

Alter Agri

Bimestriel des Agricultures Alternatives

n° 63

Qui fait quoi en arboriculture biologique ?

Semences & Plants

- La sélection sanitaire de plants biologiques de pomme de terre

Qualité

- La morphographie

Grandes Cultures

Agriculture biologique et production de blé tendre : une vigilance à l'égard de la carie

Élevage

- Systèmes laitiers biologiques toujours aussi performants !
- 3^e Journée Technique du Pôle Scientifique AB Massif Central

Maraîchage

Lutte contre le mildiou en culture biologique de tomate de plein champ

Agronomie

- Comment mesurer la fertilité d'un sol bio ?
- Méthode de diagnostic de la fertilité du sol
- L'approche "Hérody-BRDA" et l'approche classique

**Index Alter Agri
2003**



Institut Technique de l'Agriculture Biologique
janvier/février 2004 Prix: 10 €



Sommaire

Revue de l'Institut Technique de
l'Agriculture Biologique (ITAB)

Directeur de Publication

Matthieu Calame (Président ITAB)

Rédacteur en chef

Laurence Fontaine

Chargée de rédaction

Claire Minost - Krotoum Konaté

Comité de rédaction

Matthieu Calame

François Delmond

Laurence Fontaine

Jacques Frings

Claire Minost

Marc Trouilloud

Comité de lecture

• Élevage

Hervé Laplace (CFPPA42)

Jean-Marie Morin (FORMABIO)

Jérôme Pavie (Institut de l'Élevage)

• Fruits et légumes

Cyril Bertrand (GRAB)

Jérôme Laville (Ctifl)

• Grandes Cultures

Bertrand Chareyron (CA Drôme)

Philippe Viaux (ARVALIS -

Institut du Végétal)

• Viticulture

Denis Caboulet (ITV)

Marc Chovelon (GRAB)

• Agronomie/Systèmes

Blaise Leclerc (ITAB)

Alain Mouchart (ACTA)

• Qualité

Bruno Taupier-Letage (ITAB)

Rédaction/Administration

Promotion/Coordination

ITAB - 149, rue de Bercy

75595 PARIS CEDEX 12

Tél.: 0140045064 - Fax: 0140045066

Abonnement: Interconnexion

2 bis, route de Lacourtenours - BP 78 bis

31 152 FENOUILLET CEDEX

Publicité

Claire Minost - Krotoum Konaté

149, rue de Bercy

75595 PARIS CEDEX 12

Tél.: 0140045063 - Fax: 0140045066

krotoum.konate@itab.asso.fr

www.itab.asso.fr

Dessins de la revue: Philippe Leclerc

Réalisation: Flashmen - 05 000 GAP

Tél : 04 92 52 47 49

Impression : Louis Jean - GAP

Dépot légal : 000 - novembre 2003

Commission paritaire : 74 034

ISSN : 1 240-363

Imprimé sur papier 100 % recyclé

Édito p 3

Grandes Cultures

Agriculture biologique et production de blé tendre : p 4
une vigilance à l'égard de la carie (*Tilletia caries*)

Par Bernard Seguin (Arvalis - Institut du végétal)

Élevage p 6

Systèmes laitiers biologiques toujours aussi performants !

Par Jérôme Pavie (Institut de l'Élevage)

Arboriculture p 9

Qui fait quoi en expérimentation-recherche
en arboriculture biologique en 2003 ?

Par Claire Minost (ITAB) et Jérôme Laville (Ctifl)

Maraîchage p 13

Lutte contre le mildiou en culture biologique de tomate de plein champ.

Recherche d'alternatives au cuivre

Par Jérôme Lambion (GRAB) et Jérôme Bezert (SONITO)

Agronomie

Comment mesurer la fertilité d'un sol bio ? p 16

Contribution d'un dispositif expérimental

Par Stanislas Lubac, Philippe Viaux (ARVALIS - Institut du végétal)

Méthode de diagnostic de la fertilité du sol p 19

Par Hélène Védie (GRAB)

L'approche "Hérody-BRDA" et l'approche classique. p 22

Par Guénola Perès, Daniel Cluzeau (Université Rennes I)

Semences et Plants p 25

La sélection sanitaire de plants biologiques de pomme de terre :

exemple de démarche participative Par Fabrice Tréboirel (Aval-douar Beo)

Qualité p 27

La morphographie Par Jean-Pascal Mure

Élevage p 29

3^e Journée Technique du Pôle Scientifique AB :

les productions fourragères biologiques dans le Massif Central

Par Julie Grenier (Pôle bio Massif Central)

Index Alter Agri 2003 p 32

Les textes publiés dans ALTER AGRI sont sous la responsabilité de leurs auteurs.

ALTER AGRI facilite la circulation des informations techniques ce qui implique ni jugement de valeur,
ni promotion au bénéfice des signataires.



À propos de la fertilité du sol !

Quoi de plus simple apparemment que la fertilité d'un sol ! Pourtant ce concept est difficile à définir et de nombreux agronomes s'y sont cassés les dents !

Le niveau de fertilité dépend de paramètres pédologiques et climatiques, mais l'agriculteur, par son action, peut améliorer ou dégrader cette fertilité. Les chercheurs travaillent depuis plus d'un siècle pour trouver de bons indicateurs de fertilité. Ces travaux ont conduit à une utilisation assez généralisée de paramètres physico-chimiques : profondeurs de sol, texture, structure, analyse chimique, etc.

Cependant nous ressentons bien, et les agrobiologistes plus que d'autres, que ces méthodes classiques sont encore insuffisantes. Le statut de la matière organique d'un sol participe à la fertilité et pourtant il n'existe pas une méthode simple et reconnue pour l'évaluer. Il en est de même de l'activité biologique que l'on sait mal apprécier, et dont le rôle sur la croissance des plantes est en fin de compte mal connu.

Ce numéro d'Alter Agri consacre trois articles à la fertilité des sols. Il intéressera donc les agriculteurs et les techniciens qui s'interrogent sur ce sujet car les auteurs y comparent différentes méthodes d'approche. Les lecteurs constateront que certaines de ces méthodes sont encore du domaine de la recherche ou ont besoin de faire leur preuve, mais que d'autres sont en cours de généralisation sur le terrain. Tous ces travaux devraient aider à proposer rapidement de nouveaux indicateurs de fertilité faciles à utiliser, compréhensibles, et reflétant mieux une réalité de terrain. Ces indicateurs devraient permettre de prendre de bonnes décisions pour améliorer la fertilité des sols, en particulier en agrobiologie. Et ils devraient aussi permettre d'anticiper des évolutions de fertilité car la dégradation des sols est un phénomène insidieux plus répandu qu'on le croit généralement.

Philippe Viaux ARVALIS - Institut du Végétal - Commission Grandes Cultures - ITAB

L'équipe ITAB vous souhaite une très bonne et heureuse année 2004 et vous remercie pour votre soutien et l'intérêt que vous portez aux travaux de notre institut.



Agriculture biologique et production de blé tendre : une vigilance à l'égard de la carie (*Tilletia caries*)

Par Bernard Seguin (Arvalis Institut du végétal)

*En agriculture biologique comme en agriculture conventionnelle, la production de blé tendre nécessite un contrôle total de la carie commune (*Tilletia caries*). En effet, cette maladie peut avoir de lourdes conséquences sur la qualité de la récolte, sur l'état sanitaire des parcelles de l'exploitation, et même sur leur environnement. Les récoltes cariées sont inutilisables pour la semence, et refusées par la meunerie en raison de l'odeur de poisson pourri que l'on peut retrouver dans les farines¹.*



©ARVALIS - Institut du végétal

La présence de cette maladie est difficilement quantifiable à l'échelon national, mais chaque année, des agriculteurs de régions différentes se manifestent pour faire part de cas isolés, et demander un appui technique pour lutter contre cette maladie. A titre d'exemple, un agriculteur biologique a perdu en 2002 toute sa production de petit épeautre en raison de la méconnaissance de ce risque.

La particularité de ce champignon est son fort pouvoir de contamination : un grain carié peut contenir jusqu'à 9 millions de spores. Au battage, les grains des épis cariés libèrent ces spores qui viennent contaminer les grains des épis sains et le sol qui a supporté cette récolte cariée. Les spores peuvent être aussi disséminées par le vent sur plusieurs centaines de mètres, et être aussi à l'origine de la pollution des parcelles voisines. Il est bon de souligner aussi que les moissonneuses batteuses, en passant d'une parcelle contaminée à une parcelle saine, peuvent être à l'origine de la contamination de certaines parcelles. Les spores ainsi présentes, soit sur le grain au niveau de la brosse et du sillon, soit dans le sol, viendront, après avoir germé dans le sol, contaminer le coléoptile² du blé avant la levée. Une fois l'infection réalisée, le champignon progresse à l'intérieur des tissus de la plante pour ensuite contaminer l'ébauche de l'épi et plus particulièrement les fleurs dès leur formation, puis envahir l'ovaire pour enfin produire une masse de spores. Les autres organes de l'épi tels que les glumes, les glumelles et le rachis ne sont pas atteints. Au stade 2 feuilles, le blé devient résis-

tant, le mycélium ne peut plus pénétrer la plantule dont les parois sont trop épaisses. La durée de vie des spores présentes dans le sol peut s'étaler sur plusieurs années, ce qui rend difficile en la lutte contre ce champignon particulièrement en agriculture biologique.

