

BioStimulants et BioFertilisants :

Survol de la recherche à l'IRDA



Équipe multidisciplinaire



Christine Landry,
agr. biol. Ph.D.

**Fertilité des sols et
valorisation des
biomasses.**



**Caroline Côté,
agr. Ph.D.**

**Salubrité et hygiène
des cultures.
Coordonnatrice PIAB.**



**Patrick Dubé,
chimiste. Ph.D.**

**Responsable du
Laboratoire d'analyses
agroenvironnementales**



**Stéphane Godbout,
ing., agr., Ph.D.**

**Stratégies d'élevage
Émissions de gaz et
odeurs**



**Richard Hogue
biol. Ph.D.**

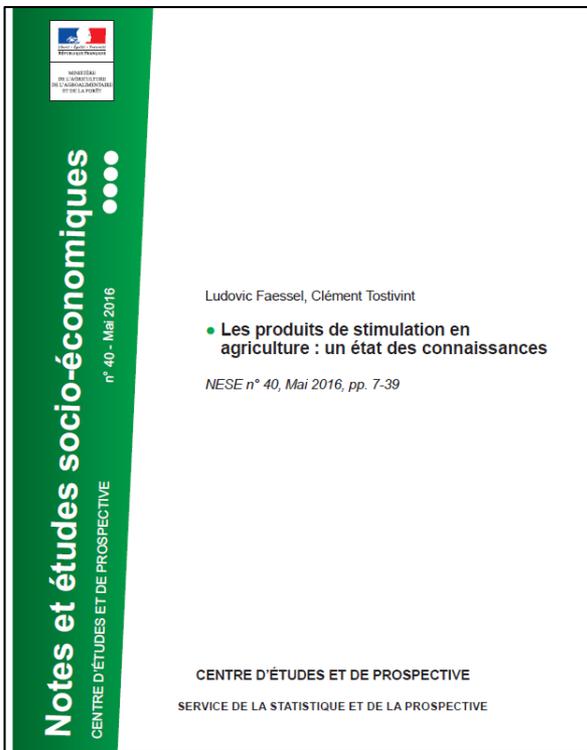
**Responsable du
Laboratoire
d'Écologie Microbienne**

BioStimulant ou BioFertilisant ?

- Terminologie :
- Complexe et diversifiée
 - Nombreux termes sans définition réglementaire ou à caractère officiel.



Biostimulants : activateur de sol, agent nutritionnel, **biofertilisant**, conditionneur de plantes, nutriciteur, phytostimulant, physioactivateur, etc.;



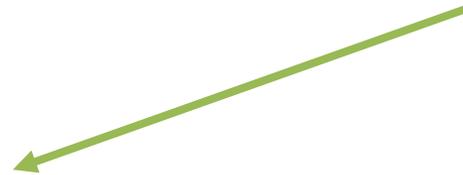
(Ludovic Faessel et Clément Tostivint, 2016)

BioStimulant ou BioFertilisant ?

Biostimulants:

« Matériel qui contient une (des) substance(s) et/ou micro-organisme(s) dont la fonction /../ est de *stimuler les processus naturels pour améliorer/avantager l'absorption des nutriments, l'efficience des nutriments, la tolérance aux stress abiotiques et la qualité des cultures*, **indépendamment du contenu en nutriments** du biostimulant »

(European Biostimulants Industry Council, 2014)



Biofertilisants ou FertilisantBio ? :

« Matériel d'origine animale, végétale ou minérale dont la fonction est d'apporter des éléments fertilisants (NPK) disponibles à la culture, mais pouvant également **contenir une (des) substance(s) et/ou micro-organisme(s) biostimulants** »

(Définition non officielle, Landry 2018)

BioStimulants : Origines et natures des produits

Origines/natures	Biostimulants
Substances issues du vivant	<i>Microorganismes vivants</i> Levures, Bactéries, Champignons.
	<i>Extraits complexes d'algues ou de plantes</i>
	<i>Extraits purifiés d'algues, de plantes ou de micro- ou macro-organismes</i>
Substances de synthèse d'origine naturel	Phytohormones, Vitamines et Antioxydants
Substances de synthèse d'origine xénobiotique (ne se trouve pas dans la nature)	<ul style="list-style-type: none">• ATCA (Acetyl-Thiazolidine-4-Carboxylic-Acid)• Nitrophénolate
Substances organo-minérales	<i>Extraits minéraux</i> , substances humiques, poudres de roche.

