



Innovations pour l'inoculation soja

Auteurs : Xavier Pinochet – Annette Penaud – Jean Raimbault



50 ans d'inoculation du soja en France

Les éléments de base

- ***Bradyrhizobium japonicum* naturellement absent des sols français et européens** (A.Demolon 1935-1960)
- **1965-1970: 1ers essais d'inoculation, fixation des normes de qualité pour le soja** (M.Obaton INRA, M.Rollier CETIOM)
- **1970-1980 INRA Dijon : Nombreux travaux : survie, sélection d'une souche de *B.japonicum*, compétition, interactions variétés x souches:**
 - *B.japonicum* survit bien dans les sols français
 - Pas d'interaction variétés x souches
 - Sélection de G49 , souche efficace et peu compétitive (possibilité de remplacement)
 - Travaux avec les fabricants d'inocula , pionniers du métier (Lipha, Bioprox)

Depuis 1980 , une seule souche de *B.japonicum* G49 utilisée dans des Inocula, dont la qualité est contrôlée par l'INRA Dijon

- **Satisfaction de l'utilisateur**
- **Préservation de l'avenir**

Les inoculants soja disponibles sur le marché ces dernières années

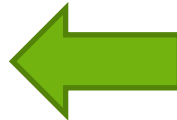
Type inoculum	Fabricant	Distribution	Produit	Utilisation	Efficacité
Tourbe sur graine (technique d'origine depuis années 60)	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL	semis	++
Tourbe sur μ granulés (depuis années 80)	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz μ granulés	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL μ granulés	semis	++
Tourbe + additif liquide (depuis années 90)	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL Force 48	Semis - 48h	+++
Liquide (depuis années 90)	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 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



**Essais HIN et vigilance
du CETIOM puis de TERRES INOVIA**

Les nouveautés 2017 côté ANSES

- **Reconnaissance mutuelle** (procédure européenne):

- BASF HICOAT Super 17 janvier 2017
« Bradyrhizobium japonicum, souche 532C »

Pré-inoculation des semences
Nouvelle souche

- **Nouvelles AMM:**

- AGRIFUTUR SRL : NITROGEN GR 23 mars 2017
- AGRIFUTUR SRL : NITROGEN G49 23 mars 2017
- DE SANGOSSE: Rizoliq Top 10 mars 2017
« Bradyrhizobium japonicum, souche G49 »

Nouveau
fabriquant

Nouvelle
technologie

- **Nouvelle AMM sous conditions:**

- DE SANGOSSE Rizoliq Top S 15 septembre 2017
« Bradyrhizobium diazoefficiens, souche SEMIA 5080 +
Bradyrhizobium japonicum, souche SEMIA 5079 »

Nouvelles souches



- **Performances des nouveaux produits par rapport aux existants ?**
- **Survie sur semences pré-inoculées ?**
- **Que valent les nouvelles souches sur les critères principaux par rapport à G49?**
 - **Nodulation et efficacité à fixer N**
 - **Compétitivité pour la formation des nodosités**
 - **Stabilité dans le temps des propriétés**



Expérimentation T.I. 2017

2 innovations testées :

→ Hicoat Super / BASF

souche *B. japonicum* 532C
pour pré-inoculation des semences

- **2-3 dates de pré-inoculation des semences**

→ Les Rizoliq / De Sangosse

❖ **Rizoliq Top** souche *B. japonicum* G49
ou

❖ **Rizoliq Top S** souche *B. japonicum*
SEMIA 5089 + *B. diazoefficiens* SEMIA 5080

- **2 dates** : semis et 15 J avt.

→ Comparaison avec réf.:

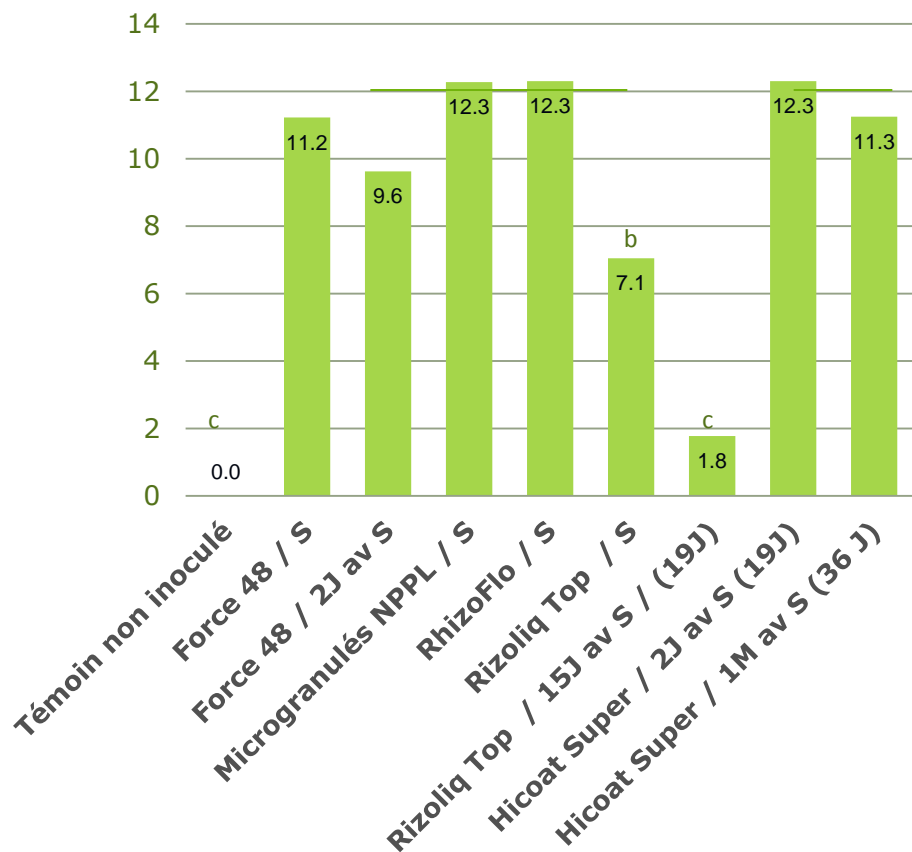
- **Force 48** au semis et 48 h av. semis
- **Micro-granulés NPPL**

