

# L'approche "Hérody-BRDA" et l'approche classique

Par Guénola Perès, Daniel Cluzeau (Université Rennes I - I, CNRS UMR "Ecobio", 35380 Paim-Le modèle "Hérody-BRDA<sup>1</sup> de connaissance des sols", développé depuis les années 80 par le pédologue Yves Hérody, propose une méthode de diagnostic agro-environnementale différente des méthodes couramment utilisées (qualifiées de méthodes "classiques"). Elle trouve une écoute toute particulière auprès des agriculteurs et de certains techniciens des organismes de développement, notamment dans le milieu de l'agriculture biologique en lien avec la gestion organique. Si ses principes généraux sont accessibles<sup>2</sup>, les bases théoriques ainsi que les protocoles d'analyses associés ne sont pas encore publiés. Au regard de la communauté scientifique, cette non-disponibilité empêche de fait sa possible reconnaissance.

Afin de répondre aux questions posées par les scientifiques, mais aussi par les praticiens sur les relations entre l'approche classique et l'approche "Hérody", le GIS-GEPAB<sup>3</sup> a engagé à partir de 1996, en accord avec Yves Hérody, une étude de comparaison de ces approches dans le contexte polyculture breton. Cette étude a abouti à la publication d'un document<sup>4</sup> duquel sont extraits les principaux résultats présentés ici et auquel le lecteur est invité à se référer pour une information plus complète.

Dans le cadre de cette étude, l'approche "Hérody" est comparée aux méthodes auxquelles les agriculteurs bretons ont couramment accès, à savoir : la méthode du profil cultural<sup>5</sup>, la méthode tarière adaptée au contexte Armoricaïn<sup>6</sup>, et les méthodes d'analyses physico-chimiques réalisées dans un laboratoire d'analyses départemental<sup>7</sup>.

Les approches sont comparées en termes de (i) paramètres et méthodes d'analyse, (ii) valeurs associées à ces paramètres, et (iii) diagnostics et conseils finaux.

Afin d'intégrer la variabilité pédologique régionale, l'étude a été réalisée sur quatre

parcelles en prairie permanente, différentes par leur substrat pédologique (schiste tendre, schiste dur, grès et limon).

Compte tenu de la diffusion limitée de documents relatifs à l'approche "Hérody-BRDA", il convient de faire une présentation succincte des principes généraux de cette approche.

## Principes généraux de l'approche "Hérody-BRDA"

### D'un point de vue théorique

L'approche "Hérody" se base majoritairement sur deux principes :

Le sol est un système ouvert qui naît, vit et meurt, et présente donc trois phases :

- une phase de jeunesse, pendant laquelle le sol s'épaissit et le potentiel de fertilité augmente ;
- une phase de maturation pendant laquelle la fertilité du sol est maximale ;
- une phase de vieillissement, pendant laquelle le sol se dégrade et la fertilité diminue.

Le potentiel de fertilité du sol dépend de sa structure, qui est directement lié au com-

plexe organo-minéral. Ce complexe est défini comme étant l'association par des liaisons ferriques, d'une partie de la fraction organique active du sol à la fraction minérale active ("active" suggérant le fait de pouvoir générer des réactions rapides et réversibles) ; l'ensemble étant saturé par les alcalino-terreux principalement de type calcique et/ou magnésique (Fig. 1). C'est de la qualité et de la stabilité de ce complexe organo-minéral que va dépendre le potentiel de fertilité du sol.

Parmi les éléments minéraux du sol, seuls les argiles et les limons fins sont considérés comme étant des éléments actifs. Dans une optique de caractérisation fonctionnelle du compartiment minéral, les argiles sont appréciées d'un point de vue minéralogique et non granulométrique. La composante organique est regardée, non comme une globalité, mais comme un ensemble de sous-compartiments ayant des fonctions différentes dans le sol. La fraction organique active du sol, définie par la Matière organique Totalement Oxydable (MTO), est constituée :

- (i) des éléments libres de la litière correspondant à la Matière Organique Fugitive (MOF), qui est rapidement reprise par les micro-organismes et minéralisée ;
- (ii) et de l'Humus Stable (HS), qui est lui-même composé par l'humus lié aux argiles ou aux limons, définissant l'Humus Vrai (HV), et par des matières organiques polymérisées non liées aux argiles, définissant la 3<sup>e</sup> fraction (3F)<sup>8</sup>.

