

**Inoculation des légumineuses en France :  
Des inoculants de qualité promus par la recherche  
publique (INRA) et de l'institut technique chargé des  
légumineuses (Terres Inovia)**

Xavier PINOCHET (Terres Inovia)

Cécile REVELLIN (INRA Dijon)

Brigitte BRUNEL (Sup Agro – LSTM)

Jean Claude CLEYET-MAREL (INRA – LSTM)



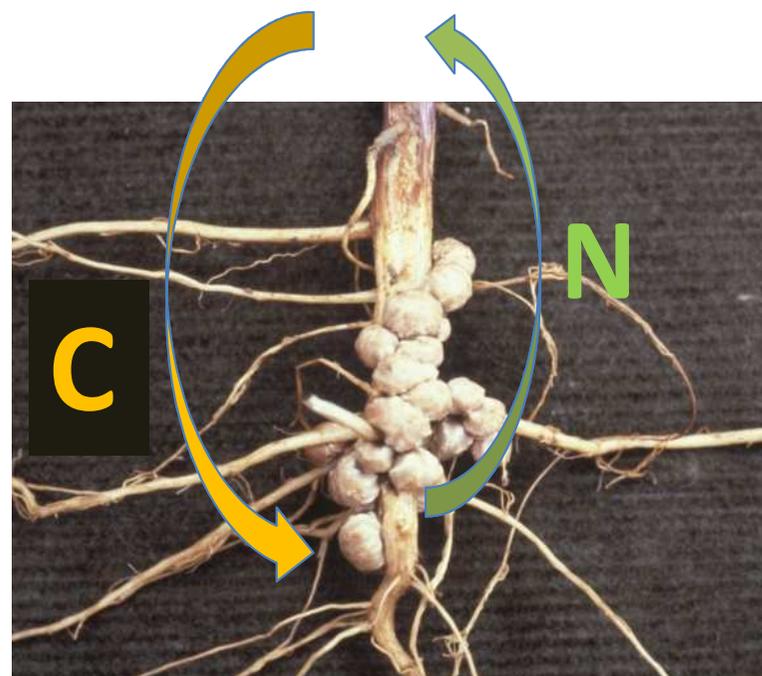
# Associations symbiotiques spécifiques entre une espèce de légumineuse et un rhizobium

La plante fournit le Carbone via la Photosynthèse

La bactérie apporte l'équipement enzymatique permettant la fixation de l'azote de l'air

Le Rhizobium spécifique de la plante hôte n'est pas forcément présent

=> **Inoculation**



Camille SCHAD  
Albert DEMOLON  
POCHON & DUNEZ

# En France : Inoculation nécessaire

- **Luzerne (*M.sativa*) : en sols acides**
- **Soja (*G.max*) : plante non endémique d'Europe**
- **Lupins (*L. albus*, *L.angustifolius*, *L.luteus*) en sols alcalins**
  - Pois Chiche : pH sol < 7
  - Fenugrec, Pois Chiche au-delà du sud
  - Certains Trèfles
  - Medicago annuelles méditerranéennes

