



de Seine et Marne

GAB

Chambre
CTR de l'ITAB

Région

d'Agriculture

IdF



Dispositif de la Motte

ETUDE DE LA FERTILITE DES SOLS EN SYSTEME CEREALIER BIOLOGIQUE SANS ELEVAGE

***2003 : MISE EN PLACE DU DISPOSITIF
ET PREMIERS RÉSULTATS***

Co-rédacteurs

Claude AUBERT
Chambre d'Agriculture
de Seine et Marne

Stanislas LUBAC
ARVALIS - Institut du Végétal et
SCEA Ferme de la Bergerie – FPH

Décembre 2003



Réalisé avec le soutien du Conseil Régional d'Ile de France
CADRE DE CETTE ETUDE

SUR LA DURABILITE D'UN SYSTEME :
FERTILITE DES SOLS EN SYSTEME
CERELIER BIOLOGIQUE SANS ELEVAGE

I - Cette étude inscrite au programme du Parc-Bio Ile de France, soutenu par le Conseil Régional d'Ile de France, est réalisée par l'action convergente de plusieurs partenaires du Parc-Bio :

- internes :
 - Chambre d'Agriculture 77
 - GAB Région IdF
 - Ferme de la Bergerie, adhérente du GAB : lieu du dispositif « La Motte »
- externes :
 - Arvalis – Institut du Végétal
 - FPH – SCEA Ferme de la Bergerie

avec le suivi de l'ITAB (coordination nationale des centres techniques régionaux ITAB – CTR)

II - Cette présentation simplifiée des travaux 2003, à savoir l'identification de l'état initial du système de production vu par l'entrée sol, renvoie :

- aux travaux du stagiaire, Stanislas LUBAC :

- . stagiaire à Arvalis – Institut du Végétal et dans ce cadre auteur du rapport « Fertilité des sols en système céréalier biologique : méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage », mémoire de fin d'études d'ingénieur à l'ENITA de Bordeaux dont les 1^{ères} pages, le sommaire et la conclusion sont en annexe 1 ;

- . puis stagiaire à la Ferme de la Bergerie – FPH et rédacteur de cette présentation simplifiée et de l'annexes 2 ;

- aux travaux de Claude AUBERT, conseiller à la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne, relatifs à la lectures des profils du dispositif « La Motte » et à l'interprétation des analyses pédologiques (BRDA-Hérody) et agronomiques (SAS), et rédacteur de la conclusion et des annexes 3 et 4 ainsi que des parties diagnostic sol et conseils de gestion des sols de la parcelle « La Motte » (annexes 5 et 6).

SOMMAIRE

INTRODUCTION :

- Pourquoi un tel dispositif ?
- Quels objectifs ?

I - Méthodes employées et mesures effectuées

- 2003 : Recherche des mesures et indicateurs pertinents ; « Point zéro »
- Les prochaines priorités

II - Les premiers résultats

- Le type de sol
- Les éléments minéraux :
- Les premiers résultats biologiques :

III - Cartographie des 8 parcelles de la Motte

- Les cartes de résistivité des sols
- La carte agricole finale

CONCLUSION

ANNEXES

- 1 **« Fertilité des sols en système céréalier biologique : méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage »**
Stanislas LUBAC - mémoire de fin d'études d'ingénieur à l'ENITA de Bordeaux
Septembre 2003
- 2 ***Prévisions culturales 2003-2004 sur le dispositif « La Motte »***
- 3 ***Evolution du dispositif de La Motte : 3 pistes de réflexion***
- 4 ***Etablissement des cartes de résistivité de la parcelle La Motte (réalisées par Géocarta)***
- 5 ***Priorité de gestion des sols sur la parcelle La Motte***
- 6 ***Résultats d'analyses pédologiques et agronomiques***

INTRODUCTION

Pourquoi un tel dispositif ? Quels objectifs ?

Est-il possible, en agriculture biologique sans élevage, d'aboutir à un système durable, et peut-on en particulier maintenir voire améliorer la fertilité des sols ?

Traditionnellement, les agriculteurs franciliens ne possèdent pas ou peu d'élevage. Ce frein à la conversion à l'agriculture biologique peut-il être levé par la mise en place d'une rotation longue (8 ans) adaptée à un système de grandes cultures ?

Le dispositif mis en place est un **suivi agronomique, pédologique et technique** de 8 parcelles attenantes d'une superficie moyenne de 8 ha dont l'objectif est de répondre à ces 2 questions.

L'aspect économique est également pris en compte. Ce système doit permettre à l'agriculteur de vivre correctement. C'est pourquoi les cultures à destination de l'alimentation humaine, a priori plus rémunératrices à long terme, doivent être valorisées (d'où 3 années de blé réparties dans la rotation).

Enfin, les aspects de **biodiversité** floristique et faunistique seront prochainement étudiés.

D'autre part, de nombreuses mesures et observations biologiques, physiques et chimiques du sol étant effectuées sur un même lieu, **l'intérêt scientifique** est fort : quels indicateurs et/ou mesures se révéleront être les plus pertinents pour juger de l'état de fertilité d'un sol ?

L'étude est menée sur le long terme, seule façon de juger la durabilité d'un système (2 fois 8 ans minimum).

I - Méthodes employées et mesures effectuées :

La rotation :

luzerne/luzerne/blé/céréale secondaire/féverole/blé/mélange céréalier/blé

- **2003 : Recherche des mesures et indicateurs pertinents ; « Point zéro »**

=> *Voir en annexe 1, le plan détaillé du mémoire de Stanislas LUBAC « Fertilité des sols en système céréalier biologique : méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage ».*

1/ Une **cartographie agricole** précise nécessaire pour optimiser le plan de prélèvement.
Carte à dire d'agriculteur puis carte de résistivité électrique des sols.

2/ L'observation détaillée des sols (**fosses agro-pédologiques**).

3/ Des analyses **physico-chimiques** classiques.

4/ Une caractérisation approfondie de **l'activité biologique** des sols (mycorhizes, biomasse microbienne, activité lombricienne...).

5/ Des analyses agro-pédologiques du BRDA-Hérody.

- **Les prochaines priorités :**

1/ L'étude économique du système mis en place.

2/ L'étude détaillée des itinéraires techniques passés et à venir

=> *voir en annexe 2, le prévisionnel des cultures 2003-2004.*

3/ L'étude de la biodiversité du milieu et de son évolution.

4/ La poursuite du suivi de la fertilité des sols (mesures physiques, chimiques et biologiques).

=> *voir en annexe 3, plusieurs possibilités d'évolution du dispositif de La Motte.*

II - Les premiers résultats :

- Les types de sols

Des limons moyens à limons argileux battants à très battants, présentant en général un horizon lessivé plus ou moins prononcé surmontant un horizon d'accumulation plus ou moins profond et plus ou moins marqué. Ces sols sont en général profonds (2 m ou plus, sauf pour les parcelles 7 et 8), faiblement pourvus en MO (1.7% en moyenne) et présentent certains problèmes de structure (en particulier : semelles de labour et mottes compactées).

- Les éléments minéraux :

Sols en général correctement pourvus en P₂O₅, K₂O et MgO. Les taux d'oligo-éléments sont également corrects, sauf une quantité de manganèse souvent trop élevée, ce qui confirme une tendance à l'hydromorphie de certaines zones.