- 1 site en plaine dijonnaise : variété gr. 00, ES MENTOR
- 2 sites « sud », variété gr. I, ISIDOR :
 - En Crambade (31) / Rizoliq Top
 - Aix (13) / Rizoliq Top S

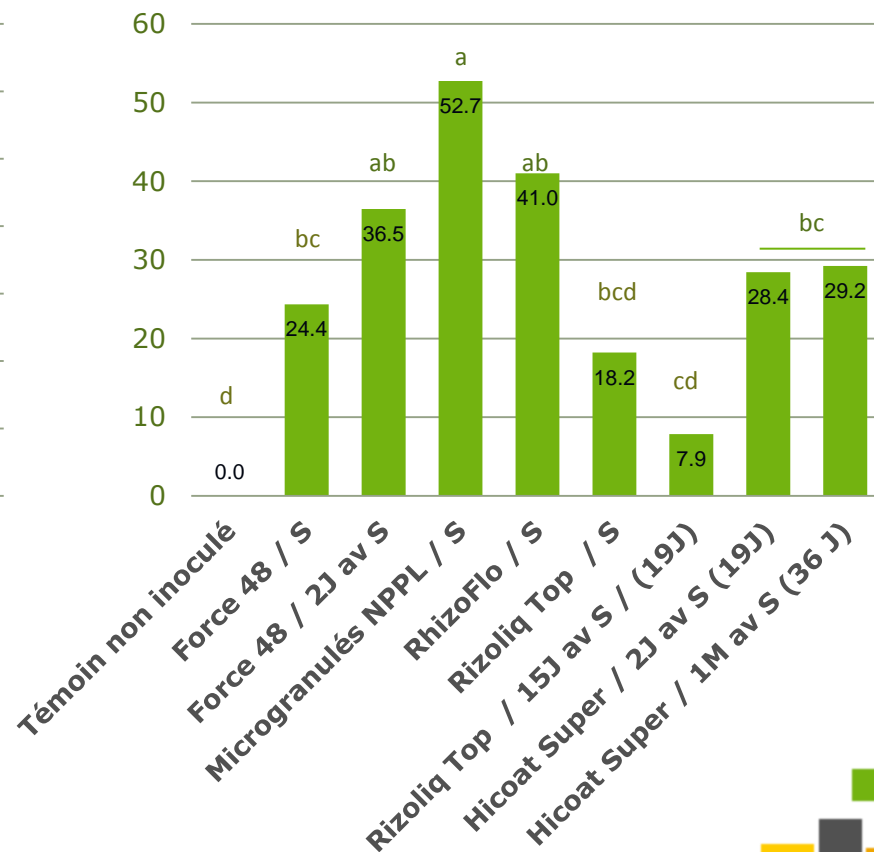
Produits AGRIFUTUR SRL
Non testés en 2017
à TERRES INOVIA