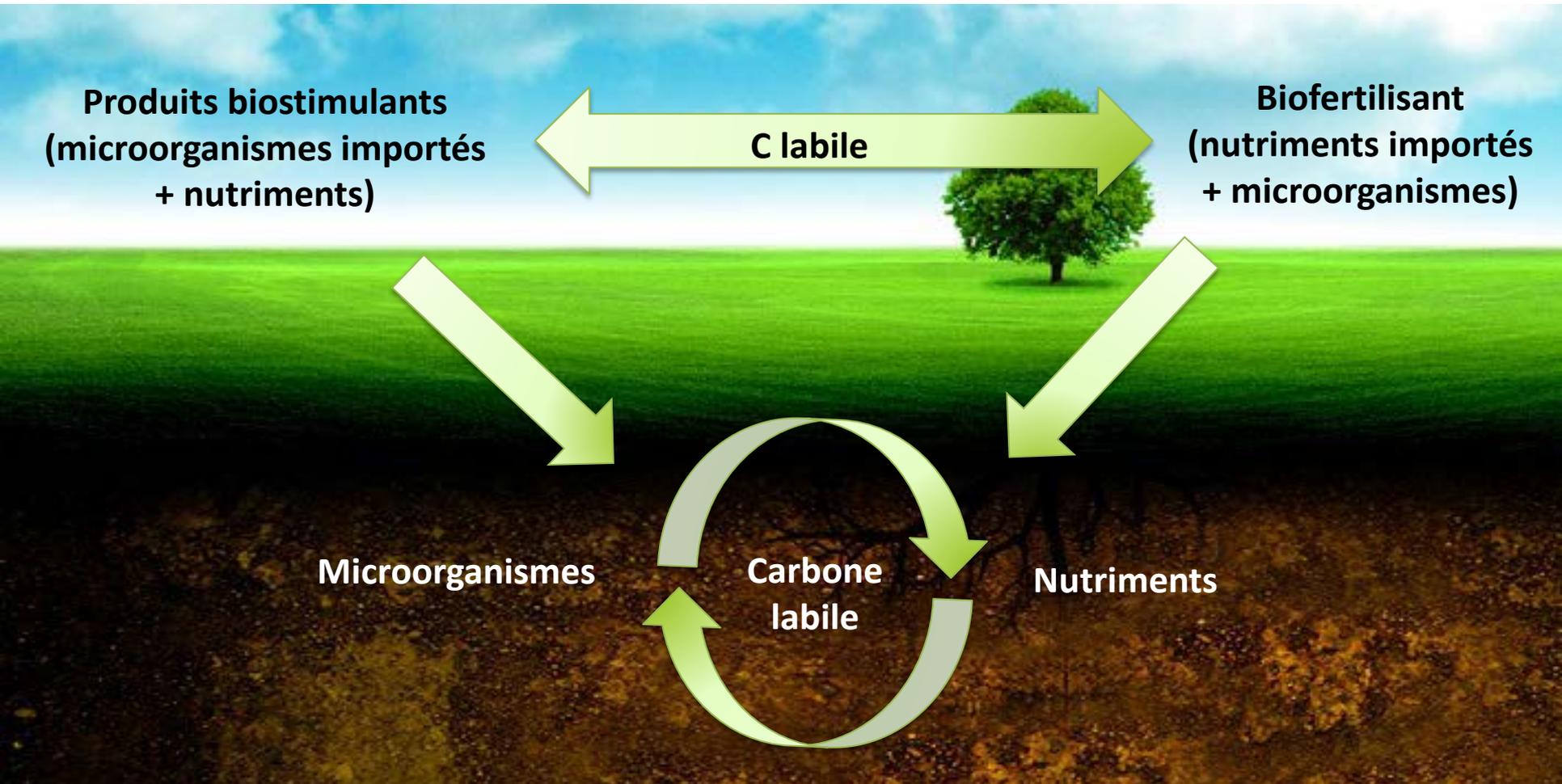
BioStimulants : Actions des produits

Actions/Effets	Exemples
Résistance aux stress abiotiques	<ul style="list-style-type: none">• Tolérance accrue au froid, gel ou au chaud• Tolérance accrue à la sécheresse ou à l'excès d'eau
Croissance et développement	<ul style="list-style-type: none">• Augmentation de la biomasse racinaire ou foliaire• Amélioration de l'efficacité photosynthétique
Meilleure absorption des éléments nutritifs	<ul style="list-style-type: none">• Formation de mycorhizes• Stimulation de la dégradation de la matière organique• Hausse de la diversité/activité microbologique du sol
Meilleure qualité des récoltes	<ul style="list-style-type: none">• Organoleptique (teneur en sucre et autres molécules)• Nutritionnelle (teneur en vitamines, nutriments, etc.)• Visuelle (couleur des fruits)

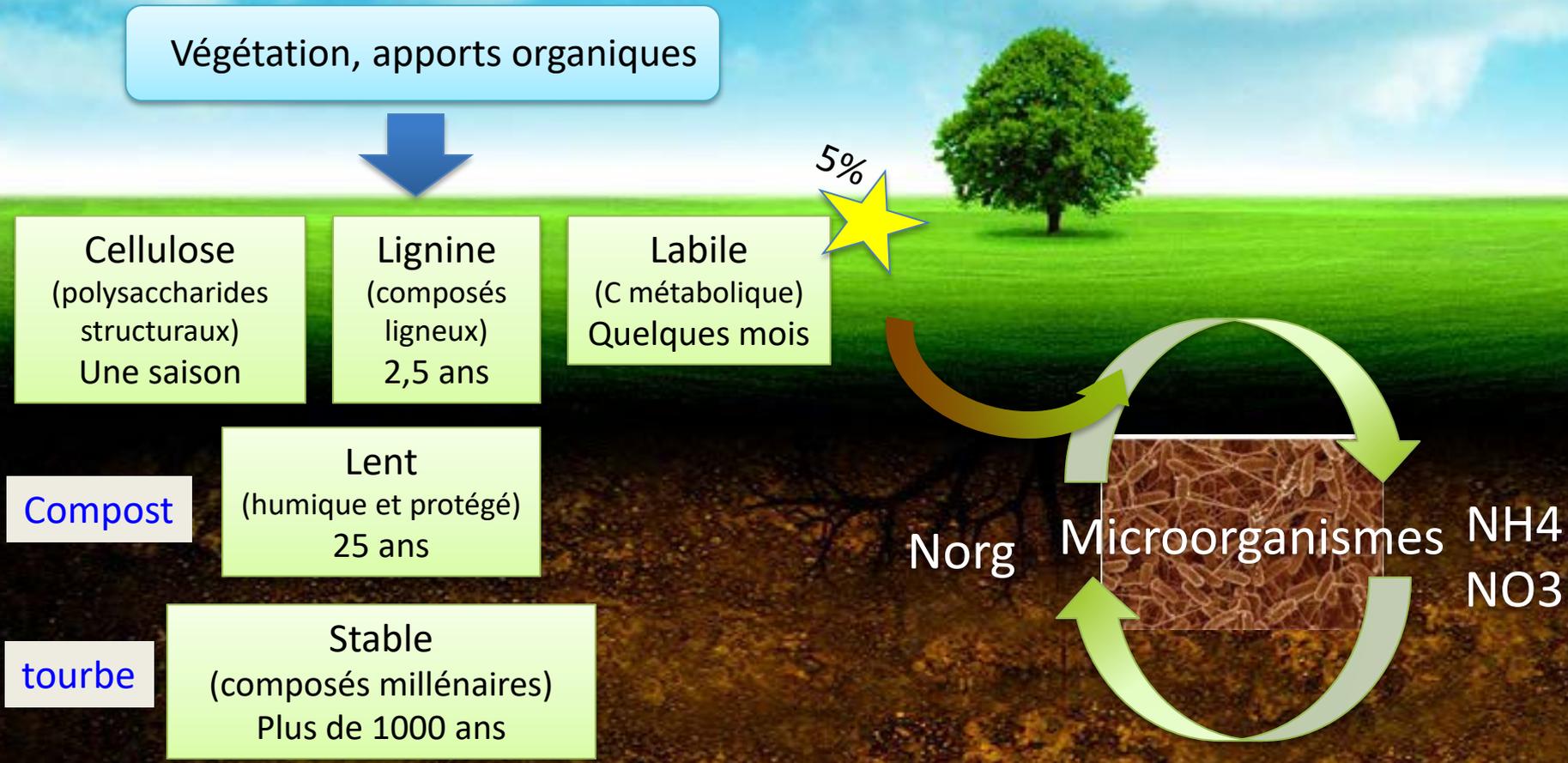
Bio-Fertilisants types et actions

Types	Actions/Effets
Fumiers stables et composts (ISB et C/N plus élevés, C résistant)	<ul style="list-style-type: none">• Apport de C résistant et de nutriments disponibles à plus long terme.<ul style="list-style-type: none">- Structuration des sols- Banque de nutriments du sol
Fumiers de faible stabilité (ISB et C/N peu élevés)	<ul style="list-style-type: none">• Apport de C labile et de nutriments disponibles l'année d'application.<ul style="list-style-type: none">- Stimulation de l'activité biologique des sols- Diminution de la fixation du P- Nutrition des cultures
Lisiers	<ul style="list-style-type: none">• Principalement apport de nutriments hautement disponibles, peu de C mais très soluble.<ul style="list-style-type: none">- Principalement nutrition des cultures
Engrais verts	<ul style="list-style-type: none">• Apport de matières organiques très fermentescibles.<ul style="list-style-type: none">- Stimulation de l'activité biologique des sols- Qualité des sols- Nutrition des cultures