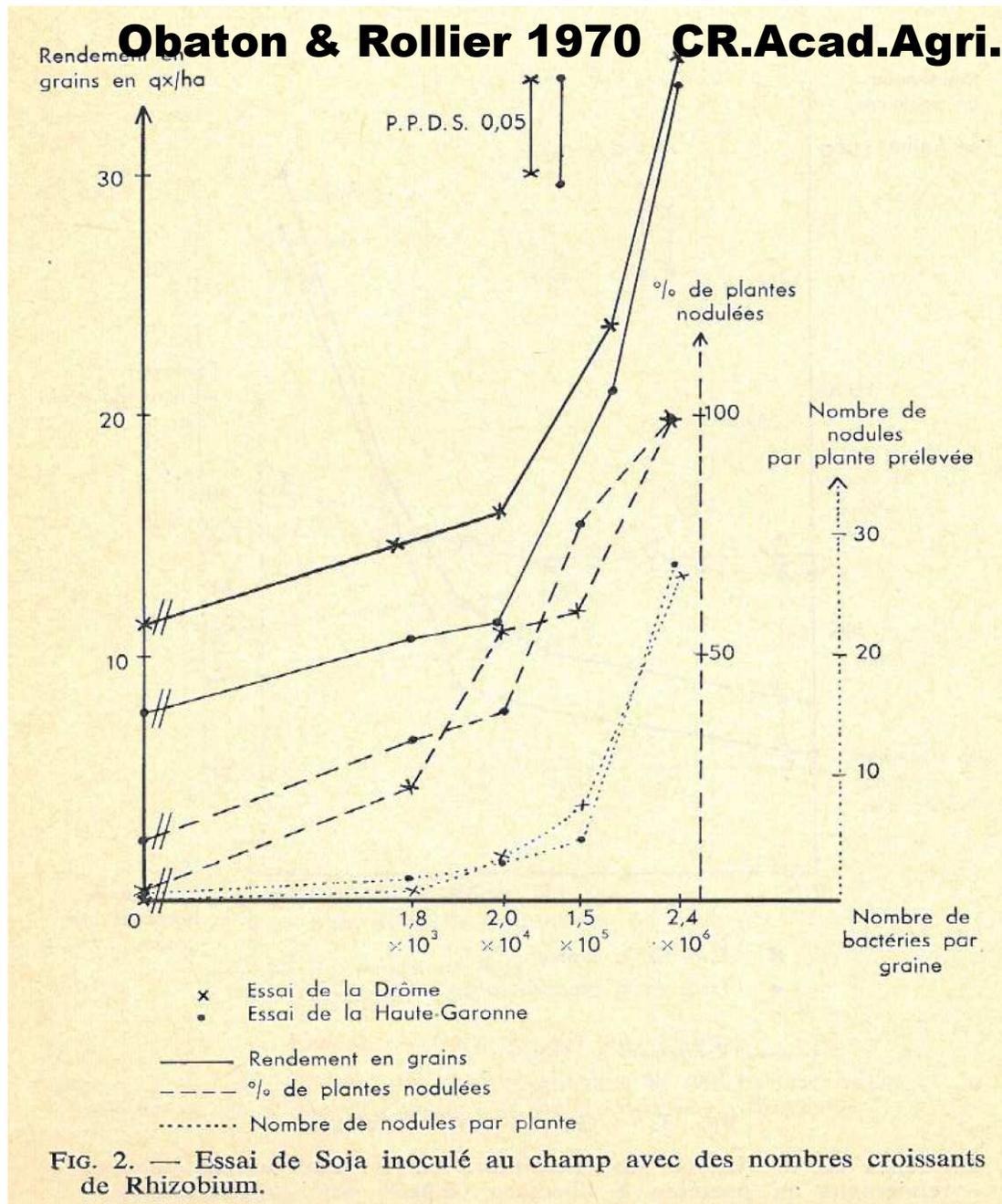


# Travaux des pionniers : exemple du soja

## Sélection de souches de *B.japonicum*

### Essais inoculation : Doses/effets

### Bases des critères de qualité



# Acquis des années 70

- **Critères de sélection des souches**
  - Spécificité avec l'hôte
  - Efficience de la nodulation et de la fixation
  - Absence d'interactions variétés x souche
  - Compétition pour la nodulation
- **Des outils pour l'écologie des Rhizobium :**
  - mutants résistants aux antibiotiques (M.Obaton 1970)
  - Techniques immunochimiques
- **Des connaissances:**
  - Survie dans le sol / pouvoir saprophyte / compétition
- **Rodage avec les industriels pionniers :**
  - Méthodes de Fabrication
  - Mise en place des contrôles de qualité (INRA, CETIOM)



