

## Activité et fertilité biologiques des sols en agriculture bio

B. Godden et D. Arlotti, CRA-W

### La fertilité des sols est l'un des fondements en agriculture biologique. On nourrit le sol pour nourrir les plantes..

Le sol est constitué de 5 composantes principales : la fraction minérale solide, la phase liquide, la phase gazeuse, la matière organique et la fraction vivante. Aucune de ces composantes n'est isolée ; elles interagissent toutes entre elles.

Les particules minérales (argiles, limons, sable, cailloux) constituent la trame minérale.

La matière organique du sol comprend des résidus de cultures, des matières organiques apportées (fumiers frais ou compostés, ...), des animaux et organismes morts, des exsudats racinaires, ...

A côté des racines actives, la partie vivante du sol se compose de nombreux organismes vivants plus ou moins grands : vers de terre, insectes, algues, acariens, ... et de très nombreux microorganismes (bactéries et champignons). Dans un sol, on peut trouver jusqu'à 1 T/ha de vers de terre et de 3 à 9 T/ha de microorganismes. Leur activité est prépondérante dans la décomposition des matières organiques et la fourniture d'éléments assimilables aux plantes.

C'est pourquoi la vie du sol est une préoccupation importante en AB.

### Appréciation de l'activité biologique : méthodes

Afin de quantifier le travail de ces organismes, des paramètres d'activité biologique ont été mis au point depuis la naissance de l'AB, comme les tests de Rush<sup>1</sup> dans les années 50 – 60. Depuis, les connaissances et les techniques ont beaucoup évolué.

### Comment caractériser l'activité et la fertilité biologique : quels critères et pour quoi faire?

On peut citer 3 belles synthèses pour répondre à ces questions :

- Activité biologique et fertilité des sols : intérêt et limites des méthodes analytiques

disponibles – ITAB 2002

- Les principes de la fertilité des sols : construire sa relation avec les sol – FIBL Biosuisse 2013<sup>2</sup>
- Guide des Matières organiques – B. Leclerc ITAB 2001, complété 2014<sup>3</sup>

En conséquence, nous avons retenu deux mesures en laboratoire :

- la respiration potentielle du sol : un indicateur de l'activité biologique globale
- la nitrification potentielle : pour déterminer le potentiel de fertilité biologique azote du sol, sa capacité de fournir de l'azote utilisable par les plantes.

Dans les deux cas, on place en laboratoire le sol dans des conditions optimales de température et d'humidité pour le fonctionnement des microorganismes du sol.

### Le suivi sol-plante

Dans le cadre du programme de recherche en AB du CRA-W, la quantification du travail bénéfique des organismes du sol sur la culture en place est développée entre autres dans le suivi sol-plante. Deux méthodes complémentaires sont utilisées :

- Des analyses d'activité biologique sont effectuées en laboratoire sur les sols étudiés afin de prévoir à quel moment et en quelle quantité les micro-organismes mettront à disposition des plantes l'azote d'origine organique.
- La méthode au champ du suivi sol-plante consiste à comparer l'évolution de la fertilité d'un sol nu avec le même sol occupé par une culture. Le sol nu va exprimer la fertilité réelle du sol (obtenue par la minéralisation) tandis que le sol cultivé indiquera l'interaction que la plante a avec celui-ci. Le principal paramètre de fertilité étudié est l'azote.

Incubations minéralisation potentielle



Dosage du CO<sub>2</sub> respiration potentielle



Prélèvements de sol en cultures et en vergers



Au sein du réseau de fermes bio du CRA-W, 12 situations ont fait l'objet de ce suivi en 2014. Plusieurs systèmes ont été considérés :

- herbagers : céréale (pure ou en mélange) après prairie temporaire dans 3 parcelles
- grandes cultures : céréale panifiable (froment ou épeautre) après légumineuse annuelle (haricot, pois, fèves) 3 parcelles
- cultures de légumes : carottes 3 parcelles
- arboriculture : pommiers 3 parcelles

En 2015, le nombre de situations suivies a été augmenté pour suivre la rotation.