Le fer a une importance majeure, car il est considéré comme l'élément de liaison prin-

<sup>1</sup> Bureau de Recherche et de Développement Agricole, mis en place en 1995 et constitué en association loi 1901 en 1996. Il associe à Yves Hérody des pédologues indépendants, des animateurs, des techniciens d'organismes de développement.

<sup>2</sup> Hérody, 1997. Connaissance du sol. Le modèle de base Tome 1. BRDA (Eds.) 22 p. ; Hérody 1999. Le modèle "Hérody-BRDA" de connaissance des sols. 4<sup>e</sup> rencontre de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre (COMIFER-GEMAS). p. 111

<sup>3</sup> Groupement d'Intérêt Scientifique - Groupe d'Etudes Pluridisciplinaires en Agriculture biologique Bretagne. Initié dès 1991, il associe des partenaires (i) issus de la recherche et de l'enseignement supérieur (Université Rennes 1, INRA, ENSAR, GERDAL), (ii) issus du développement agricole (CRAB) et de la profession agrobiologique (FRAB, GABS) et (iii) de la formation (CFPPA-EPLEA, Le Rheu).

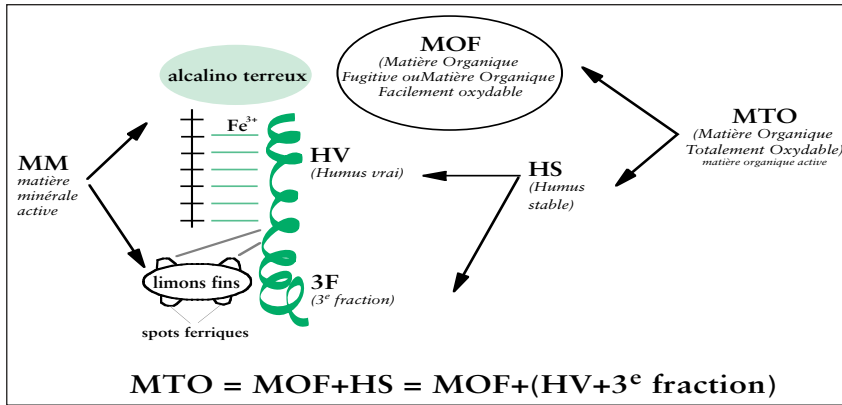
<sup>4</sup> Perès G., Prat P., Hardy Y., Rivière JM., Suire M., Cluzeau D. 2000. Les méthodes de diagnostics agro-pédologiques. Complémentarité de l'approche "Hérody" et des approches classiques. Les cahiers du Bioger (Eds.). 128 p.

<sup>5</sup> Hémin S., Gras R., et Momnier G., 1969. Le profil cultural. Masson, Paris, 332 p.

<sup>6</sup> Rivière. JM., Tico S., Dupont C., 1989. Méthode Tarière. Massif armoricain. Caractérisation des sols. Ed. INRA. 20 P.

<sup>7</sup> Laboratoire Départemental d'Analyses de sol d'Ille et Vilaine

Figure 1 : Description du complexe organo-minéral selon l'approche "Hérody-BRDA"



cial entre le minéral et l'organique ; le calcium et le magnésium assurant principalement la stabilité de ce lien. Trois formes de fer sont distinguées : le fer de liaison, le fer amorphe et le fer cristallin. Deux formes de fer participent à la construction du complexe organo-minéral :

- (i) le fer de liaison (fer ferrique ionisé) réalise un pont de liaison direct entre la matière organique et les feuillets d'argile,
- (ii) le fer amorphe crée sur les particules de

limon des spots de fixation, ce qui permet au fer de liaison de se fixer.

Les caractéristiques du compartiment minéral (quantité et qualité des éléments actifs) permettent de définir la capacité de fixation du sol (CF), c'est-à-dire la capacité du sol à fixer certains composés organiques via le fer. Les conseils résultant du diagnostic, et notamment les préconisations en terme de gestion organique (type d'apports et fréquence), intègrent la capacité de fixation du sol, l'existant organique (importance des différentes formes organiques), l'existant "fer" et la stabilité du complexe par l'environnement alcalino-terreux, tout en tenant compte des éléments nutritifs du sol.