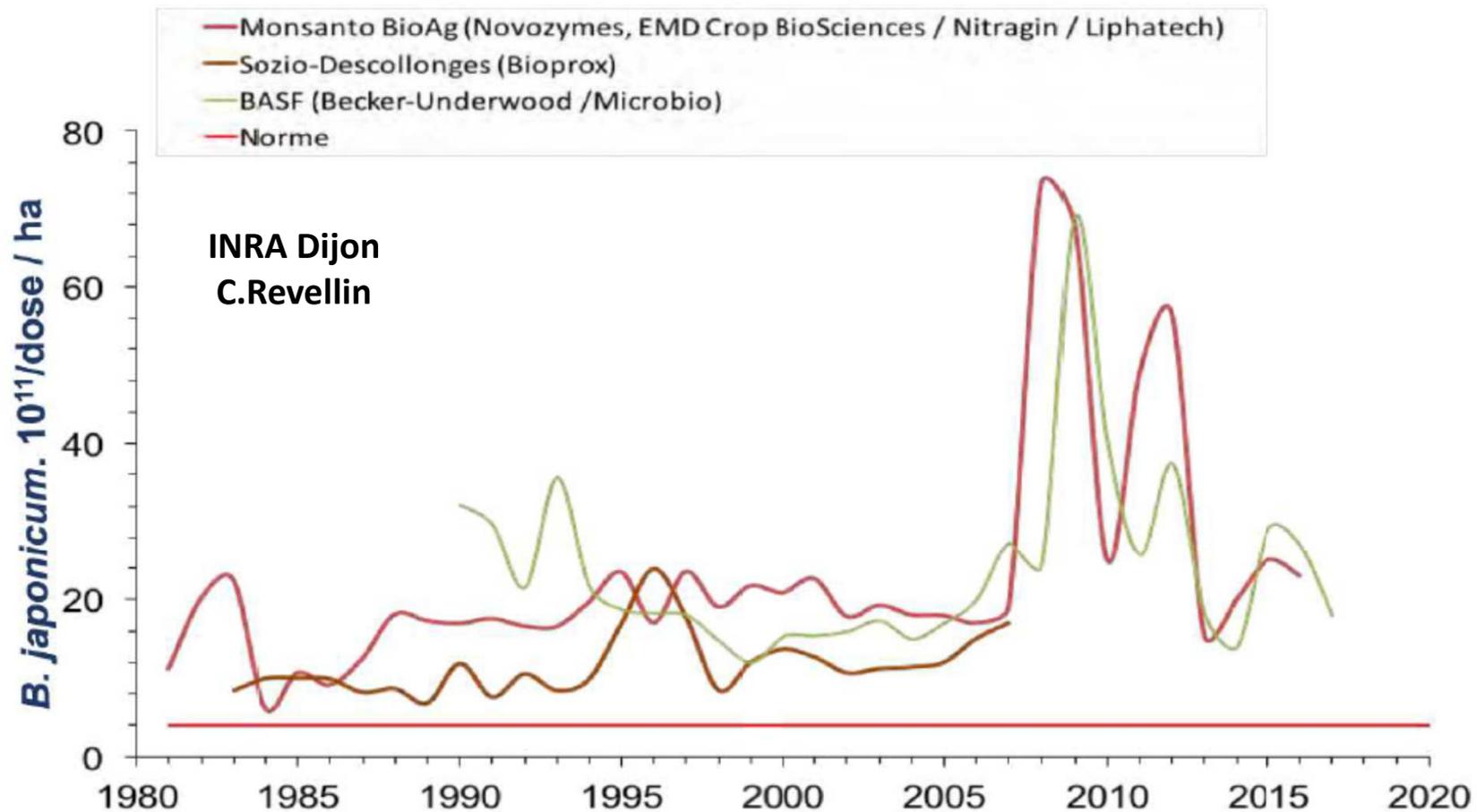
# Qualité des inoculums

- **Les critères principaux**
  - Concentration
  - Identité de la souche (sélectionnée par l'INRA)
  - Absence de contaminants
  - Vérification de la stabilité des propriétés de nodulation et de fixation

Bactérie symbiotique	Plante hôte	Concentration minimum par graine	Par sachet de tourbe pour 1 ha
<b>Bradyrhizobium lupini</b>	LUPIN	$2 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^{11}$
<b>Bradyrhizobium japonicum</b>	SOJA	$10^6$	$4 \cdot 10^{11}$
<b>Sinorhizobium meliloti</b>	LUZERNE	$5 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^{11}$