Interactions Biostimulant - BioFertilisant

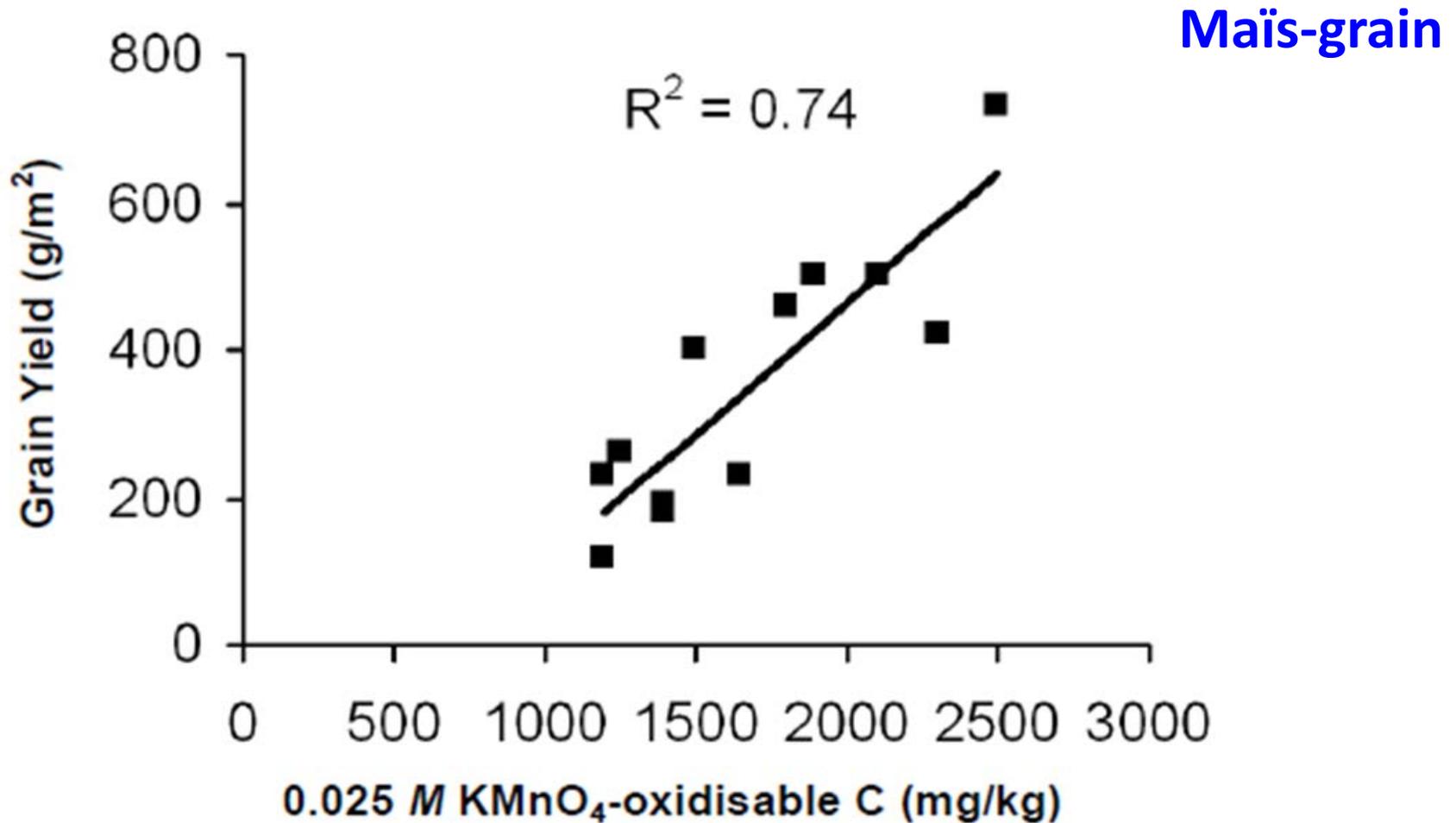


Carbone labile: carburant du sol



(Adapté de Balesdent et al. 2000)

Carbone labile: carburant du sol





ÉTUDE DE BIOFERTILISANTS DE FERME ET COMMERCIAUX

Station de recherche – conventionnelle ou biologique

- Sujets:** - Effets stimulants indirects sur le développement, la nutrition et le rendement des cultures, par effets directs sur les sols (biologie, chimie).
- Établissement des coefficients d'efficacité NPK des produits.

Exemples de projets:

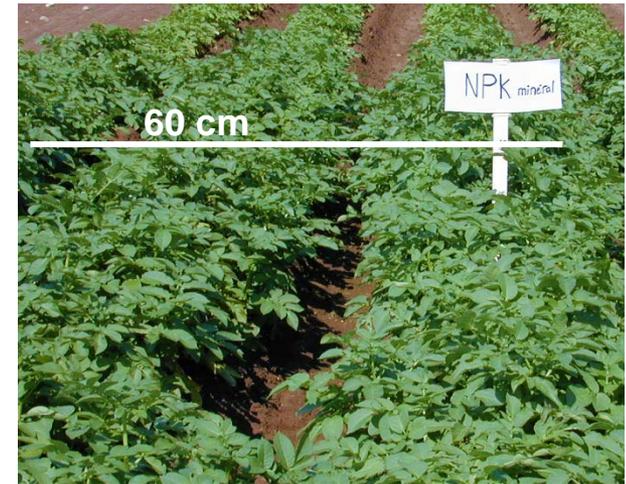
- Fraction solide de lisier de porc dans la pomme de terre (2008-2010).
- Fientes granulées de poules (Actisol) dans les cultures du maïs-grain et de l'avoine (2017-2019).

EFFET STIMULANT : Fraction solide de lisier

Fraction solide (FS) de lisier de porcs

Éléments	Pour 1 T fraîche
C total	650 Kg
C labile	25 Kg (4%)
N total	92 % org. (35 kg N _{org} /38 kg N _{tot})
P total	90 % org. (32 kg P _{org} /35kg P _{tot})
ISB	38 %

NPK minéral = 0 C_{labile}



25 juillet 2008

Témoin 0 P = 0 C_{labile}



Témoin 0 N = 0 C_{labile}



100% P_{FS} = 44 kg/ha C_{labile} 100% N_{FS} = 188 kg/ha C_{labile}



EFFET STIMULANT : Fraction solide de lisier

- Hausse de l'efficacité du P qui ne passe pas par une stimulation de l'activité biologique du sol
- Substances diminuant la fixation du P (acides org., Porg.) : maintient le P_i en solution et hausse son prélèvement (CE = 310%).

Traitements	P_{eau}	Respiration MOG	Taux minéralisation	Phosphatase	
				acide	alcaline
	mg/kg	mg CO_2 /g	mg P- PO_4 /kg	ug PNP /g	
NPK minéral	1,7	0,18	0,83	315	61
1,25 T/ha FS	2,1	0,18	0,13	315	57
1,75 T/ha FS	2,5	0,20	0,04	320	69
2,5 T/ha FS	4,0	0,18	0,00	300	65

++

Pas d'effet

EFFET STIMULANT : Fientes de poules granulées

Fientes granulées de poule

Éléments	Pour 1 T fraîche (91 % M.S.)
C total	331 Kg
C labile	52 Kg (16%)
N organique	97% (46,7 kg N _{org} /48,2 kg N _{tot})
ISB	13 %



