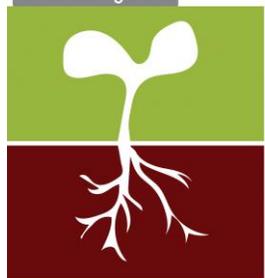


Sessions digitales



**Rencontres
Techniques**
de Terres Inovia

Choisir la meilleure stratégie d'inoculation

Louis-Marie ALLARD

lm.allard@terresinovia.fr

Xavier PINOCHET

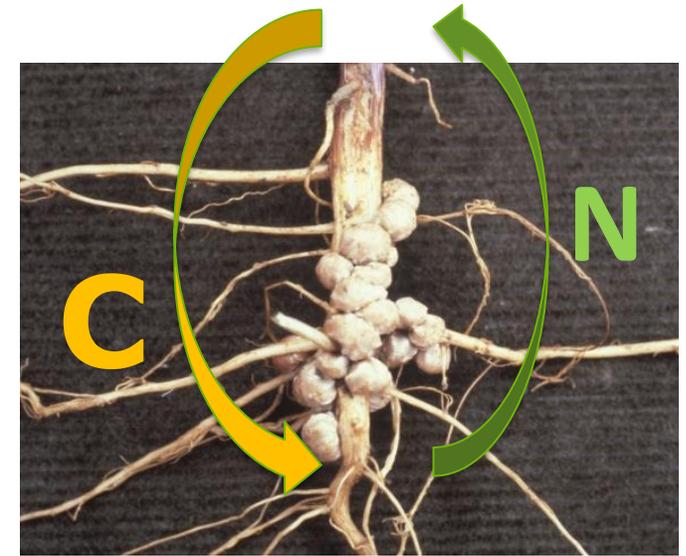
x.pinochet@terresinovia.fr

Pourquoi inoculer le soja?

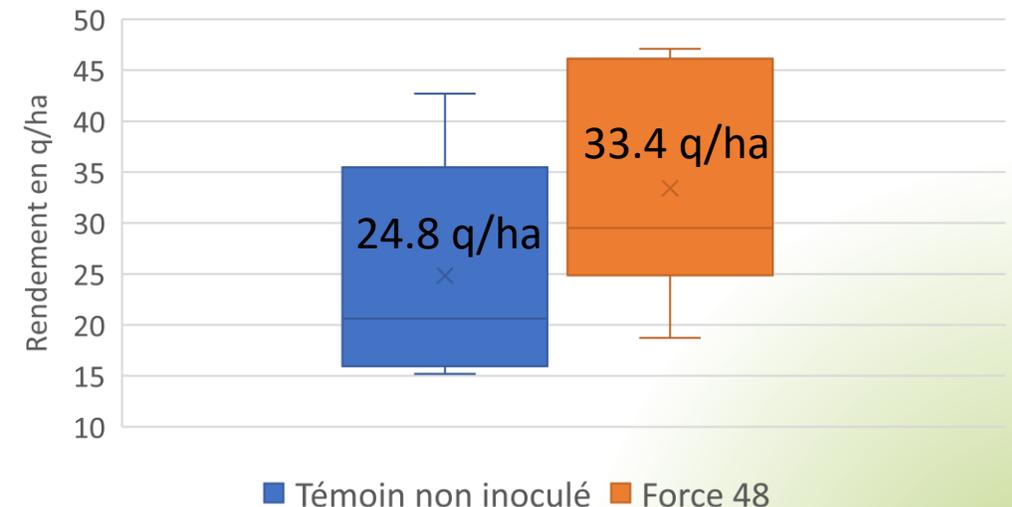
- La plante fournit le carbone via la photosynthèse
- La bactérie apporte l'équipement enzymatique permettant la fixation de l'azote de l'air
- En situation favorable, cette symbiose représente 70 à 80% de la nutrition azotée de la plante
- Le Rhizobium spécifique du soja n'est pas forcément présent dans les sols français.

