

# Journées sol du CEB

## Le sol, un milieu structuré et vivant

Par Eddy Montignie (CEB)

Les 27 et 28 janvier derniers, le Centre d'Essais Biologique (CEB-Belgique), en partenariat avec le CRA-W, le laboratoire de Géopédologie de Gembloux Agro Bio Tech (Ulg), le projet Interreg IV Transbiofruit et la D<sub>GARNE</sub>, organisait à Gembloux un séminaire sur le sol. 130 personnes ont assisté à la présentation d'approches complémentaires : diagnostic de Gérard Ducerf grâce à la méthode des plantes bio-indicatrices, approche du sol d'Yves Hérody via sa méthode bien connue, dynamique des sols... La seconde journée était consacrée aux applications sur le terrain des méthodes et principes présentés la veille.



CEB



CEB

### Diagnostic de sol avec les plantes bio-indicatrices

Gérard Ducerf n'a malheureusement pas pu intervenir mais son diagnostic de sol via les plantes bio-indicatrices a été présenté par Eddy Montignies qui l'applique assez régulièrement sur des parcelles agricoles et la met souvent en parallèle avec l'approche Hérody. Après un rappel théorique des bases de cette méthode, quelques cas concrets ont été analysés montrant la pertinence de cet outil comme indicateur de terrain. Cette méthode peut être considérée comme une méthode « parapluie ». Les plantes, en poussant à un endroit et à un moment donné, fournissent des indications sur le sol. Même si notre raisonnement anthropocentrique ne parvient pas à tout interpréter, les relevés effectués pourront toujours servir plus tard ou tout simplement attirer notre attention sur un aspect passé inaperçu à la lumière de nos techniques d'analyse. Avant de conclure, Eddy Montignies a insisté sur la nécessité de définir un lexique des termes couram-

ment utilisés dans les différentes approches. Par exemple, quelle est la réelle signification de « humus stable » et « humus archaïque » ? Il faut rester très vigilant, faute de quoi, des incompréhensions pourraient survenir dans les conseils transmis aux producteurs.

### Principes fondamentaux du fonctionnement des sols revus par Yves Hérody

Yves Hérody a pris le relais en rappelant les principes fondamentaux du fonctionnement dynamique des sols, revus et éclairés de façon très pragmatique. La méthode BRDA-Hérody, même si elle repose sur les fondamentaux de l'agronomie, est en constante évolution. Elle s'adapte en fonction du terrain qui prime toujours sur le laboratoire. Le thème de la fertilisation a été largement abordé : fertiliser la terre, pas la culture... une différence de taille ! Le fumier assaini ou compost jeune semble constituer une valeur sûre dans beaucoup de cas.

Retenons aussi quelques notions intéressantes et souvent peu connues du public :

- coefficient de fixation des particules minérales actives (limons et argiles) ;
- saturation du complexe en bases échangeables pour justifier d'éventuels chaulages ;
- stabilité des agrégats ;
- distinction entre plusieurs formes de matière organique (MO fugitive, 3<sup>e</sup> fraction, Humus stable et MO ni minéralisée, ni humifiée). Toutes ces formes donnent de précieuses indications sur la

dynamique de transformation de la MO dans le sol ;

- dosage du fer amorphe et de liaison, qui intervient dans la formation du complexe organo-minéral.

### Dynamique des sols

Alain Lecat, de la Chambre d'Agriculture du Nord, avait choisi d'expliquer la dynamique des sols au travers des différentes formes de matière organique. Il a mis en place et suit un ensemble de fermes de références en grandes cultures. Il utilise l'approche BRDA-Hérody et les résultats de plusieurs années de suivi ont été discutés. Même si les conclusions n'étaient pas toujours nettes, il ressort que la distinction entre les formes de matières organiques (entre autres) est d'une grande importance pour comprendre la dynamique de fonctionnement des sols.

### Application sur le terrain du savoir reçu

Les 60 participants ont pu se rendre compte de l'importance des observations de terrain. Ce sont ces observations qui guident le diagnostic final que les résultats de laboratoire viennent renforcer, confirmer ou préciser.

Des profils dans un champ de céréales, un verger et une serre ont été commentés par les différents intervenants (Yves Hérody, Laurent Bock, Pierre Demarcin, Valérie Genot, Eddy Montignies, ainsi que les différents producteurs qui nous accueillent).

## Diagnostic de sol : une approche de terrain pour répondre à des questions de terrain

Interview de Eddy Montignies, coordinateur technique du Centre d'Essais Bio (CEB) en Wallonie (Belgique), qui réalise des diagnostics de sol avec la méthode Hérody à la demande d'agriculteurs mais aussi dans le cadre d'essais, seul ou avec d'autres institutions partenaires.