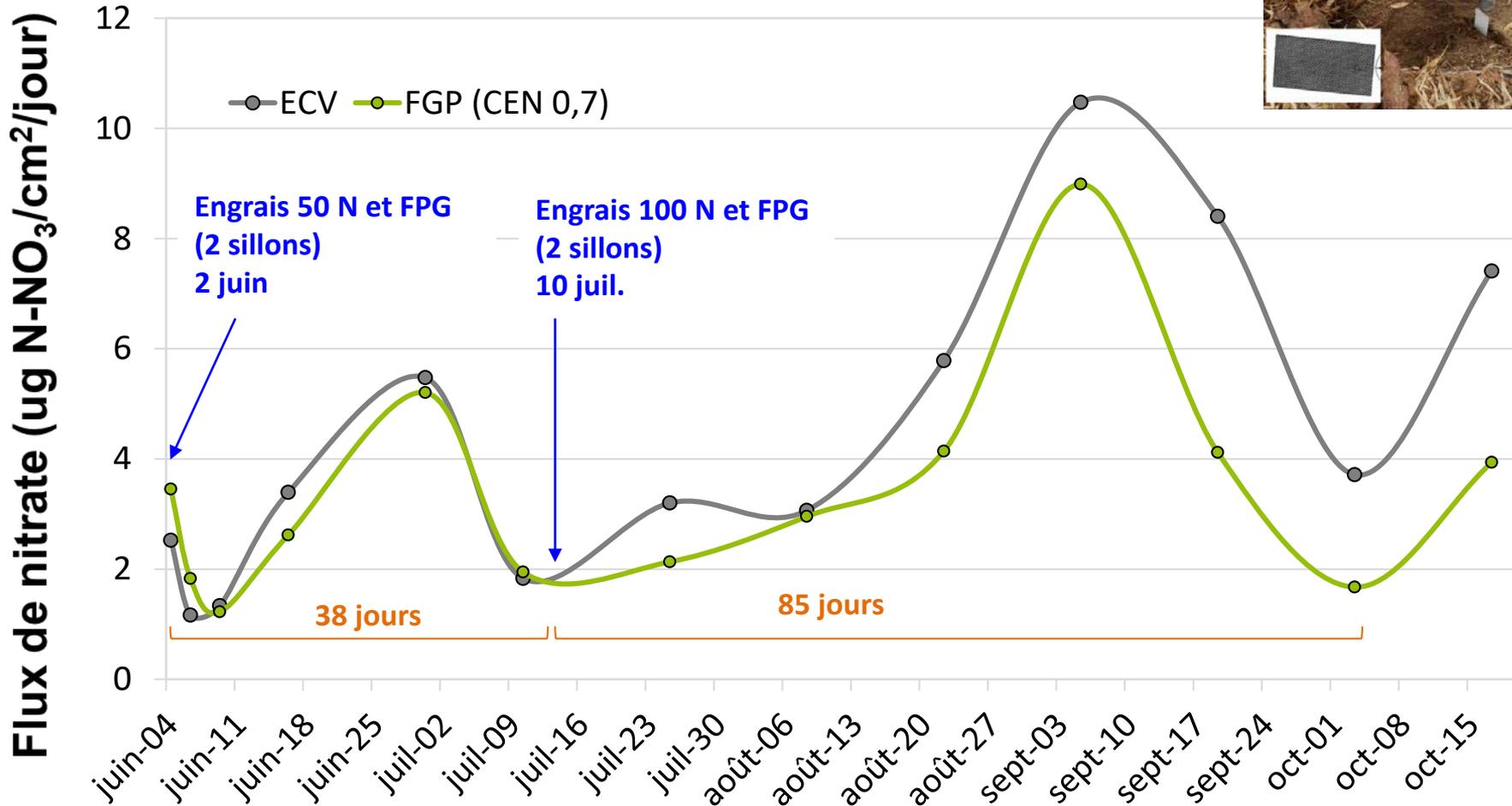
EFFET STIMULANT : Fientes de poules granulées

- Effet stimulant sur l'activité biologique du sol.
- Meilleure rendement même si N uniquement organique (CE = +90 % ?) et moins de N disponible dans le sol.

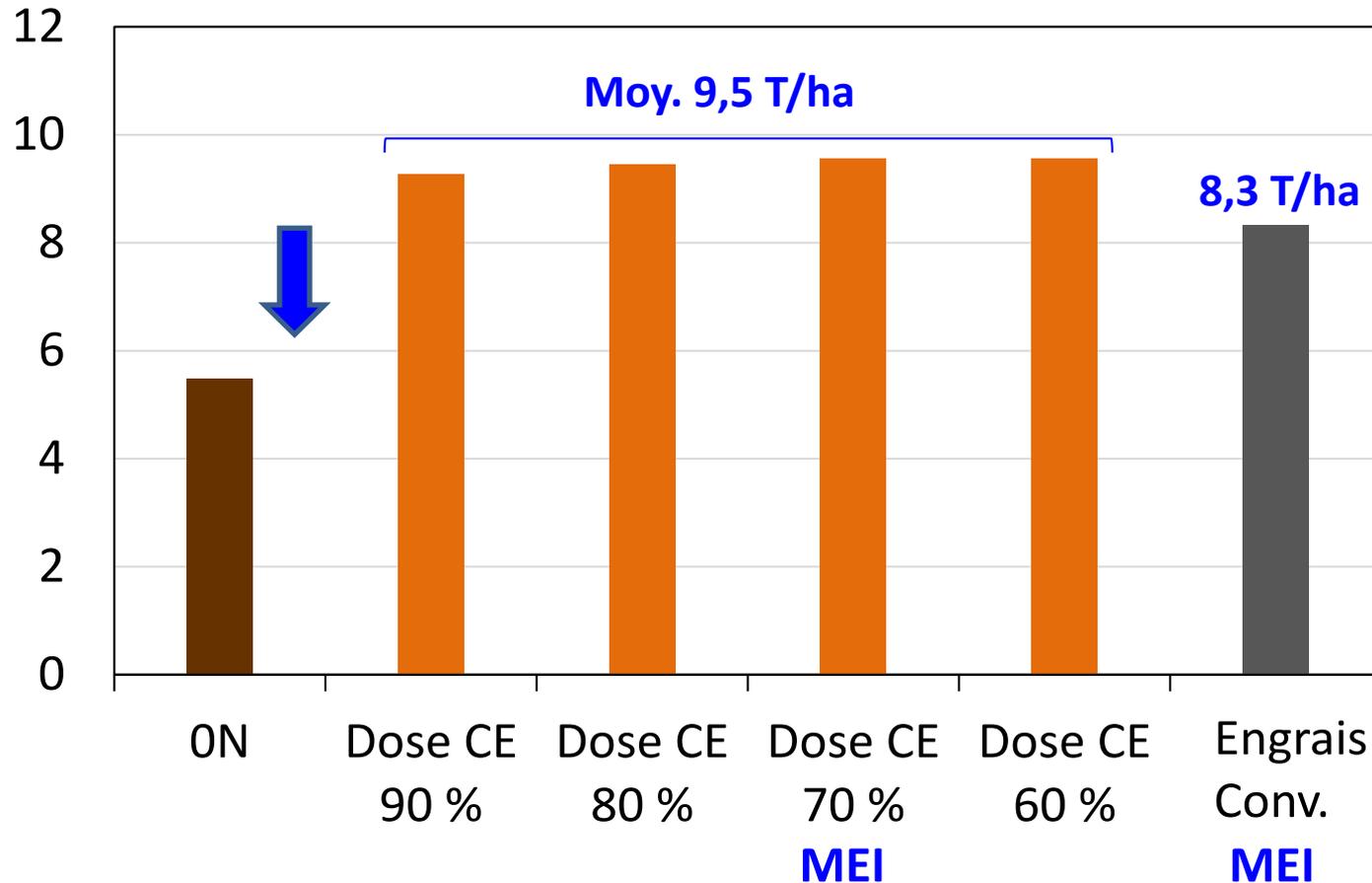
Traitements	C labile (sol) mg/kg	Respiration MOG mg CO ₂ /g	Uréase ug N-NH ₄ /g	N-NO ₃ mg/kg
NPK minéral	98	0,24	37,8	23,4
Dose 4,4 T/ha	115	0,29	34,6	10,9
Dose 4,9 T/ha	120	0,26	32,6	10,8
Dose 5,6 T/ha	124	0,35	50,8	13,6
Dose 6,6 T/ha	N/D	0,38	43,9	14,3

↓ ++
↓ ++
(-)

Flux Nitrate maïs (3 juin – 17 oct.)