⇒ **Inoculation obligatoire la 1^{ère} année**

Enjeu de l'inoculation : 35% de rendement en plus (pouvant aller jusqu'à 70%)



Impact de l'inoculation sur le rendement
Synthèse 8 essais Terres Inovia 2016 - 2020



Inoculer avec quoi ? : les offres du marché

Type d'inoculum	produit	fabricant	distribution	utilisation	souche	Evaluation TI
Tourbe sur graine	NPPL	BASF	Euralis	Au semis	G49	Bon
	NITROGEN	Agrifutur SRL	Etb Gaillard	Au semis	G49	Non testé
	BIOFIX IN	U.Zagreb	Etb Rolly	Au semis	D344	Souche inconnue Non évaluée
Tourbe sur μ granulés	NPPL	BASF	Euralis	Au semis	G49	Bon
	NITROGEN GR	Agrifutur SRL	Etb Gaillard	Au semis	G49	Bon
Tourbe + additif collant	NPPL Force 48	BASF	Euralis	Semis-48h	G49	Très bon. C'est la référence
	HISTICK	BASF	BASF	Semis-48h	532C	Résultats moyens
Liquide	RHIZOFLO	BASF	BASF	Semis-6h	G49	Très bon
	LIQUIFIX	Legume Technology	Gartensoja	Au semis	SEMIA 5079 & 5080	Souches déconseillées
Liquide + solution carbonée	RIZOLIK Top	Rizobacter	De Sangosse	Semis-15 jrs	G49	Très bon. Petit delta quand écart inoculation/semis de 15 j
Semences préenrobées	HICOAT Super	BASF	Idem semences	Semences pré-inoculées en station < 90 j	532C	Pratique réinoculation seulement

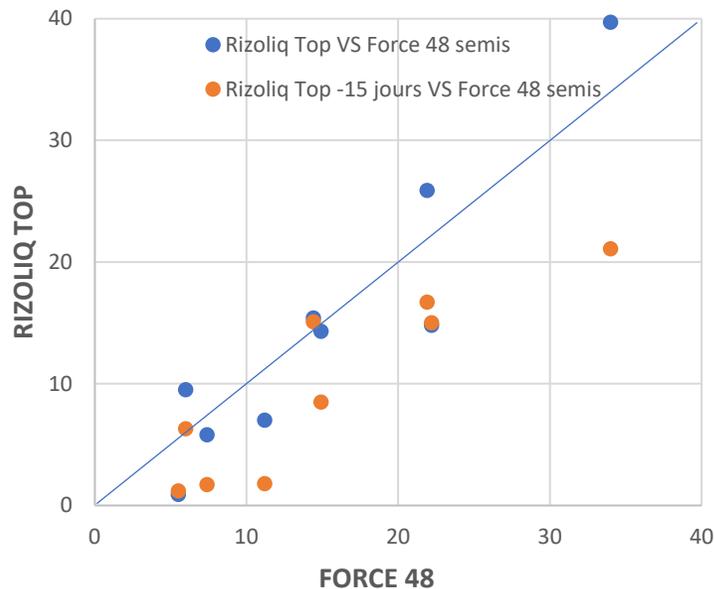
Résultats des évaluations des innovations

RIZOLIQ TOP : Souplesse Inoculation / semis : 0 à 10 jours .

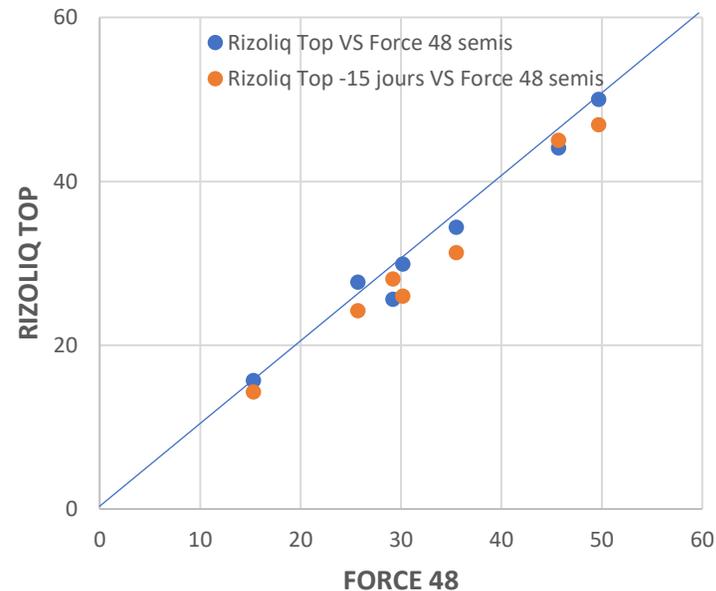
- A 15 jours, petits deltas de nodulation avec le témoin de référence FORCE 48.
- Produit avec de très bons résultats dans les essais TI 2017 à 2020
- Avec la souche G49 => contrôle qualité INRAE
- **S'impose comme l'un des leaders du marché**

