladies et ravageurs pris en compte dans la certification des plants de pomme de terre

### Virus

Virus Y (Potato virus Y = PVY)  
Virus Y nécrogène (PVY<sup>NTN</sup>)  
Virus de l'enroulement (PLRV)  
Virus A (PVA)  
Virus X (PVX)  
Virus S (PVS)  
Virus M (PVM)  
Virus du rattle (TRV)  
Virus du mop-top (PMTV)  
Virus du TSWV (TSWV)

### Viroïde

Viroïde des tubercules en fuseau (PSTVd-possiviroïde)

### Mycoplasmes

Stolbur et autres MLO (Stolbur, purple top ...)

### Bactéries

Gale commune (*Streptomyces*)  
Jambe noire et Pourriture molle (*Pectobacterium* et *Dickeya*)  
Pourriture brune (*Ralstonia solanacearum*)  
Pourriture annulaire (*Clavibacter m. sepedonicus*)  
Zebra chip (*Ca. Liberibacterisolanacearum*)

25 organismes cités dans Dir.2000/29/CE  
+ tous virus non-européens

### Champignons et Oomycètes

Alternariose (*Alternaria*)  
Dartrose (*Colletotrichum coccodes*)  
Fusariose (*Fusarium*)  
Gale argentée (*Helminthosporium solani*)  
Gale poudreuse (*Spongospora subterranea*)  
Galle verruqueuse (*Synchytrium endobioticum*)  
Gangrène (*Phoma*)  
Mildiou (*Phytophthora infestans*)  
Oosporiose (*Polyscytalum pustulans*)  
Pythiacées (*Pythium*, *Phyto. erythroseptica*)  
Rhizoctone brun (*Rhizoctonia solani*)  
Sclérotiniose (*Sclerotinia sclerotiorum*)  
Verticilliose (*Verticilium*)

### Nématodes

Nématodes à kyste (*Globodera*)  
Nématodes à galle (*Meloidogyne*)  
Nématodes libres (*Ditylenchus*)

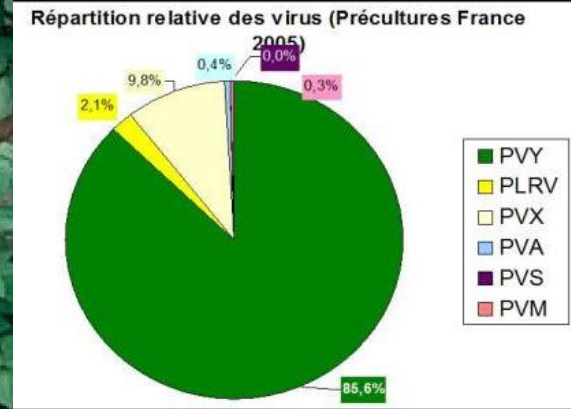
### Insectes

Doryphore (*Leptinotarsa decemlineata*)  
Taupins (*Agriotes*)  
Teigne (*Phtorimea operculella*)

# Maladies à virus



Photos FN3PT



- ✓ responsables de la **dégénérescence des cultures**
- ✓ un virus principal : le **virus Y ou PVY** (symptômes possibles sur tubercule : PTNRD)
- ✓ Des virus moins/peu fréquents : PLRV, PVA, TRV..
- ✓ Des virus liés à d'autres cultures : TSWV, PepMV..
- ✓ **inspections visuelles et tests en laboratoire**
- ✓ **1,3 millions de tests ELISA par an**

	Transmission	Yield reduction
Potato virus Y (PVY)	aphids	10-80%
Potato leaf roll (PLRV)	Aphids	50-90%
Potato virus A (PVA)	Aphids	15%
Potato virus X (PVX)	Mechanical	10-20%
Virus S et M (PVS-PVM)	Aphids	10-40%
Tobacco Rattle Virus (TRV)	Nematodes	
PMTV (mop-top)	Fungi	

> 40 virus décrits sur pomme de terre !