● **Le CEB intègre depuis peu des diagnostics de sol selon la méthode BRDA-Hérody dans ses différents travaux. Pourquoi cette méthode ?**

Nous avons choisi cette méthode pour diverses raisons :

- Il s'agit d'une approche globale qui postule que le sol n'est pas qu'un ensemble de composés biochimiques mais que l'organisation et la dynamique de fonctionnement de ceux-ci sont aussi très importants à comprendre (le sol est un milieu vivant, un organisme).
- La logique suivie en agriculture biologique est plutôt de type « optimisation ». Il faut travailler en tenant compte de l'hétérogénéité des milieux et des hommes et en tentant de lever les facteurs limitants un à un.
- L'agriculteur souhaite des conseils très personnalisés. Or, cette approche correspond bien à cette demande car le diagnostic final est établi en tenant compte de ses pratiques mais aussi du type de matériel ou des matières orga-

niques qu'il utilise sur ses parcelles.

• Enfin, lorsqu'un essai (quel qu'il soit) est mis en place, il me semble primordial de tenir compte des facteurs inhérents à la station pour pouvoir traiter les résultats de manière objective. Evitons les essais hors sol (par exemple, ne pas incriminer les performances d'une variété alors que c'est le sol qui comporte des facteurs limitants) et développons une politique de synergie avec l'agriculteur : c'est du gagnant – gagnant. Même si c'est parfois un peu moins rigoureux ou plus aléatoire, les résultats correspondent mieux à ce qui se passe dans les fermes

● **Quels sont les éventuels freins à l'application de cette méthode ?**

Le petit bémol parfois soulevé par certains est que cette démarche est assez longue, ce qui justifie un prix plus élevé et demande un investissement en temps important de la part du conseiller.

Le CEB bénéficie de financements (Direction Générale de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement, projets INTERREG VETABIO et TRANSBIOFRUIT) qui prennent en charge un certain nombre d'analyses.

● **A quelles difficultés ou limites êtes vous confronté lors de la réalisation d'un diagnostic avec cette méthode ?**

Pour être à l'aise avec cette approche, il faut en faire beaucoup afin de rencontrer un maximum de situations et créer ainsi son propre référentiel régional.

Les concepts sur lesquels repose la méthode ne sont pas neufs, il s'agit des fondements de l'agronomie, mais ils sont éclairés d'une façon peu habituelle pour la plupart des agronomes. Il faut apprendre à considérer le tout et non la partie... On se retrouve donc parfois avec de grands moments de solitude devant un profil de sol ! L'état actuel de mes connaissances est certainement perfectible. Ceci n'en demeure pas moins intéressant car cela montre qu'il est délicat d'approcher le sol sous un aspect vivant avec le bagage que nous avons reçu en tant qu'ingénieurs du vivant.

● **Combien coûte un diagnostic ?**

Lorsqu'il s'agit d'un bilan sur une ferme et en restant dans un secteur limité, il faut compter une demi journée pour l'approche de terrain, avec la possibilité de réaliser 3 ou 4 profils (environ 250 € HT) et environ 100 € de frais d'analyse par profil.

Attention, il est important de comprendre que le but n'est pas de faire un profil par parcelle, il s'agira avant tout de repérer les situations extrêmes.

● **Comment sont transmis les résultats à l'agriculteur ?**

Je restitue toujours les résultats à l'agriculteur en discutant et en parcourant le rapport avec lui. En terme de vulgarisation, c'est beaucoup plus intéressant, d'autant que certaines questions restées en suspens peuvent alors trouver une réponse.

# ARCOUR

Négoce & Courtage  
de produits biologiques  
Jean Paul PASQUIER

Le marché des céréales biologiques en direct propose aux :

**Éleveurs : Vrac ou big bag**

Tourteaux de :  
soja, colza, tournesol  
Luzerne déshydratée  
Céréales & protéagineux

**Producteurs et transformateurs  
de grains et graines :**

Info des cours  
Cotation & valorisation  
des productions au jour le jour

La guillauderie F 86240 ITEUIL  
Tél. 05 49 41 93 94 Fax 05 49 00 28 86

e-mail : jpp@arcour86.fr  
Portable 06 12 33 79 93

## Diagnostic des sols d'une ferme

CEB

Cette fiche présente un cas concret de diagnostic des sols d'une ferme située dans la région de Waremme (Belgique), réalisé par Eddy Montignies (CEB) avec la méthode Hérody. Ce diagnostic se base d'abord sur des observations et tests réalisés sur le terrain. Cette première étape essentielle est ensuite complétée par les résultats d'analyses de sol au laboratoire. Ce diagnostic en deux étapes permet de proposer des conseils sur les pratiques à développer pour favoriser le bon fonctionnement du sol.