Les symptômes observés en culture

L'observation de la maladie se fait à l'épiaison. Une plante infectée est en général plus courte qu'une plante saine, les épis et les tiges sont de couleur glauque (bleuté). Sur les épis, les glumes et les glumelles s'écartent pour laisser apparaître des grains de forme ovoïde et de couleur verdâtre. Ces grains malades ont la particularité de présenter une ébauche de sillon sur leur face dorsale. Si l'on exerce une pression sur ces grains entre les doigts, il s'en dégage une masse noire pulvérulente constituée de spores. A maturité, les épis contaminés présentent un aspect "ébouffé". Ce sont ces graines de forme sphérique qui s'écrasent au battage libérant ainsi les spores

¹ R.Champion Geves - INRA

² Le coléoptile est un étui qui protège l'apex caulinaire et les jeunes feuilles.

qui contamineront les grains des épis sains, ainsi que le sol.

Une expérimentation réalisée par ARVALIS - Institut du végétal sur la campagne 2002/2003 a permis de mettre en évidence à partir du nombre d'épis cariés/m² dans une parcelle l'année N, le risque couru par l'agriculteur (en l'absence de traitement de semence) l'année suivante. La figure ci-contre fait apparaître qu'un très faible taux de contamination initial, par exemple 1% d'épis cariés/m², peut se traduire l'année suivante par un niveau d'attaque se situant à 61,8% d'épis cariés/m².

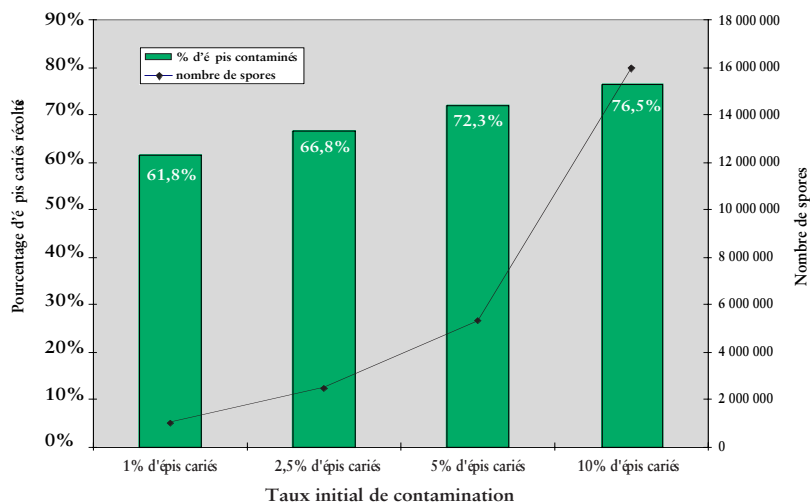
Une mesure du nombre de spores présentes par gramme de grains, initialement sains mais contaminés au battage par les grains malades, laisse apparaître un effectif de spores qui se situe entre environ 1 million et 16 millions de spores par gramme de grains...de quoi assurer la contamination de la culture suivante.



© ITAB

Pourcentage d'épis cariés

Incidence du taux de contamination des semences cariés sur le nombre d'épis cariés l'année suivante (blé tendre)



Les moyens de lutte contre la carie

Dans le cadre des moyens alternatifs de lutte contre la carie, plusieurs possibilités sont offertes à l'agriculteur biologique pour se prémunir contre ce risque : utiliser les résistances génétiques ou recourir au traitement de semences TILLECUR.

Blés tendres d'hiver SATURNUS :

barbu - riche en protéines

MOLDAU :

BPS - haut et rustique

Orges d'hiver

SILKE : 6 rangs - incassable

VIRAC : 2 rangs - rustique -

haute en paille

Triticale

ROTEGO : rustique et productif

N'oubliez pas de fortifier vos semences contre la carie avec le Tillecur.

Le Tillecur est également un répulsif corbeaux sur toutes semences.

BIO-SEMEST - 7, rue de l'Escout
51100 Reims

Tél. : +333 26 85 55 33

Fax : +333 26 85 48 25

www.semest.com • vdb@semest.com

Des études réalisées en 2001 par ARVALIS - Institut du végétal ont permis de mettre en évidence que certaines variétés de blé tendre sont tolérantes à la carie aussi bien en situation de sol contaminé que de semence contaminée. Parmi ces variétés, on peut citer les variétés CROUSTY, LEVIS, CAPET, RIALTO, (bulletin semences N°165 avril/mai 2002 ; reste le problème de l'adaptation de ces variétés à la conduite en agriculture biologique). En 2003, une autre liste variétale a fait l'objet d'essais réalisés en situation de sol contaminé naturellement (tableau 1), et artificiellement (tableau 2). Les résultats de ces essais nous autorisent à confirmer le très bon comportement de la variété CROUSTY. A l'inverse, les variétés APACHE, LONA, et ORACLE sont considérées comme sensibles.

Le traitement TILLECUR* utilisable

Tableau 1 : semence saine sur sol contaminé naturellement

Variété	% d'épis contaminés
CROUSTY	0
APACHE	0,92
LONA	1,95
ISENGRAIN	2,14
CAPHORN	2,61
ORACLE	3,53

Tableau 2 : semence saine sur sol contaminé artificiellement

Variété	% d'épis contaminés
CROUSTY	0,1
APACHE	11,1
LONA	14,4
CAPHORN	21,6
ISENGRAIN	27
ORACLE	32,8

*dose : 1,3 kg appliqué par quintal. Coût approximatif du TILLECUR : 16€ du quintal.

en traitement de semences a témoigné d'une efficacité de 96% vis-à-vis de la carie transmise par les semences (témoin 15% d'épis cariés). En situation de sol contaminé, l'efficacité de ce traitement est inférieure à 90%, et reste insuffisante pour permettre une éradication totale de la maladie.

Aujourd'hui, les options offertes à l'agriculteur biologique pour garantir la qualité de sa production sont :

- l'utilisation de semences saines, à condition que le sol soit non contaminé ;
- semer une variété tolérante, ce qui peut éviter le coût d'une analyse sanitaire ;
- en situation de sol contaminé, l'action conjuguée de l'utilisation d'une variété tolérante à la carie et de l'application du TILLECUR est actuellement le moyen de lutte le plus adapté pour l'agriculteur biologique qui souhaite se prémunir contre cette maladie. ■

Systemes laitiers biologiques toujours aussi performants !

Par Jérôme Pavie (Institut de l'Élevage)

Pour la seconde année consécutive, l'Institut de l'Élevage a valorisé au niveau national les résultats et observations des exploitations laitières biologiques suivies dans le cadre des Réseaux d'Élevage pour le Conseil et la Prospective. Pour la campagne 2001, 94 fermes ont pu être regroupées, toutes certifiées en agriculture biologique depuis plusieurs années. Les excellents résultats économiques observés sur la campagne précédente se confirment.

Les élevages de cette étude proviennent de 43 départements et de 16 régions administratives avec une forte prédominance du grand Ouest qui regroupe 51 % des exploitations sur trois régions : Bretagne, Pays de la Loire et Normandie. Cette répartition géographique, ajoutée au fait que ces exploitations sont choisies au départ pour la bonne cohérence de leur système, n'est pas sans conséquences sur les résultats moyens observés.

Les données correspondent à la campagne 2001, pour des exploitations certifiées en agriculture biologique. Les exploitations en conversion ont été écartées du traitement. Tous les élevages ont une conduite entièrement

biologique ainsi qu'une valorisation de leurs produits en circuits biologiques.

De grandes structures très spécialisées

Les exploitations laitières biologiques de l'échantillon se caractérisent par des structures supérieures à la ferme laitière française moyenne avec comme caractéristiques principales : 73 ha de SAU, 242000 l de quota, 75 UGB. La présence de salariés est fréquente (30 %) et le taux de formes sociétaires élevé (60%).

Ces exploitations modernisées et jeunes (l'âge moyen du chef d'exploitation est de 40 ans) ont également un degré de spécialisation laitière très élevé avec une quasi absence d'ateliers animaux complémentaires. La seule diversification observée est la présence de grandes cultures dont une partie est utilisée pour l'autoconsommation.

En matière de production laitière, la sous réalisation du quota reste une réalité pour un élevage sur deux (tableau 2). Les niveaux de production sont plus bas que ceux observés en agriculture conventionnelle, avec des systèmes fourragers plus marqués par l'herbe et un recours aux concentrés plus limité. En revanche, on peut être surpris de la bonne répartition des livraisons au cours de l'année et ce malgré une prédominance des vêlages d'automne (tableau 3).

Les éléments de qualité du lait, observés sur les critères classiques (numérations cellulaires, butyriques et germes) ne montrent pas de problèmes spécifiques à l'échelle de l'échantillon. Les élevages suivis présentent des situations sanitaires qui paraissent tout à fait maîtrisées. Les autres indicateurs (mortalité, reproduction), les prix de vente des produits (lait, animaux de boucherie) et les frais vétérinaires très bas (23€/VL) confortent les observations lors des visites d'une maîtrise globale satisfaisante.