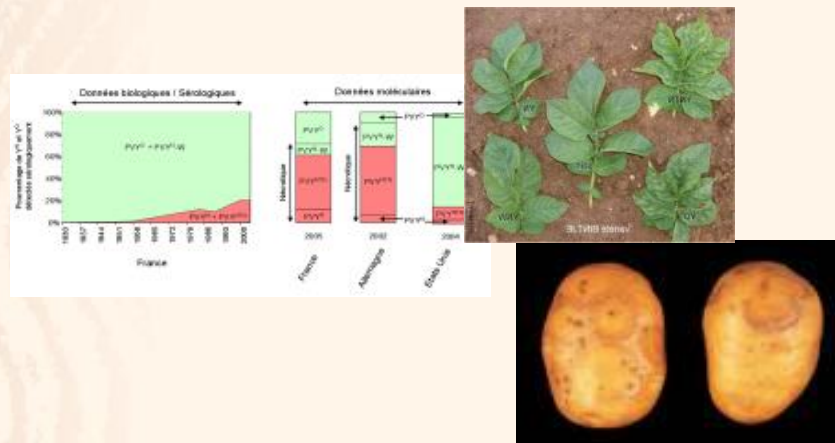


# Travaux de recherche sur les maladies à virus

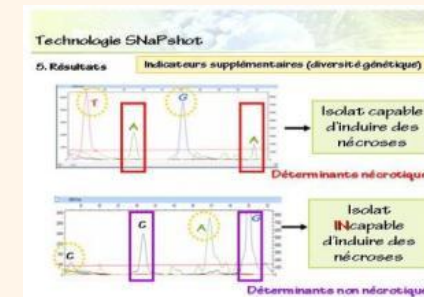


Laurent Glais et al, FN3PT/INRA UMR IGEPP

## Etude de la variabilité virale

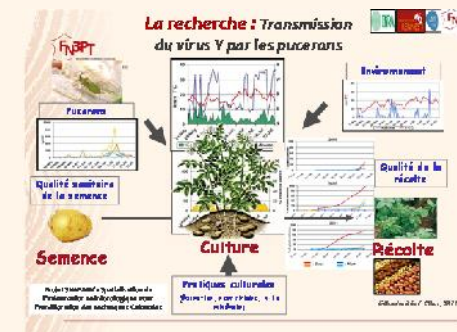


## Déterminisme de la résistance



## Epidémiologie - Lutte

## Tests de détection



# Bactéries *Pectobacterium* et *Dickeya* spp. (ex.*Erwinias*), agents de la jambe noire et des pourritures molles sur pomme de terre



- ✓ un complexe d'espèces de bactéries pectinolytiques responsables de pourritures de tiges et de tubercules
- ✓ **Pectobacterium** : *P.atrosepticum*, *P.car. carotovorum*, *P. wasabiae*, *P. brasiliense*, ..
- ✓ **Dickeya** : *D. dianthicola*, *D. solani*, etc.
- ✓ De forts enjeux scientifiques et commerciaux
- ✓ Un réseau international (cf. projet Euphresco)



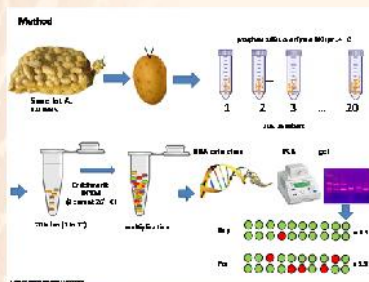
# Travaux R&D sur les bactéries pectinolytiques (Pectobacterium et Dickeya)