Source Terres Inovia : années 2017 – 2018 - 2019

Nombre de nodosités par plante

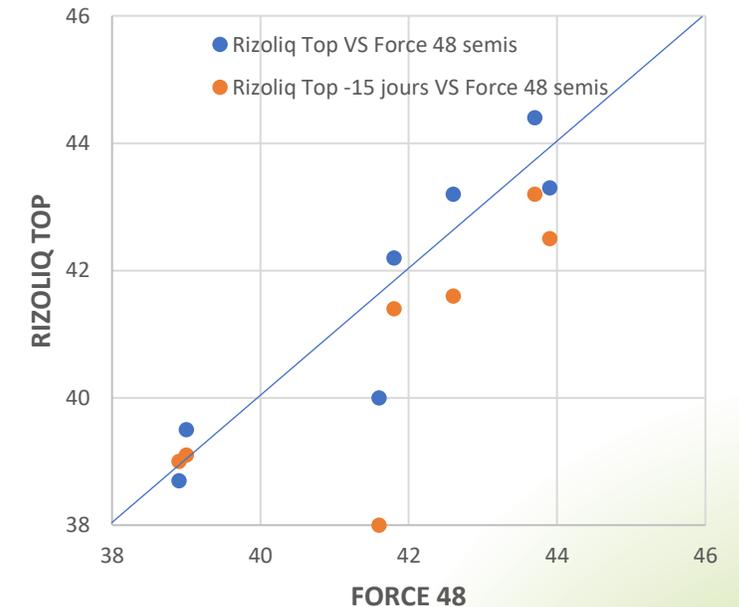


Rendement en q/ha



RIZOLIQ TOP semis/ F48 : - 0,5 q/ha
RIZOLIQ TOP 15 j/F48 : - 2,2 q/ha

Teneur en protéines



RIZOLIQ TOP semis/ F48 : idem
RIZOLIQ TOP 15 j/F48 : - 1 point

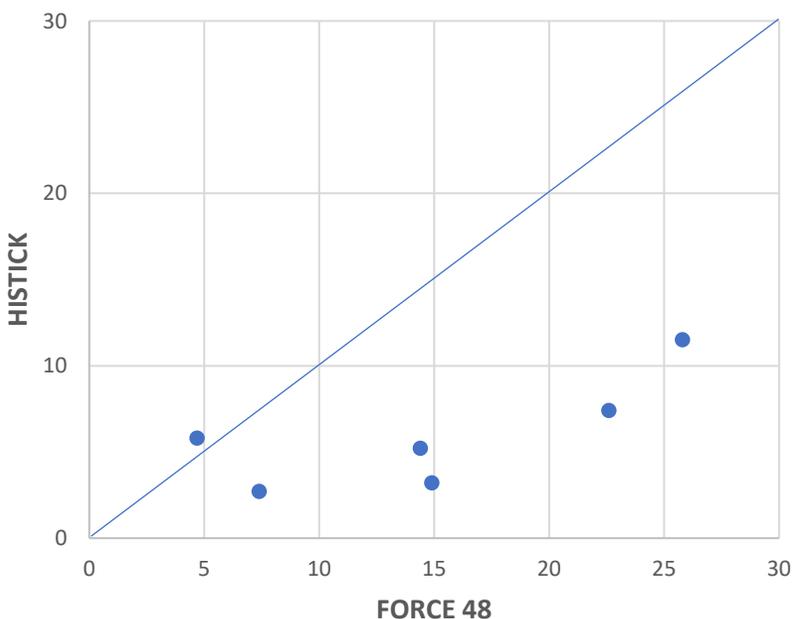
Résultats des évaluations des innovations

HISTICK : Sur le principe devrait être l'équivalent de Force 48 avec une autre souche