- Les premiers résultats biologiques :

Les taux de mycorhization sont corrects à bon par rapport aux références bibliographiques. Contrairement à celles-ci, on n'observe pas de corrélation avec les taux de phosphore du sol. En revanche, la corrélation avec la texture est forte. Les zones fortement limoneuses, également les plus hydromorphes, présentent les taux les plus bas de mycorhization.

L'activité des lombrics semble assez forte mais confirme certains problèmes de zones compactes qui freinent leur circulation.

Les valeurs de biomasse microbienne sont moyennes à un peu faibles pour des sols limoneux.

L'interprétation de tous ces résultats, notamment biologiques, reste délicate. Le réel intérêt de cette étude sera la comparaison avec la prochaine campagne d'analyses. Globalement, on peut dire qu'il s'agit de bons sols, à fort potentiel agricole, mais à structure fragile.

Tab. 1 : Quelques résultats de la campagne de mesures 2003

Mesure	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes
Taux de Matières Organiques (%)	1.68	1.4 à 2.1
CEC	9.6	6.7 à 14.5
pH KCl	6.1	5.2 à 7.1
pH eau	7.0	6.0 à 7.9
CaO (g/kg)	3.12	1.59 à 6.77
P ₂ O ₅ J-H (g/kg)	0.13	0.04 à 0.24
K ₂ O (g/kg)	0.19	0.13 à 0.24
MgO (g/kg)	0.12	0.08 à 0.16
Taux de mycorhization (%)	59.4	36 à 67
Orifices de lombrics (par m ²)	463	215 à 765
Biomasse microbienne (mg C/kg)	227	145 à 348

III - Cartographie des 8 parcelles de la Motte

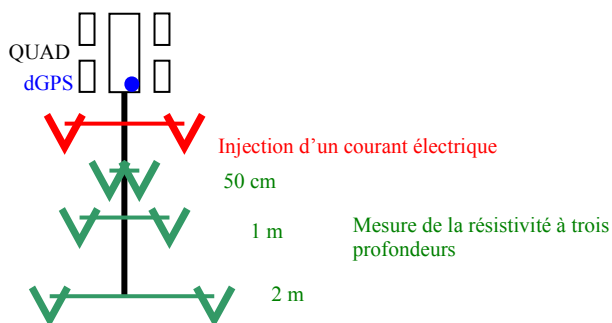
Il s'agit de connaître le fonctionnement des sols, les éventuelles carences en minéraux ou matières organiques, les problèmes de structure, de circulation de l'eau ou des racines... afin de préciser les conseils en terme de gestion des rotations, du travail du sol et d'éventuels amendements minéraux et/ou compléments fertilisants d'origine non animale dans ce dispositif à vocation d'autonomie. La démarche générale de cartographie agricole (hors dispositif spécifique rotation La Motte) est expliquée dans le document « Carte agricole des sols de la Bergerie » (à paraître 2004).

Dans le cas du dispositif de la Motte il s'agit en plus d'optimiser le plan de prélèvement : les parcelles sont-elles homogènes ? Combien de types de sols y rencontre-t-on ? Quelles sont les zones les plus représentatives ? Où effectuer les mesures et les prélèvements en étant sûr d'être au coeur de la zone recherchée ?

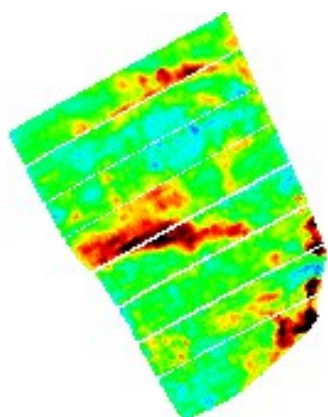
La démarche utilisée a donc été plus poussée que celle employée sur le reste de l'exploitation. Nous avons essayé d'atteindre un niveau de précision le plus fin possible. Pour cela, nous avons fait appel à une technologie récente : la mesure de la résistivité électrique des sols.

- **Les cartes de résistivité des sols** => voir en annexe 4, l'établissement des cartes de résistivité.

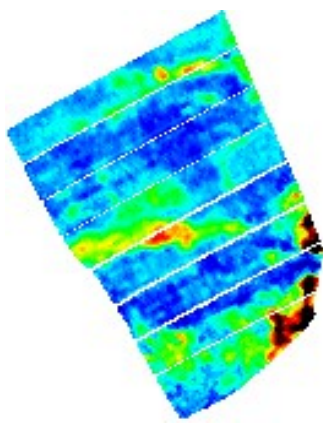
La méthode de mesure de la résistivité des sols consiste à mesurer le potentiel d'un courant injecté directement dans le sol par deux électrodes et de le relier à la résistivité électrique du sol. Cette technologie a été mise au point par le CNRS en 1998 à des fins de prospection archéologique puis adaptée à l'agriculture par la société Géocarta.



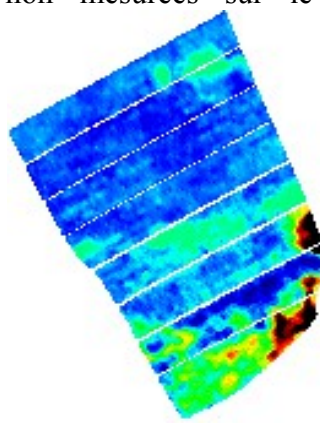
Le dispositif effectuant les mesures est tracté par un quadroule roulant entre 15 et 20 km/h. Le courant injecté dans le sol est mesuré en continu (une mesure tous les 20 cm grâce à un radar Doppler) par trois séries de 2 électrodes, correspondant à la mesure de la résistivité de trois volumes de sol : 0-50 cm ; 0-100 cm et 0-200cm (cf. schéma). Le tout est géoréférencé grâce à un GPS, ce qui permet une intégration des données dans n'importe quel SIG (Système d'Information Géographique). Le passage du quadroule est effectué tous les 12 ou 6 m. Les valeurs non mesurées sur le terrain sont nues



Mesure 0-50 cm



Mesure 0-1 m



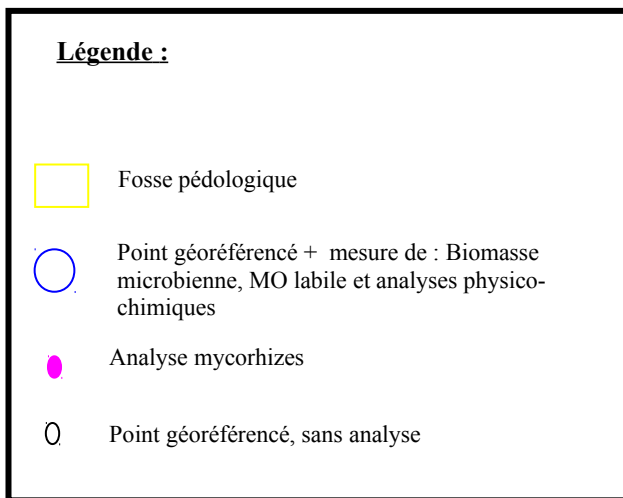
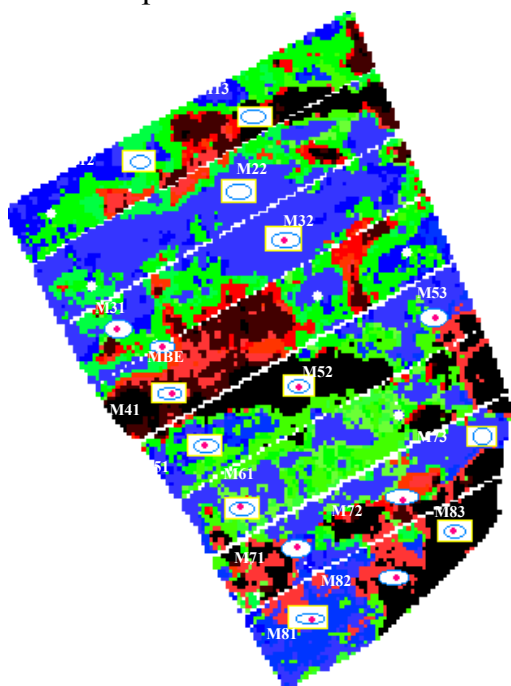
Mesure 0-2 m