## Etude de la maladie Diversité des souches bactériennes



Prospections en culture et évolution des souches

## Méthodes de détection /quantification



## Moyens d'actions sur la maladie

### Etudes épidémiologiques et lutte



**Sensibilité  
variétale**

## Biocontrôle



## Techniques culturales



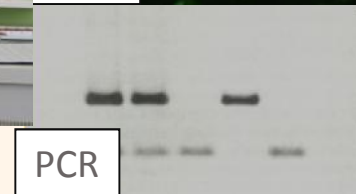
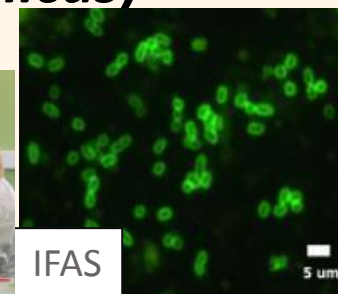
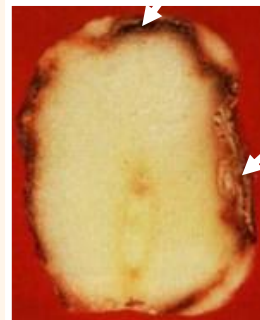
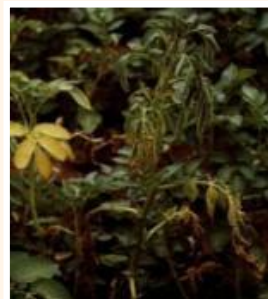


# Organisme nuisibles réglementés (de quarantaine) sur la pomme de terre



# Bactéries de quarantaine :

Pourriture brune *Ralstonia solanacearum* et P.annulaire (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*)



*Ralstonia solanacearum* *Clavibacter m.sepedonicus*

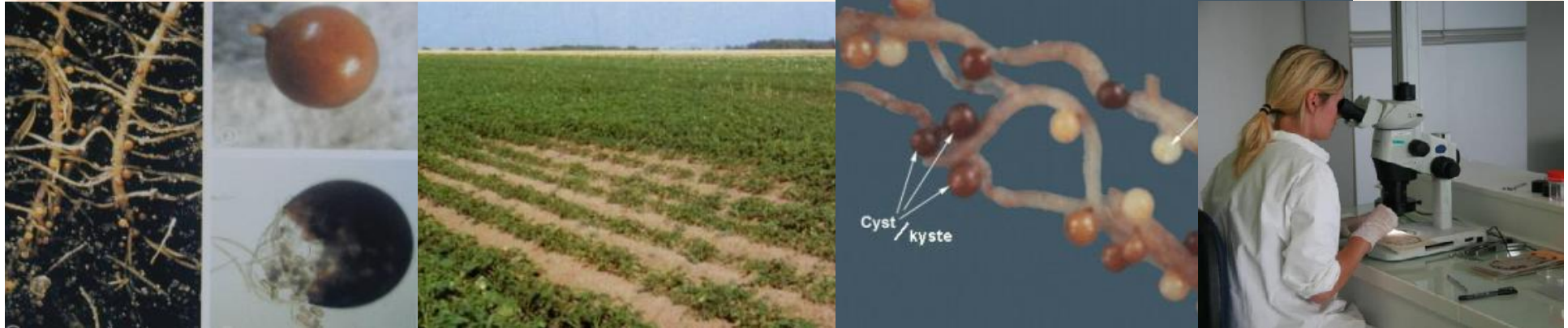
- ✓ **plan de surveillance officiel** sur les plants de pomme de terre pour vérifier que la **zone de production (ou le lot)** est indemne de RS et Cms
- ✓ **Analyse de tous les lots de plant**
- ✓ **2 x 13 000 échant. de 200 tubercules (+2,5 M tub.)** testés chaque année pour 2 bactéries
- ✓ **Mesures rigoureuses pour maintenir l'état sanitaire du territoire national**



# Nématodes à kyste

Potato Cyst Nematodes (*Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*)

Council Directive 2007/33/EC



- ✓ Directive pour limiter la dissémination, via plants, sol adhérent,..
- ✓ Nouvelle directive (après 2010) : pression de testage accrue
- ✓ analyses officielles de sol pour vérifier **avant plantation** l'absence de PCN dans la **parcelle** prévue pour la production de plant de pomme de terre :
  - 2014 : 51 000 échantillons de sols / an en France
- ✓ analyses officielles de sol **après calibrage** des plants pdterre (500 éch./an)



# Nématodes à galle

(*Meloidogyne chitwoodi* et *M. fallax*)



- **Nématodes polyphages**, telluriques et sédentaires attaquant les parties souterraines de plantes => formation de galles
- *M.chitwoodi*(1980) et *M. fallax* (1996) du genre Meloidogyne (100<sup>aine</sup> d'espèces)
- Distribution mal connue mais assez répandus en BE, NL
- Foyers récents en France (cf. introduction via machines et matériel végétal)
- Parasites de quarantaine (2000/29/CE – Annexe I) des zones tempérées.
- ✓ **plan de surveillance** officiel sur les plants pdt pour vérifier que **la zone de production est indemne de RKN (sondages en plant : 600 échantillons (x200 tubercules)**