En Crambade : efficacité de la nodulation

Nb nodosités/plante à V3 08/06/17

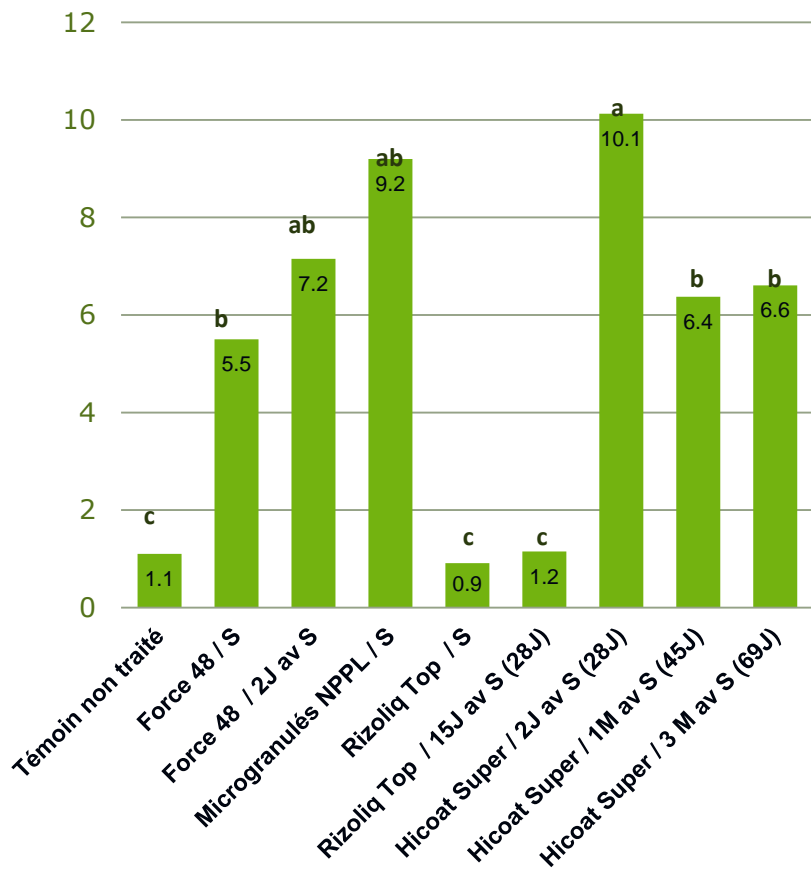


Nb nodosités/plante à R3 11/07/17

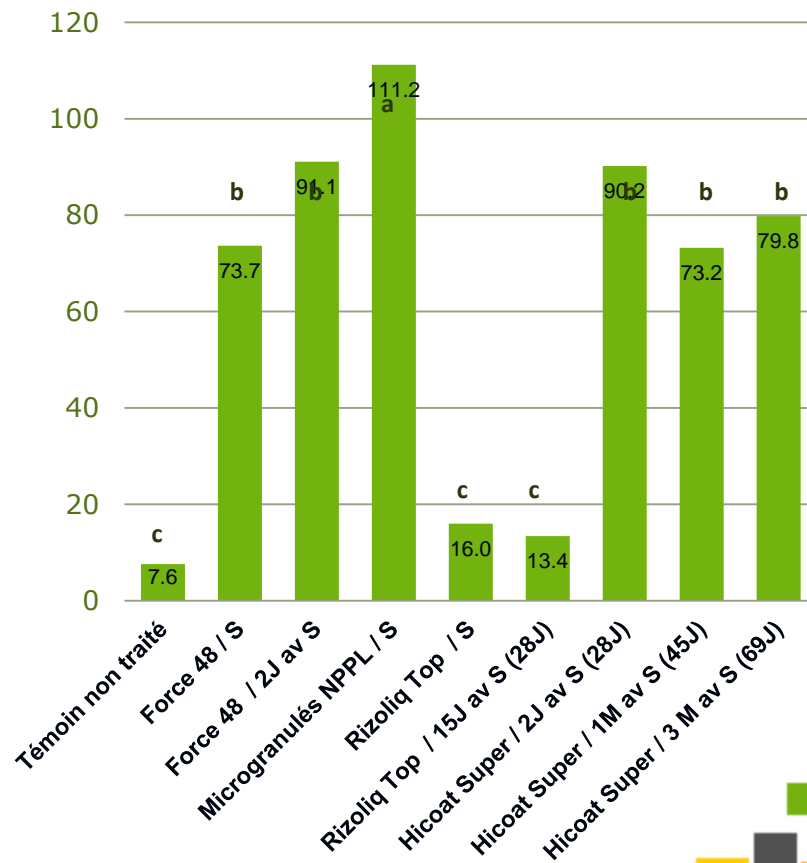


Dijon: efficacité de la nodulation

Nb nodosités/plante à V3
14/06/17



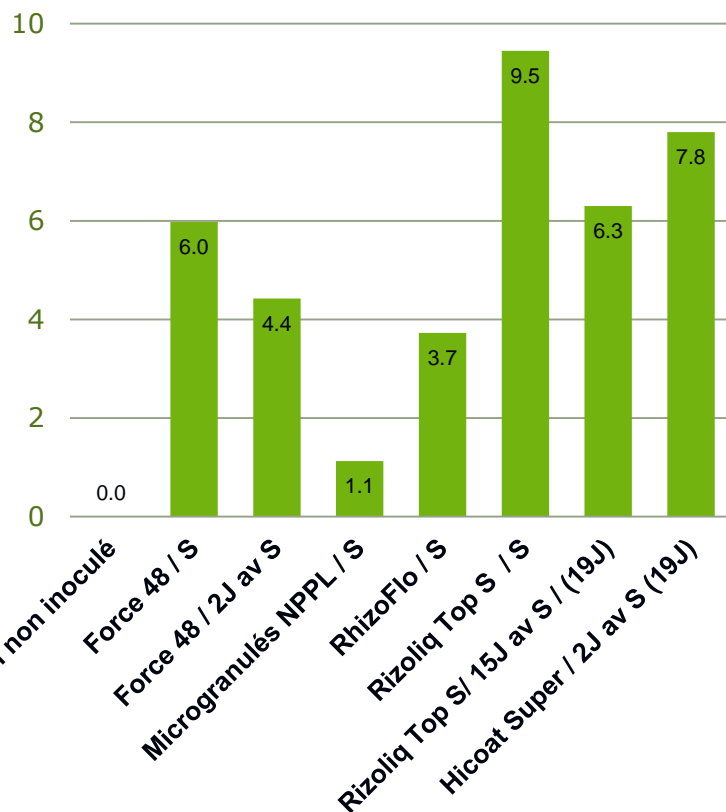