Le suivi sol-plante est une action transversale portée par l'Unité fertilité des sols et protection des eaux (scientifiques et techniciens) du CRA-W, en association avec l'ensemble des collègues qui suivent les groupes de fermes et ceux qui suivent les plantes.

Parallèlement, des parcelles ont été suivies annuellement à l'automne pour mesurer l'activité biologique (respirations et nitrifications potentielles) dans chacune des exploitations du réseau.

D'autres projets, comme le projet Soilveg, cherchent également à stimuler et à comprendre la vie du sol.

## Résultats des suivis sols plantes en 2014

### En grandes cultures

Remarque : en 2014 l'hiver et le début du printemps ont été exceptionnellement doux, la minéralisation de l'azote a commencé très tôt. C'est ainsi qu'il y avait déjà de l'azote minéral disponible dans le sol en sortie d'hiver en quantités plus importantes que normalement, avant nos prélèvements de terre.

Ces nitrifications potentielles sont assez faibles, mais celle-ci est plus élevée à Antheit (183 kg N minéral par ha) qu'à Emines ou Verlainne (137 et 134 kg N minéral par ha). Ces 2 derniers sols ont une réserve de fertilité biologique azote nettement plus faible (voir figure 1).

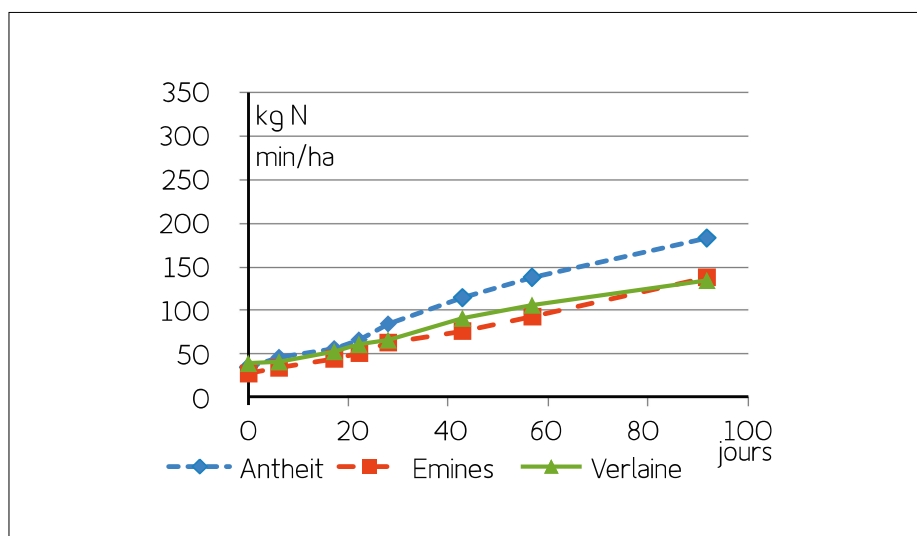


Figure 1 : Potentiels de fertilité biologique azote en grandes cultures déterminés en laboratoire

Comme on l'a observé en laboratoire, la nitrification mesurée au champ est plus élevée à Antheit qu'à Emines, où elle reste faible pendant la période de croissance de la céréale. A Antheit, elle est intense à partir du 20 mai.

L'absorption observée au champ (voir figures 2 et 3, bâtonnets oranges) est très élevée. Il reste très peu d'azote dans le sol sous cultures.