# 40 ans de garantie de qualité aux utilisateurs



**Depuis 1990 :**  
**1000 Contrôles seulement 11 Défectueux**

# Les inoculants soja disponibles sur le marché ces dernières années

Type inoculum	Fabricant	Distribution	Produit	Utilisation	Efficacité
Tourbe sur graine <b>(technique d'origine depuis années 60)</b>	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL	semis	++
Tourbe sur $\mu$ granulés <b>(depuis années 80)</b>	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz $\mu$ granulés	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL $\mu$ granulés	semis	++
Tourbe + additif liquide <b>(depuis années 90)</b>	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL Force 48	Semis - 48h	+++
Liquide <b>(depuis années 90)</b>	BASF	Jouffray-Drillaud	Rhizoflo	Semis – 6h	+++



# Trois éléments garants de la qualité de l'inoculum

## Réglementaire avec l'ANSES

- Selon réglementation des Matières fertilisantes
- Démonstration d'efficacité /TNI
- Description du produit
- concentration minimale
- Survie à 20°C
- Tests tox et ecotox
- =>AMM



## Contractuel avec l'INRA

- Collaboration historique INRA/producteurs d'inocula
- Conventions depuis 1980
- INRA fournit la souche (2011, LL13 ou G49) chaque année (conservation et stabilité des caractères)
- INRA fait des contrôles de qualité :
  - absence de contaminants,
  - concentration en bactéries
  - Survie au stockage à 4 et 20°C
  - Contrôle a posteriori de l'efficacité en serre et au champ

**Soja : Essais et vigilance  
du CETIOM puis de TERRES INOVIA en lien  
avec INRA**

# Evolution réglementaires

- Depuis loi d'avenir de l'agriculture de fin 2014, l'ANSES :
  - Assure instruction des dossiers
  - Délivre les AMM
  - Délais d'instruction garantis
  - Possibilités de reconnaissance mutuelle entre pays et avec Instruction raccourcie.



# Conséquences : l'introduction rapide d'innovations intéressantes

- **Libérer l'agriculteur des contraintes des opérations d'inoculation**
  - Soit par des semences préenrobées (NitraginGold pour la Luzerne , HICOAT Super pour soja)
  - Soit par la souplesse donnée sur le délais entre inoculation et semis ( Rizoliq Top /De Sangosse Rizobacter)
- **Des alternatives au support Tourbe neutralisée et stérilisée classique**
  - Diminution des couts, facilités
  - Des solutions liquides, Lyophilisée ,
  - Des adjuvants collants