Nb nodosités/plante à R3
20/07/17



Aix : efficacité de la nodulation

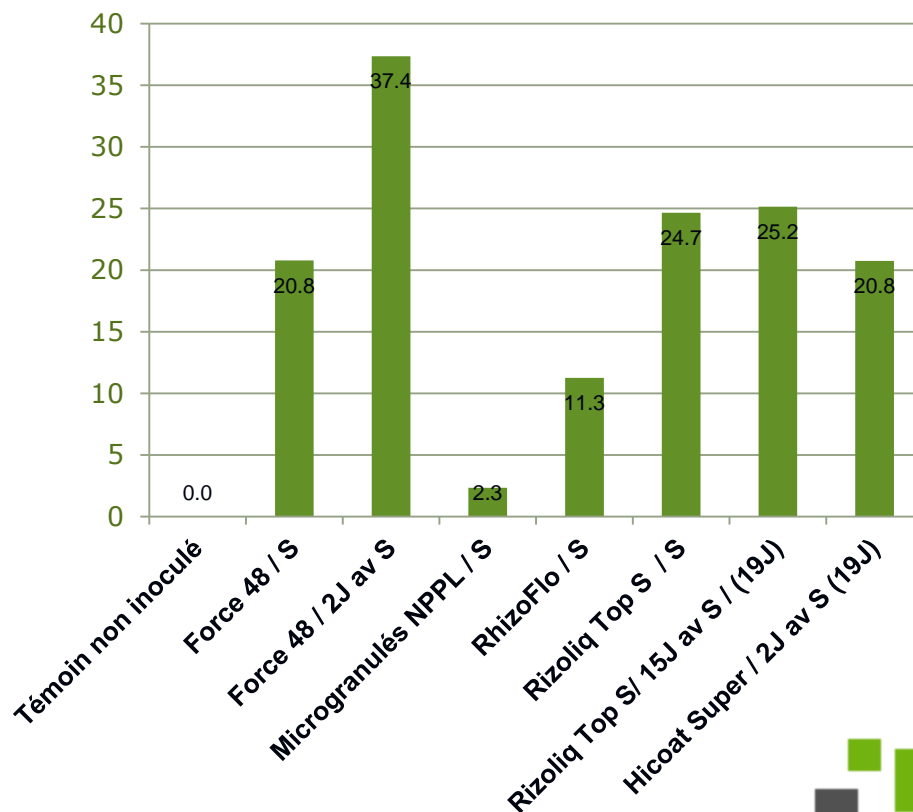
Nombre nodosités/plante à R1

18/07/17



Nombre nodosités/plante à R3

10/08/17

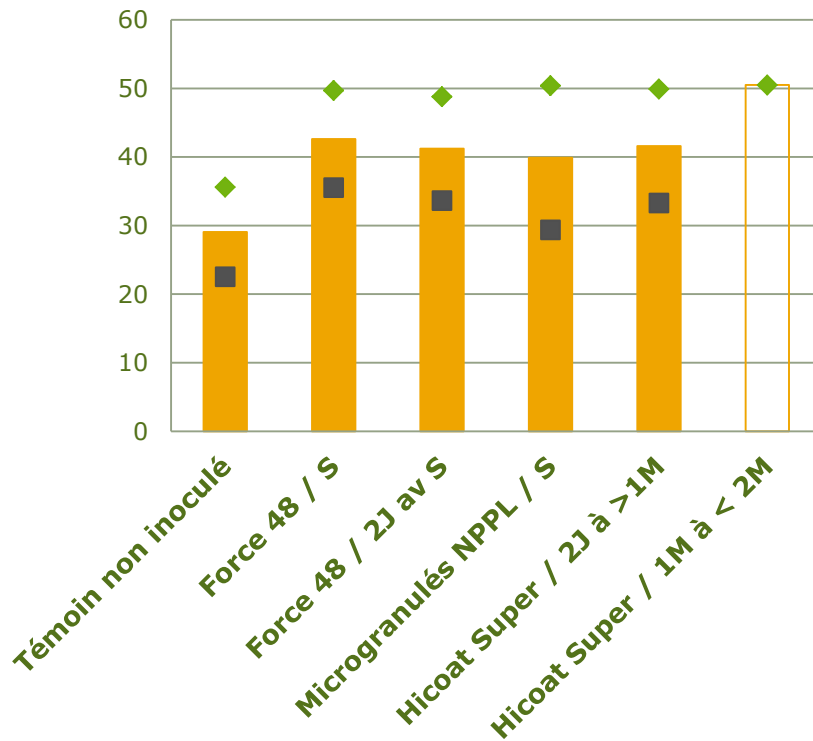


Hicoat Super

2 essais récoltés / 3 essais en 2017

Rendements moyen aux normes (q/ha)