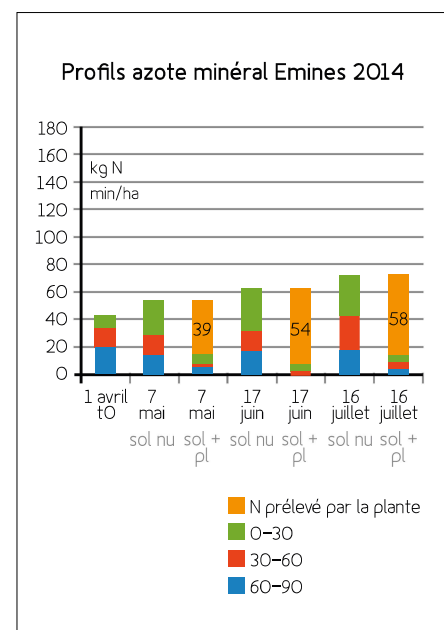
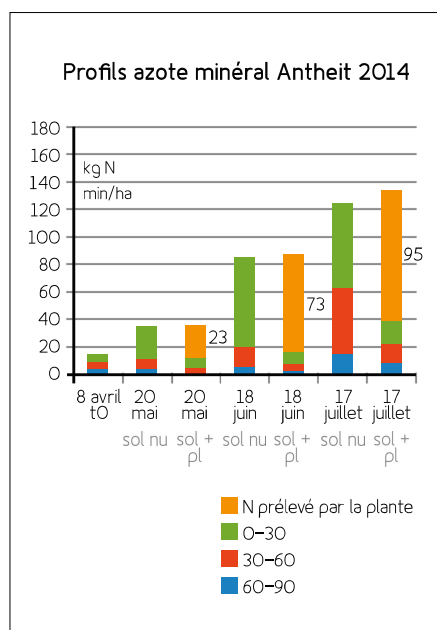


Figure 2 et 3 : Profils azote minéral dans les sols et azote prélevé par les plantes à Antheit et Emines.

# LES AVANCÉES DU BIO

## En herbagers

Comparativement aux grandes cultures, après une prairie temporaire, les nitrifications potentielles sont plus élevées, sauf à Léglise, qui possède une terre plus froide à charge caillouteuse élevée. A Wéris, il y a eu des apports de fumier composté avant d'implanter la céréale fourragère, après destruction de la prairie temporaire. C'est là que le potentiel de fertilité azote est le plus élevé (voir figure 4).

Ici aussi, l'absorption de l'azote minéralisé au champ (dans la figure 5, bâtonnets oranges) est très élevée. Après une prairie temporaire, la réserve de fertilité biologique azote est généralement élevée.

En effet, si l'absorption par les cultures est du même ordre de grandeur à Antheit (95 kg N/ha) et à Ortho (116 kg N/ha), les potentiels de fertilité biologique azote y sont différents : à Ortho, il restera une réserve de fertilité biologique azote importante pour la culture suivante.

## En arboriculture

La gestion de la fertilité des sols dans les vergers est différente de celle pratiquée en cultures annuelles. Ce sont des cultures pérennes, avec un travail du sol nettement réduit.

Il faut de l'azote minéralisé en début de saison, aux alentours de la floraison, mais surtout pas en fin de saison où un excès d'azote nuit à la qualité des récoltes. L'azote, en favorisant la poursuite de la croissance, empêche l'accumulation d'éléments de réserve comme les sucres et empêche également l'aouêtement, indispensable pour que les arbres supportent l'hiver.

Beaucoup de matières organiques, comme les composts de fumiers ou de déchets verts, sont dits « à action lente ». Leur décomposition se poursuit en fin de saison (les sols sont chauds et humides) et continuent à fournir de l'azote. Pour ces matières organiques, il convient donc d'éviter des apports importants au printemps.

En verger, on ne peut pas avoir de plateau sol nu pour mesurer au champ la fourniture du sol parce qu'on a des racines partout. On ne peut mesurer que l'azote minéral dans les couches du sol, non prélevé par les arbres.

Par contre, la mesure au laboratoire (nitrification potentielle) permet d'estimer l'azote qui sera disponible pour les plantes.