Cartes 1 : Cartes de résistivité des sols

En compilant les 3 cartes précédentes, on obtient une carte appelée « carte des zones homogènes ». L'intérêt de cette technologie est :

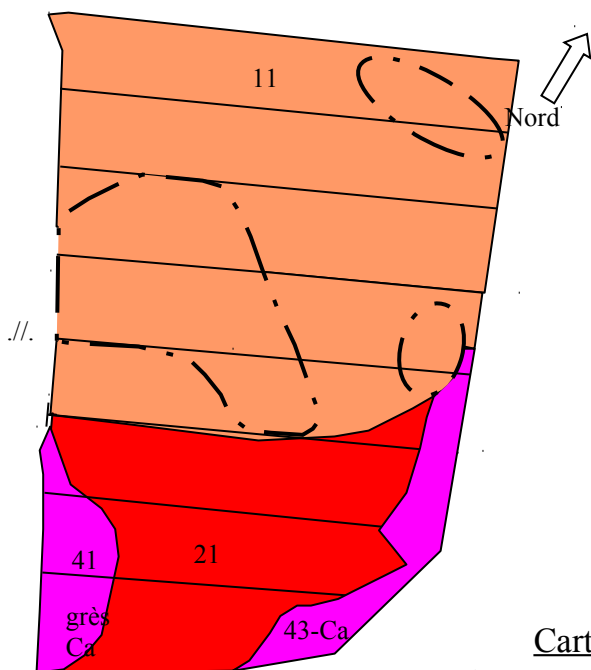
- les mesures obtenues sont corrélées avec différents paramètres du sol : humidité, structure, texture, profondeur, présence de cailloux, de fissures...
- c'est une méthode rapide (1 h pour parcourir 10 ha), et non destructive.
- les limites obtenues sont précises.

C'est la délimitation de zones ayant les mêmes valeurs de résistivité, donc des caractéristiques proches, que nous recherchons. On peut estimer qu'au sein de ces zones, les sols sont de nature très proche. Ces cartes ont donc comme intérêt d'optimiser les plans de prélèvement en donnant des limites précises aux contours des unités pédologiques distinguées.




Carte 2 : Carte des zones homogènes et emplacement des différentes mesures réalisées à la Motte en 2003

• **La carte agricole finale**



Types de sols

- 11 Limon moyen battant profond calcique à légèrement acide
- 21 Limon moyen profond calcique à légèrement acide
- 41 Limon argileux profond calcique
- 43-Ca Limon argileux peu profond calcique, présence de cailloux calcaires

 Zones très battantes (ZTBH)

Carte 3 : Carte agricole finale

CONCLUSION

Cet état initial 2003 est fondé sur des critères d'observation (expérience de l'agriculteur) et de comportement des sols (profils culturaux) et des cultures (historique et suivi des techniques culturales), ainsi que sur des analyses physico-chimiques (agronomiques et pédologiques) et biologiques (microbiennes, vers de terre, ...).

Il est prévu également de suivre dès 2004 les aspects économiques et dès que possible de procéder à une approche sur la biodiversité .

Tous ces critères seront observés tout au long de la durée du suivi prévu : deux rotations de 8 années, soit au moins 16 ans.

L'évolution du dispositif devrait permettre la mise en évidence d'indicateurs ou/et de mesures pertinent(e)s parmi les critères retenus pour juger de l'état de la fertilité d'un sol dans le cadre du système de cultures choisi (céréaliier biologique sans élevage).

Dans un tel cas, il est ainsi constitué les bases d'un outil de détermination de la durabilité de ce type de système de culture dans les conditions pédo-climatiques de la Ferme de la Bergerie à Chaussy (95).

Techniquement, l'objectif d'autonomie maximale donné à la rotation dans ce dispositif « La Motte » doit se faire aussi en suivant les principaux axes de conseils issus du diagnostic agronomique¹ :

Assainissement : sol naturellement bon, à ne pas contrarier par un travail du sol agressif.

Chauler régulièrement, annuellement si possible, de 300 à 800 kg/ha en fonction des zones.

Travail du sol : sol fragile à ne pas trop affiner (respecter la structure du sol).

Activité du sol à soutenir voire améliorer et compenser les pertes ou blocages en MO.

Conseils de fertilisation : si apport : types de compost, dates et quantités en annexes 5 et 6.

(Par exemple pour le choix des types de MO selon les sols pour une éventuelle modification du dispositif : 50% sans - 50% avec apports MO).

Compte tenu des conseils qui précèdent, l'un des enjeux de ce suivi va être non seulement d'observer l'évolution des rendements et de la qualité des récoltes, mais aussi le comportement du sol vis-à-vis de la circulation de l'eau et des racines (structure du sol) ainsi que l'évolution des matières organiques et des vers de terre.

En effet, il sera intéressant de constater si dans la rotation choisie, le travail du sol réalisé et les petits chaulages effectués permettent bien une activité du sol adaptée au maintien voire à l'augmentation des teneurs en MO nécessaires au complexe organo-minéral. Et vérifier que cela va de paire avec de bonnes récoltes (quantité - qualité).

¹ *Pour voir plus en détail les principaux conseils : annexes 5 et 6 « priorités de gestion des sols ».*

ANNEXES

- 1 **« Fertilité des sols en système céréalier biologique : méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage »**
Stanislas LUBAC - mémoire de fin d'études d'ingénieur à l'ENITA de Bordeaux
Septembre 2003
- 2 *Prévisions culturales 2003-2004 sur le dispositif « La Motte »*
- 3 *Evolution du dispositif de La Motte : 3 pistes de réflexion*
- 4 *Etablissement des cartes de résistivité de la parcelle La Motte (réalisées par Géocarta)*
- 5 *Priorité de gestion des sols sur la parcelle La Motte*
- 6 *Résultats d'analyses pédologiques et agronomiques*

**Annexe 1 : « Fertilité des sols en système céréalier biologique :
méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage »**

de

Stanislas LUBAC - mémoire de fin d'études d'ingénieur à l'ENITA de Bordeaux - Sept. 2003.

Voir ci-après les 1^{ères} pages, le sommaire et la conclusion du mémoire de fin d'études d'ingénieur à l'ENITA de Bordeaux de Stanislas LUBAC, stagiaire en 2003 à Arvalis – Institut du Végétal, sur le suivi du dispositif de La Motte, à la Ferme de la Bergerie (Domaine de Villarceau 95 710 Chaussy).

Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

ECOLE NATIONALE d'INGENIEURS des TRAVAUX AGRICOLES

1, cours du général de Gaulle - 33170 GRADIGNAN

MEMOIRE de fin d'études

Pour l'obtention du titre

D'Ingénieur des Techniques Agricoles

**Fertilité des sols en système céréalier biologique :
méthodologie pour un dispositif expérimental sans élevage.**

LUBAC Stanislas

Option : Agronomie - Forêt - Environnement

Etude réalisée à : ARVALIS – Institut du végétal

- 2003 -

Remerciements :

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire, à savoir Philippe Viaux, Claude Aubert, Rémi Chaussod, Rachida Nouaïm, Yvan Gautronneau, Alain Ruellan, Mireille Dosso, Bernard Le Clech. Je remercie également tout particulièrement les membres de la ferme de la Bergerie : Olivier Ranke, Matthieu Calame, Natacha Jègues et Philippe Cacciabue.

Résumé :

L'un des problèmes essentiels de l'agriculture biologique est le suivant : comment maintenir la fertilité des sols dans des systèmes de grandes cultures sans élevage ? L'une des réponses possibles, pour construire un système durable, est le recours à des rotations longues. On ne connaît cependant pas bien les effets de celles-ci sur la fertilité des sols. Le travail effectué dans ce mémoire s'appuie sur une rotation céréalière de huit ans, dont deux années de luzerne. Il propose une méthode dont le but est d'aboutir à une meilleure connaissance de la fertilité des sols et de son évolution en système bio. Un dispositif expérimental a été mis en place à partir de 2001 dans des sols limoneux du Bassin Parisien. La mesure de la fertilité y est abordée à l'aide de nombreux indicateurs. Une carte des sols obtenue par mesure de la résistivité électrique des sols a été réalisée dans le but d'optimiser le plan d'échantillonnage. Des fosses pédologiques ont été creusées pour aboutir à une bonne connaissance du fonctionnement de ces sols. Une partie des méthodes d'analyses est classique, comme les analyses physico-chimiques (granulométrie, pH...), l'autre étant encore au stade recherche, en particulier les mesures biologiques. Des indicateurs comme le taux de mycorhization, l'activité lombricienne ou encore la biomasse microbienne ont ainsi été utilisés. L'étude menée en 2003 fait le point sur l'état initial des sols. Ce dispositif doit permettre de juger de la pertinence des indicateurs utilisés, afin de sélectionner les plus intéressants. Il doit également permettre de suivre l'évolution de la fertilité sur la rotation choisie.

Mots clés :

Agriculture biologique, fertilité du sol, durabilité, indicateurs, système céréalière, activité biologique du sol, Bassin parisien.

Titre en anglais :

Soil fertility in cereal organic agriculture : methodology for a stockless experimentation.

SOMMAIRE

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SEINE ET MARNE - PÔLE AE	SCEA FERME DE LA BERGERIE –
FPH.....	2
MEMOIRE de fin d'études.....	19
CONCLUSION	24
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SEINE ET MARNE - PÔLE AE	SCEA FERME DE LA BERGERIE –
FPH.....	19
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SEINE ET MARNE - PÔLE AE	SCEA FERME DE LA BERGERIE –
FPH.....	29
Etablissement des cartes de résistivité à 3 profondeurs (0,5 m – 1 m – 2 m).....	28
réalisées par Géocarta.....	28
Intérêt.....	28
<i>Ces sols plus ou moins fragiles non drainés présentent une bonne porosité de profondeur (parfois insuffisante pour éviter une hydromorphie hivernale suivi d'un ressuyage moins rapide) permettant dès l'arrêt des pluies hivernales d'amorcer une reprise d'activité bonne à moyenne :.....</i>	<i>31</i>
<i> cependant une attention particulière doit être portée au travail du sol pour ne plus fragiliser la structure (Γ 20% - Δ 30% - $\Phi, \Delta, \Delta + 50\%$) ; les apports de composts ou/et d'engrais organiques, plus ou moins nécessaires selon les fosses et les cultures, ne seront pleinement valorisés que par un travail du sol n'affinant pas trop le sol (Δ 0), et en évitant les trop mauvaises conditions ($\Delta - \Delta +$).....</i>	<i>31</i>
A partir de la décision d'apporter du compost, la dose conseillée n'est pas la dose maximale permise par la capacité de fixation du sol (CF), mais une dose inférieure, ceci selon la capacité du sol à l'utiliser, donc selon le type d'activité du sol : en particulier l'hydromorphie hivernale qui favorise l'accumulation des matières organiques sous formes irréversibles (Ni-Ni). Les doses sont alors réduites de 20 à 50% selon la situation.....	34
En Unités / ha.....	35
En Unités / ha.an.....	35
SYNTHÈSE DES CONSEIL (DONNÉES GÉNÉRALES) :.....	36
VOIR TABLEAU SIMPLIFIÉ CI-APRÈS.....	36
TABLEAUX RÉCAPITULATIFS DES OBSERVATIONS ET DES CONSEILS (DONNÉES QUANTITATIVES) :.....	36
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SEINE ET MARNE - PÔLE AE	SCEA FERME DE LA BERGERIE –
FPH.....	37
CHAMBRE D'AGRICULTURE DE SEINE ET MARNE - PÔLE AE	SCEA FERME DE LA BERGERIE –
FPH.....	38

Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Rotations de la Motte : ordre de succession des cultures.....	15
Tableau 2 : Tableau récapitulatifs des principaux résultats de l'essai DOC. Source Fibl/IRAB, mai 2003.....	21
Tableau 3 : Rotations des essais de l'EFRC et de L'ADAS de Terrington. Source ADAS Terrington et EFRC.....	23
Tableau 4 : Liste des analyses physico-chimiques réalisée.....	30
Tableau 5 : Différentes méthodes de mesure du phosphore (P) du sol.....	31
Tableaux 6, 7 et 8 : Description de la fosse pédologique M12.....	42
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des emplacements des analyses réalisées.....	51
Tableau 10 : Tableau récapitulatif des indicateurs utilisés, de leur précision et de leur utilité et de leur coût.....	52
Tableau 11 : Teneur des sols de la Motte en matière organique et C/N.....	54
Tableau 12 : Etat calcique et pH des sols de la Motte.....	54
Tableau 13 : Teneur des sols de la Motte en P ₂ O ₅ , K ₂ O et MgO.....	55
Tableau 14 : Teneur des sols de la Motte en oligo-éléments.....	55
Tableau 15 : Résultats des analyses biologiques 2003 des sols de la Motte.....	55
Tableau 16 : Classement par CAH des fosses de la Motte.....	56
Tableau 17 : Classement par CAH de l'ensemble des points géoréférencés de la Motte.....	56
Tableau 18 : Les 4 classes de sols du dispositif de la Motte.....	57

Liste des schémas :

Schéma 1 : Adaptation des règles de décision et comparaisons des résultats.....	14
Schéma 2 : Schéma de prélèvement des échantillons d'analyses physico-chimiques.....	29
Schéma 3 : Comptage des populations de lombrics. Source Gautronneau-Fayolle, 1996.....	38
Schéma 4 : Principe de la mesure de résistivité. Source Géocarta.....	47
Schéma 5 : Modèle de proposition de hiérarchisation des indicateurs de fertilité des sols.....	51

Liste des graphiques :