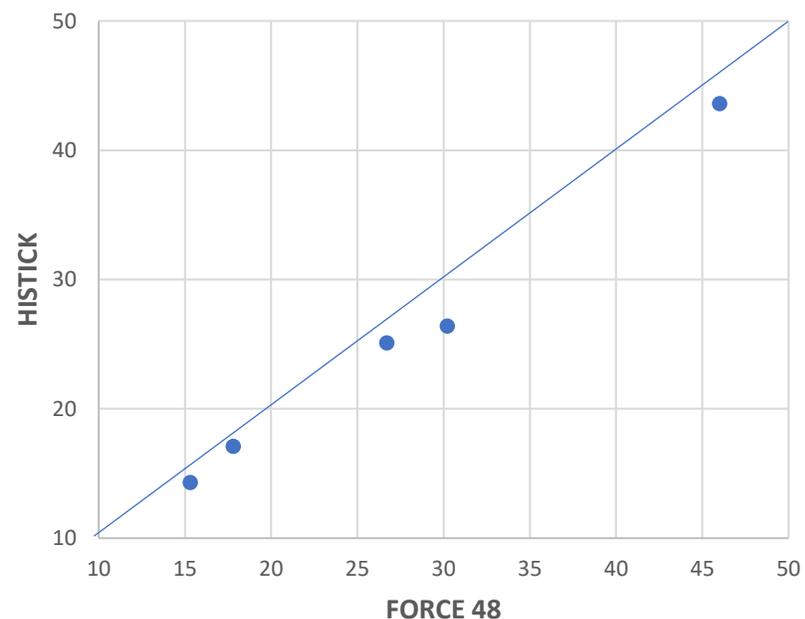
- Nouvelle souche (532C)
- Pas de contrôle qualité INRAE
- Résultats TI 2019 et 2020 décevants même avec adjuvant