Rendements maïs (T/ha) 15% d'humidité





ESSAIS DE BIOSTIMULANTS ET BIOFERTILISANTS COMMERCIAUX

À la ferme avec producteur et conseillers – conventionnelle

Sujets: Effets directs sur l'activité biologique et la diversité microbienne des sols, et indirects/directs sur le développement, la nutrition et la vitalité (taux de maladie, survie à l'hiver) des cultures et les rendements.

Exemple de projet:

- Compost, Actisol et biostimulants commerciaux dans une fraisière en rangs nattés présentant 8 ans de dépérissement (2013-2016).

SANTÉ DU SOL ET DÉPÉRISSEMENT DES FRAISIÈRES

Traitements à l'implantation de la fraisière

Régie conventionnelle avec engrais minéral (ECV)

Compost fumier bovin (CFB) 30 N + Earth Alive

Compost fumier bovin (50 N)

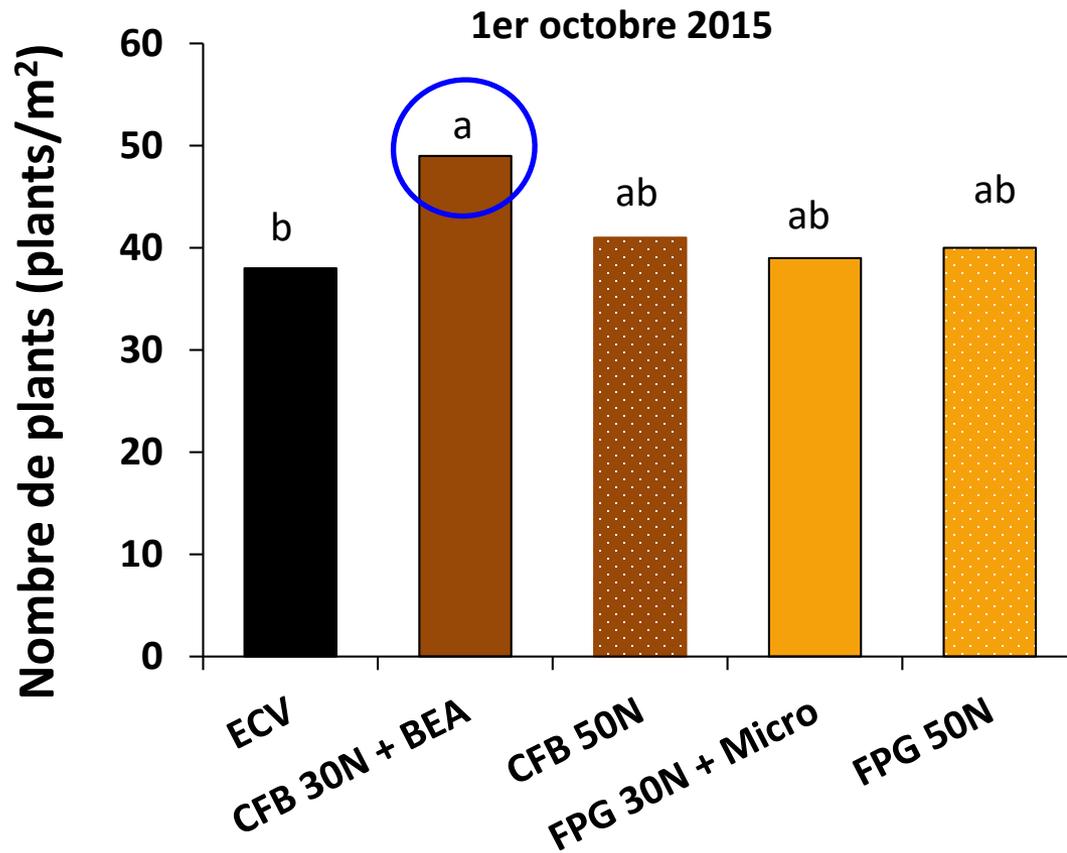
Fumier de poule en granulés (FPG) 30N + Microflora Pro

Fumier de poule en granulés (50N)



SANTÉ DU SOL ET DÉPÉRISSEMENT DES FRAISIÈRES

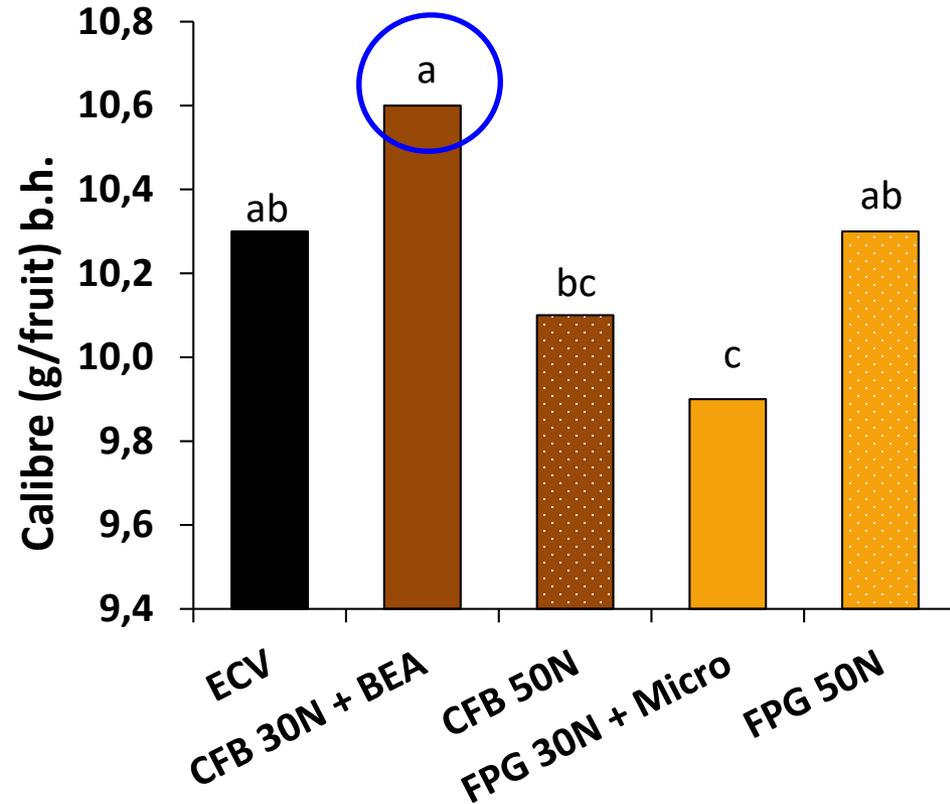
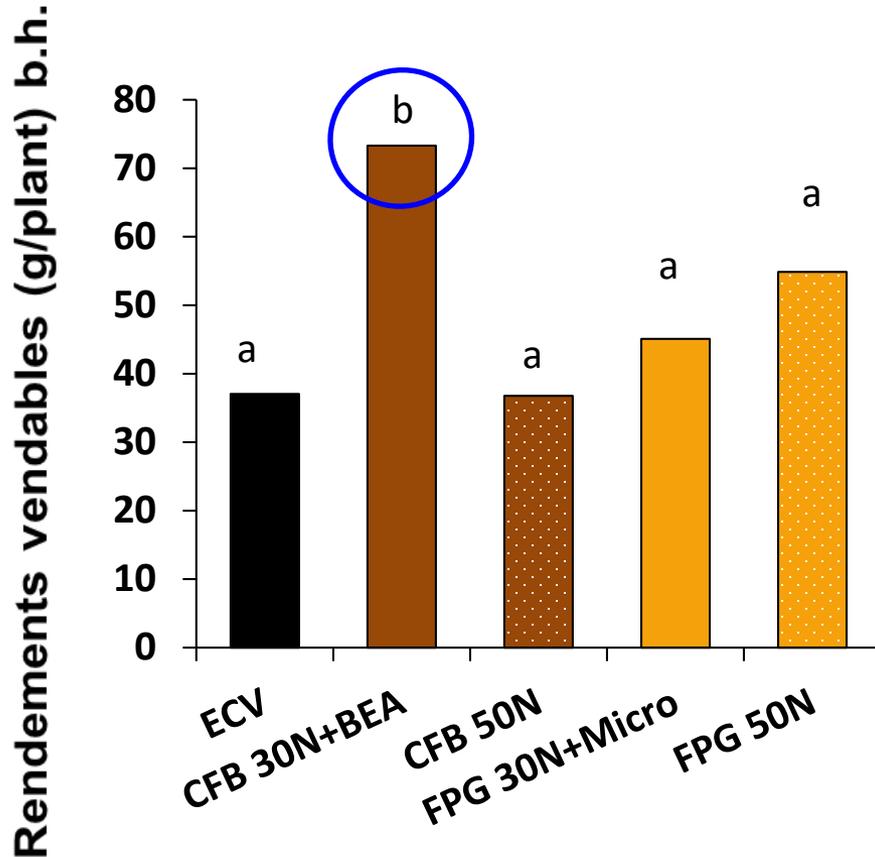
Paramètres de rendements