### D'un point de vue pratique

L'approche "Hérody" consiste d'abord en une étude minutieuse sur le terrain, qui est ensuite complétée par des mesures analytiques en laboratoire. L'étude de terrain tient une place majeure dans l'élaboration du diagnostic agropédologique. Elle consiste en un descriptif du milieu (paysage, topographie, systèmes de culture), associé à l'étude de plusieurs profils de sol (étude des différents horizons pédologiques du profil, et de plusieurs profils répartis le long de la pente). Dans l'approche "Hérody", les chiffres obtenus par l'analyse de sol au laboratoire ne prennent leur réelle valeur que réintégrés dans le contexte de terrain.

### Etude des paramètres et des méthodes d'analyses associées

#### La sous-compartimentation des différentes composantes du sol

D'une manière générale, l'idée d'une sous-compartimentation des composantes du sol proposée par l'approche "Hérody-BRDA" n'est pas novatrice au regard des nombreuses recherches initiées depuis une quarantaine d'années, et particulièrement

développées depuis 20 ans. Ainsi, en ce qui concerne la composante organique, la subdivision en 2 sous-compartiments, l'un en humus stable et l'autre en fraction facilement décomposable par les micro-organismes, est très largement rapportée par les travaux de recherche menés depuis les années 70<sup>9</sup>. Des caractérisations plus précises de différents sous-compartiments sont aussi très souvent proposées depuis une vingtaine d'années. De la même manière, en ce qui concerne le fer, la distinction des différentes formes est aussi préconisée par les travaux de recherche<sup>10</sup>. Cette approche de sous-compartimentation est donc globalement plébiscitée par la recherche. Malgré tout, force est de constater que le transfert des acquis de la recherche vers les outils de terrain classiques n'est pas encore réalisé. De ce fait, les méthodes courantes d'analyse des sols, pour des raisons d'accès à la connaissance ou budgétaires, n'intègrent pas encore ces fractionnements, mais maintiennent le plus souvent une caractérisation globale de ces composantes.

### Les terminologies employées

Les terminologies employées dans l'approche "Hérody" ont été définies dans le but, selon les auteurs, de faciliter l'accès au modèle (cf lexique des terminologies). Certaines de ces terminologies sont communes aux deux approches. C'est ainsi le cas pour le compartiment organique des abréviations "MTO" et "MOF" (figure 1), ou encore pour le fer avec les termes "fer de liaison", "fer amorphe" et "fer cristallin". Si pour le fer, ces termes communs représentent des formes relativement similaires, il n'en est pas de même pour la matière organique. En effet, dans l'approche "Hérody", la distinction est basée sur le caractère oxydable des matières organiques, ce qui n'est pas le cas dans les approches classiques et ce qui a pour conséquence *in fine* de définir des compartiments sensiblement différents. Certaines terminologies sont au contraire propres à l'approche "Hérody". C'est le cas de "l'humus vrai" (HV) et de la "3<sup>e</sup> fraction" (3F). Compte tenu de la définition de l'humus vrai, il est possible de l'associer aux composés humiques (acides fulviques et acides humiques) et à l'humine décrits dans les approches classiques. En revanche, la correspondance entre la troi-

<sup>8</sup> Depuis quelques temps, ce schéma du compartiment organique est rediscuté au sein du BRDA afin d'intégrer une quatrième fraction, la "NiNi", qui correspondrait à une fraction organique ni minéralisée, ni humifiée.

<sup>9</sup> Duchaufour P. & Souchier B., 1979. Pédologie. Vol. 2. Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris. 491 p

<sup>10</sup> Jeanroy E., 1983. Diagnostic des formes du fer dans les pédogénèses tempérées. Evaluation par les réactifs chimiques d'extraction et apports de la spectrométrie Mossbauer. Thèse Doc. Univ. Nancy. 188 p.

### Lexique des terminologies employées

- MTO **Matières organiques Totale Oxydables** : correspondent à l'ensemble de la MO active (pouvant générer des réactions rapides et réversibles).

- MOF **Matières Organiques Fugitives, ou Matière Organiques Facilement oxydables** : correspondent aux éléments libres de la litière. Elles sont rapidement reprises par les micro-organismes et minéralisées.