Graphique 1 : Les producteurs bio en Ile de France : spécialisations et effectifs. Source GAB Ile de France, fin 2002.....	9
Graphique 2 : Surface bio + conversion / surface agricole totale. Source GAB Ile de France, fin 2002.....	9
Graphique 3 : Résistivité en fonction du pourcentage d'argile.....	58
Graphique 4 : Taux de mycorhization en fonction de la teneur du sol en P ₂ O ₅ Joret-Hébert.....	59
Graphique 5 : Taux de mycorhization en fonction du pH.....	60
Graphique 6 : Biomasse microbienne en fonction du pourcentage de limons.....	61
Graphique 7 : Biomasse microbienne en fonction du pourcentage de carbone organique.....	61
Graphique 8 : Matière organique labile en fonction du pourcentage de carbone organique.....	61

Liste des cartes :

Carte 1 : Les parcelles de la Motte : morphologie, cultures 2003 et superficies.....	11
Carte 2 : Emplacement des différentes mesures réalisées à la Motte en 2003.....	49

Liste des photos :

Photos 1, 2 et 3 : Mesure de la résistivité. Géocarta, 2 mai 2003.....	46
--	----

Conclusion

Le travail qui a été réalisé pour ce mémoire a eu comme principal objectif de proposer une méthode innovante concernant la caractérisation de la fertilité des sols. Bien que cette notion soit reconnue par un large public, il est étonnant de constater le peu de connaissances que nous avons finalement de cette composante essentielle de l'agronomie.

Le travail effectué sur le dispositif de la Motte a permis de faire un « point zéro » caractérisant l'état actuel de fertilité des sols, ainsi que l'élaboration d'une méthode de suivi de la fertilité dans le temps. L'évolution de cet état sera jugée dans l'avenir. Nous avons décrit leur fonctionnement général et nous avons distingué quatre classes de sols, dont il sera intéressant de suivre l'évolution de la fertilité selon la méthode proposée. Nous pouvons également tirer un certain nombre d'enseignements sur les indicateurs utilisés : les analyses physico-chimiques seront poursuivies, mais il serait pertinent de réorienter leur interprétation dans le contexte de l'agriculture biologique. La pertinence de certains des indicateurs choisis, notamment biologiques, devra être évaluée dans l'avenir et nous donnera un certain nombre d'éléments pour juger de l'intérêt de la diffusion de leur utilisation à plus grande échelle. Les renseignements apportés par ceux-ci sont plus ou moins simples à interpréter. La biomasse microbienne peut relativement bien s'expliquer. En revanche, un certain nombre d'interrogations telles que l'absence de corrélation entre matière organique labile et matière organique facilement dégradable poussera probablement à effectuer un tri dans le choix des méthodes employées. Certains indicateurs seront conservés, d'autres non. Le recul et la présence d'une autre campagne de mesure permettront d'y voir plus clair. La méthodologie employée pour effectuer la cartographie, à savoir la mesure de résistivité, est une méthode innovante qui ne peut à l'heure actuelle pas se voir appliquée directement chez l'agriculteur en raison de son coût et de sa difficulté d'interprétation.

La mise en place d'un dispositif longue durée est bien justifiée par les éléments cités précédemment : une telle méthodologie semble n'être réservée qu'à ce type de dispositif en raison de la lente évolution de la majorité des composants de l'écosystème sol.

La sensibilisation des agriculteurs à la notion de fertilité constitue également une motivation du dispositif. Ces derniers, bien qu'étant les premiers confrontés à cette notion, n'en ont en effet bien souvent qu'une vision restreinte. Elle se limite généralement à la capacité de production d'un sol, donc au rendement, alors que dans la notion de fertilité, on se doit d'inclure également la capacité d'un sol à garder ses qualités dans le temps. Le travail effectué peut donc les amener à élargir cette vision en leur montrant les multiples interactions qui existent entre les nombreuses composantes du sol et cette fertilité. Il est en particulier important de reconsidérer à sa juste valeur la dimension biologique, longtemps mise de côté.

Dans l'avenir, ce travail de recherche ne sera réellement valorisé que si un transfert s'effectue de l'expérimentation au conseil. Si la durabilité du système proposé est avérée, il ne pourra cependant pas servir de modèle au sens strict. La réalisation de tout système agricole s'y référant devra en effet être faite en adaptant les règles de décisions aux contextes pédo-climatiques locaux.

Tous les efforts qui ont été réalisés jusqu'à présent impliquent de continuer à faire un suivi rigoureux des indicateurs sélectionnés dans les années à venir. Ce travail ne pourra en effet être réellement valorisé que si l'effort est poursuivi, à l'image de l'essai DOC en Suisse. Les propositions d'adaptation de règles de décision seront également importantes à prendre en considération si on souhaite rester dans la logique d'une adaptation évolutive de celles-ci.

Annexes

CONCLUSION	24
------------------	----

REMARQUE :

Les annexes présentées sont assez nombreuses. Cela se justifie dans la mesure où il y est présenté un certain nombre de résultats qui pourront être utiles aux personnes qui poursuivront l'étude de ce dispositif. D'autre part, un document indépendant du mémoire rassemble la totalité des résultats (physico-chimiques, biologique, description des fosses...)

Annexe 2 : Prévisions culturales 2003-2004

Itinéraires techniques prévus pour la campagne 2003-2004 : (et en partie réalisés en cette fin d'année 2003)

Motte 1

Culture de l'année : blé Caphorn ; Précédent : luzerne

Déchaumage (3, 9, 13 - X), labour (28 - X), semis 175 kg/ha (28 - X), herse étrille (mars-avril)

Motte 2

Culture de l'année : luzerne ; Précédent : luzerne

Broyage (mars)

Motte 3

Culture de l'année : luzerne ; Précédent : triticales

Déchaumage (28 - VII, 22 - VIII), labour (mars), roulage et semis 25 kg/ha (mars)

Motte 4

Culture de l'année : blé ; Précédent : mélange pois orge

Déchaumage (28 - VII, 22 - VIII, 20 - X), labour (30 - X), semis Saturnus 160 kg/ha (30 - X), herse étrille (mars-avril), semis luzerne sous couvert 25 kg/ha (avril)

Motte 5

Culture de l'année : mélange pois/orge ; Précédent : triticales

Déchaumage (IX), labour (février), semis orge 50 kg/ha et pois 150 kg/ha (février)

Motte 6

Culture de l'année : blé ; Précédent : féverole

Déchaumage (IX), labour (26, 27, 28 - X), semis Renan 190kg/ha (26 - X)

Motte 7

Culture de l'année : féverole ; Précédent : triticales

Déchaumage (22 - VIII), semis seigle/sarrasin en engrais vert 110 kg/ha et 30 kg/ha (08 - IX), déchaumage (15 - X), labour (février), semis féverole Divine 220 kg/ha (février)

Motte 8

Culture de l'année : seigle ; Précédent : triticales

Déchaumage (01, 22 - VIII, 15 - X), labour (27 - X), semis seigle 120 kg/ha (27 - X, 14 - XI)

Annexe 3 : Evolution possible du dispositif de La Motte 3 pistes de réflexion

Voici trois orientations possibles pour le dispositif de La Motte :

- 1/ Les parcelles 7 et 8 étant pour partie assez différentes des 6 premières, il est envisageable de ne suivre que les parcelles 1 à 6. On pourrait alors également envisager d'allonger la rotation en passant de 8 ans à 12 ans par exemple en coupant les parcelles en deux dans le sens de la longueur.
- 2 & 3/ Conservation des 8 parcelles : avoir des sols un peu différents peut justement montrer que la rotation choisie peut avoir les mêmes conséquences (ou pas) dans des conditions pédologiques relativement distinctes. En coupant les parcelles en deux dans le sens de la longueur, on peut donc aussi proposer :
 - 2/ travail du sol différent, une moitié labourée, l'autre soit non labourée, soit labourée superficiellement (dans ce dernier cas, se pose le problème de la taille inadaptée des charrues disponibles) ;
 - 3/ essai de matière organique : sur une des deux moitiés, épandre du compost : il se pose alors l'opportunité ou pas de fabriquer ce compost avec le fumier ou les déchets verts disponibles sur la ferme.
Cependant, cet apport externe n'est pas vraiment prévu dans le dispositif voué à une forte autonomie en matière d'intrants.