Les nitrifications potentielles sont très élevées, traduisant un potentiel de fertilité azote très important (voir figure 6). Nous sommes dans des cultures pérennes, nous n'avons pas de rotation avec des cultures qui

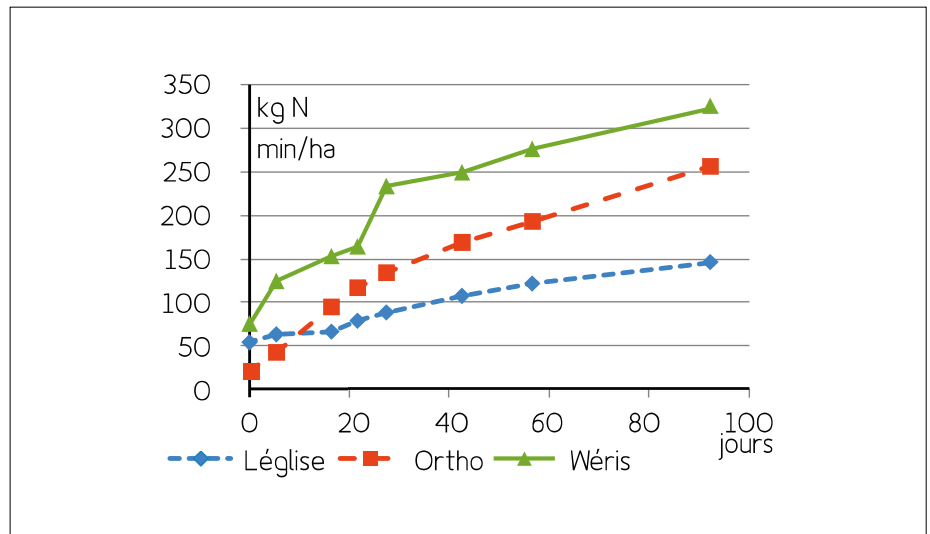


Figure 4 : Potentiels de fertilité biologique azote en systèmes herbagers déterminés en laboratoire

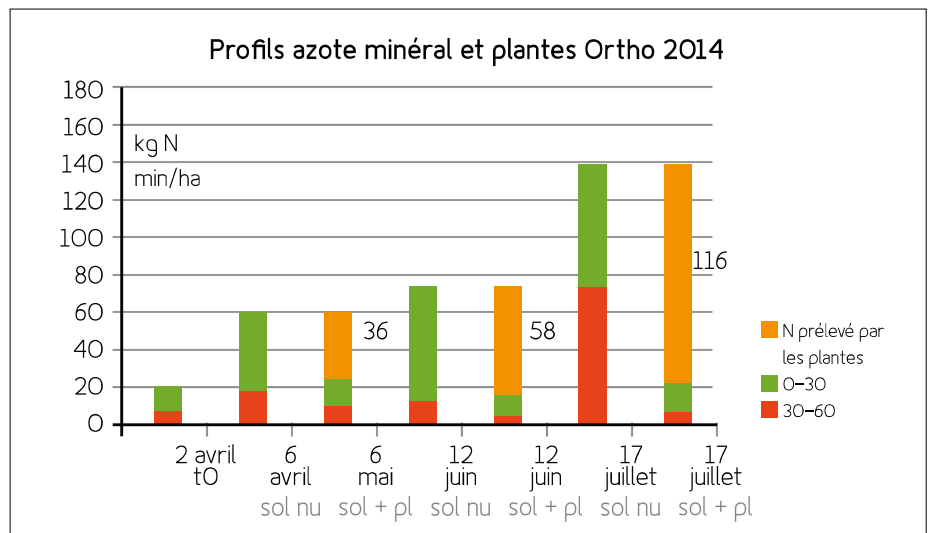


Figure 5 : Profils azote minéral dans les sols et azote prélevé par les plantes à Ortho