# Travaux de R&D : bactéries et nématodes de quarantaine

Anne-Claire Le Roux, et al  
FN3PT/INRA Rennes



## Veille, Optimisation et transfert des outils de détection

*Ralstonia solanacearum*



## Caractérisation et Etude des facteurs de développement et de survie des ON

(accréditation PCR et agrément 2008-61)



## Travaux sur les nématodes à galle



INRA SCIENCE & IMPACT

FN3PT FÉDÉRATION NATIONALE DES PRODUCTEURS DE PLANTS DE POMME DE TERRE

ANSES

# NEMATTOOLS

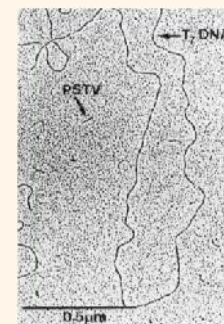
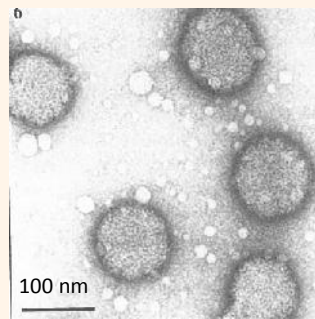
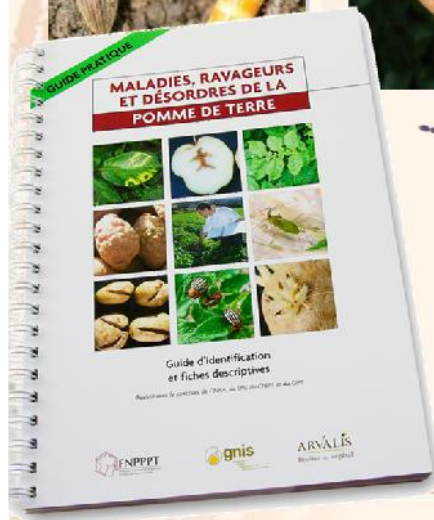
Réunion de lancement - 30 octobre 2014

InnoPlant

Ministère de l'Agriculture, de la Pêche, de l'Alimentation et de la Forêt



# Veille et analyses sur les Parasites émergents ou en expansion



D'après Anne-Claire Le Roux, Laurent Glais Journées des personnels FN3PT/EPR, Orléans - le 1<sup>er</sup> juillet 2014

Journées Association des Sélectionneurs Français - Section Plantes potagères et florales  
« Les maladies émergentes des plantes potagères », 8-9 avril 2015, Vegenov, Saint Pol de Léon (29)





# La création variétale en pomme de terre



---

*Journées Association des Sélectionneurs Français - Section Plantes potagères et florales  
« Les maladies émergentes des plantes potagères », 8-9 avril 2015, Vegenov, Saint Pol de Léon (29)*

## Le contexte en création variétale en pomme de terre



### *Solanum tuberosum*

- Autotetraploide:  $2n=4x=48$
- Propagation clonale



### 10 années entre le croisement et la variété

- Sélection familiale et individuelle
- 30 critères de sélection
- 5 à 10 années complémentaires pour “lancer” la variété



### Différents types de variétés:

- Consommation en frais, chair ferme, transfo industrielle, fécule, primeurs et export