Par Eddy Montignie (CEB)

La ferme se situe dans la région de Waremme, zone typique de la Hesbaye en moyenne Belgique (120-140 m d'altitude). Le relief y est mollement ondulé. Cette ferme se situe dans un contexte de grandes cultures comprenant des légumes de plein champ (carotte, haricot, pois). Le climat est humide et tempéré. La période de végétation (mai à juillet) est caractérisée par une température moyenne d'environ 15°C et les précipitations annuelles qui atteignent 800 mm sont réparties sur toute l'année. Les sols, développés sur un substrat de loess, sont des sols limono-argileux. Le diagnostic a été réalisé à l'automne 2009.

### Première étape : sur le terrain .....

Après avoir observé le paysage environnant, je décide de réaliser deux sondages : le premier sur le plateau et l'autre en bas de pente, légèrement en retrait de l'exutoire des eaux<sup>1</sup>. Seul le profil réalisé en haut de la parcelle est décrit ici.

Sur le plateau, la culture prévue pour la récolte de 2010 est le triticale (précédents froment en 2009 et betteraves sucrières en 2008). Des renseignements relatifs aux façons culturales pour ces différentes cultures sont aussi notés.

#### ● Description du profil

Le protocole utilisé est très bien décrit dans le « guide pour la description de la fertilité des sols destiné aux agronomes et aux agriculteurs » de A. Delaunois<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Exutoire : zone où l'eau se concentre avant de sortir du bloc cultivé

<sup>2</sup> Guide téléchargeable sur le site de la Chambre d'Agriculture du Tam.

Lors du diagnostic (octobre 2009), le sol est sec.

La paille a été broyée et un déchaumage a été réalisé à l'aide d'un Actisol. Les résidus sont nombreux en surface et un bon nombre d'éteules n'est pas en contact avec le sol. L'incorporation de la paille a été réalisée sur une profondeur de 7 à 10 centimètres.

Les racines de céréales qui se trouvent sous l'horizon travaillé explorent bien toute la couche de sol comprise entre 10 et 30 centimètres. Une fois arrivées à cette profondeur, elles forment une «perruque». Une accumulation de matière organique est observée à ce niveau : il s'agit de feuilles de betteraves non décomposées. Celles-ci reposent sur une semelle de labour bien marquée. Des « descentes de particules fines et lavées » sont observées : elles s'accumulent à certains endroits. Une nette différence de coloration (du

brun à l'orange) est observable sous la semelle de labour. Les racines la franchissent mal et très peu explorent les couches plus profondes alors que vers 40 centimètres de profondeur, le sol est moins compact. Quelques galeries de vers de terre sont présentes dans l'ensemble du profil. Aucune trace d'hydromorphie n'est constatée.

Après cette description du profil, quelques tests simples peuvent être réalisés. Ils donnent des indications importantes sur le comportement du sol.

#### ● Test à l'acide (HCl 10 %) : faudra-t-il chauler?

Quelques gouttes d'acide sont déposées sur des mottes de terre (préalablement imbibées d'eau). En fonction de l'intensité de la réaction (dégagement de CO<sub>2</sub> audible ou visible), une note entre 0 et 3 est attribuée, cette dernière valeur ex-



ITAB

primant une réaction très forte. Ce test indique la nécessité de chauler ou pas. Il ne permet pas de déterminer la forme ni la dose de l'apport à réaliser. Dans ce cas, la valeur est nulle, on parle de carbo 0. Il faudra donc prévoir un chaulage.

## Diagnostic à l'issue de la phase de terrain :

- Le sol observé est un sol battant à la structure fragile.
- La dégradation des matières organiques semble poser un problème.
- Il faudra envisager un chaulage (même si le pH semble correct !).
- Des zones compactées (dans ce cas semelle de labour bien marquée) sont constatées.
- Il n'y a, *a priori*, pas de lessivages.

## ● Test de stabilité des agrégats : quelles pratiques de sol sont adaptées ?

Il s'agit d'observer le comportement des agrégats de terre que l'on agite dans un tube après les avoir détrempés avec de l'eau. Deux cas extrêmes sont observables :

– La stabilité est bonne, on suppose un fonctionnement en complexe organo-minéral. Il faudra tenter de le maintenir par des pratiques adaptées.