Source Terres Inovia : années 2018 - 2019

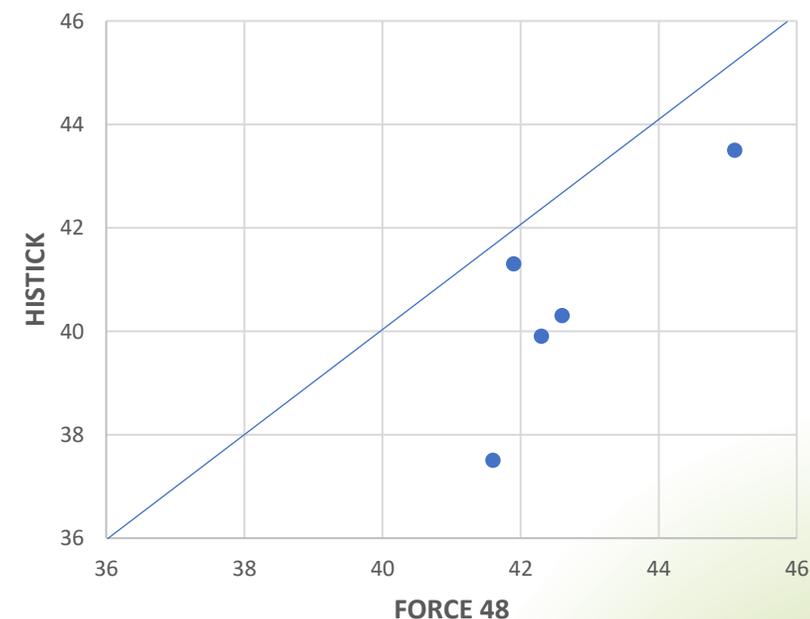
Nombre de nodosités par plante



Rendement en q/ha



Teneur en protéines



HISTICK / F48 : -1,9 q/ha

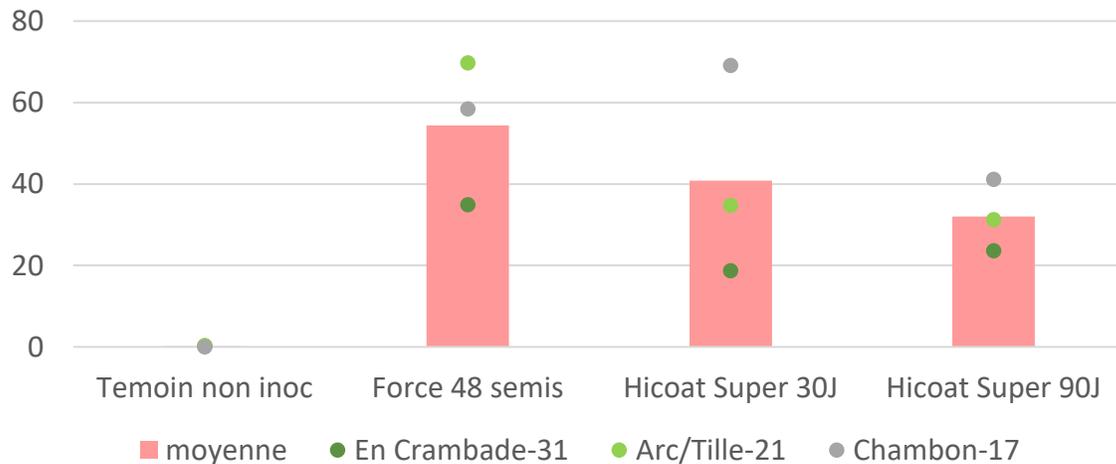
HISTICK / F48 : - 2,2 points

Résultats des évaluations des innovations

HICOAT : Traitement des semences en usine. L'agriculteur n'a plus à faire l'inoculation mais :

- Nouvelle souche (532C)
- Pas de contrôle qualité INRAE
- Concentration en bactéries : $5 \cdot 10^5$ / graine
- Conditions de survie imposées aux bactéries impactent les résultats de la nodulation
- Bons résultats en 2017, mais difficultés ensuite en 2018 - 2020

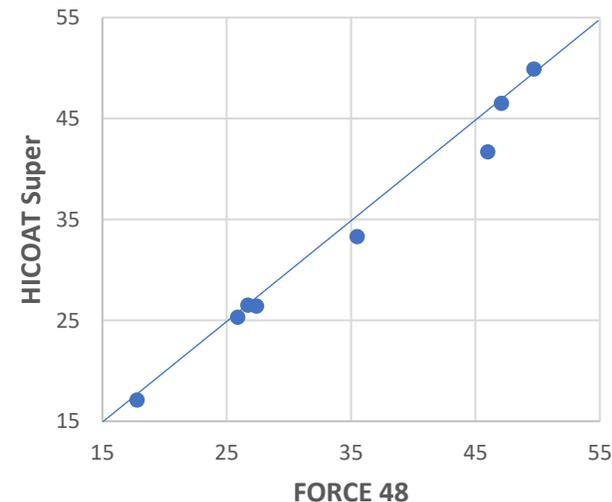
Nombre moyen de nodosités/plante au stade R3



Source Terres Inovia : année 2018



Rendement en q/ha



HICOAT / F48 : -1,2 q/ha

Teneur en proteines



HICOAT / F48 : - 0,7 point

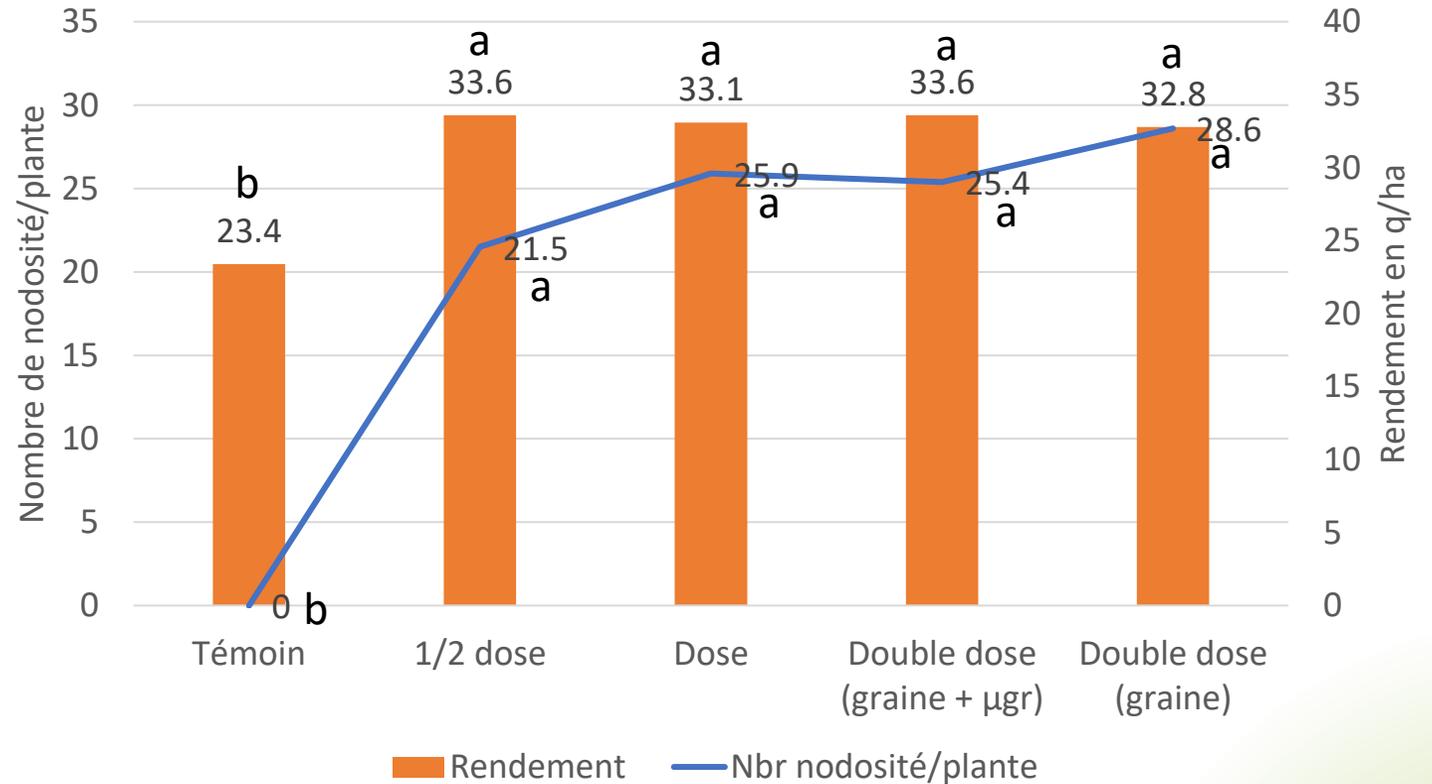
Source Terres Inovia : années 2017 – 2018 - 2019