Les apports maximum tolérables / ha sont dans l'équivalence à 0,3 UGB / ha et de préférence d'origine végétale. Ceci limite en fait à :

- *des petites doses de déchets verts (plutôt sous forme jeune pour « nourrir » l'activité du sol, ou à*
- *des apports exceptionnels en vinasses, fientes, farine de plumes sur les couples sol-culture le nécessitant et pouvant le valoriser.*

Annexe 4 : Etablissement des cartes de résistivité

Etablissement des cartes de résistivité à 3 profondeurs (0,5 m – 1 m – 2 m) réalisées par Géocarta

Cette réalisation a été effectuée fin du printemps 2003, courant Mai, par l'entreprise Géocarta (issue du CNRS à partir des travaux de Michel DABAS) avec M. Jean-Marc VALET :

16, rue du sentier 75002 PARIS Tél. : 01 48 10 51 05 Fax : 01 48 10 51 06 E-mail : jmv&geocarta.net

La carte de la parcelle La Motte a été établie en 4h + 1h d'installation et de rangement du matériel ; le Quad roulant à 10 km/h avec une mesure tous les 20 cm et un écartement entre lignes de 12 m, et 6 m dans les deux dernières parcelles plus hétérogènes : le suivi des positions s'effectue par GPS, et le déclenchement des enregistrements par sonde radar par rapport à la vitesse d'avancement.

Cette technologie analytique fut d'abord mise au point pour les recherches archéologiques, puis mise à disposition de l'agronomie et l'environnement pour établir entre autres des cartes de profondeur (RU), et avec l'appui de pédologues de cartes pédologiques et agronomiques.

Il s'agit donc bien de relever des cartes de la résistance du sol au passage d'un courant (tension de 12 V et intensité notée en mA) variant selon la présence d'eau dans le sol et de sa facilité à circuler +/- librement dans le sol : les facteurs de variation sont les matériaux constituant le sol, les fissures (micro et macro), les lissages, les compactages, la MO, ... Quatre cartes de bases sont produites : celle des altitudes (peu précise car à 1 ou 2 m près : localise mal une lentille ou une petite cuvette de 1 m, pourtant très visible sur le terrain) et celles des résistances aux trois profondeurs.

Jean-Marc VALET a présenté cette méthode d'enregistrement de ces résistances sur Power Point (fichier pwt de 6,356 Mo) répondant à de nombreuses questions, en particulier celles touchant à la fiabilité, la régularité et la précision des mesures.

Intérêt

Les algorithmes de calculs ne sont pas verrouillés et permettent de jouer avec pour faire apparaître les contours les plus opportuns pour chaque profondeur, la carte finale étant issue

de la superposition des trois cartes de profondeur retenues. C'est donc à l'opérateur de réduire le nombre de classes finales en fonction de sa problématique, c'est à dire celle de l'agriculteur en lien avec le pédologue et le conseiller local.

⇒ *Il s'agit d'un outil ouvert qui n'a pas de signification en lui-même, mis à la disposition des autres domaines de compétences pour trouver sa signification et dont l'intérêt est d'être d'une précision difficile à atteindre en prospection normale (même avec un sondage tous les 50 m).*

Il faut une bonne expérience de terrain pour extrapoler les profondeurs et les couches à partir d'un profil pour 4-5 ha comme les conseillers le font actuellement.

Cette carte étudiée et traduite par le pédologue, le conseiller de terrain doit lui permettre justement de déterminer le nombre et les emplacements des sondages et profils pédo-cultureux les plus opportuns à effectuer pour caractériser les sols de la cartes en fonction des objectifs poursuivis ; cela réalise de fait un support informatique à la future carte (gain de temps) compatible avec le SIG.

Pour mémoire une carte pédologique établie pour une exploitation viticole sur la base de 8 sondages / ha (1 sondage tous les 36 m) nécessite 1 mois de travail et 750 €/ha ; la carte de résistivité établie sur la base d'un passage par entre rang (si largeur d'un Quad, ou avant plantation sur le futur rang) à 2 km/h en vigne coûte environ 75 €/ha permettant de s'adapter à chaque zone pour la plantation.

En grandes cultures, à 10 km/h, cela va 3-4 fois plus vite (il y a des temps incompressibles), le coût final étant légèrement moindre : possibilité de louer l'appareil et de former quelqu'un pour le conduire.

Monter derrière le conducteur permet d'observer sur le cadran de contrôle à la fois les courbes de résistances au passage du courant en temps réel et lieu réel, et le sol et la végétation où le Quad passe, en notant des corrélations très intéressantes y compris ce qui n'est pas visible de la surface (ce que nous ne pouvons pas voir en profondeur).

L'application de cette technique s'est effectuée courant mai 2003 pendant lequel le sol n'a jamais vraiment été sec sauf en surface (5-10 cm maxi). Les résultats sont donc exploitables (en sol sec le courant électrique passe très mal et les mesures sont faussées).

M. Jean-Marc VALET a indiqué que même en sol sec, les discontinuités apparaissent toujours et la carte a un sens car les différences demeurent ; seules les valeurs absolues changent et des corrections sont alors à apporter si l'on effectue les relevés en plusieurs fois avec des conditions très différentes à chaque fois (sec, ressuyé, détrempe).

Dans la présentation de Jean-Marc VALET, il apparaît qu'un certain nombre d'organismes travaillent en partenariat pour exploiter ces données ; en particulier la CA IdF dans l'exploitation de Jean FUMERY suivi par Benoît BROHAN (CA IdF).

En Seine et Marne, le suivi des exploitations de Mrs CAPOEN et JP. HUYGHES montre qu'il est très difficile de relier directement les cartes de rendements aux cartes d'analyses classiques en particulier pour les éléments P-K-Mg.

Chez ceux qui ont réalisé en plus cette carte de résistance au passage du courant, la corrélation avec les cartes de rendement est généralement forte, mais nécessite toujours l'apport du pédologue pour des zones particulières ; et les aspects fertilisation P-K-Mg s'expliquent mieux dans ce contexte pédologique.