La prédominance des systèmes "tout herbe"

Sur le plan alimentaire, l'herbe occupe une place prédominante. 60 % des exploitations ont un système fourrager "tout herbe" sans autre fourrage. La surface en herbe représente 95 % de la surface fourragère de l'échantillon, avec une prédominance de prairies temporaires (66 %). Sur ce dernier point, de fortes disparités s'expriment selon les régions. Le maïs ensilage est présent en petite quantité (< à 10 % de la SFP). Les autres fourrages (sorgho, betteraves, crucifères, etc.) sont rares. Malgré une certaine hétérogénéité dans les dimensions structurelles des exploitations constituant l'échantillon, on constate une grande homogénéité dans les modes de fonctionnement, tout particulièrement sur le plan des pratiques fourragères et culturales.

Glossaire

Ch.Op : Charge Opérationnelle

Ch.Op/Pb : Charge Opérationnelle/
Produit brut

EBE : Excédent brut d'exploitation

EBE hors MO : Excédent brut d'exploitation hors Main d'œuvre salariée

HAFF : Hors Amortissements
et Frais Financiers

SAU : Surface Agricole Utile

SFP : Surface Fourragère Principale

TB : Taux Butyrique

TP : Taux Protéinique

UGB : Unité Gros Bétail

UTH : Unité de Travail Humain

Tableau 1 : productions laitières moyennes des troupeaux

	Toutes races	Normande	Montbéliarde	Prim' Holstein
Lait brut (l/VL)	4960	4497	4933	5280
Lait à 70 % (l/ VL)	5180	4910	5009	5483
TB (g/l)	40,4	42	38,8	40,7
TP (g/l)	32,7	33,8	32,6	32,1

Tableau 2 : production laitière des exploitations

	Toutes races	Normande	Montbéliarde	Prim'holstein
Quota de prod° (l)	242 200	261 800	216 400	258 900
Lait vendu (l)	217 300	219 889	194 850	239 712
% sous réalisation	10,3 %	16 %	10 %	7,4 %
Prix du lait vendu laiterie (€/l)	0,395	0,404	0,385	0,393

Tableau 3 : répartition des livraisons laitières

1 ^{er} trimestre (A-M-J)	2 ^e trimestre (J-A-S)	3 ^e trimestre (O-N-D)	4 ^e trimestre (J-F-M)
27,6 %	22,3 %	22,5 %	25,7 %

Tableau 4 : critères de qualité du lait par race

	Moyenne	Montbéliarde	Normande	Prim' Holstein
Germes > 50 000	0,2	0,1	0,2	0,2
Cellules > à 250 000	3,7	2,3	4,4	4,4
Butyriques > à 1000	0,8	0,5	1	0,9

Les chargements se situent aux alentours de 1,1 UGB/ha de SFP pour les systèmes herbagers, et autour de 1,35 lorsque le maïs ensilage est présent.

Les troupeaux Montbéliards et Prim'holsteins en avance sur les Normands

Les questions concernant le choix racial sont récurrentes lors des conversions. Les résultats de la campagne 2001 ont donc donné lieu à une segmentation de l'échantillon et à une analyse comparée en sous groupes constitués à partir de la race dominante du troupeau laitier.

Ces groupes constitués ne présentent pas de différences notables sur les structures d'exploitations et les profils des éleveurs. Les élevages montbéliards et normands sont plus nettement localisés géographiquement.

La plus faible productivité laitière des vaches normandes se traduit par des troupeaux plus importants, un chargement plus élevé et une fréquence du maïs ensilage également plus élevée. Malgré tout, il semble que l'autonomie de ces élevages soit plus faible, ce qui les conduit à un niveau de sous réalisation du quota nettement supérieur aux autres groupes raciaux. La prairie serait-elle moins bien valorisée ?

Au niveau des performances animales,

on retrouve les hiérarchies connues en conventionnel (productivité, taux), mais avec des écarts moindres sur la production laitière par vache. En revanche, sur les critères de qualité du lait, Normande et Prim'holstein font jeu égal, alors que la montbéliarde se distingue favorablement, tout spécialement sur le plan cellulaire. Ce résultat confirme des observations précédentes (tableau 4).

Globalement, les efficacités technico-économiques des systèmes sont bonnes, les

EBE hors MO/PB dépassent les 40 % dans les trois sous-groupes.

En ce qui concerne le disponible et le résultat courant, les troupeaux Montbéliards et Prim'holsteins affichent de meilleurs résultats que les troupeaux normands, que ce soit à l'unité de main d'œuvre ou au litre de lait vendu. En effet, malgré un prix de vente du lait supérieur et une bonne maîtrise des charges opérationnelles, les troupeaux normands ne parviennent pas à compenser des charges de structure plus élevées. La moindre productivité des vaches laitières (et sans doute des surfaces en herbe) pénalise sensiblement l'efficacité des systèmes (effectifs de vaches plus importants, surfaces utilisées plus grandes, tension sur le système fourrager accrue et sous réalisation du quota plus forte, particulièrement en année fourragère défavorable).

Au final, la race Prim'holstein, souvent stigmatisée, semble bien tirer son épingle du jeu (tableau 5).

Cette "approche" par race doit être prise avec prudence. La race n'est qu'un élément du système qui se combine à d'autres facteurs (conditions de productions régionales, contraintes pédo-climatiques, etc...) plus structurants encore au plan économique.



Tableau 5 : résultats économiques des exploitations selon les races utilisées

	Normande	Montbéliarde	Prim'holstein
Produit brut total (€)	136433	130623	140572
% Charges op/PB	23,4	28,9	25,6
Charges de structure HAFF/PB (%)	36	31	33
% EBE hors MO/PB	41	40	44
EBE hors MO/litre vendu €/l (F/l)	0,256 (1,68)	0,268 (1,76)	0,259 (1,70)
Disponible/UTH familiale (€)	14576	18234	20999
Résultat courant (€)	24680	26792	32474
% Résultat courant/PB	18	21	23
Résultat courant/litre €/l (F/l)	0,113 (0,74)	0,139 (0,91)	0,137 (0,90)

Tableau 6 : principaux postes des charges opérationnelles (en €)

	2000	2001
Charges opérationnelles totales	33 592	35 148
Produit total	137 989	133 956
Ch.Op/PB	23,6 %	25,8 %
Ch.Op. animales/UGB	380,5	379,1
Charges de SFP/ha de SFP	65,1	73,2
Charges des cultures/ha de cultures	156	158

Une très bonne efficacité technico-économique

Comme l'année précédente, les résultats économiques sont excellents, construits sur la même recette : bonne valorisation des produits en circuits biologiques, et gestion économe de l'ensemble des postes de charges (moins de 26% de Charges opérationnelles/Produit brut).

La composition du produit marque la forte spécialisation laitière. Les aides et les produits des cultures se limitent respectivement à 10 % du produit. Il faut remarquer que le niveau des aides, qui inclut parfois des aides à la conversion, est tout à fait comparable à ce qui est observé en structures conventionnelles de même taille.

Les charges animales représentent la plus grande part des charges opérationnelles, les surfaces étant en système biologique très peu consommatrices d'intrants. On note d'ailleurs dans ces structures "élevage" que la part de cultures est sans influence sur le niveau des charges opérationnelles (comme les cultures sont très peu consommatrices d'intrants, quelles que soient leur importance en surfaces cultivées, leur impact sur le niveau des charges opérationnelles est faible)(tableau 6).

L'excédent brut d'exploitation hors

main d'œuvre salariée (EBE hors MO) dégagé est de 56 785 € soit 42 % du produit brut d'exploitation. Ce ratio exprime une bonne efficacité technico-économique des exploitations de l'échantillon avec cependant une baisse de 8 % en volume par rapport à l'année 2000. Ramené au litre de lait vendu, l'EBE hors MO est de 0,265€/l soit 1,74 F/l (1,92 F/l en 2000).

Sur le plan de la trésorerie, le disponible (pour prélèvements familiaux, salaires et charges sociales des salariés, et l'auto-financement) s'élève à 34014 €, soit 16961€ par UTH totale et 0,158 €/l.

Quant au revenu agricole, il s'établit en moyenne à 29 168 €, soit à 0,136 € par litre de lait vendu.

La baisse sensible des résultats économiques a pour principale explication une légère augmentation des charges opérationnelles, ainsi qu'une diminution du produit global de - 3 %.

En dépit d'un recul significatif par rapport à 2000, les performances économiques moyennes de l'échantillon sont bonnes, très nettement au dessus de ce qui est observé en agriculture conventionnelle.

Globalement, les exploitations de l'échantillon sont en bonne situation financière avec un taux d'endettement

de 40% pour un actif total de 259 100 € hors foncier.

En cas de transmission de l'outil, en se basant sur la valeur bilan de l'actif et dans le même contexte de performance (efficacité technico-économique, prix des produits biologiques), l'installation d'un couple pourrait s'envisager avec un minimum d'apport personnel et globalement ne poserait aucun problème de viabilité.

Les meilleurs sont les plus économes

Une étude complémentaire a été réalisée sur le quartile supérieur. Le sous-groupe est composé de 24 exploitations de toutes origines géographiques. Il a été isolé en sélectionnant le quart des exploitations de l'échantillon total après un tri sur la variable EBE hors MO salariée/PB. Cela permet d'isoler les exploitations les plus performantes sur le plan de l'efficacité technico-économique.

La moyenne du groupe sur ce critère est de 53% ; les meilleurs atteignent 64%! Les structures des exploitations de ce quartile supérieur sont comparables à celles de l'ensemble du groupe, tout juste légèrement supérieures en dimension (SAU et quota). L'assolement ne montre pas de différences significatives. Le système fourrager est identique au groupe de référence. Les seules différences concernent une tendance à récolter plus de fourrages.