Une double dose ne sert à rien même pour un primo-soja

L'inoculation se raisonne par une quantité de bactéries à apporter sur la graine et non pas une dose à l'hectare

- Norme française depuis les années 60 : 10^6 / graine en soja
- Dans la pratique, les inocula contrôlés par l'INRAE sont souvent au dessus de $5 \cdot 10^6$ ou 10^7

Impacts de la dose sur l'inoculation et le rendement



Source Terres Inovia : année 2017

La réinoculation : une pratique purement sécuritaire

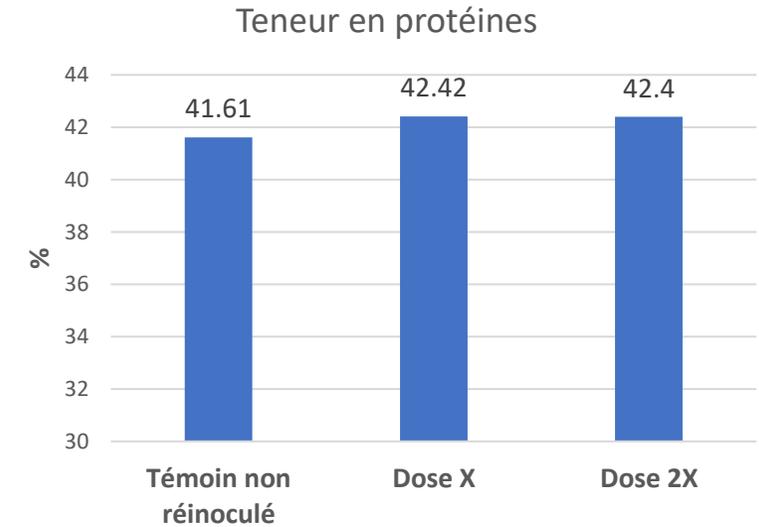
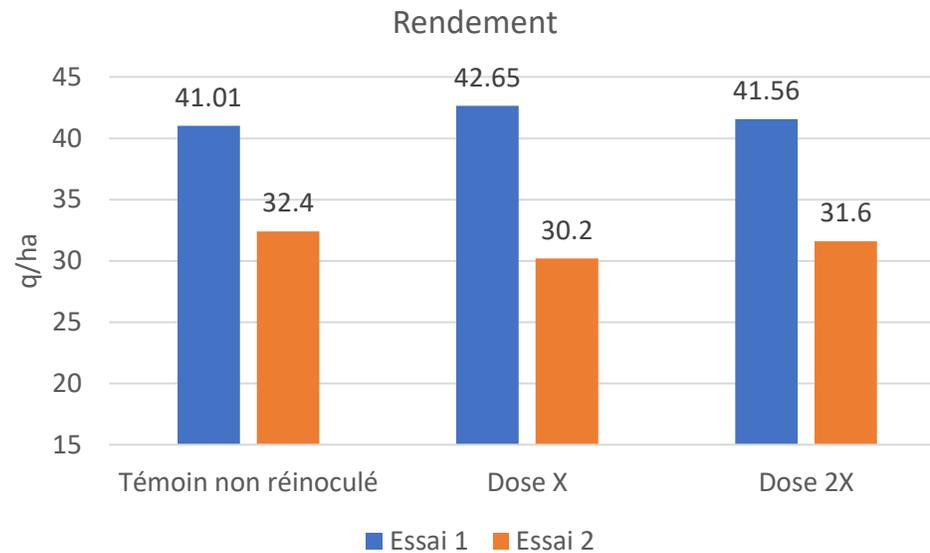
Essais implantés dans des parcelles ayant déjà reçues un soja