Annexe 5 : Priorité de gestion des sols

PRIORITES DE GESTION DES SOLS

Parcelle : La MOTTE Ferme de la Bergerie

Selon l'approche agro-pédologique du Réseau BRDA-Hérody

Sols bruns à dégradés (11 fosses M12-M13-M22-M32-M41-M51-M52-M61-M73-M81-M83) de types limon moyen à limon argileux (Jamagne) avec des argiles de bonnes qualité, des limons grossiers généralement au double des limons fins (sauf une fosse : x 1,5 M13) et un peu de sable (6 fosses à 11 %) ; non drainés ; justes calciques (7 fosses) ou en voie de désaturation (4 fosses : M51-M52-M61-M73) ; généralement pourvus en fer (plus de 80 % des besoins : 7 fosses), sauf les parcelles topographiquement plus bas (45% à 63% de saturation en fer : 4 fosses M61-M73-M81-M83) ; à humus actif (MOF : 17-22%), généralement équilibré en matières organiques ou légèrement déficitaire ou légèrement excédentaire à excédentaire (pour ce dernier cas : 3 fosses en limons légers et ressuyage moyen à lent M13-M41-M52, voire M12 et M61), la matière organique s'accumulant un peu à franchement (M52), selon l'influence de : coefficient de fixation, profondeur, porosité, topographie (donc le ressuyage), saturation en bases et en fer, fragilité du sol, travail du sol.

Ces sols plus ou moins fragiles non drainés présentent une bonne porosité de profondeur (parfois insuffisante pour éviter une hydromorphie hivernale suivi d'un ressuyage moins rapide) permettant dès l'arrêt des pluies hivernales d'amorcer une reprise d'activité bonne à moyenne :

pendant une attention particulière doit être portée au travail du sol pour ne plus fragiliser la structure (Γ 20% - Δ_0 30% - Φ, Δ, Δ^+ 50%) ; les apports de composts ou/et d'engrais organiques, plus ou moins nécessaires selon les fosses et les cultures, ne seront pleinement valorisés que par un travail du sol n'affinant pas trop le sol (Δ_0), et en évitant les trop mauvaises conditions ($\Delta - \Delta^+$)

Les priorités sont les suivantes :

1 - Assainissement :

- **naturellement bon** (voire trop en M83 : sol trop court, faible RU = 65 mm !),
- **à ne pas contrarier par un travail du sol** trop fin ou/et en mauvaises conditions.

2 - Recharger en fer : pas d'apports

La plupart des situations sont généralement pourvues en fer (plus de 80 % des besoins : 7 M12-M13-M22-M32-M41-M51-M52) et ne nécessitent pas d'apports ;

les parcelles topographiquement les plus basses en sont moins pourvues (45% à 63% de saturation en fer : 4 M61-M73-M81-M83) et pourraient éventuellement recevoir des scories phosphoriques (en dérogation en Bio : voir accord organisme certificateur au vu de ce diagnostic) à raison de 1 T/ha en 0-6-0 pulvérulent ou 500 Kg/ha en 0-12-0 compacté, à effectuer si possible chaque année, à l'automne (en septembre, pas en novembre).

Ce produit est intéressant car il apporte également Calcium et phosphore dont ont besoin les parcelles (Ca) et les cultures (P), soit pour les doses de scories conseillées : 100 Unités CaO /ha et 60 Unités P₂O₅ /ha.

Ce produit est actuellement trop rare et trop cher sur le marché pour être apporté ici (à revoir dans 10 ans)

3 - Chauler régulièrement :

Épandre, si possible annuellement, 300 à 800 Kg/ha de produit fin (tamis de 300) à 45-50 % de CaO, doses que l'on peut ramener à 2 doses simples de 700 Kg/ha (sols en voie de désaturation et limons argileux) et 400 Kg/ha (sur les autres), quoique 500 Kg/ha partout puissent aller, à réserver en priorité aux sols en voie de désaturation (M51-M52-M61-M73).

En produit plus grossier, épandre tous les 4 ans, l'une des 2 doses simples 1,5 T/ha et 2,5 T/ha.

4 - Soutenir à améliorer l'activité du sol et compenser les pertes ou les blocages en Matières Organiques :

L'activité du sol étant plutôt assez bonne une fois le ressuyage de printemps effectué, la priorité est au soutien et à l'amélioration de la vie microbienne sur le reste de l'année et à la fixation de carbone sous forme plus active dans le sol par :

a - le choix de **cultures** (donc de rotation) permettant une meilleure production de matières organiques (racines et parties aériennes) restituées au sol : prairies, luzerne 4 ans, ... + engrais verts : ici luzerne de 2 ans ;

b - le **travail du sol** évitant le matraquage, respectant la porosité et la continuité des horizons du sol (pas de matières organiques ni de lissage en fond de raie de labour, ni d'affinement excessif - voir travail du sol-), permettant ainsi l'évolution des matières organiques, à commencer par les résidus de récolte, engrais verts; ...

c - la gestion des **matières organiques** apportées adaptées au type de sol de La Motte (pédologiquement neutres à légèrement acides). Les critères de décision d'apport ou

de non apport de matières organiques (amendements ou engrais) sont basés sur la probabilité d'un déficit plus ou moins important en humus vrai, l'hydromorphie de la situation et son niveau d'activité ; une hiérarchisation de priorité entre les situations est présentée dans le tableau récapitulatif des conseils ; une fois décidé d'apporter des MO, en particulier des composts (fumiers de ferme et/ou de déchets verts) suivre les recommandations suivantes :

- jamais de résineux dans les épandages (frais ou compostés) ou pas plus de 5%,
- pas plus de 10% de formes ligneuses (bois : baliveaux broyés de plus de 4-6 cm de diamètre) dans le compost, voire 20% si apport d'ammoniaque (exemple : lisier, purin) ;
- épandre les composts les plus ligneux (ou avec un peu de résineux) sur les situations les plus actives, et les moins ligneux (et sans résineux) sur les situations à tendance un peu hydromorphe,
- épandre les formes mûres de compost sur les situations les plus actives et les composts jeunes sur les situations à tendance un peu hydromorphe : voir priorités dans le tableau récapitulatif des conseils,
- épandre les composts jeunes (2-4 mois) en août - début septembre (pas fin septembre et ni octobre) ; ou au printemps pour des cultures à semis tardifs, voire du fumier frais : quantités voir tableau ci-contre,
- épandre les composts mûrs (5-6 mois) fin septembre et octobre) : voir quantités dans le tableau récapitulatif des conseils en quatrième page,
- possibilité d'engrais verts pour nourrir les micro-organismes du sol,
- épandage de matières organiques azotées au printemps pour relancer l'activité du sol : lisier, purins, guano, vinasses, farine de plume, sang séché, ... en particulier sur les situations à tendance hydromorphe (M13-M41-M51-M52-M61), voir priorité de relance de l'activité dans le tableau récapitulatif des conseils,
- apports réguliers et fréquents (compost tous les ans, sinon au moins 2 années sur 3, le solde en lisier, vinasse...) pour rendre optimale la libération des éléments fertilisants (exemple de l'azote : coefficient x3).

⇒ *La détermination du niveau déficitaire ou excédentaire de l'humus stable attaché ou attachable aux argiles et limons très fins est calculée à 0,5 % près : cela implique que, dans le tableau de conseil, seuls les sols prioritaires en compost correspondent à des situations déficitaires ; les autres niveaux, moins prioritaires, correspondent à des situations proches de l'équilibre à légèrement déficitaires.*

Voir ci-après le tableau des conseils de gestion des sols de La Motte dont les apports de MO.

A partir de la décision d'apporter du compost, la dose conseillée n'est pas la dose maximale permise par la capacité de fixation du sol (CF), mais une dose inférieure, ceci selon la capacité du sol à l'utiliser, donc selon le type d'activité du sol : en particulier l'hydromorphie hivernale qui favorise l'accumulation des matières organiques sous formes irréversibles (Ni-Ni). Les doses sont alors réduites de 20 à 50% selon la situation.