Le quota est supérieur de 8 % à celui de l'échantillon total, mais le prix de vente du lait est identique (tableau 7). En revanche, le quartile supérieur approche mieux, en moyenne, sa référence laitière. Sur le plan des races utilisées, on retrouve les proportions approximatives de l'ensemble du groupe. Quant à la qualité du lait, les données se situent dans la moyenne de l'échantillon total, avec des résultats légèrement meilleurs sur tous les postes.

Au final, l'appartenance au quartile supérieur ne s'explique pas par des éléments structurels ou une meilleure commercialisation. Il se dégage de cette analyse que le niveau d'efficacité du quartile supérieur est obtenu grâce à des économies de charges opérationnelles et de structure. Les exploitations de ce groupe n'ont donc pas de "stratégie" particulière. Rien ne les distingue dans les choix techniques, les modes de commercialisation, les systèmes culturels ou la race utilisée. Il s'agit en fait des exploitations les plus économes de l'échantillon total. ■

Tableau 7 : Réalisation du quota du quartile supérieur

	Lait produit/ quota	Lait commercialisé/ quota	Eleveurs en sous réalisation	Sous réalisation moyenne (l)	Eleveurs en dépassement	Dépassement moyen (l)
Ensemble du groupe	94,9 %	89,7%	50 %	42 260 (17,5 %)	50 %	17 944 (7,4 %)
Quartile supérieur	98,6 %	93,9 %	48 %	30 175 (11,6 %)	52 %	25 844 (9,9 %)

Qui fait quoi en expérimentation-recherche en arboriculture biologique en 2003 ?¹

Par Claire Minost (ITAB) et Jérôme Laville (Ctifl)

Le réseau d'expérimentation en fruits biologiques comporte plusieurs niveaux, avec des acteurs bien identifiés. Les actions nationales sont menées essentiellement par le Ctifl et l'INRA, qui peuvent déléguer certaines parties des programmes à d'autres structures². Une majorité d'action est conduite au niveau des bassins de production, par les stations régionales, dont certaines travaillent en partenariat étroit avec les structures bio du réseau ITAB. Enfin, d'autres structures, appartenant au réseau des agriculteurs biologiques ou autre (ex : FREDON) mènent des actions à un niveau régional ou plus local. L'ITAB, en tant que coordinateur national de la recherche en agriculture biologique se situe au carrefour de tous ces réseaux. Le GRAB, au titre de CTS de l'ITAB est la cheville ouvrière des techniques de l'arboriculture biologique.

Les productions fruitières étant souvent spécialisées, nous avons opté, comme précédemment, pour une présentation par espèce, en séparant les actions menées au niveau régional par des structures régionales, des actions menées au niveau national par des structures nationales. Cependant, afin d'avoir une vision plus transversale des types d'expérimentations menés en arboriculture biologique, le tableau p.12 récapitule les actions répertoriées par thème. La recherche de méthodes de protection des vergers est le thème le plus abordé, auxquelles il faut rattacher la plupart des actions d'évaluation de variétés, qui prennent très souvent en compte les capacités de résistance ou de tolérance à des maladies et des ravageurs. Les actions portant sur la conduite des vergers sont elles aussi très présentes et généralement centrées sur un aspect de la conduite, comme l'entretien du sol (8 actions), la fertilisation (5 actions) et l'éclaircissage (4 actions).

Il est difficile de rapprocher la carte de localisation des essais de celle de la répartition des surfaces fruitières en mode de production biologique. Si effectivement certains des principaux bassins de production concentrent nombre d'actions d'expérimentation (régions sud notamment), on peut s'étonner que de "petites" régions en terme de production présentent un nombre conséquent d'essais (région Est sur mirabelle et le Nord Pas-de-Calais) et qu'à l'inverse des régions de grosse production ne mènent pas plus d'expérimentations dans leur contexte pédo-climatique (Bretagne).

¹ Cet état des lieux, même s'il se veut le plus complet possible, n'est vraisemblablement pas exhaustif, vu le nombre important de structures impliquées.

² Ces actions constituent la deuxième partie de l'article.

Actions menées au niveau régional

■ Abricotier (7 actions répertoriées)

Matériel végétal

- SEFRA : Acquisition de références technico-économiques sur des variétés conduites en AB.

Protection du verger

- GRAB : Protection du verger contre la Cécidomye.
- GRAB : Lutte contre *Monilia laxa* sur fleurs
- SEFRA : Lutte contre le *Monilia laxa* sur fleurs.
- CIVAM BIO 34 : Tests de badigeons contre la bactériose de l'abricotier.

Economie

- SERFEL : Faisabilité de la conversion sur verger adulte (enregistrement technique et économique - Bilan de la conversion en 2004).
- SERFEL : Comparaison technico-économique de deux itinéraires PFI/AB dès la plantation.

■ Agrumes (1 action répertoriée)

Protection du verger

- CIVAM BIO Corse : Lutte mécanique contre la mineuse des agrumes - ensachage de jeunes plantiers.

■ Cassissier (2 actions répertoriées)

Protection du verger

- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de protection pour améliorer les conditions de production en agrobiologie.

Conduite culturale

- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de travail du sol pour améliorer les condi-

tions de production en agrobiologie.

■ Cerisier (4 actions répertoriées)

Protection du verger

- La Tapy : Réseau de piégeage cossus (synthèse de quatre années d'observation).
- La Tapy : Essai de lutte contre le cossus par piégeage massif (synthèse de quatre années d'observation).
- La Tapy : Essai de lutte contre le cossus par protection mécanique des troncs.

Economie

- La Tapy : Etude de la faisabilité technico-économique de la culture du cerisier en agriculture biologique.

■ Châtaignier (3 actions répertoriées)

Agronomie - Chantier de récolte

- CIREA : Compostage des bogues et des autres déchets de récolte (terminé en 2003).



Protection du verger

- CIREA : Lutte biologique contre le chancre de l'écorce.
- CIREA : Lutte biologique contre le carpocapse des châtaignes.

■ Kiwi (2 actions répertoriées)

Conduite culturale

- GRAB : Etudes de différentes stratégies de fertilisation azotée.

Protection du verger

- GRAB : Observation des lieux d'éclosion des œufs de *Metcalfa pruinosa* en verger de kiwi (piégeage sur tronc et au sol)

■ Noyer (6 actions répertoriées)

Protection du verger

- Creysse : Lutte contre le Carpocapse du noyer par confusion sexuelle.

Conduite culturale -Fertilisation

- SENURA : Entretien de la ligne par différentes méthodes (désherbage thermique, désherbage mécanique, enherbement total).
- SENURA/ADABIO : Entretien du sol (paillage sur verger ancien).
- SENURA/ADABIO : Conduite de la fertilisation sur jeunes noyers.

Conversion

- SENURA : Conversion de vieux vergers - Comparaison technico-économique avec une référence conventionnelle.

Economie

- SENURA : Analyse de la filière Noix Bio du Sud-Est.

■ Pêcher (8 actions répertoriées)

Matériel végétal

- GRAB : Tolérance variétale à la cloque en région PACA et en région Rhône-Alpes.

Protection du verger

- GRAB : Stratégies de maîtrise des populations de pucerons noirs.
- GRAB : Protection du verger biologique contre la cloque.
- GRAB : Protection du verger biologique contre les monilioses.
- CIVAM BIO Pyrénées-Orientales : Test de piégeage massif de la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata*).

Post-récolte

- GRAB : Maîtrise des maladies de conservation (monilioses) en post récolte : quatre axes de recherche.

Economie

- SERFEL : Faisabilité de la conversion sur verger adulte (enregistrement technique et économique - Bilan de la conversion en 2004).
- SERFEL : Comparaison technico économique

* Réseau CTPS : partenariat INRA/novadi/ conservatoires INRA Gotheron/CIREA/ GABNOR/ GRAB)

de deux itinéraires PFI /AB dès la plantation avec des variétés résistantes au puceron vert.

■ Pommier/Poirier

actions communes (3 actions répertoriées)

Matériel végétal

- Institut Genech, la FREDON Nord-Pas-de-Calais (coordination GABNOR), en partenariat avec le GRAB et l'INRA : essai variétal avec conduite à faible niveau d'intrants (Réseau CTPS*).
- GRAB : Etude de conduites semi extensives en verger de pommier/poirier. Les intrants sont réduits et l'entretien du sol optimisé (Réseau CTPS*).

Protection du verger

- GRAB : Protection du verger contre *Dysaphis sp.*

■ Poirier (5 actions répertoriées)

Matériel végétal

- La Morinière : Etude du comportement en agrobiologie de différentes variétés et porte-greffe.

Protection du verger

- FREDON Nord-Pas-de-Calais : Lutte contre l'Anthonome du poirier (tests en laboratoire, suivi de population), test de l'efficacité de matières actives en fonction du stade et du seuil.
- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de protection pour améliorer les conditions de production en agrobiologie.

Conduite culturale

- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de travail du sol pour améliorer les conditions de production en agrobiologie.
- La Pugère : Mise en œuvre de différentes techniques pour améliorer la culture du poirier conduit en agriculture biologique en Provence.