Essai 1 : dernier soja il y a 5 ans

Essai 2 : dernier soja il y a 7 ans

Dose X : Force 48 sur graines au semis

Dose 2X : Force 48 sur graines puis microgranulés au semis



Source Terres Inovia

→ La réinoculation n'a pas d'impact sur le rendement et sur la teneur en protéines

→ Sauf exception dans les sols calcaires ou sableux : conseil de réinoculation dans certaines situations

« La réinoculation d'assurance est pratiquée dans 90% des cas »

Grille de recommandation de TERRES INOVIA

Historique de la parcelle	Qualité de nodulation du dernier soja cultivé dans la parcelle	Date du dernier soja cultivé dans la parcelle	Type de sols	DECISION	
Parcelle n'ayant jamais porté de soja				INOCULER	INDISPENSABLE
Parcelle ayant déjà porté du soja	Bonne	<4 ans	Présence de calcaire actif ou sols sableux pauvres en matières organiques	INOCULER	INDISPENSABLE
			Autres types de sol	NE PAS INOCULER	INUTILE
	Mauvaise	>4 ans		INOCULER	PAR SECURITE
				INOCULER	NECESSAIRE

Facteurs limitants de la nodulation au champ

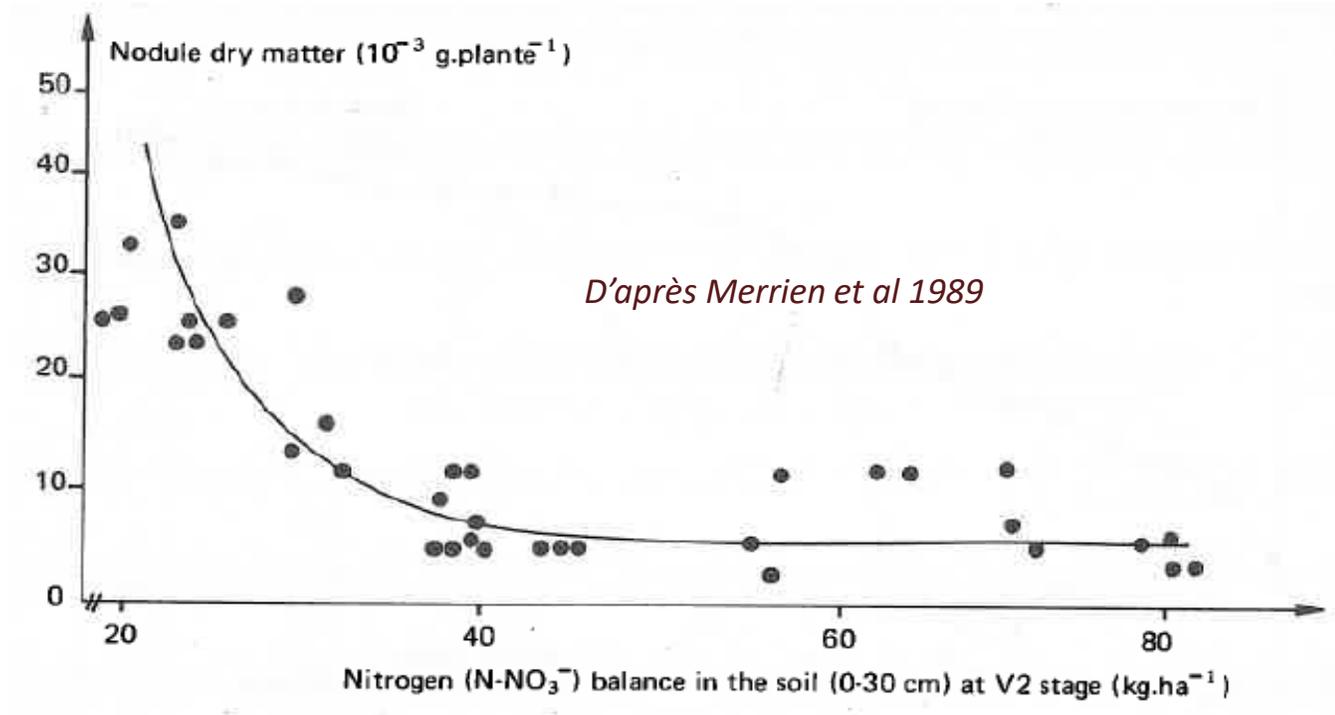
Inoculer avec soin en utilisant un produit de qualité ne suffit pas toujours