Photos: Watier et C. Maitre Inra

## Contexte: création variétale en pomme de terre

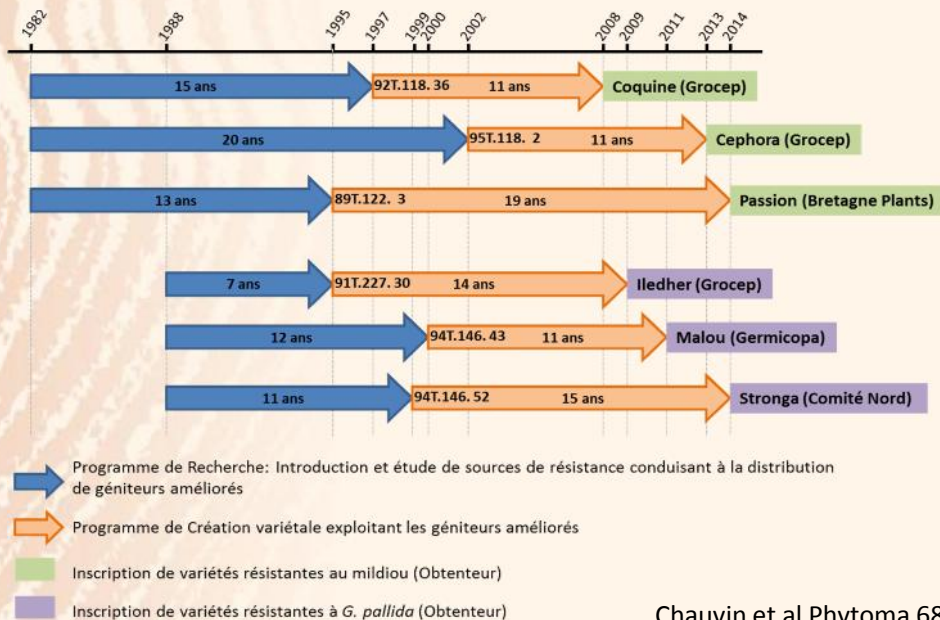
- Un secteur dynamique
  - 3 stations de sélection issues du secteur plant + 1 du secteur privé
  - Toutes associées dans l'ACVNPT
- Un partenariat très ancien avec l'Inra (UMR Igepp Ploudaniel) *via* l'ACVNPT:
  - Projets de recherche communs,
  - Pré-breeding à l'Inra à partir des ressources génétiques du CRB BrACySol, mise à disposition de géniteurs chaque année
- ~10 nouvelles variétés sur le catalogue français chaque année





## La résistance aux parasites est l'un des enjeux de la création variétale

- La pomme de terre est sensible à plus de 40 pathogènes
- Selon les pathogènes, les variétés résistantes ne sont pas si fréquentes
  - Une **évolution récente des critères d'inscriptions en France** devrait accroître le niveau de résistance des nouvelles variétés



Chauvin et al Phytoma 680, 2015

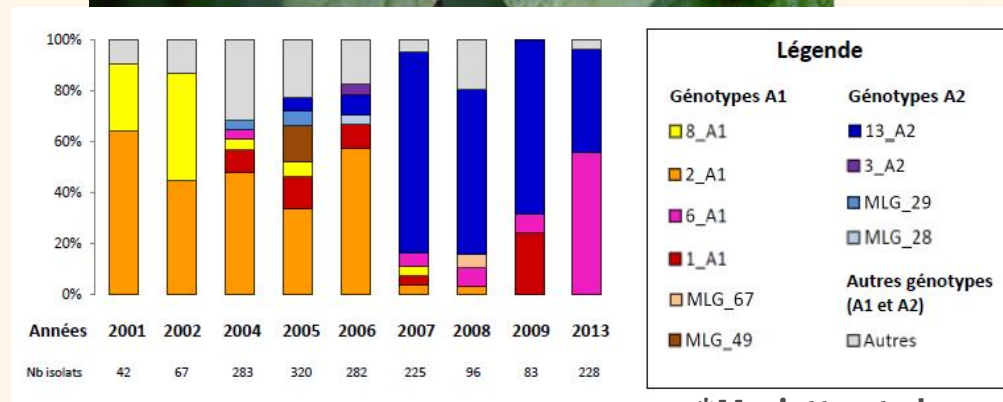
- Inscriptions récentes de variétés résistantes au mildiou ou au nématode *G. Pallida* (Chauvin et al 2015)
  - Issues de géniteurs présentant un haut niveau de résistance sélectionnés à l'Inra de Ploudaniel (UMR Igepp)

## Le mildiou, une maladie à fort impact

- Causée par *Phytophthora infestans* (Oomycète)
- Tous les organes de la plante peuvent être atteints (dégâts en culture et en stockage)
- Epidémiologie
  - Conditions océaniques très favorables
  - Cycle asexué en 3 à 5 jours
  - Épidémie de type explosif
  - En France types A1 et A2 sont à l'équilibre mais la reproduction sexuée reste rare ou absente \*
- Profonds et fréquents changements dans les populations de *P. infestans*\*
- Un Outil d'Aide à la Décision : Mileos