■ Pommier (25 actions répertoriées)

Matériel végétal

- CEHM : Evaluation de variétés résistantes à la Tavelure.
- CIREA (Réseau CTPS*) : Etude de nouvelles variétés "Résistantes Tavelure" et anciennes en agriculture biologique en région Limousin.
- CIREA : Etude de porte-greffes vigoureux en agriculture biologique.
- CIREA : Etude de comportement de variétés classiques, "Résistantes Tavelure" nouvelles et anciennes en agriculture biologique (rendements, qualité et aspects phytosanitaires). (réseau CTPS)
- La Morinière : Etude du comportement de variétés et de porte-greffe en agrobiologie.
- La Pugère : Etude de comportement de variétés classiques, "Résistantes Tavelure" nouvelles et anciennes en agriculture biologique (rendements, qualité et aspects phytosanitaires) en basse vallée de la Durance.

Protection du verger

- GRAB : Contrôle de la Tavelure en Rhône-Alpes par réduction de l'inoculum (élimination des feuilles) à l'automne.
- GRAB : Protection du verger contre la zeuzère
- GRAB : Etude des relations entre le sol et le parasitisme
- CIREA : Etude de l'incidence des bandes florales sur les pucerons.
- FREDON Nord-Pas-de-Calais : Lutte contre l'Anthonome sur pommier (tests en laboratoire, suivi de population) - test de différentes matières actives en fonction du stade et du seuil.
- FREDON Nord-Pas-de-Calais : Lutte contre la Tavelure (réduction et alternatives au cuivre) application de différentes modalités en fonction du modèle de prévision.
- FREDON Nord - Pas de Calais : Suivi de l'apparition de ravageurs secondaires pour les parcelles protégées par la confusion sexuelle.
- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de protection pour améliorer les conditions de production en agrobiologie.
- CEFEL : Lutte contre le Puceron cendré et le Puceron lanigère (introduction d'auxiliaires, glue, huile, argile).
- CEHM : Stratégie de protection contre le Carpocapse.
- CEHM : Stratégie de protection contre le Puceron cendré.

Conduite culturale

- GRAB : Etude de l'intérêt de différents types d'enherbement.
- CEHM : Eclaircissage chimique en agriculture biologique.
- CEHM : Suivi de la dynamique de l'azote en verger en agriculture biologique.
- CIREA : Entretien du rang : étude de techniques mécanique et thermique en agriculture biologique.
- CIREA : Etude d'un plan de fumure s'appuyant sur des amendements organiques (effet à long terme) et des engrais organiques à décomposition rapide.
- La Morinière : Mise en œuvre de nouvelles techniques de travail du sol pour améliorer les conditions de production en agrobiologie.
- CEFEL : Maîtrise de l'alternance par différentes méthodes (éclaircissage par vibreur mécanique, ombrage...).
- Service Régional Cidricole (Chambre Régionale d'Agriculture de Basse-Normandie) : Recherche de techniques adaptées à l'agriculture biologique contre l'alternance.

■ Prunier (15 actions répertoriées)

Matériel végétal

- AREFE (mirabelle) : Utilisation du franc de mirabelle : comment préparer les arbres.

Protection du verger

- AREFE (mirabelle) : Etude du cycle d'infection de l'Hopllocampe du prunier pour positionner un insecticide biologique

- AREFE (mirabelle) : Lutte par piégeage contre l'Hoplocampe du prunier.
- AREFE (mirabelle) : Installation de bandes enherbées.
- AREFE (mirabelle) : Utilisation de la faune auxiliaire : oiseau et chauve souris.
- CEFEL (Reine-Claude, Président) : Contrôle du carpocapse des prunes par confusion sexuelle.
- CEFEL (Président) : Contrôle du Monilia à l'aide de stimulateurs naturels de défense.

Post-récolte

- CEFEL (Président) : Suivi en conservation des prunes traitées en verger contre le Monilia avec des stimulateurs naturels de défense.

Conduite culturale

- AREFE (mirabelle) : Entretien du sol : enherbement total et travail mécanique.
- AREFE (mirabelle) : Comparaison taille courte et taille longue.
- AREFE (mirabelle et quetsche) : Eclaircissage chimique sur fleur (savon, huiles) et mécanique.
- VEREXAL (quetsche) : Itinéraire cultural - Entretien de la culture.
- CIREA (Prune d'Ente) : Entretien du rang (techniques mécaniques et thermique).
- CIREA (Prune d'Ente) : Etude de deux programmes de fertilisation à base d'engrais organiques et d'amendements organiques.

Economie

- CIREA (Prune d'Ente) : Comparaison des coûts entre production PFI et AB.

■ Raisin de table

(2 actions répertoriées)

Protection du verger

- La Tapy : Essai, en réseau avec la commission viticulture de l'ITAB, sur les réductions de doses de cuivre et les alternatives au cuivre dans la lutte contre le midiou sur raisin de table, selon un protocole commun défini par l'ITAB.

Economie

- La Tapy : Etude de la faisabilité technico-économique de la culture du raisin de table en agriculture biologique.

■ Multi-espèces

Protection du verger

- GRAB : Etude de la biodiversité dans différents systèmes de culture.
- GRAB : Etude de l'intérêt de différents types de bandes florales sur la biodiversité et sur la santé des cultures.
- GRAB : Protection du verger contre les ravageurs : campagnols et zeuzère.
- GRAB : Limitation des populations de *Metcalfa pruinosa* (utilisation d'auxiliaires et/ou de produits, recherche des lieux de ponte de *Metcalfa*).
- CIVAM BIO Corse : Lutte Biologique - Diffusion de l'auxiliaire *Neodryinus typhlocybae* parasite de *Metcalfa pruinosa*.

Actions menées au niveau national³

■ Abricotier (3 actions répertoriées)

Matériel végétal

- INRA Avignon GAFL, Unité Expérimentale Gotheron en partenariat avec le GRAB : Evaluation de la sensibilité de variétés d'abricot aux monilioses.
- Ctifl : Evaluation de la sensibilité variétale au *Xanthomonas*.
- Ctifl : Evaluation de la tolérance au *Pseudomonas* en fonction du porte-greffe.

■ Cerisier (1 action répertoriée)

Protection du verger

- Ctifl : Moyens biologiques de lutte contre la Mouche de la cerise (produit naturel, auxiliaires).

■ Pêcher (6 actions répertoriées)

Matériel végétal

- Ctifl : Evaluation de la sensibilité variétale au *Xanthomonas*.
- Ctifl : Evaluation de variétés de pêche résistantes au puceron vert.
- Ctifl /GRAB /INRA Avignon GAFL Unité Expérimentale Gotheron : Evaluation de la sensibilité de variétés de pêches à la cloque. (Programme ACTA /INRA)
- INRA/ Ctifl/ Cepem/ GRAB : Faisabilité de pépinières biologiques (adaptation du désherbage, de la protection des plants et de l'activation des plants).

Protection du verger

- INRA Avignon UE Gotheron en partenariat avec le GRAB : Maîtrise des maladies du pêcher, influence de l'entretien du sol.
- INRA Avignon UE Gotheron en partenariat avec Avignon PSH : Effet des techniques culturales et des périodes de sensibilité du fruit vis-à-vis des monilioses – Infection latente de *M. fructicola*.

■ Pommier/poirier actions

communes (2 actions répertoriées)

Protection du verger

- INRA Avignon UMR Ecologie des Invertébrés et Unité Expérimentale Gotheron : Aménagement de l'environnement végétal afin de renforcer la biodiversité des arthropodes auxiliaires des cultures ; création de haies et études d'impacts.
- Ctifl : Tests de techniques de lutte par utilisation des phéromones : confusion, piégeage massif, notamment pour lutter contre le Carpocapse des pommes ; piégeage massif contre la Zeuzère.

■ Poirier (1 action répertoriée)

Conduite culturale

- Ctifl : Etude du comportement de trois variétés de poirier au désherbage mécanique et thermique.

■ Pommier (16 actions répertoriées)

Matériel végétal

- INRA/ Ctifl/ Cepem/ GRAB : Faisabilité technique et économique de plants fruitiers dans le cadre de l'agriculture biologique. (Programme ACTA/INRA)
- INRA Avignon Unité Expérimentale Gotheron (Réseau CTPS*) : Comportement de variétés de pommes en verger à faible niveau d'intrants.
- INRA Angers en partenariat avec le CEP Les Naturianes : Etudes d'amont sur la résistance aux bio-agresseurs (tavelure, oidium).
- Ctifl : Etude de variétés résistantes à la Tavelure

Protection du verger

- INRA Avignon UE Gotheron en partenariat avec le GRAB et l'INRA Montpellier : Etude de l'effet des opérations culturales (conduite de l'arbre, réduction de l'inoculum primaire) sur le développement de la tavelure.
- INRA Avignon URM Ecologie des invertébrés en partenariat avec l'UE Gotheron/ Réseau "La Pugère" : Impact du mode de protection contre le carpocapse en verger (reproduction des oiseaux insectivores, toxicité).
- INRA Angers : Etude de la diversité des populations pathogènes (tavelure, oidium), évaluation du niveau de résistance variétale et stratégies d'utilisation des variétés en verger (mélanges variétaux).
- GRAB / Ctifl /ITAB : Lutte contre la tavelure par des tests de produits alternatifs au cuivre et des techniques culturales (réduction de l'inoculum par projection des ascospores et par élimination des feuilles à l'automne). (programme ACTA /INRA)
- Ctifl : Raisonnement des applications contre la Tavelure en se basant sur un suivi des projections d'ascospores et sur la simulation des périodes de risque par modélisation.