Deux facteurs limitants principaux :

- 1) Stress hydrique : le plus fréquent
- 2) Teneur en N minéral du sol

Autres situations :

- Sols calcaires, situations de chlorose ferrique
- Bio-fumigation : *Bradyrhizobium* sensibles aux isothiocyanates issus des glucosinolates



Avoir le réflexe de contrôler l'état de nodulation

Un feuillage très vert n'est pas synonyme de bonne inoculation. Cela peut provenir d'une quantité d'azote disponible importante (fort reliquat)

Quand contrôler la qualité de la nodulation :

Stade R1 : juste avant la floraison

R1 (60) - Début floraison

Une fleur est épanouie à n'importe quel nœud sur la tige principale



Comment vérifier la présence de nodosités :

Prélever 20 pieds de soja au hasard dans une zone de la parcelle

Ce prélèvement doit être fait méticuleusement afin de ne pas détacher les nodules à l'arrachage.

Si plus de 30% des pieds ne portent pas de nodosités (ou si en moyenne moins de 5 nodules fonctionnelles/plante) : **défaut d'inoculation**

Une couleur rosée à la coupe est une indication de bon fonctionnement

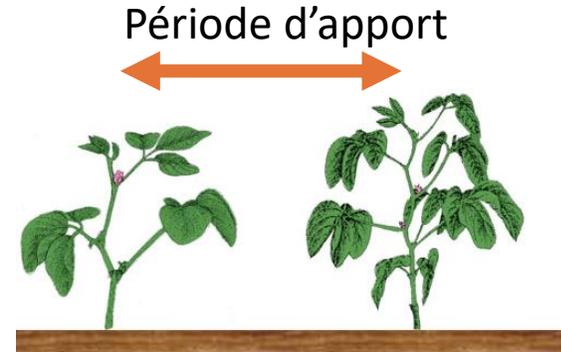


Quelle conduite tenir face à un échec d'inoculation?

Un apport d'azote est exceptionnellement recommandé en tenant compte de la réglementation locale

Calculer la dose en tenant compte des reliquats et des besoins de la plante (10 u/q)

Apport d'azote souvent proche de 80 kgN/ha



De préférence en 2 apports

Chaque apport réalisé si possible avant une pluie (ou irrigation)

R1 (60) Début floraison.
Une fleur est épanouie à n'importe quel nœud sur la tige principale.

R3 (65) Premières gousses.
Une gousse a 5 mm de long sur l'un des 4 nœuds les plus élevés de la tige principale et portant une feuille pleinement développée.

Réglementation locale

Régions	Doses plafonds autorisées
Auvergne-Rhône-Alpes	150 kg N minéral/ha
Bourgogne-Franche-Comté	120 kg N minéral/ha
Grand Est	150 kg N minéral/ha
Hauts-de-France	150 kg N minéral/ha

Conclusions

- Inoculation obligatoire la première année de mise en culture du soja
- Toutes les solutions d'inoculation ne se valent pas. Force 48 au semis reste la référence mais d'autres fonctionnent bien tels que Rizoliq Top (attention au délai inoculation semis)
- Dose à adapter en fonction de la quantité de semences à l'hectare
- Sauf exception, la réinoculation ne se justifie pas. Mais c'est une stratégie d'assurance
- En cas d'échec de nodulation un apport d'azote en végétation est possible (en tenant compte de la réglementation locale). **Mais tout faire pour éviter d'être dans ces situations**