◆ S17HIN31 ■ S17HIN13



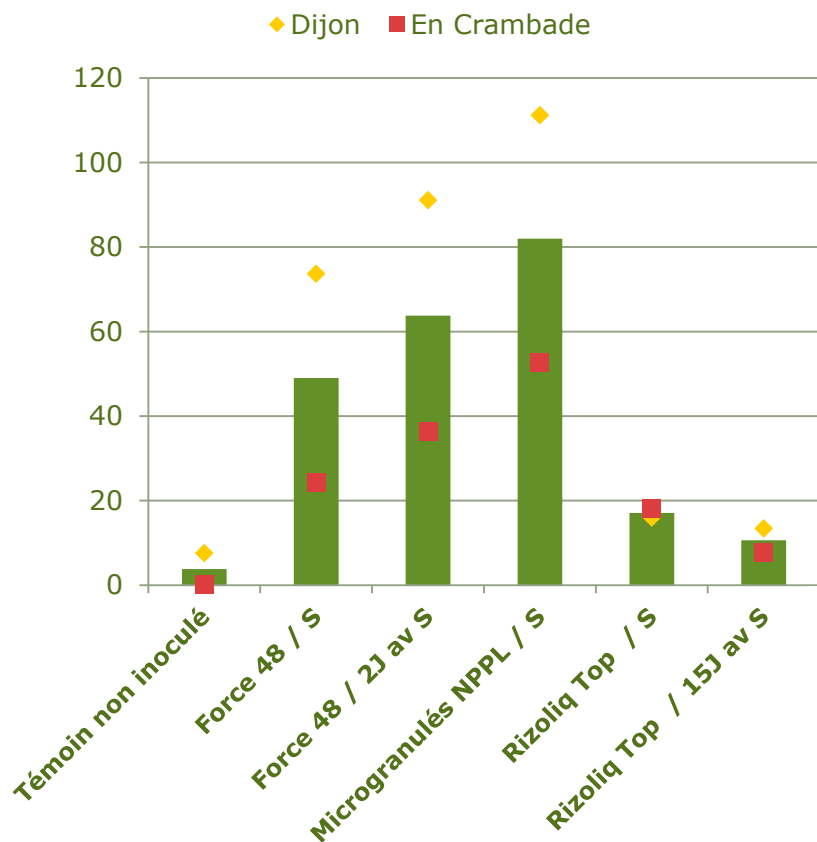
- Nodulation des plantes issues de semences pré-inoculées **Hicoat Super** équivalente à celle de l'inoculant Force 48
- Bonne nodulation (jusqu'à 70 jours testés) pour les semences pré-inoculées **Hicoat Super**
- Rendement équivalent aux références des semences pré-inoculées **Hicoat Super**

- **Nouvelle souche. Maintien, contrôles ?**
- **Compétitivité ?**

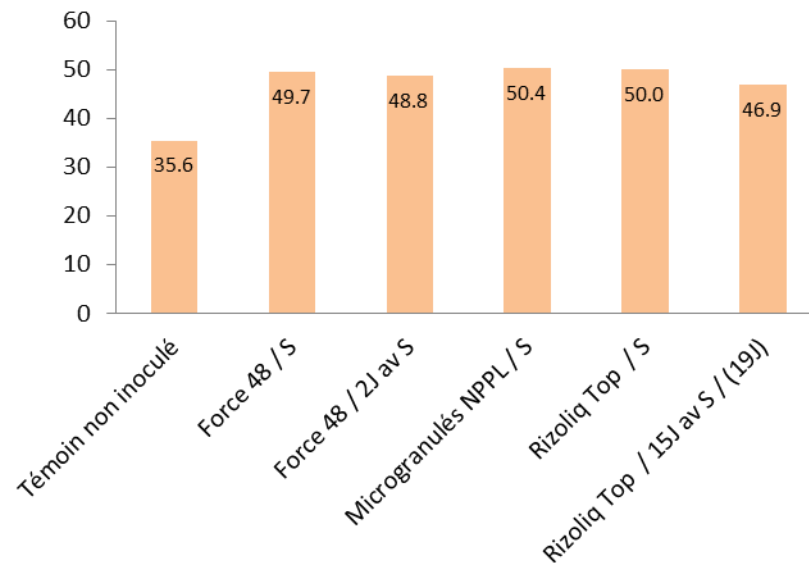
Rizoliq Top (version G49)