- Impact économique pour les producteurs
- Impact sur l'environnement: IFT important
- Faible stabilité des résistances monogéniques, intérêt des résistances partielles polygéniques



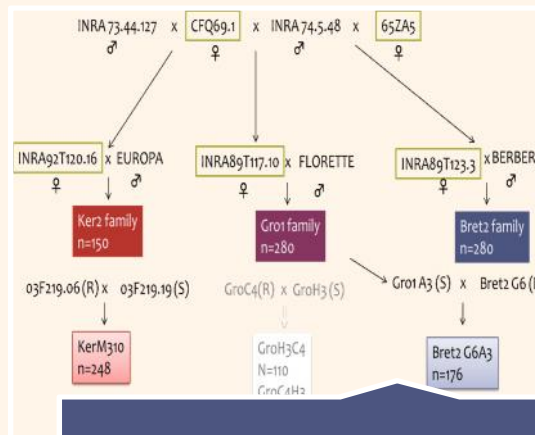
\*Mariette et al 2014

## Programme développé par la FN3PT/OP sur la résistance au mildiou

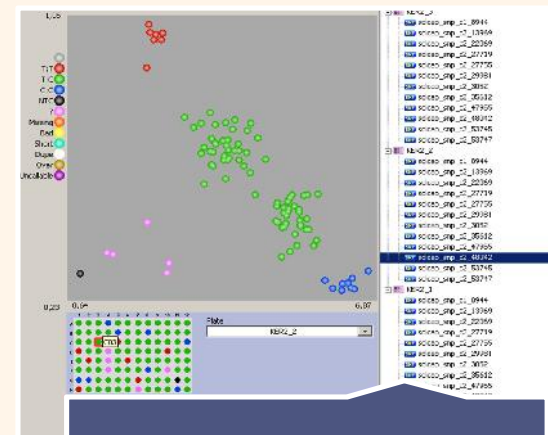
- en collaboration avec l'Inra, inclu dans les travaux de l'équipe Résistance et Adaptation de l'UMR Igepp, sous la direction de J.E. Chauvin
- Est ce que la Sélection Assistée par Marqueurs est utilisable chez la pomme de terre notamment pour la résistance au mildiou ?



Phénotypage pluriannuel



Populations de cartographie et collection de géniteurs

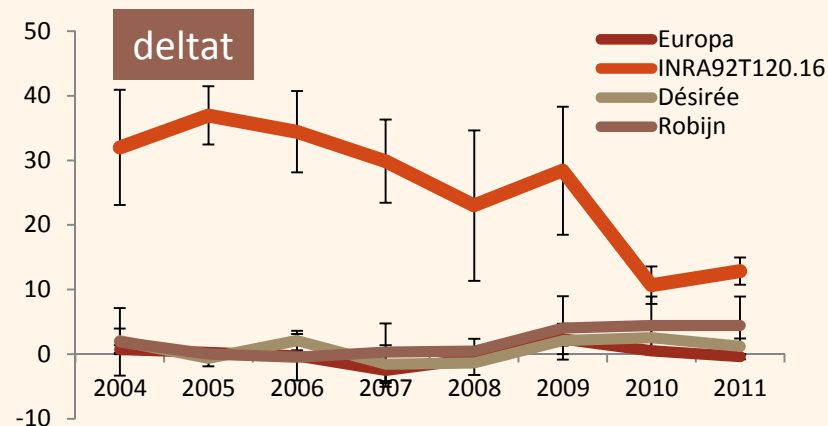
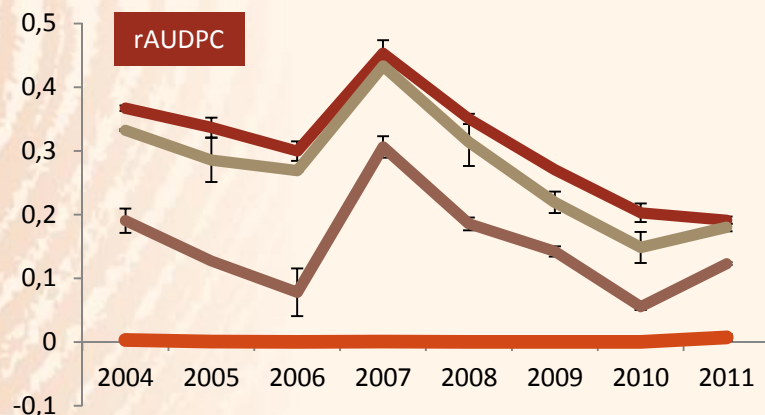