SANTÉ DU SOL ET DÉPÉRISSEMENT DES FRAISIÈRES



Paramètres de rendements (2016)

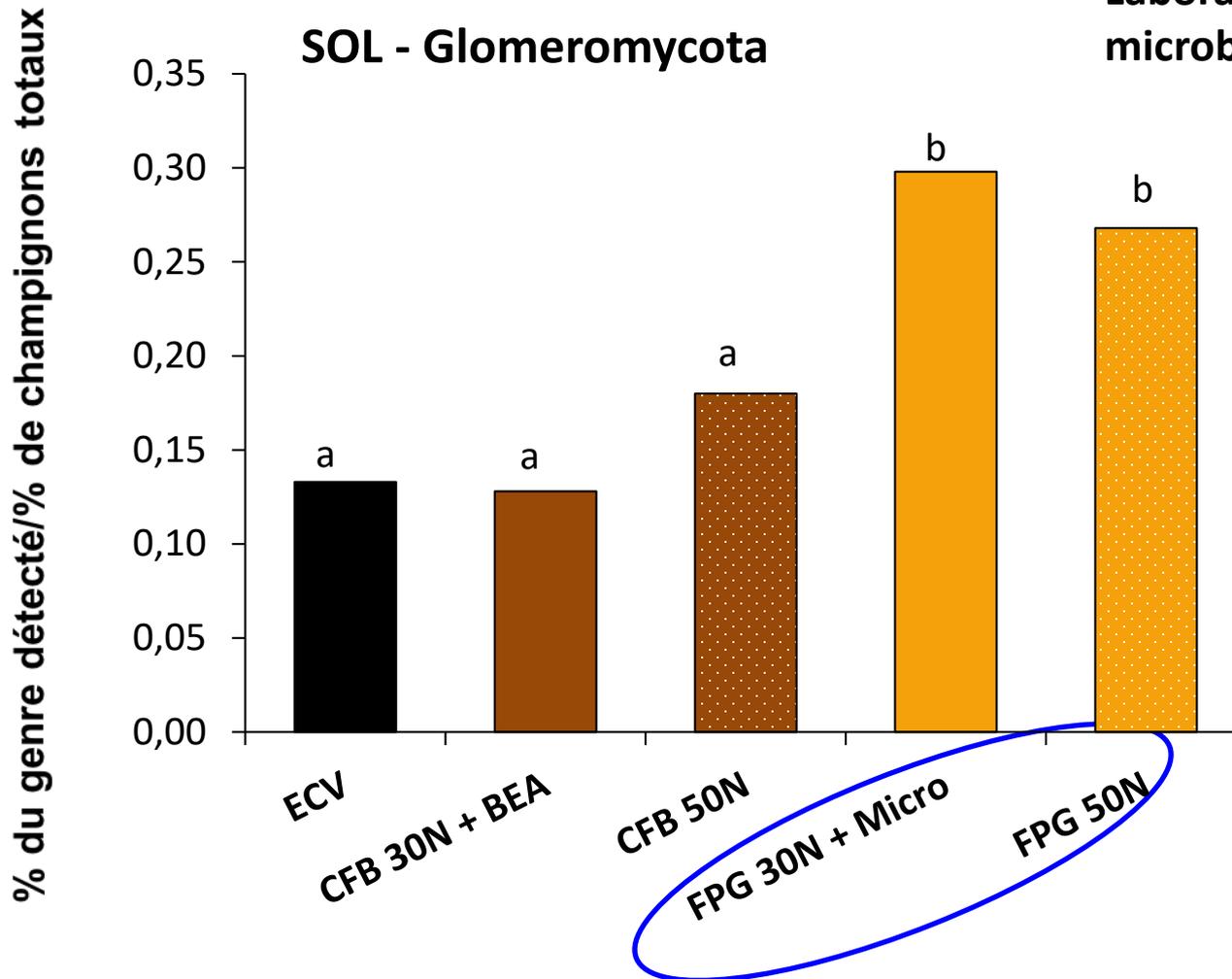


SANTÉ DU SOL ET DÉPÉRISSEMENT DES FRAISIÈRES

Paramètres microbiologiques (2016)