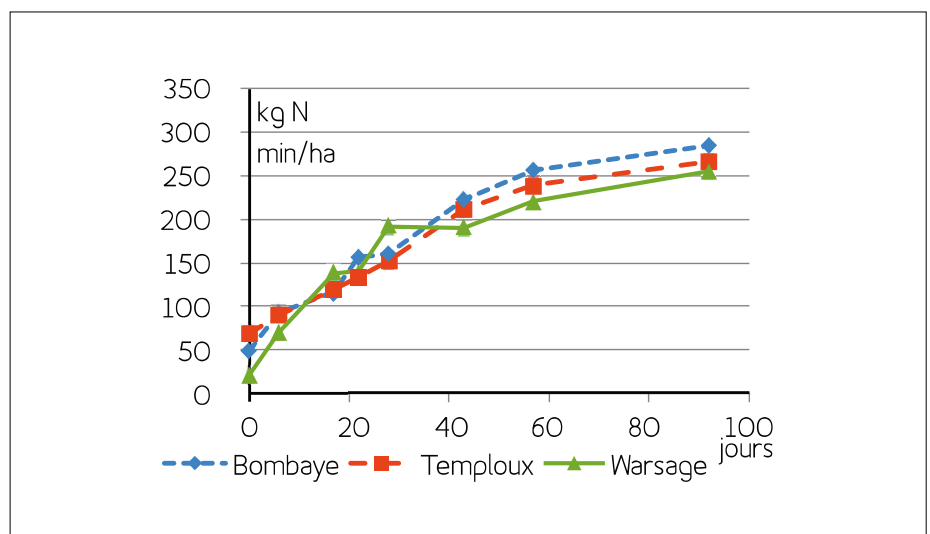


Figure 6 : Potentiels de fertilité biologique azote sous pommiers déterminés en laboratoire

« créent » de la fertilité suivies d'autres qui vont la consommer. Le travail initié depuis peu (voir ci-après « Perspectives ») de conversion des mesures obtenues en laboratoire en jours réels, sur base de la relation de

température, est une perspective particulièrement importante en raison des difficultés à déterminer la nitrification au champ (pas de plateau sol nu possible).

## En maraîchage

La gestion de la fertilité varie selon le type de maraîchage pratiqué. Dans les fermes suivies sols-plantes, deux sont de +/- 20 ha, dont une moitié en légumes. Elles pratiquent une production de légumes variés avec une rotation avec des céréales (pures ou en association avec des légumineuses). La troisième est de taille plus importante.

Les résultats sont assez similaires à ceux des fermes de grandes cultures suivies.

## Suivi annuel et diagnostic

En automne, une parcelle de référence a été analysée dans pratiquement chacune des fermes du réseau : analyse de l'activité biologique globale, du potentiel de fertilité azote et du taux de matière organique.

Pour être correctement interprétés, ces résultats impliquent une collaboration active entre les collègues qui suivent les groupes de fermes (arboriculteurs, maraîchers, grandes cultures et monogastriques, herbagers viande et lait) et les agriculteurs, pour disposer des données techniques et de l'historique des parcelles.

## Quelques exemples de résultats et de diagnostics

Un maraîcher en Hainaut	
Activité biologique globale : Respiration (mg C-CO <sub>2</sub> / kg sol sec. / jour)	0.122 bonne
Matière organique (%)	3.22 élevé
Nitrification potentielle (kg N minéral / ha)	93 Moyennement élevée

La situation est très bonne, avec une bonne activité biologique globale, un taux de matière organique élevé et un potentiel de fertilité biologique azote moyennement élevé. Les apports organiques par les résidus de cultures et les engrais de ferme (fumiers compostés) et un travail du sol judicieux assurent une bonne fertilité. Ce sol fonctionne bien, il n'y a pas de problème.