– Au contraire, cette stabilité peut être très mauvaise, ce qui signifie que l'agrégation des particules de sol est assurée par l'intermédiaire d'une « colle » organique produite par les microorganismes du sol. Cette « colle », soluble dans l'eau, disparaît et l'agrégat se dégrade plus ou moins rapidement. Ce type de sol nécessitera de favoriser une activité biologique intense. Dans la pratique, un mélange des deux comportements est souvent observé ; il faut donc bien cibler le facteur prépondérant.

Sur ce site, une faible partie des agrégats reste stable alors qu'une forte proportion se désagrège complètement et très rapidement. C'est ce dernier point qui pilotera le fonctionnement de ce type de sol : il faudra favoriser une activité biologique très intense.

A ce stade, un test complémentaire peut être facilement réalisé : l'éva-

luation du pH (H<sub>2</sub>O) à l'aide d'une réglette test. Il est proche de 7 pour cette station. On peut également réaliser un test de sédimentation sommaire en laissant décanter la solution dans le récipient et en observant ensuite les différentes strates.

## ● Test du Fer : y a-t-il lessivage de fer ?

Ce test, réalisé à l'aide de quelques gouttes de KSCN dans une solution de terre, d'HCl et d'eau, sert à estimer s'il y a un lessivage de fer (ferrique) dans le profil.

On compare les colorations pour un échantillon pris en haut du profil et un autre pris en bas.

– Plus rouge en haut qu'en bas : normal, pas de lessivage (c'est le cas pour ce profil).

– Aussi rouge en bas qu'en haut : début de lessivage du fer probable.

– Plus rouge en bas qu'en haut : pas normal, soit lessivage, soit recouvrement.

L'ensemble de ces observations constitue la phase de terrain. Il reste à prélever un échantillon de sol en haut du profil et un second dans le fond de celui-ci. Ce double prélèvement pour une station permet de déceler, entre autres, les phénomènes de lessivage, les différences de fonctionnement entre deux horizons, ...

## Deuxième étape : affiner le diagnostic avec le bordereau d'analyse .....

Les échantillons de sols prélevés dans le profil sont analysés par le laboratoire BRDA-Hérody. Les résultats sont présentés et interprétés ci-dessous.

### ● Caractérisation physique

	CF	Echelle	% de fines
Horizon A	1.8	0 à 7	14
Horizon B	2.1		20

#### Interprétation

Le sol à cet endroit a potentiellement un bon pouvoir fixateur. Celui-ci est reflété par la valeur de CF. La texture est limono-argileuse avec un pourcentage moyen d'argiles minéralogiques.

L'horizon profond est plus argileux.

Un lessivage des particules fines semble se produire : lorsqu'elles ne sont pas agrégées, elles sont entraînées par l'eau ou les travaux culturaux dans les couches plus profondes, ce qui provoque un colmatage des interstices. Il faut donc veiller aux tassements et à la circulation air/eau dans le sol.

### ● Les formes de fer qui lient la MO et les fines

	Fer L	Optimum fer de liaison	Fer A	Optimum fer amorphe
Horizon A	60	80	90	45
Horizon B	40		60	

#### Interprétation

Le niveau de fer A (amorphe) est suffisant pour avoir la formation de complexe organo-minéral et la valeur du fer L (de liaison) est faible.

### ● Les bases stabilisantes

Valeur des alcalino-terreux (AT) = Ca + Mg	Opti AT	% de saturation du complexe	% Mg dans AT	Référence
0,55	0,6	92%	10	10-15 %
0,5	0,7	71%	10	

#### Interprétation

Le sol est légèrement désaturé en bases stabilisantes. Le magnésium est présent mais en quantité tout juste suffisante. Des apports de chaux magnésienne pourront être envisagés pour saturer le sol en bases stabilisantes et amener du magnésium, quel que soit le pH.

## ● Matières organiques

Il faut bien être conscient que toute la matière organique présente n'est pas synonyme de fertilité. En fonction des conditions climatiques et du travail du sol, l'activité microbienne va gérer les équilibres entre :

- Accumulation : matière organique plutôt inactive ;
- Minéralisation : matière organique assurant la nourriture des microbes (activité biologique intense) ;
- Humification : matière réellement accrochée au complexe organo-minéral (humus vrai) ou au sein d'un agrégat (humus stable).

Cette approche est fondamentale pour raisonner les apports en fonction des stations car elle permet d'identifier le type de fonctionnement du sol.