Conduite culturale

- INRA Avignon UE Gotheron en partenariat avec le GRAB : Nutrition azotée et parasitisme en verger de pommier.
- Ctifl : Conduite d'un verger de pommier en Agriculture Biologique en système mur fruitier.
- Ctifl : L'éclaircissage mécanique.

Post-récolte

- Ctifl/ La Morinière, en collaboration avec l'Université de Paris-Jussieu : Evaluation de la théromothérapie contre les "Gleospodium" en conservation de la pomme.
- Ctifl/ CEFEL : Utilisation de vapeurs d'éthanol pour lutter contre l'échaudure de prématurité (scald) en conservation de la pomme.
- Ctifl/ CEFEL : Nouvelles techniques de conservation pour lutter contre l'échaudure de prématurité sans traitement post-récolte (réchauffement intermittent, stress d'oxygène initial,...).

³ Pour compléter ce "Qui fait quoi?", un article sur l'organisation de la recherche en fruits et légumes biologiques, avec ses articulations au niveau régional et national paraîtra dans le courant de l'année 2004.

■ Prunier (1 action répertoriée)

Matériel végétal

- Ctifl : Evaluation de la sensibilité variétale au Xanthomonas.

■ Multi-espèces (14 actions)

Protection du verger

- Ctifl : Les chauves-souris au verger : synthèse des connaissances, régime alimentaire, modélisation de gîtes artificiels, analyses ultrasonores en vergers, étude environnementale. (Programme ACTA)
- Ctifl : Biodiversité : inventaire et rôle des arthropodes épigés du sol (araignées, carabes, staphylins) dans les vergers.
- Ctifl : Biodiversité : intérêt des aranéides dans la protection du verger contre les ravageurs.
- Ctifl : Participation au réseau de lâcher de parasitoïdes naturels de *Metcalfa pruinosa*, en coopération avec l'INRA Antibes et l'ITV - (Programme ACTA).
- Ctifl : Lutte en verger contre le *Monilia* au moyen d'agents antagonistes et de stimulateurs de défense des plantes.

Post-récolte

- Ctifl : Moyens de protection contre les maladies de conservation des fruits à pépins (*Penicillium*, "*Gloeosporium*"). Evaluation de diverses souches de levures, dont une au stade pré-homologation en collaboration avec l'Université de Gembloux (Belgique).
- Ctifl : Lutte biologique contre les maladies de conservation des fruits : *Candida sake* contre *Penicillium* et *Botrytis* sur pomme/poire. *Epi-*

coccum nigrum contre *Monilia* sur pêche. (Dossier soutenu dans le cadre de l'appel d'offre du 5^e PCRD, coordonné par l'UdL/IRTA Lérida).

- Ctifl : Evaluation des techniques de protection contre les maladies de conservation des productions fruitières par des composés naturels, essences de plantes ou des méthodes naturelles (traitements à l'eau chaude)...

Conduite culturale

- Ctifl : Evaluation de l'effet du mode d'entretien du sol sur le fonctionnement global du sol.
- Ctifl : Etude de différentes espèces pour l'enherbement du verger sur le rang.

Agronomie

- Ctifl : Mesure du tassement du sol par pénétrométrie : intérêt agronomique en verger.
- Ctifl : Activité biologique du sol : les vers de terre comme indicateurs.
- Ctifl : Effet de la fertilisation organique et de l'entretien du sol sur la disponibilité en azote dans le sol.

Economie

- Ctifl : La conversion en arboriculture biologique : atouts et contraintes.

Adresses des organismes cités

Structures nationales

Ctifl et centres Ctifl : Tél. : 01 47 70 16 93
Adresses sur le site : www.ctifl.fr
INRA : Tél. : 01 42 75 90 00 - Adresses des centres sur le site : www.inra.fr
ITAB : Tél. : 01 40 04 50 64 - Adresses des CTR et CTS sur le site : www.itab.asso.fr

Stations régionales (www.ctifl.fr)

AREFE : Asso^o Régionale d'Expérimentation Fruitière de l'Est - Tél. : 03 29 89 58 18

CEHM : Tél. : 04 67 71 23 24

CEFEL : Centre d'Expérimentation F&L de Midi-Pyrénées - Tél. : 05 63 03 71 77 - cefel@tiscal.fr

CIREA : Centre Interrégional d'Expérimentation Arboricole - Tél. : 05 56 48 88 48 -

Mail : ceafl.ale@wanadoo.fr

CREYSSE : Tél. : 05 65 32 22 22 -

Mail : station.creysse@wanadoo.fr

GRAB : Groupe de Recherche en Agriculture Biologique - Tél. : 04 90 84 01 70 -

Mail : arboriculture.grab@freesbee.fr

La Morinière : Station d'études et d'expérimentation fruitière nord-loire -

Tél. : 02 47 73 75 00 - Fax : 02 47 73 75 08

La Pugère :

La Tapy : Tél. : 04 90 62 69 34 - Mail : latapy.domaine@wanadoo.fr - www.domainelatapy.com

SEFRA : Station d'Expérimentation Fruits Rhône-Alpes - Tél. : 04 75 60 73 40 -

Mail : sefra@wanadoo.fr

SERAIL : Station d'Expérimentation Rhône-Alpes et d'Information Légumes - Tél. : 04 78 87 97 59 - Mail : station.serail@wanadoo.fr

VEREXAL : Association du Verger Expérimental d'Alsace - Tél. : 03 88 95 21 02 - mail : verexal.obernai@wanadoo.fr

Réseau ITAB (www.itab.asso.fr)

CIVAM BIO Corse : Tél. : 04 95 38 85 36

CIVAM BIO Hérault : Tél. : 04 67 92 25 21

CIVAM BIO Pyrénées Orientales : 04 68 35 34 12

Autres

FREDON Nord Pas-de-Calais : 21, rue Becquerel - BP 74 - 62750 Loos en Gobelle - Tél. : 03 21 08 62 91 - Fax : 03 21 08 64 95

ADABIO : Mail : contact@adabio.com - Genecb : Institut de Genecb, rue Libération, 59242 Genecb

Remerciement

A tous ceux et celles qui ont participé à l'élaboration de ce "qui fait quoi?" en nous envoyant leurs informations.

Tableau récapitulatif des actions répertoriées, classées par thème

Conduite culturale (32)		
Eclaircissage	5	Pomme : CEHM, Ctifl Lanxade, CEFEL, Service Régional Cidricole - Prune : AREFE
Entretien du sol	12	Cassis : La Morinière - Noix : SENURA (x2) - Poire : Ctifl, La Morinière - Pomme : GRAB, CIREA, La Morinière - Prune : AREFE, CIREA - Multi-espèce : Ctifl (x2)
Fertilisation	6	Kiwi : GRAB - Noix : SENURA - Pomme : INRA, CEHM, CIREA - Prune : CIREA
Taille / conduite	2	Pomme : Ctifl - Prune : AREFE
Itinéraires techniques	7	Châtaigne : CIREA - Poire : La Pugère - Pomme : GRAB - Prune : VEREXAL - Multi-espèce : Ctifl (x3)
Matériel végétal (24)		
Evaluation de variétés	24	Abricot : Ctifl [Xanthomonas, Pseudomonas], INRA [Monilioses], SEFRA - Pêche : Ctifl [Xanthomonas, pucerons, Cloque], INRA [Cloque], GRAB [Cloque] - Pomme/Poire : GABNOR, GRAB - Poire : La Morinière - Pomme : INRA, INRA [Tavelure, Oïdium], GRAB, CEHM [Tavelure], CIREA (x3), La Morinière, Ctifl Lanxade [Tavelure], La Pugère - Prune : Ctifl [Xanthomonas], AREFE
Protection du verger (54 + 8)		
Lutte générale	16	Abricot : GRAB [Cécidomyie], SEFRA [Monilia laxa], - Cassis : La Morinière - Cerise : Ctifl [Mouche de la cerise] - Pêche : GRAB [Puceron noir, Cloque, Moniliose] - Pomme/Poire : GRAB [Puceron, Tavelure] - Poire : La Morinière - Pomme : Ctifl [Tavelure x2], INRA, La Morinière, CEFEL [Puceron cendré et Puceron lanigère], CEHM [Carpocapse, Puceron cendré] - Multi-espèce : GRAB [Campagnols, Zeuzère]
Lutte biologique	6	Châtaigne : CIREA [Chancre, Carpocapse] - Multi-espèce : Ctifl [Metcalfa pruinosa, Monilia], CIVAM BIO Corse [Metcalfa pruinosa]
Tests de produits	9	Abricot : CIVAM BIO 34 [Badigeon sur bactériose de l'abricotier] - Pomme/Poire : GRAB [Puceron, Tavelure, Metcalfa] - Poire : FREDON Nord Pas-de-Calais [Anthonome] - Pomme : FREDON Nord Pas de Calais [Anthonome, Tavelure] - Prune : AREFE [Hoplocampe], CEFEL [Monilia] - Raisin de table : La Tapy - Multi-espèce : GRAB [Metcalfa pruinosa]
Lutte mécanique	2	Agrumes : CIVAM BIO Corse [Mineuse des agrumes] - Cerise : La Tapy [Cossus]
Confusion sexuelle / Piégeage massif	8	Cerise : La Tapy [Cossus x 2] - Noix : Creysse [Carpocapse] - Pêche : CIVAM BIO Pyrénées Orientales [Mouche des fruits] - Pomme/Poire : Ctifl [Carpocapse, Zeuzère] - Pomme : FREDON Nord Pas de Calais, GRAB [Zeuzère] - Prune : AREFE [Hoplocampe], CEFEL [Carpocapse]
Biodiversité - environnement	10	Pomme/Poire : INRA - Pomme : INRA, CIREA [Pucerons] - Prune : AREFE (x2) - Multi-espèce : Ctifl (x3), GRAB (x2)
Pratiques culturales	5	Pêche : INRA - Pomme/Poire : GRAB [Puceron, Tavelure] - Pomme : INRA [Tavelure], GRAB [Tavelure]
Post-récolte	8	Pêche : GRAB [Monilioses] - Pomme : Ctifl [Gloeosporium, Echaudure] - Prune : CEFEL - Multi-espèces : Ctifl (x3)
Autres		
Conversion	3	Abricot : SERFEL - Noix : SENURA - Pêche : SERFEL - Multi-espèces : Ctifl
Economie	6	Abricot : SERFEL - Cerise : La Tapy - Noix : SENURA - Pêche : SERFEL - Prune d'Ente : CIREA - Raisin de table : La Tapy
Plants biologiques	1	Programme INRA/CIAB / ACTA : Pêche, Pomme