2 essais en 2017, un seul récolté (En Crambade)

Nombre de nodosités à R3



Rendement aux normes (q/ha)



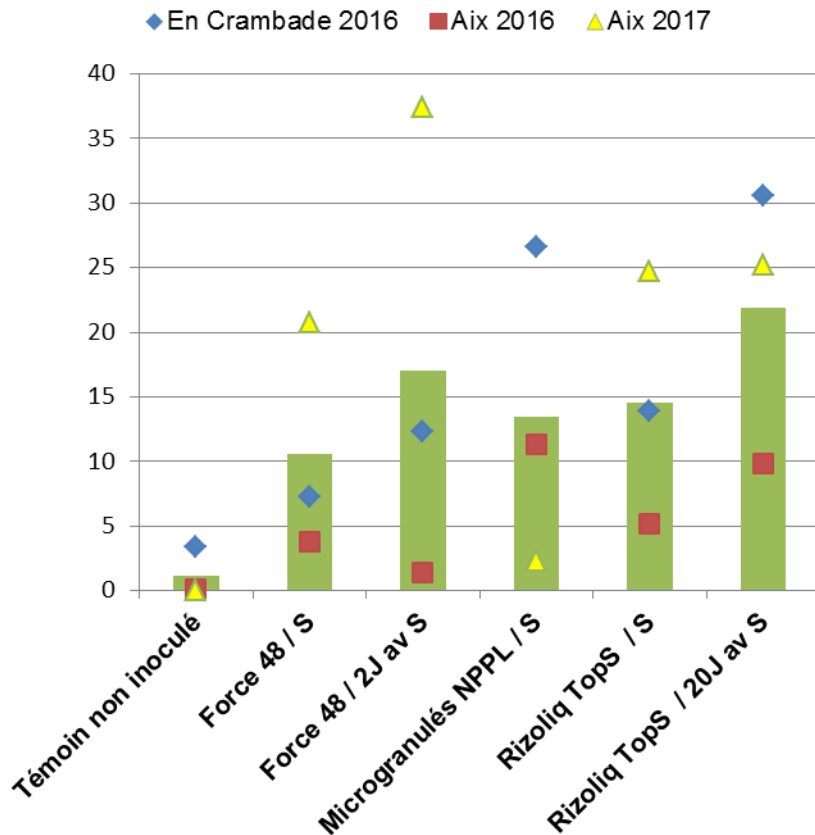
- **Rizoliq Top** ⇒ nodulation pauvre sur 2 sites et 2 variétés différentes
- mais impact limité sur le rendement



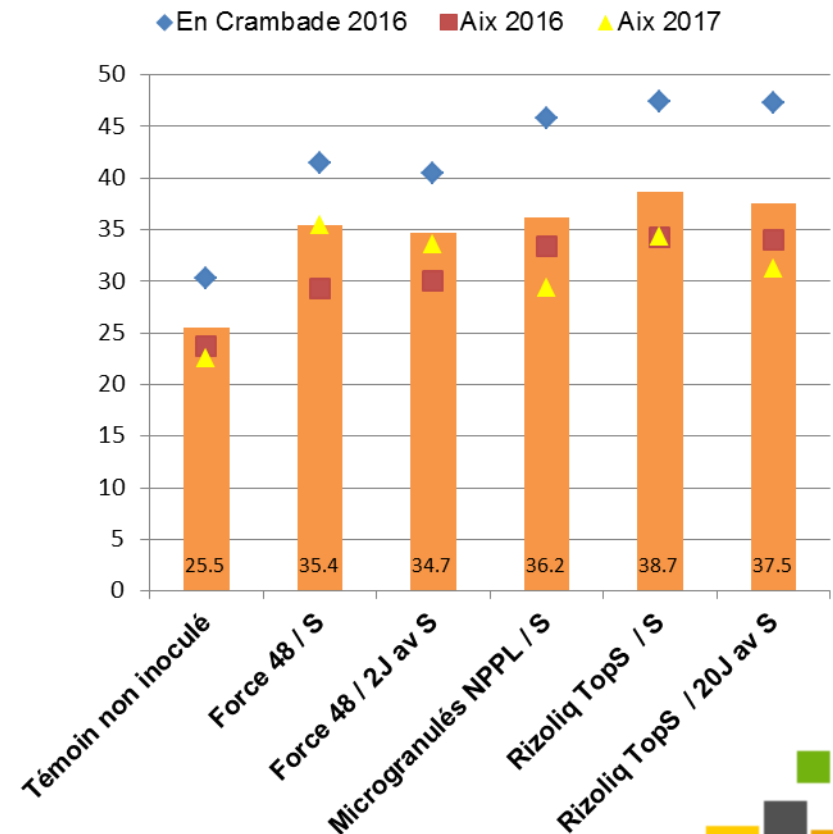
Rizoliq Top S (version avec souches SEMIA)