- HS **Humus Stable** : correspond au stock organique du sol. Il est composé par l'HV et 3F

- HV **Humus Vrai** : fraction organique liée à la fraction minérale.

- 3F **Troisième fraction** : correspond à une fraction organique polymérisée, non liée à la fraction minérale.

- **Fer de liaison Fer ferrique ionisé** : permet la liaison entre la fraction minérale et la fraction organique, dans la formation du complexe organo-minéral

- **Fer amorphe** : Dépôt de gel ferrugineux constitué d'un fer ionisé et évolué par oxydation. Il permet la création, sur les particules de limon, d'un spot de liaison entre le limon et le fer de liaison, dans la formation du complexe organo-minéral

- **Fer cristallin** : Forme stable de fer dans les conditions continentales et pouvant donner naissance à des roches ferrugineuses. Il ne participe pas à la formation du complexe organo-minéral.

- CF **Coefficient de Fixation du sol** : correspond à la capacité des éléments minéraux à pouvoir fixer, via des liens fer, les éléments de la fraction organique.

sième fraction et un compartiment organique développé dans les approches classiques reste plus difficile à faire.

L'emploi d'une terminologie déjà existante, mais pour des domaines différents, ou encore la création d'une nouvelle terminologie, ne semblent pas au final faciliter l'accès à l'approche "Hérody". Il s'avère cependant que l'accessibilité de l'approche est réellement effective lors de la visite de terrain : un véritable échange a lieu avec les agriculteurs, qui ont de ce fait le sentiment de mieux comprendre le sol. Ce sentiment est d'ailleurs souvent exprimé par les producteurs, dès lors que les interventions se font sur le terrain, et ce quelle que soit l'approche développée.

### Les méthodes d'analyses pour caractériser les différentes composantes du sol

Pour le compartiment organique, en se basant sur la littérature, il apparaît que les extractants utilisés dans l'approche "Hérody" permettent d'extraire une gamme d'éléments organiques plus étendue que celle escomptée. Ainsi, la méthode de caractérisation des MOF, basée sur une attaque à froid à l'acide périodique et qui doit rendre compte des débris végétaux, permettrait aussi de mettre en évidence les polysaccharides (cellulose, hémicellulose) qui sont eux des formes issues de la dégradation des MOF<sup>11</sup>. De la même manière, la méthode de bromation des chaînes latérales, qui permet de caractériser la troisième fraction, permettrait aussi de caractériser des débris végétaux ainsi que des polyphénols (acides humiques et fulviques), qui compte tenu de leur teneur élevée en charge ionique, peuvent s'associer à la fraction minérale.

Pour le fer, les différents réactifs permettent la mise en évidence des différentes formes de fer, cependant des zones de recouvrement semblent apparaître<sup>12</sup>. Ainsi, la méthode Bremner, utilisée par l'approche "Hérody" pour caractériser le fer de liaison, permettrait aussi le dosage du fer amorphe organique ; la méthode Tamn, utilisée pour la caractérisation du fer amorphe, permettrait aussi le dosage des formes plus complexes telles que le fer des oxydes cristallisés. Enfin, la méthode Merha et Jackson, utilisée pour doser le fer cristallin, permettrait l'étude de l'ensemble des formes libres du fer, et ne se limiterait pas aux formes cristallines.

La caractérisation minéralogique de la fraction fine est réalisée dans l'approche "Hérody" via le "Bleu Pédologique" (BP) qui n'est pour le moment pas encore breveté. Ce réactif s'inspire du Bleu de Méthylène

(utilisé dans la méthode des Ponts et Chaussées), auquel est additionné un réactif de type iodé afin de neutraliser l'effet réducteur des matières organiques. L'absence de brevet, qui empêche l'accès au protocole et limite son utilisation, est justifiée par les auteurs par deux raisons majeures :

- (i) un souci économique ("*la nécessité de rééquilibrer les années de recherche privée nécessaires à sa mise en place*"),
- (ii) un souci conceptuel ("*le besoin de prévenir les dérives d'une méthode qui pourrait très rapidement être limitée à un bordereau d'analyse et être ainsi coupée des réalités de terrain*").