Laboratoire d'écologie
microbienne de l'IRDA



SANTÉ DU SOL ET DÉPÉRISSEMENT DES FRAISIÈRES

Paramètres microbiologiques 2017

2017		Sol sous les plants				
Cible	Traitement	CFB_30N BEA	CFB_50N	FPG_30N Micro	FPG_50N	ECV
Champignon	Diplodia intermedia	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,002%
	Colletotrichum hemerocallidis	0,053%	0,032%	0,049%	0,136%	2,661%
	Alternaria alternata	0,000%	0,001%	0,001%	0,000%	0,000%
	Alternaria infectoria	0,003%	0,021%	0,023%	0,012%	0,002%
	Botrytis caroliniana	0,007%	0,016%	0,010%	0,020%	0,016%
	Coniella fragariae	1,237%	4,090%	3,304%	4,428%	4,003%
	Cylindrocarpon sp	0,000%	0,001%	0,000%	0,000%	0,002%
	Fusarium oxysporum	0,007%	0,004%	0,008%	0,008%	0,006%
	Verticillium dahliae	0,003%	0,000%	0,000%	0,018%	0,000%
	Total champignons pathogènes		1,310%	4,166%	3,396%	4,631%
Eucaryote	Phytophthora	0,040%	0,020%	0,003%	0,010%	0,007%
	Pratylenchus	0,000%	0,000%	0,020%	0,000%	0,003%
	Aphelenchoides	0,137%	0,020%	0,007%	0,010%	0,000%
	Total eucaryotes pathogènes	0,177%	0,040%	0,030%	0,020%	0,010%
Bactérie	Xanthomonas	0,044%	0,028%	0,011%	0,017%	0,044%
	Rhodococcus fascians	0,028%	0,028%	0,022%	0,044%	0,028%
	Total bactéries pathogènes	0,072%	0,056%	0,033%	0,061%	0,072%
Champignon	Glomeromycetes	0,019%	0,029%	0,064%	0,032%	0,029%
Bactérie	Pseudomonas	0,556%	0,917%	0,372%	0,633%	0,461%
	Bacillus	0,039%	0,033%	0,100%	0,083%	0,067%
	Total bactéries bénéfiques	0,594%	0,950%	0,472%	0,717%	0,528%
Eucaryote	Nematoda	4,483%	3,937%	7,787%	6,963%	6,977%



Richard Hogue

<https://www.irda.qc.ca/fr/equipe/richard-hogue/>



EXEMPLES DE PROJETS : Écologie microbienne

- **Caractérisation biologique des sols** pour accroître la productivité des pommes de terre et pour conserver la santé des sols
- **Alternative écologique** et novatrice à l'emploi de fongicides pour le renouvellement d'une framboisière affectée par le dépérissement
- Identifier des **indicateurs biologiques** de la santé des sols par l'analyse métagénomique de sols cultivés en grandes cultures sous diverses régions
- **Développement de biostimulants** à base d'huiles pyrolytiques produites à partir de biomasses agricole et forestière



PLANTPRODUCTS®

ESSAIS DE BIOSTIMULANTS ET BIOFERTILISANTS COMMERCIAUX

À la ferme avec producteur et conseillers – biologique

Sujets: Effets directs sur la disponibilité du N du sol, la nutrition et le rendement des cultures.

Exemple de projet:

- Impact d'engrais liquides fertigués en 2^e saison de croissance de fraisiers sur butte plastifiée (rendements, développement des plants, prélèvements NPK, N disponible et activité biologique du sol) (2016-2018).



ESSAIS DE BIOSTIMULANTS ET BIOFERTILISANTS COMMERCIAUX

En laboratoire en collaboration avec industrie et conseillers - biologique

Sujets: Étude et caractérisation de produits par analyses de laboratoire.

Exemple de projet:

Étudier la libération de N des produits sur différentes périodes de temps, températures et teneurs en eau du sol, types de sol.

Caractérisation physico-chimique poussée des produits. Lien avec la fourniture en N (en développement).



ÉTUDE DES RÉSIDUS DE FERME ET COMMERCIAUX

Station de recherche - conventionnelle

Sujets: Effets stimulants indirects sur le développement, la nutrition et le rendement des cultures, et **directs** sur les sols (biologie, chimie).
Établissement des coefficients d'efficacité NPK des produits.

Exemples de projets:

- Pommes de terre déclassées granulées, cultures de l'avoine et maïs (2013-2016).
- Fruits et légumes périmés d'épicerie et découpes granulés, cultures de l'avoine et maïs (2012-2018).

EFFET STIMULANT : fruits et légumes périmés

Résidus granulés

Éléments	Résidus d'épicerie	Pommes de terre déclassées
C total	432 kg	401 kg
C labile	48 kg (11 %)	70 kg (17 %)
N organique	99%	88%
ISB	18	12



EFFET STIMULANT : Résidus de fruits et légumes

- Effet stimulant sur l'activité biologique du sol.
- Meilleure rendement même si N uniquement organique et moins de N disponible dans le sol.

Traitements	C labile (sol)	Respiration MOG	Taux minéralisation	Uréase	N-NO ₃
	mg/kg	mg CO ₂ /g	mg N-NO ₃ /kg	ug N-NH ₄ /g	mg/kg
NPK minéral	130	0,38	8,3	38	10,3
Combo	125	0,42	8,4	41	6,2
Dose 1	138	0,40	9,4	52	4,2
Dose 2	135	0,54	9,9	60	4,8
Dose 3	150	0,53	9,2	61	5,5

++
++

(-)

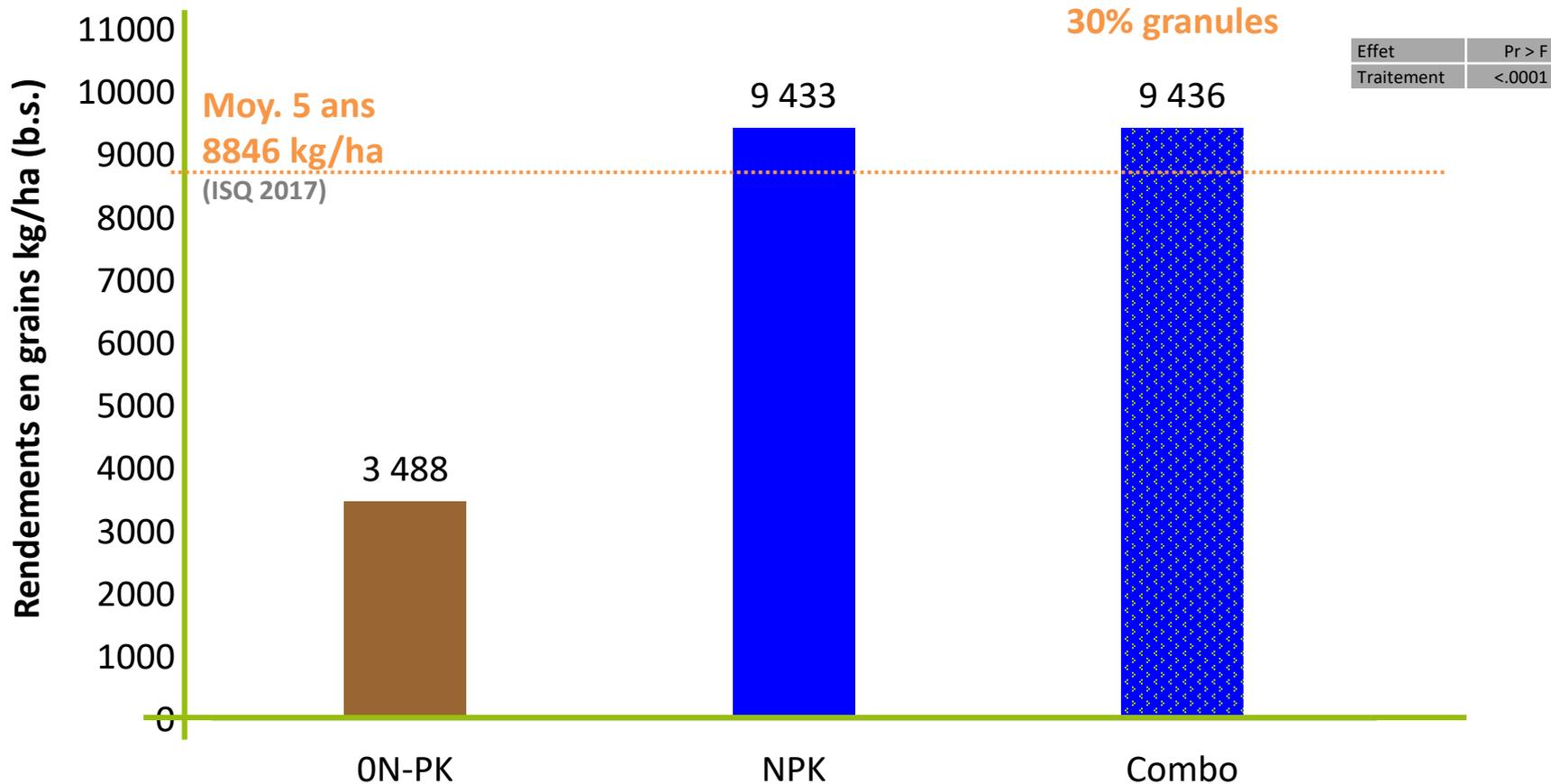
EFFET STIMULANT : Résidus de fruits et légumes d'épicerie