⇒ *un bon choix des cultures et un travail du sol adapté devraient pouvoir couvrir tout ou partie des besoins des situation en matières organiques actives nécessaires aux sols ; comme le changement de cultures n'est sans doute pas possible vu le protocole expérimental de La Motte orienté céréaliculture et non élevage, des apports de composts pourraient être éventuellement envisagés à la dose unique de 10 T/ha d'un compost plutôt moyen (en âge 4 mois) pour ne pas perturber les interprétations ultérieure, et ceci dans un dispositif complémentaire coupant les parcelles en deux en longueur : 50% sans et 50% avec apports de MO.*

La priorité reste le travail du sol.

5 - Travail du sol : Sol fragile à ne pas trop affiner (voir recommandations de travail en sols fragiles ²)

- . moissonneuse-batteuse avec broyeur et éparpilleur de pailles-menus pailles pour la régularité de répartition,
- . déchaumage superficiel : *vérifier que le matériel actuel le permet,*
- . pas de labour couché ni trop rapide, ni de matières organiques en fond de raie ; labour en billon ; *voir charrue,*
- . reprise en bonnes conditions : n'est possible que si l'eau peut s'infiltrer normalement *sans semelles de fond de labour ou horizons tassés ou sols battus, ...*

6 - Fertilisation :

Selon les analyses BRDA-Hérody, la réserve des sols des parcelles en éléments fertilisants est :

- . moyenne à riche en Phosphore, sauf pour les situations M61-M73 pauvres,
- . moyenne en potasse et en magnésium,

Selon les analyses agronomiques SAS, le niveau de richesse en éléments fertilisants facilement disponibles est :

- . moyen à riche en phosphore, sauf pour la situation M73 pauvre,
- . moyenne à riche en potasse et en magnésium,

La disponibilité des éléments dans ces sols assez actifs (à légère tendance hydromorphes l'hiver) serait :

² Voir extrait du document de travail GAB IdF - CA77 : « Travail du sol », tiré à part non joint à cette synthèse.

. la fin du tableau général récapitulatif des analyses (en annexe 6) indique les quantités d'éléments libérés annuellement par type de sol - BRDA-Hérody - compte tenu de la bonne activité de ces sols (que ce soit en valeurs absolue ou en durée) et moyennées ci-dessous (ligne "Sols", 2° tableau) ;

. la fin du tableau général récapitulatif des analyses (en annexe 6) indique le niveau de richesse - SAS – par type de sol, donnant une modulation à intégrer au même titre que les indications de porosité et de ressuyage ainsi que les cultures en place (effet en général positif des prairies, de la luzerne).

Les quantités de composts conseillées, voire de lisier, apportent en éléments fertilisants libérés dans l'année, si les apports sont réguliers et fréquents (annuels) :

En Unités / ha	Quantité épanchée	N (ex. : blé)	P2O5	K2O	MgO	CaO
Compost bovins 1T = 2T fumier	10T/ha	47	68	110	34	75
	20 T/ha	94 .	136 .	220 .	68 .	150 .
Lisier bovins	8 m3/ha	20	19	44	9	28
	15 m3/ha	41 .	36 .	82 .	17 .	52 .

qui ajoutés aux éléments libérés annuellement (voir tableau général récapitulatif des conseils en annexe 6) donnent les disponibilités suivantes :

En Unités / ha.an	Quantité épanchée	P2O5	K2O	MgO
Sols (éléments libérés U/ha.an)	-	15 à 60	25 à 80	15 à 30
2/3 Compost bovins + 1/3 Lisier bovins	Dose simple	52	88	26
	Dose double	103 .	174 .	51 .
Sol + apports Niveaux minima sols	Dose simple	67	113	41
	Dose double	118 .	199 .	66 .
Sol + apports Niveaux maxima sols	Dose simple	112	168	56
	Dose double	163 .	254 .	81 .

La dose simple en apport couvre déjà en moyenne les besoins des cultures envisagées en bio à leur niveau de rendements prévisibles (50% du classique).

La modulation par parcelle entre dose simple et dose double s'effectue sur les critères de richesse/disponibilité des éléments fertilisants du sol de la parcelle, de l'exigence de la culture en tel ou tel éléments (azote pour les cultures non légumineuses, potasse pour la luzerne, la pomme de terre, la betterave), limité par la dose d'épandage conseillée vis à vis des besoins des sols.

Pour la luzerne un complément en potasse peut être envisagé sur la culture en Patenkali (voir accord organisme certificateur) ou avant la culture sur les céréales (blé, triticale) en vinasses.

⇒ *Il s'agit là de conseils correspondant aux différents types de sols de La Motte dont l'usage n'est pas à priori requis dans le dispositif lui-même voué à l'autonomie. Cependant il peut être envisagé de couper les parcelles en deux dans le sens de la longueur pour effectuer des épandages réguliers sur 50% de la surface de chaque parcelle et comparer les effets sur le long terme.*

Synthèse des Conseil (données générales) :

voir tableau simplifié ci-après

Tableaux récapitulatifs des observations et des conseils (données quantitatives) :

voir résultats d'analyses pédologiques et agronomiques en annexe 6

Tableau des conseils de gestion des sols de la Motte

Type de sol	Lien en fer pourvu à :	Lien en calcium Produit à 45 - 50 % de CaO		Priorités en		Dose de compost à apporter à l'automne	Type de compost et date d'apport
		Tamis 300, produit fin rapidement actif	Produit grossier à action progressive	Relance d'activité (en particulier au printemps)	Besoin en compost		
11	80 à 100 % Pas d'apport	0.4 à 0.7 T/ha selon les zones	1.5 à 2.5 T/ha selon les zones	ZTBH* : Sols les plus prioritaires. Ne pas affiner et travail du sol à réaliser en très bonnes conditions	ZTBH* : <i>Prioritaire en compost.</i> Ne pas affiner la terre, ni enfouir les MO en fond de raie	ZTBH* : 8 T/ha + 2 à 3 T/ha de fientes de poule ou de vinasse au printemps	ZTBH* : jeune (août)
				Sol assez fragile, ne pas trop affiner et travail du sol à réaliser en bonnes conditions	<i>Faibles besoins en compost</i>		
21	60 % Pas d'apport	0.7 T/ha	2.5 T/ha	Sols les moins prioritaires. Acceptent un travail énergique du sol, mais à réaliser en bonnes conditions	Peu urgent	20T/ha	Moyennement mûr voire jeune (fin août, début sept)
41	50 % Limite, mais pas d'apport	0.6 T/ha	2.5 T/ha		<i>Prioritaire en compost.</i> A enfouir en bonnes conditions		
43	45 % Limite, mais pas d'apport						

* ZTBH en sol 11 = Zones Très Battantes et Hydromorphes ; zones les plus froides et les plus prioritaires en relance d'activité.

La relance d'activité se fait dans ces types de sols froids par le respect de la structure du sol et par l'apport d'Engrais Organiques au printemps ou/et de compost jeune et peu ligneux à l'automne, voire l'utilisation d'Engrais Vert.

Annexe 6 : Résultats d'analyses pédologiques et agronomiques

Parcelle : La MOTTE - Ferme de la Bergerie

Voir ci-après les :

- **tableau récapitulatif des observations**
- **tableau récapitulatif des Analyses BRDA – Hérody**
- **tableau récapitulatif des Analyses SAS**
- **tableau récapitulatif détaillé des Conseils**