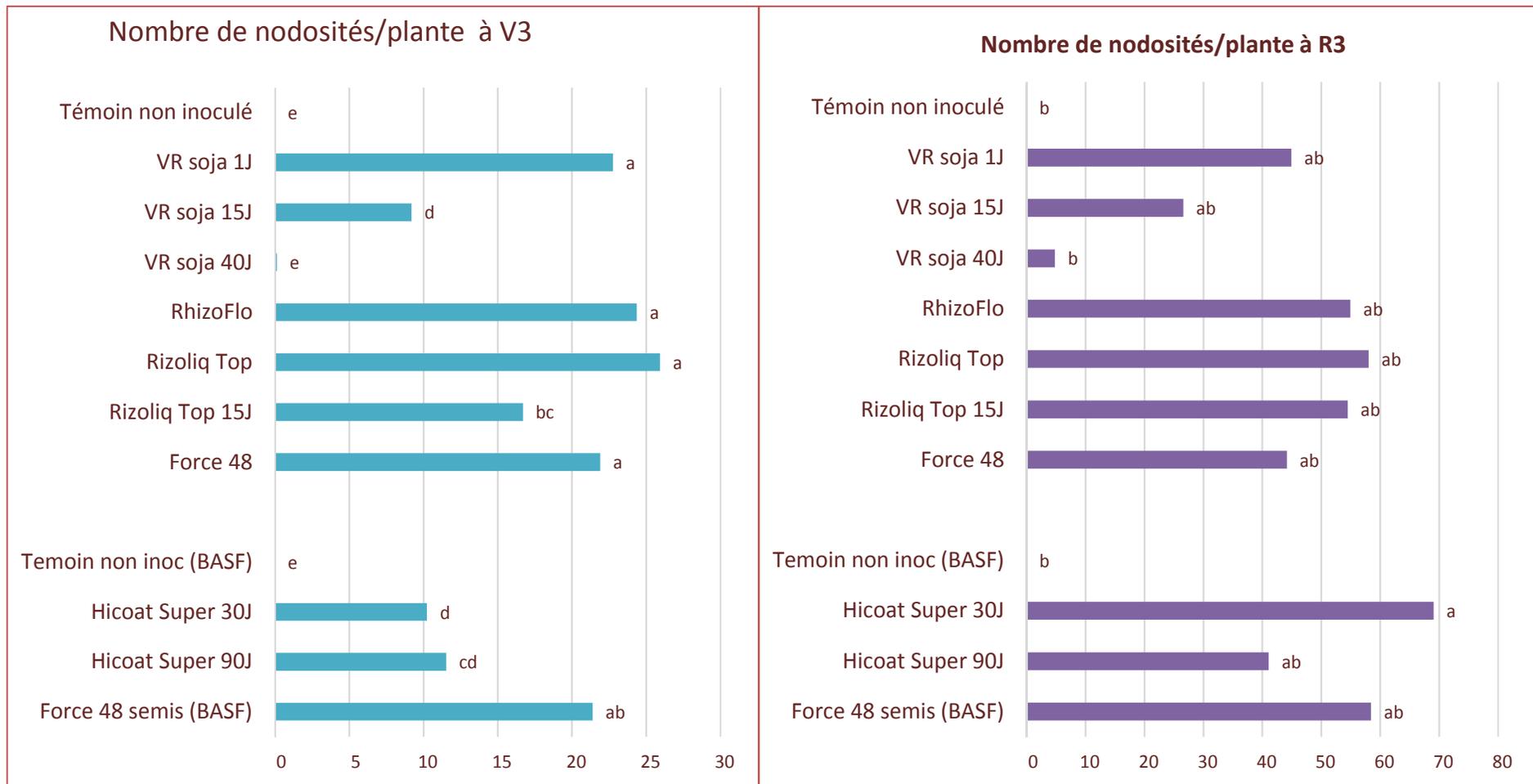


# Mais quelques interrogations :

- **Des AMM pour des inocula fabriqués avec des souches autres que celles de l'INRA**
  - Plus de garanties de qualité liées à la licence avec l' INRA
- **Des AMM via des mécanismes de reconnaissance mutuelle à l'échelle européenne dont l'instruction est allégée**
  - HICOAT Super : Souche ≠ G49 de l'INRA
  - Aout 2018 : Rhizopower de Nadicom Gmb pour Luzerne ou trèfle
- **Des AMM pour des technologies d'enrobage des semences**
  - Parfois à concentrations inférieures aux recommandations INRA
  - Pas toujours à la hauteur des espérances : importance de la chaîne logistique
  - Incitation à l'inoculation là où ce n'est pas forcément utile
- **Des AMM avec des démonstrations d'efficacité insuffisante ou demandées a posteriori**



## Exemple d'évaluation TI sur parcelle non contaminée - Surgères 2018



# le challenge à relever

- **Maintenir l'héritage d'inocula de qualité pour les agriculteurs**
- **Elargir le dispositif d'évaluation pour les innovations non issues de l'INRA**
- **Comment ?**
  - En jouant collectif : Terres Inovia, INRA, ANSES, Industriels ..
  - Label, Marque, Club, ... ?
  - Avec quels moyens ?
- **On y travaille**



# En conclusion

- **Des innovations importantes sur la souplesse de délais entre Inoculation et semis (semences pré-enrobées ou pré-inoculation >48h)**
  - Matériel vivant
  - Importance des conditions de transport et de stockage
- **Comment maintenir le système de garantie de qualité à toutes les innovations ?**
  - L'institut technique ne pourra pas tout faire
  - Plus de travail sur les innovations
  - Label?, Club ?
- **Rhizobium : reste un modèle d'utilisation de bactéries en Agriculture**
  - Biocontrôle, biostimulants
  - Exigence de qualité doit être équivalente, mais adapté aux spécificités



# Merci pour votre attention