Un maraîcher dans le Namurois	
Respiration (mg C-CO <sub>2</sub> / kg sol sec. / jour)	0.093 un peu faible
Matière organique (%)	9.01 très élevé
Nitrification potentielle (kg N minéral / ha)	119 moyenne

Avoir une activité biologique assez faible et un taux de matière organique très élevé indique

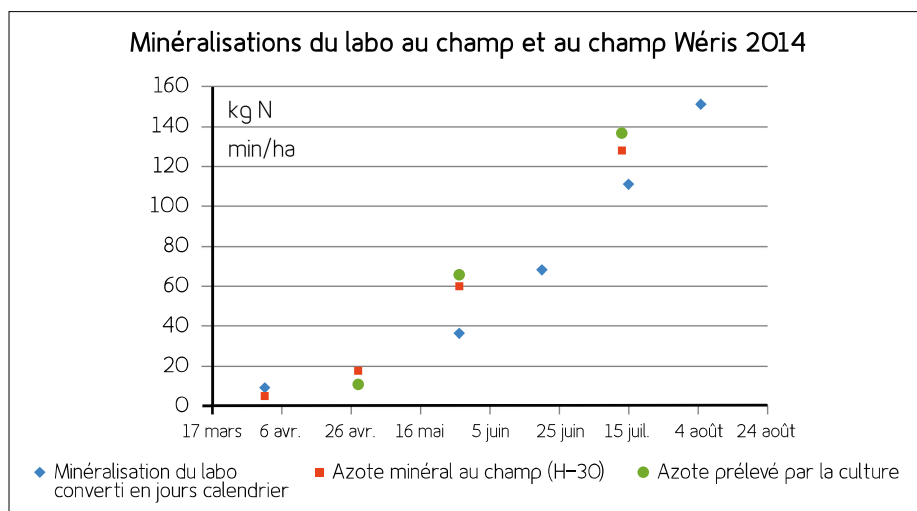


Figure 7 : Minéralisation au laboratoire et au champ Wéris 2014

un problème de blocage de la MO. Après discussion et visite de la parcelle, on a identifié un problème de drainage : une petite couche de sol empêche l'écoulement de l'eau et bloque la décomposition de la matière organique. Ce type de résultat aurait également pu être observé dans une parcelle où la nature de la MO était trop riche en carbone, cas rencontré dans une parcelle d'un autre agriculteur.

Ailleurs, dans une parcelle en grande culture en Brabant wallon où l'activité biologique est moyenne, la nitrification est élevée mais le taux de matière organique est très faible : on y constate une « consommation » de la fertilité du sol. C'est une situation pouvant présenter un risque d'appauvrissement du sol à long terme.

Ces mesures sont des indicateurs de fonctionnement du sol, elles peuvent contribuer à diagnostiquer des problèmes. Elles peuvent aussi accompagner les agriculteurs pour des parcelles mises en reconversion.

## Perspectives

La nitrification potentielle permet d'estimer ce que le sol va pouvoir fournir comme azote minéral dans un temps ± long, elle traduit un potentiel de fertilité. Cette mesure est obtenue en plaçant les sols en conditions optimales pour l'activité biologique (28°C). Ce qui se passe en laboratoire est accéléré par rapport à ce qui se passe au champ car la minéralisation de l'azote par les bactéries est très dépendante de la température. Elle dépend aussi de l'humidité mais dans une moindre mesure car les microorganismes n'en sont affectés que dans des situations extrêmes (sol gorgé d'eau ou très sec).

Des questions souvent posées : « A combien de jours au champ correspond un jour labo à 28°C ? », « Combien d'azote le sol fournira-t-il à la culture pendant la période de crois-

sance ? », « A quel moment l'azote sera-t-il disponible pour la plante ? ». La relation entre les processus de minéralisation de l'azote et la température est assez bien connue et en travaillant avec les données climatiques (la température du sol à 10 ou 20 cm, la couche où se concentre l'activité microbienne) on peut par calculs passer du laboratoire au champ.