	Valeur en surface Valeur en profondeur	Référence
MTO = stock de MO utilisable par l'activité biologique. (% de volume du sol)	3,4 1,8	/
MOF = MO fugitive (% de MTO)	8,7 5,5	18 à 20
HS=humus stable	3,1 1,7	2,5
3eF = fraction de MO mise en réserve par les microorganismes du sol	0,5 0,2	0,3-0,6
NiNi= accumulation brute de MO	135 105	<150

### Interprétation

D'après nos observations, la matière organique semble présenter un petit souci quant à sa minéralisation.

Bien que les chiffres ne révèlent pas d'accumulation de cette matière organique (NiNi), on constate la présence de formes un peu trop stables (HS) et le manque de MO dite fugitive.

La confrontation de ce constat aux observations de terrain laisse penser que le problème se trouve dans l'aération du sol qui est insuffisante (des feuilles de betteraves sont retrouvées 10 mois après leur enfouissement). En outre, la restitution de paille devrait être accompagnée d'un épandage de matière organique très riche en azote. Soulignons au passage que cette ferme est en reconversion vers l'agriculture biologique : rémanences de fongicides possibles ?

## ● Divers

	pH FNa	pHKCl	Al	Echelle Réf.	P	K	Mg	Echelle Réf.
Horizon A	8,5	6,5	0	0-5	5	3	2	0-5
Horizon B	8,5	6,5	0,1		3	2	2	

### Interprétation

Les valeurs pour l'aluminium sont bonnes, il n'y a aucune toxicité pour les plantes. Les valeurs pour P et K sont bonnes et on peut dire que le sol en est bien pourvu en surface. Ces valeurs sont plus faibles en profondeur. La disponibilité en magnésium est assez faible.

## Troisième étape : conseils .....

### ● A continuer :

#### Mise en place d'engrais verts

Des mélanges du type avoine-vesce ou seigle-vesce semblent plus intéressants que la moutarde. Le trèfle d'Alexandrie en interculture peut aussi être une solution mais attention aux législations en vigueur en terme de protection des eaux contre les nitrates.

Une rotation des parcelles avec la mise en place d'une luzerne pendant deux ans au moins permettrait un travail du sous sol assez efficace tout en répondant à un objectif de fertilisation.

### ● A améliorer :

#### Travail du sol

Le labour n'est certainement pas à proscrire mais il ne faut en aucun cas descendre aussi bas que maintenant et toujours le faire sur un sol ressuyé. Lorsque des engrais verts devront être détruits, ils le seront quelques temps avant le début du labour. Un broyage suivi d'un léger enfouissement superficiel (léger fanage des végétaux et attaque par les micro-organismes du sol) précèdera idéalement le labour. L'Actisol convient bien. Ce labour ne doit pas être très profond (rester au dessus de 20 cm), les débris végétaux ne seront pas enfouis en fond de raie mais de façon à rester en conditions aérobies (éviter la formation de choucroute !!). Si un sous-solage est envisagé, ce qui ne semble pas prioritaire, il faut le faire sous un couvert végétal (profiter par exemple de l'engrais vert). Actuellement, la cohésion en surface semble un peu faible : les particules fines risquent d'être entraînées trop en profondeur et donc de provoquer l'effet inverse de celui souhaité.

#### La fertilisation organique.

Un échange paille-fumier avec un éleveur pourrait constituer une bonne solution dans ce cas (contexte de grandes cultures sans élevage). Attention au fumier de cheval qui est souvent très pailleux. L'assainissement (adventices et germes pathogènes) du fumier est permis par un compostage. Toutefois, ce compostage devra être court pour conserver un maximum de nutriments et d'énergie dans le compost, faute de quoi, des compléments sous formes minérales seront nécessaires. L'inclusion dans la rotation d'une luzernière ou d'une prairie temporaire est idéale mais il faut trouver la façon de valoriser les fourrages produits.

## Quantités d'amendements et de fertilisants .....

### ● Chaulage

Le chaulage envisagé vise simplement à maintenir la saturation en bases. Le but n'est pas de corriger le pH ! Un apport de 600 kg/ha tous les ans de chaux magnésienne est dans ce cas conseillé. La forme tamis 300 semble bien convenir.

### ● Matières organiques

Nature de la MO	Quantité
Purin	20 m <sup>3</sup> /an
Lisier	25 m <sup>3</sup> , 2 fois par an
Fumier	30t/ha
Compost	20t/ha

Les matières organiques riches en énergie seront favorisées. Il est conseillé d'éviter les composts beaucoup trop mûrs ou lessivés de leurs substances nutritives. Il faut aussi éviter les raisonnements de fertilisation à la culture et avoir une réflexion sur l'ensemble de la rotation (cultures principales et intercultures).