2 essais en 2016 et 1 essai en 2017

Nombre moyen de nodosités à R3



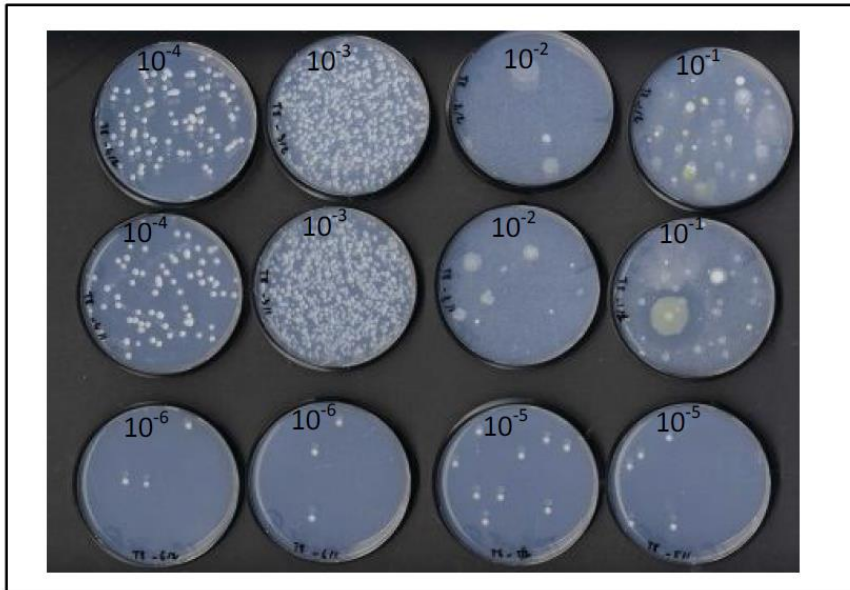
Rendements aux normes (q/ha)



- **Nouvelles souches. Maintien, contrôles ?**
- **Compétitivité ?**

Evaluation survie sur semences pré-inoculées (Essai de Dijon 2017)

- **Dénombrement direct sur boîtes**
(YEM : Yeast Extract Manitol)

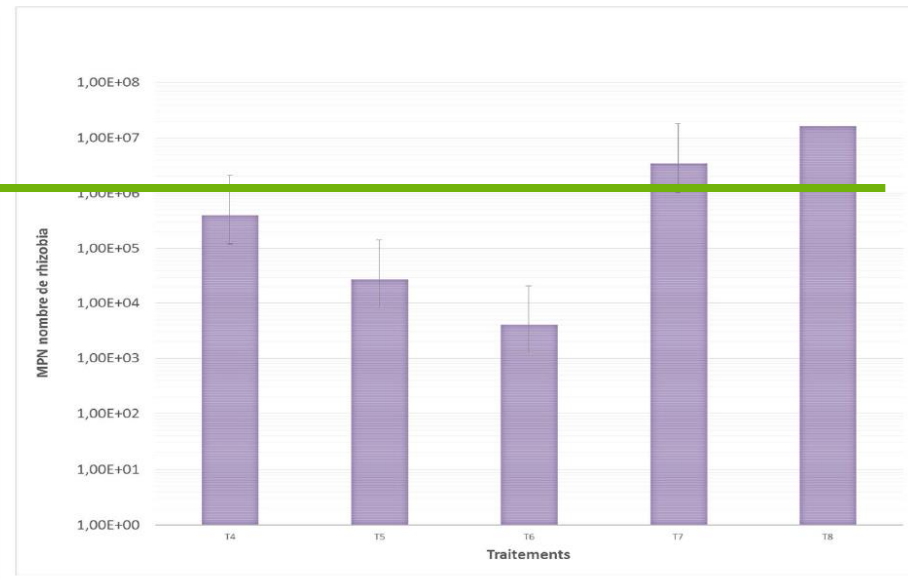
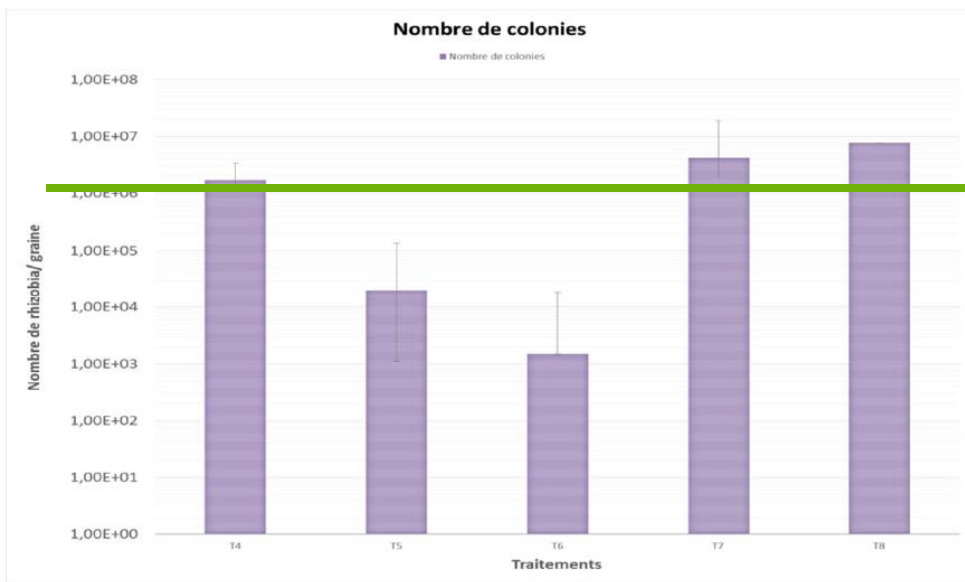