22 août - Maïs



EFFET STIMULANT : Résidus de fruits et légumes d'épicerie

- Rendements identiques avec moins de N efficace mais sol davantage activé.





ÉTUDE DES ENGRAIS VERTS

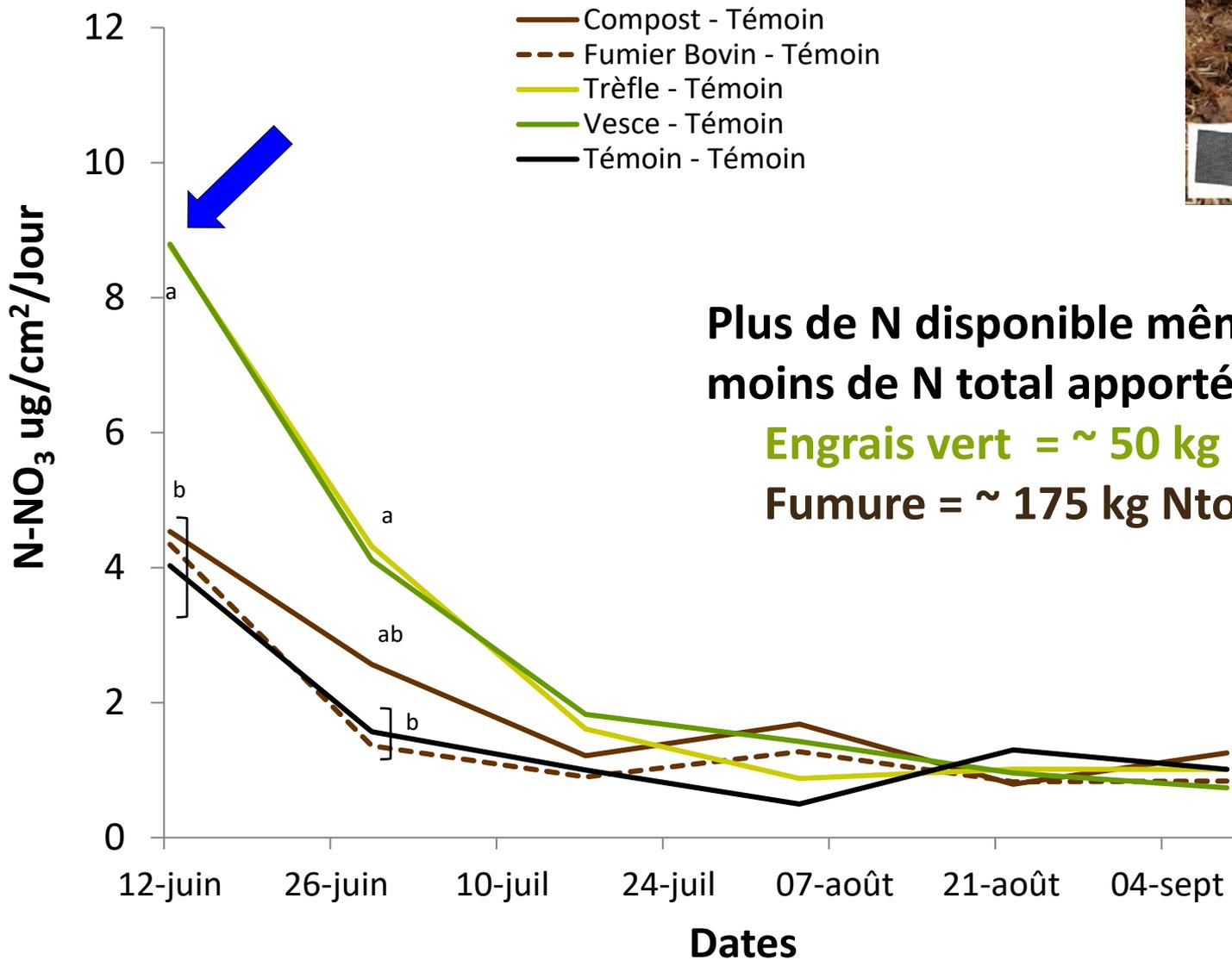
Station de recherche et producteurs - biologique

Sujets: Effets stimulants directs/indirect des engrais verts sur le N disponible du sol et les rendements des cultures.

Exemples de projets:

- Trèfle et vesce dans une rotation maïs/soya/blé (2014-2017).
- Trèfle intercalaire (blé) et pois fourrager (post-récolte) dans une rotation blé panifiable/maïs/soya (2015-2017).
- Avoine, trèfle, raygrass et vesce dans une rotation pommes de terre/céréales/maïs (2016-2019).

Flux Nitrate maïs (25 mai – 9 SEPT.)



Plus de N disponible même si beaucoup moins de N total apporté :

Engrais vert = ~ 50 kg Ntot /ha

Fumure = ~ 175 kg Ntot /ha



INDICATEURS DE FERTILITÉ DES SOLS et VALEUR FERTILISANTE DES BIOMASSES.

Projets en laboratoire – plus fondamentaux

Sujets: Développement d'outils de prédiction de fourniture en N (produits ou sol) pour aider à calculer la valeur du produit et ajuster les apports.

Exemples de projets:

- Indicateur de fourniture en N du sol basé sur les paramètres biologiques des tests de Cornell, Haney et des fonctionnalités bactériennes (2018-2020).
- Indicateur de fourniture en N des produits basé sur la combinaison de la mesure de l'indice de stabilité biologique et du C/N (2016-).

Remerciements

- MAPAQ
- Clubs conseil
 - Réseau de lutte intégré bellechasse
 - Club Agri-Action de la Montérégie
 - Club Agroenvironnemental de la Rive-Nord
- Syndicat des Producteurs de Grains Biologiques du Québec
- Fédération des producteurs de Porcs

- Producteurs

Jean-François Arpin
Heidi Asnong
Serge Girard
Gilbert Halde
Richard Poulin
Donald Mercier
Jean-Julien Plante

- Partenaires:



- IRDA

- Professionnels, techniciens, ouvriers, étudiants