Nous avons commencé cet été à traiter les données météo de plusieurs stations du réseau Pameseb<sup>4</sup> pour transformer les valeurs labo 28°C en jours au champ sur base de la température du sol. Un jour à 28°C au laboratoire compte pour beaucoup de jours au champ quand le sol est froid (sortie d'hiver, début du printemps), pour beaucoup moins de jours au champ quand il est plus chaud (été, début de l'automne).

Le passage du laboratoire au champ a été fait avec les températures réelles de l'année et avec celles des valeurs moyennes des 20 dernières années. Nous avons alors comparé ces valeurs avec celles mesurées au champ, dans les placeaux sol nu.

On peut remarquer que les valeurs obtenues en faisant travailler les bactéries du sol en mode « accéléré » sont très proches de celles que l'on mesure après au champ (voir figure 7).

Pouvoir déterminer le potentiel de fertilité biologique azote d'un sol (sa capacité maximale de fourniture) est en soi important et précieux car, s'il est insuffisant à ce qui est recherché pour répondre aux besoins des plantes, l'agriculteur doit agir : par exemple, par un travail superficiel du sol qui peut stimuler la nitrification (passage de herse étrille) ou par un apport d'engrais organique du commerce.

Une perspective intéressante – une idée venue lors des discussions avec les agriculteurs

# LES AVANCÉES DU BIO

du réseau – serait de prélever au plus tôt en sortie d'hiver pour disposer de résultats prédictifs avant la reprise de la végétation, pour pouvoir corriger éventuellement par un apport d'engrais organique du commerce.

Les conseils qui sont donnés pour les parcelles de référence pourraient servir pour des parcelles similaires au sein du réseau de fermes bio et pour celles d'autres agriculteurs.

Une autre perspective concerne la détermination de l'efficacité des engrais organiques du commerce utilisés en bio. Les nitrifications potentielles peuvent être utilisées<sup>5</sup> pour déterminer l'efficacité des engrais et amendements organiques. Elles permettent de s'affranchir des aléas d'essais en champ (hétérogénéité des parcelles, influence des variétés et espèces, pression des adventices et maladies, météo capricieuse, ...) et de donner une indication sur le moment où l'azote organique du sol sera libéré. Ces engrais peuvent être relativement chers et parfois ne pas avoir les effets souhaités au moment voulu.

Nous avons collecté cette année les engrais organiques du commerce utilisés par les agriculteurs du réseau de fermes. L'analyse de leur composition en éléments minéraux (N, P, K, Ca, Mg, plus C et donc rapport C/N) est en cours. La détermination de leur efficacité répond à une forte demande du secteur et est une action proposée dans le plan de travail des années à venir.

1. HP Rush La Fécondité du sol (Bodenfruchtbarkeit)
2. <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1587-fertilite-des-sols.pdf>
3. <http://www.itab.asso.fr/downloads/com-agro/acti-bio-ferti-sol-8-novembre-2002.pdf>
4. Fournies par D. Rossillon Pameseb
5. En France elles sont reconnues sous forme de norme AFNOR officielle

## Remerciements

"Cette recherche est financée par la Région wallonne, en mobilisant les moyens libérés pour la mise en oeuvre d'un plan global de recherche en agriculture biologique."

Aux équipes techniques qui ont prélevé les sols et qui ont réalisé les analyses

Aux collègues associés à divers titres à cette action transversale

Aux agriculteurs partenaires du réseau de fermes

## Contacts

Bernard Godden : [b.godden@cra.wallonie.be](mailto:b.godden@cra.wallonie.be)

Donatienne Arlotti : [d.arlotti@cra.wallonie.be](mailto:d.arlotti@cra.wallonie.be)

CRA-W Cellule transversale de recherches en agriculture biologique (CtRAB) Département Agriculture et Milieu naturel, Unité Fertilité des sols et protection des eaux



Betimax

[www.joskin.com](http://www.joskin.com)

**Betimax RDS**

Galvanisation complète  
Suspension du timon  
Sol anti-dérapant  
Ouverture sur toute la largeur

**JOSKIN**  
tel : 04 377 35 45