- **Dénombrement sur plantes en MPN**
(Most Probable Number)



Evaluation survie sur semences pré-inoculées

- **Dénombrement direct sur boîtes**
- **Dénombrement sur plantes en MPN**



- **BASF HICOAT SUPER : c'est bon (45 j et 69 j avant semis)**
- **De Sangosse Rizoliq TOP: manque 2 à 3 puissances de 10**

Éléments de synthèse

	Nodulation Efficience	Compétitivité pour la nodulation	Stabilité génétique	Synthèse Avis TI
<i>B.J</i> 532C (HICOAT Super)	+++ y compris jusqu'à 70j avt semis, Bons résultats au Canada	+ Compétitivité moyenne et variable selon les auteurs	Pas d'info alarmante à ce jour Abs de garantie INRA sur 532C	Produit Innovant de qualité Compétitivité par rapport à G49 à vérifier sur cv FRA 
<i>B.J</i> SEMIA 5079 + <i>B.D</i> SEMIA 5080 (RizoLiq Top S)	+++ résultats en association	2 souches Compétitives à Très compétitives	Variants de souches préalablement inoculées au Brésil SEMIA5079 : très compétitive, séro groupe USDA123 SEMIA5080 : compétitive, bp plus que souche d'origine CB1809	Études complémentaires demandées par ANSES 2/3 critères non satisfaits 
<i>B.J</i> G49 (Rizoliq Top)	+++ Pb en 2017 Aspect pré- inoculation à consolider	+++ G49 choisie pour sa faible compétitivité	Pas d'info alarmante à ce jour	Procédé innovant A retester Garantie INRA sur G49 

Rappel concernant l'utilisation de:

- 532C, au Canada depuis années 80
 - SEMIA 5079 + SEMIA 5080; au Brésil depuis 1992
- Légende: B.diazoefficiens=*B.D* B. japonicum= *B.J*

Avis de l'ANSES avec demandes pour RizoLiq Top S

Délais (mois)

Fournir les résultats de l'étude, concernant la stabilité au stockage pendant 12 mois, pour la solution d'inoculation carbonée PREMAX.	24
Fournir une caractérisation de la proportion de chacune des souches (souche SEMIA 5079 de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> et souche SEMIA 5080 de <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i>) dans l'inoculum bactérien de RIZOLIQ TOP S.	24
Justifier l'intérêt d'associer la souche SEMIA 5079 de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> et la souche SEMIA 5080 de <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i> au sein de l'inoculum bactérien de RIZOLIQ TOP S.	48
Fournir des informations sur le devenir dans le sol des deux souches (souche SEMIA 5079 de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> et souche SEMIA 5080 de <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i>) dans des conditions représentatives du climat français, ainsi que des informations sur la persistance de chacune des souches, considérées séparément, par rapport à la souche déjà introduite dans les sols français.	48
Fournir des tests d'efficacité supplémentaires permettant de comparer les différentes souches SEMIA 5079 de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> et SEMIA 5080 de <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i> , seules et en association, avec la souche G49 de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> et dans les conditions d'emploi préconisées et dans les conditions de température représentatives des semis de soja en France.	48

Les inoculants soja disponibles sur le marché pour 2018

Type inoculum	Fabricant	Distribution	Produit	Utilisation	Avis TI
Tourbe sur graine (technique d'origine depuis années 60)	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL	semis	++
	AGRIFUTUR SRL		NITROGEN	semis	Non testé TI
Tourbe sur µgranulés (depuis années 80)	Novozymes (ex LIPHA)	De Sangosse	Biodoz µgranulés	semis	++
	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL µgranulés	semis	++
	AGRIFUTUR SRL		NITROGEN GR	semis	Non testé TI
Tourbe + additif liquide (depuis années 90)	BASF (ex Becker Underwood)	Euralis	NPPL Force 48	Semis - 48h	+++
Liquide (depuis années 90)	BASF	Jouffray-Drillaud	Rhizoflo	Semis - 6h	+++
Liquide + solution nutritive	BASF	Via Semenciers ?	HICOAT Super	Semis à -90 jours	Vérif compet.
Liquide + solution carbonée	RIZOBACTER	De Sangosse	Rizoliq TOP G49	Semis à -20 jours	A retester
			Rizoliq TOP-S SEMIA	Semis à -20 jours	Pb nature souches



Merci pour votre attention