Lutte contre le mildiou en culture biologique de tomate de plein champ

Recherche d'alternatives au cuivre

Par Jérôme Lambion (GRAB¹) et Jérôme Bezert (SONITO²)

En agriculture biologique, le cuivre est très largement utilisé car il est le seul produit réellement efficace contre de nombreux agents pathogènes, notamment le mildiou et les bactérioses. Son usage répété conduit cependant à son accumulation dans le sol, qui induit une toxicité à long terme vis-à-vis de la microflore édaphique. C'est pourquoi la réglementation européenne de l'AB a imposé en avril 2002 une limitation de la dose annuelle à 8 kg/ha/an de cuivre métal à partir de 2002, puis à 6 kg/ha/an de cuivre métal après 2006. A plus long terme, l'usage du cuivre risque d'être interdit³.

Pour répondre à cette exigence réglementaire, l'INRA d'Avignon, le GRAB et la SONITO participent à un programme commun d'expérimentation dont le thème principal est la recherche d'alternatives au cuivre en culture biologique de fruits et de légumes ainsi qu'en viticulture.

En maraîchage, la recherche porte sur la lutte contre les principales maladies en culture de tomate de plein champ destinée à l'industrie : le mildiou (*Phytophthora infestans*) et les bactérioses (*Pseudomonas tomato pv. syringae* et *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*). Seuls les essais mildiou sont présentés dans cet article.

Différentes voies de recherche ont été testées au cours des deux années du programme.

2002 : comparaison de variétés tolérantes et de différentes cadences de traitements.

2003 : comparaison de variétés tolérantes, tests d'une dose réduite de cuivre et de produits alternatifs au cuivre, notamment les Stimulateurs des Défenses Naturelles (SDN).

Les essais ont eu lieu sur la station

d'expérimentation de la SONITO à Avignon. Les pieds de tomate, plantés en plein champ aux alentours du 10 juillet sont irrigués par un système de goutte à goutte. Une brumisation toutes les trois heures permet de maintenir un niveau d'humidité favorable au développement du mildiou. L'essai comporte trois répétitions (parcelles élémentaires de 7 m²). Une inoculation est réalisée sur des plants situés entre les parcelles élémentaires. Les doses sont calculées pour un mouillage de 200 l/ha. On note le nombre de folioles présentant des symptômes de mildiou, sur 30 folioles (15 feuilles) par parcelle élémentaire.

Variétés tolérantes et fréquence de traitement (essai 2002)

L'équipe de René Damidaux (INRA Avignon) a introduit dans plusieurs variétés commerciales un allèle de tolérance au mildiou et un allèle de résistance à la bactérie *Pseudomonas*, ces nouvelles variétés sont appelées doubles hétérozygotes. L'essai mené en 2002 avait pour objectif de comparer

ces variétés, censées être tolérantes au mildiou et au *Pseudomonas*, avec les variétés commerciales dont elles sont issues.

De plus, au cours du même essai, deux fréquences différentes d'application de traitements cupriques ont été étudiées (tableau 1).

Early Mech semble moins sensible que Rio Grande (maximum atteint inférieur à 30% de folioles touchés contre 45% pour Rio Grande) (figure 1).

Pour Early Mech, sans traitement cuprique, la présence de l'allèle de tolérance semble apporter un avantage en termes de tolérance au mildiou : la variété double hétérozygote présente, à chaque notation, un niveau d'attaque inférieur à la variété homo-

¹ GRAB : Groupe de Recherche en Agriculture Biologique

² SONITO : Société Nationale Interprofessionnelle de la Tomate

³ Dossier cuivre – Alter Agri N°53 mai/juin 2002

⁴ Sur les modalités sans traitement cuprique, la quatrième observation n'a pu être réalisée car la microparcelle était "brûlée" par différentes maladies.

Tableau 1 : modalités testées en 2002 - Variétés :

Cannery Row (noté C)	témoin sensible, variété très cultivée dans les années 80 et 90
Perfect Peel (noté PP)	variété rustique tolérante aux bactérioses, très cultivée depuis le milieu des années 90
Early Mech (noté EM)	ancienne variété qui n'est plus cultivée en France
Early Mech - double hétérozygote (noté E++)	Variété avec 1 allèle de tolérance au <i>Phytophthora</i> , 1 allèle de résistance au <i>Pseudomonas</i>
Rio Grande (noté RG)	ancienne variété qui n'est plus cultivée en France mais encore utilisée dans d'autres pays : Tunisie, ...
Rio Grande - double hétérozygote (noté R++)	Variété avec 1 allèle de tolérance au <i>Phytophthora</i> , 1 allèle de résistance au <i>Pseudomonas</i>

Traitements (réalisés du 12/09 au 15/10) :

- témoin non traité
- 3 traitements de 3,57 kg/ha de Kocide 2000 (soit 1,25 kg de cuivre métal par traitement) tous les 7 jours (dose totale de cuivre métal : 3,75 kg/ha)
- 3 traitements de 3,57 kg/ha de Kocide 2000 tous les 14 jours (dose totale de cuivre métal : 3,75 kg/ha)

zygote (le 9/10 : 14,5% contre 29%)⁴.

Par contre, aussi bien sur Early Mech que Rio Grande, les traitements réalisés semblent masquer les différences de niveaux de tolérance entre les variétés initiales et les doubles hétérozygotes : quelle que soit la fréquence des traitements, il n'apparaît aucune différence que l'allèle de tolérance soit présent ou non.

Par ailleurs, les variétés sont légèrement plus touchées quand les traitements sont espacés de deux semaines, mais cette différence est trop faible (pas plus de 5%) pour être significative.

L'essai mené en 2002 a été réalisé dans des conditions difficiles : la cul-

ture a d'abord rencontré des conditions ventées qui ont limité le développement du mildiou puis des précipitations très fortes ont provoqué l'inondation de la parcelle, fragilisant ainsi les plants.

Cependant, des tendances apparaissent : l'introduction de l'allèle de tolérance chez Rio Grande et Early Mech ne semble pas avoir beaucoup amélioré le niveau de tolérance au mildiou. Seul Early Mech semble bénéficier d'un certain niveau de tolérance au mildiou, en l'absence de traitement cuprique, quand l'allèle est présent. Early Mech non hétérozygote se comporte comme Cannery Row et Perfect Peel, vis à vis de l'attaque de mildiou.

Dès qu'un traitement est réalisé, l'attaque de mildiou diminue fortement. La différence entre les deux fréquences de traitement (7 ou 14 jours entre les traitements) est trop faible pour être significative. De même les traitements masquent les différences de comportement au niveau variétal.

Variétés tolérantes et produits alternatifs au cuivre (essai 2003)

L'essai réalisé en 2003 a eu pour objectif de tester à nouveau les sensibilités variétales au mildiou, ainsi que d'observer l'efficacité d'une dose réduite de cuivre et de 2 produits alternatifs au cuivre (seuls ou en association avec une dose réduite de cuivre).

Modalités testées en 2003

(tableau 2)

On observe une nette différence de sensibilité variétale vis à vis du mildiou : Perfect Peel se montre très sensible tandis que Mecline montre une certaine tolérance. La tolérance d'Early Mech se situe à un niveau intermédiaire entre les deux variétés précédentes en cas de traitements cupriques. En l'absence de traitements cupriques, son comportement est cependant très proche de Perfect Peel sensible.

La variété Early Mech est très sensible au mildiou : 10 jours après l'apparition des premiers symptômes, plus de 90% des folioles du témoin non traité sont touchées. .

Le Kocide pleine dose permet de limiter fortement l'attaque de mildiou : seulement 20% environ des folioles sont touchées le 15/10.

Le Sérénade appliqué seul n'a aucune efficacité pour lutter contre le mildiou : sa courbe suit étroitement celle du témoin non traité.