Génotypage



# Résultats

1. Différents types de facteurs de résistance ségrègent dans les familles\* et la collection (gènes R et facteurs de résistance partielle)
  - Identification de facteurs importants sur les chromosome IV et IX\*\*
2. Les sources de résistance sont toujours efficaces même si elles ont tendance à s'éroder



\*Marhadour et al Potato Research 2013, \*\*Marhadour et al EAPR 2014

# Actions sur la résistance aux nématodes à kyste

## *G. rostochiensis*

- Un gène efficace non contourné existe (H1)
- Test et transfert technologique aux laboratoires professionnels de marqueurs de la littérature
- ~100 tests par an chez les sélectionneurs

## *G. pallida*



- Identification des QTL sous jacents par l'Inra (Caromel et al, Kerlan et al)
  - Mise à disposition de géniteurs et des marqueurs associés ( Kerlan et al 2009, 2013)
  - Analyse de la durabilité (Fournet, Kerlan et al 2013)
- Test des marqueurs dans les fonds génétiques des obtenteurs, transfert aux laboratoires professionnels (FN3PT)
- Plusieurs centaines de tests réalisés chaque année depuis 2010 (OP)

Exemple de résultat attendu pour le marqueur 57R



# Conclusion

- De forts enjeux sanitaires
- Importance de la prévention
- D'importantes actions de recherche en pathologie et génétique
- Importance du partenariat de recherche
- Complémentarité INRA/FN3PT dans le cadre de l'UMT InnoPlant







# Merci de votre attention !

Pour aller plus loin : [www.umt-innoplant.fr](http://www.umt-innoplant.fr)  
et [www.plantdepommeleterre.org](http://www.plantdepommeleterre.org)



The screenshot shows the homepage of the website 'LE PLANT français DE POMME DE TERRE'. At the top, there are logos for FN3PT and gnis (Groupement national interprofessionnel des producteurs de plants). The main title is 'LE PLANT français DE POMME DE TERRE'. Below the title, there are several navigation tabs: 'LA FILIÈRE FRANÇAISE', 'LES VARIÉTÉS', 'RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT', 'TECHNIQUE AGRONOMIQUE', 'LE CONTRÔLE ET LA CERTIFICATION', and 'LES ATOUTS DU PLANT CERTIFIÉ'. The 'RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT' tab is selected. Under this tab, there are sub-sections: 'LA FILIÈRE FRANÇAISE' (with an image of a field), 'LES VARIÉTÉS' (with an image of hands holding potatoes), 'RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT' (with an image of a woman examining a plant), 'TECHNIQUE AGRONOMIQUE' (with text: 'Maladies et ravageurs', 'Préserver la qualité des plants', 'Bonnes pratiques de traitement', 'Résultats expérimentaux'), 'LE CONTRÔLE ET LA CERTIFICATION' (with an image of a person in a field), and 'LES ATOUTS DU PLANT CERTIFIÉ' (with a 'PLANT CERTIFIÉ' logo). Below these, there is a section 'LE COIN DU JARDINIER' with an image of a man and a woman in a garden. At the bottom, there is an 'ACTUALITÉS' section with two items: 'Plant certifié' (with text: 'Regardez en vidéo les atouts du plant certifié : qualité, sécurité, traçabilité' and a link 'Lire la suite...') and 'Du 1er mars au 31 mai: la Parade des Pommes de terre au jardin' (with text: 'Pour la troisième année consécutive, la UIVIS propose La Parade des pommes de terre au jardin' and a link 'Lire la suite...').