### Le rôle du fer

Le rôle du fer comme élément de liaison majeur dans le complexe organo-minéral reste une des originalités de l'approche "Hérody-BRDA", mais ce point suscite encore des interrogations de la part des scientifiques. En effet, cette place majeure donnée au fer contraste avec l'idée classique selon laquelle, parmi l'ensemble des cations de liaison, le calcium reste celui ayant le rôle le plus important. Malgré tout, certains travaux de recherche initiés depuis les années 60 semblent redonner au fer une place plus importante dans la structuration du complexe organo-minéral<sup>13</sup>. Il convient donc de poursuivre des recherches dans le but de préciser le rôle fonctionnel du fer, notamment en s'appuyant sur les derniers progrès technologiques.

### Les valeurs associées à ces paramètres

Les relations pouvant exister entre les valeurs issues des méthodes physico-chimiques (laboratoire d'analyse départemental) et celles issues de la méthode "Hérody" ont été testées par des tests de corrélation de type non paramétrique (corrélation de rang de Spearman, seuil : 0,05), appliqués sur 37 échantillons provenant des quatre parcelles étudiées. Globalement, peu de corrélations entre les paramètres issus des deux approches ont été mises en évidence. Pour les paramètres globaux (CEC et CF, MO et MOT, Fer et Fer(liaison+amorphe),  $K_{\text{classique}}$  et  $K_{\text{Hérody}}$  et  $P_{\text{classique}}$  et  $P_{\text{Hérody}}$ ), seuls les résultats associés au potassium sont significativement corrélés entre eux. Pour les sous-compartiments, seule la Matière Organique totale mesurée par la méthode d'analyse chimique classique est corrélée aux Matières Organiques Facilement Oxydables (MOF) de l'approche "Hérody".

Cette absence de corrélation entre la plupart des paramètres peut avoir plusieurs origines :

- (i) les paramètres étudiés définissent des compartiments finalement différents,
- (ii) les différents protocoles d'analyse, et notamment le séchage ou non-séchage des échantillons de sol, modifient initialement les éléments à analyser.

Cette approche statistique doit être considérée comme étant une première étape. Il conviendrait d'augmenter le nombre d'échantillons, et ceci dans des contextes agro-pédo-climatiques contrastés.

### Les diagnostics et conseils résultants

Globalement, sur l'ensemble des parcelles étudiées, l'approche classique et l'approche "Hérody" s'accordent en ce qui concerne le travail du sol. Dans l'approche classique, l'intégration de la battance du sol permet cependant d'affiner les conseils de travail du sol. En ce qui concerne les amendements du sol, les deux approches proposent des conseils plus ou moins proches, que ce soit pour le chaulage ou pour les apports de magnésium. La différence s'exprime principalement en termes de type de produit : l'approche "Hérody", en intégrant l'état de saturation du sol et le potentiel microbien, distingue l'état des apports minéraux (fractionnés, broyés ou non). Une observation similaire est faite pour les amendements organiques : l'approche "Hérody", en caractérisant les différentes formes de matières organiques présentes dans le sol et en intégrant les caractéristiques du compartiment minéral (capacité de fixation), les teneurs des formes du fer et le potentiel microbien, oriente le conseil organique en préconisant des apports plus ou moins stables (fumier bien composté) ou facilement dégradables (jeune compost ou fumier frais). Pour le phosphore, les conseils résultant des deux approches diffèrent pour l'ensemble des parcelles, l'approche classique conseillant généralement des apports en phosphate moins importants. Ces derniers résultats pourraient peut-être être liés à la méthode d'extraction/dosage du phosphore utilisée par l'approche "Hérody" (méthode colorimétrique au vanadate de sodium) confirmant ainsi la faible sensibilité de cette méthode vis-à-vis du phosphore, ce qui induit une sous-estimation de la quantité de phosphore mesurée. ■

<sup>11</sup> Mehta NC., Streuli H., Muller M., Deuel H., 1960. Role of polysaccharides in soil aggregation. *Journal of Science of Food and Agriculture* 11, 40-47

<sup>12</sup> Baize D., 2000. *Guide des analyses courantes en pédologie*. 2e édition revue et augmentée. INRA, Paris. 257 p.

<sup>13</sup> Duchaufour P., 1977. *Pédologie*. Vol. 1. Pédogénèse et classification. Masson (Eds), Paris. 477 p.