Le Kocide à dose réduite permet de maintenir l'attaque à un niveau intermédiaire (environ 40% le 7/10 et le 15/10). Le Sérénade et le SAM2003, appliqués en mélange avec cette dose réduite de cuivre, n'apportent aucune efficacité supplémentaire vis-à-vis du cuivre à dose réduite (pas de différen-

Figure 1 : Effet de la fréquence de traitement et de la présence de l'allèle de résistance sur l'attaque de mildiou - variété Early Mech

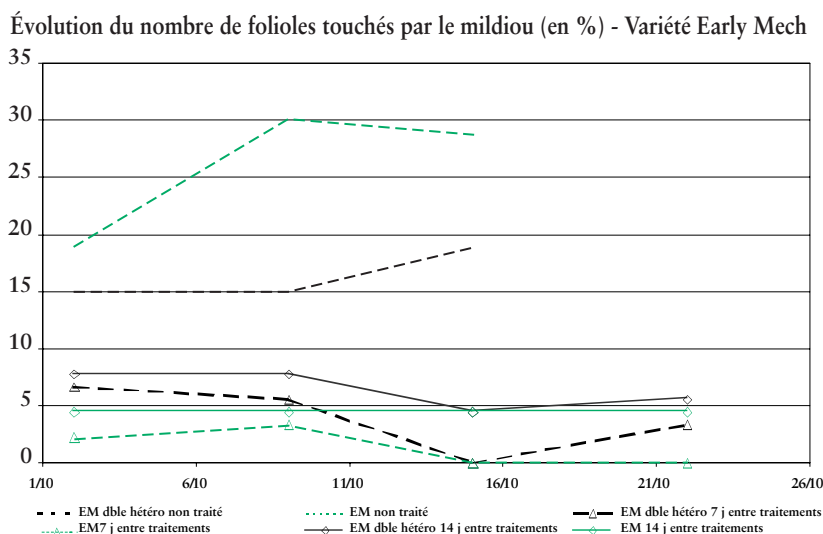


Tableau 2 : trois variétés testées

Early Mech, Perfect Peel, Mécline

Mécline est un type Early Mech possédant en plus l'allèle de tolérance au mildiou.

Traitements

Modalité	Type de produit	Dose d'application par traitement	Dose totale de cuivre
Témoin non traité			
Kocide 101 (pleine dose)	hydroxyde : 50% de cuivre métal	2,5 kg/ha	6,25 kg/ha
Kocide 101 (70% pleine dose)	hydroxyde : 50% de cuivre métal	1,75 kg/ha	4,38 kg/ha
Sérénade + Kocide 101 (70% pleine dose)	Bacillus subtilis + hydroxyde de cuivre	4l/ha + 1,75 kg/ha	4,38 kg/ha
SAM 2003 + Kocide 101 (70% pleine dose)	Stimulateur des défenses naturelles des plantes + hydroxyde de cuivre	6l/ha + 1,75 kg/ha	4,38 kg/ha
Sérénade	Bacillus subtilis	4l/ha	

Figure 2 : différence de sensibilité variétale au mildiou - essai 2003

Evolution du nombre de folioles touchées par la mildiou (en %) protection Kocide pleine dose (total : 6,25 kg CU/ha)

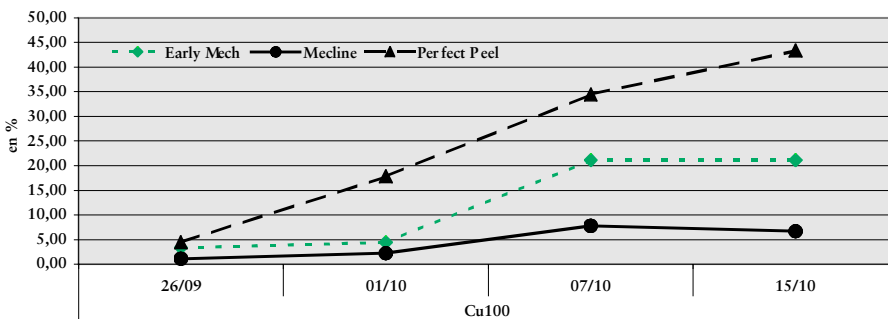
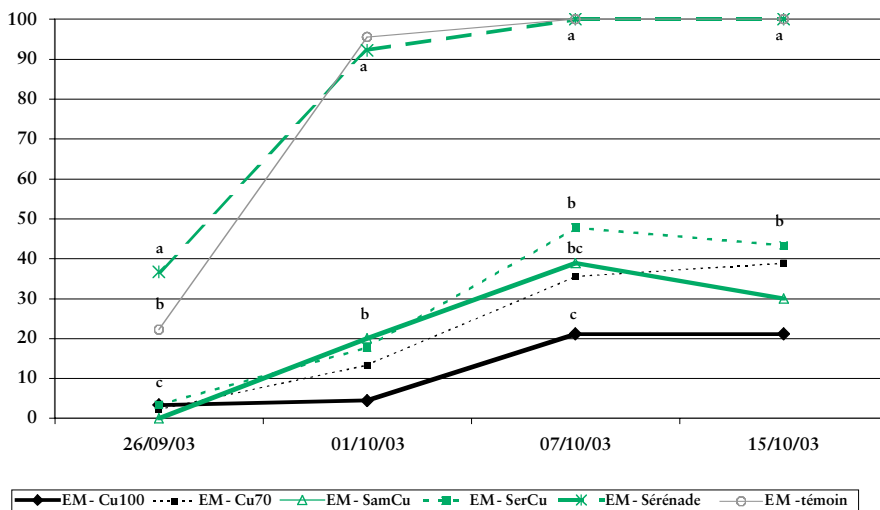


Figure 3 : Efficacité des différents traitements - variété Early Mech

Evolution du nombre de folioles touchées par la mildiou (en %) - Variété Early Mech



Cu100 : Kocide pleine dose - Cu70 : Kocide 70% pleine dose - SAMCu : SAM2003 +Kocide 70% pleine dose - SerCu ; Sérénade + Kocide 70% pleine dose - Sérénade : Sérénade seul - Témoin : Témoin non traité

Des lettres différentes indiquent une différence significative par le test de Newman-Keuls au seuil de 5%.

Traitements réalisés les 04/09, 11/09, 19/09, 26/09, 7/10

ce significative quelle que soit la date).

Pour cette variété Early Mech, les alternatives au cuivre, associées ou non au traitement cuprique, ne montrent aucune efficacité.

En ce qui concerne les traitements à base de cuivre, la fréquence d'attaque des folioles par le mildiou n'est jamais significativement différente entre les 2 doses de cuivre testées, quelles que soient la date et la variété. Il existe cependant une différence entre les 2 doses : au 15/10, 20% de folioles sont touchées pour la pleine dose et 40% pour la dose réduite. Il serait donc hasardeux de prétendre qu'il est possible de réduire les doses de cuivre apportées en deçà de 6kg/ha/an.

Les alternatives au cuivre testées (Sérénade : bactérie antagoniste et SAM2003 : stimulateur des défenses naturelles des plantes) ne montrent pas une efficacité satisfaisante, quelle que soit la variété considérée.

La fréquence d'attaque de mildiou pour le Sérénade appliqué seul n'est jamais significativement différente de celle observée pour le témoin non traité. De plus, SAM2003 et Sérénade associés à une dose réduite de cuivre n'ont pas permis d'apporter une efficacité supplémentaire en comparaison au Kocide appliqué à 70% de la pleine dose.

Conclusion

Après deux années d'essai, il apparaît qu'aucune variété ne montre une résistance au mildiou suffisante pour pouvoir se passer des traitements à base de cuivre. La dose de cuivre peut être réduite (4,5 kg/ha en 2003) et les traitements espacés. Mais jusqu'à présent, l'absence de produits alternatifs suffisamment efficaces et la tolérance médiocre des variétés doubles hétérozygotes rendent les traitements cupriques encore indispensables pour mener une culture biologique de tomate de plein champ. ■

Comment mesurer la fertilité d'un sol biologique?

Contribution d'un dispositif expérimental

Par Stanislas Lubac, Philippe Viaux (ARVALIS Institut du végétal)

La fertilité d'un sol est une notion difficile à apprécier. Les définitions que nous pouvons en faire sont multiples et prennent plus ou moins en compte les différentes composantes physico-chimiques et biologiques du sol. Nous proposerons de retenir ici cette définition : "la fertilité d'un sol est le résultat de l'expression et des interactions des composantes chimiques, physiques et biologiques d'un sol qui aboutissent à des récoltes (qualité et quantité) et/ou à des conditions de travail du sol jugées optimales et durables dans le temps". En introduisant la notion de temps, nous pouvons ainsi anticiper la dégradation ou l'amélioration de la fertilité et donc l'effet à moyen ou à long terme sur le rendement. Cette définition ne nous dit cependant pas comment apprécier le niveau de fertilité d'un sol. Classiquement on définit la fertilité d'un sol à l'aide d'analyses physico-chimiques (teneur en argile, en matière organique, en P, en K, etc.). Mais si ces informations sont nécessaires, elles sont insuffisantes en particulier pour les agrobiologistes.

Les sols cultivés sont soumis à de fortes pressions d'utilisation engendrant des dégradations plus ou moins visibles et plus ou moins irréversibles (érosion, pertes de matières organiques, diminution de l'activité biologique, contaminations par des "Eléments Traces Métalliques", etc.). Une prise de conscience de ces problèmes a entraîné ces dernières années la rédaction de textes réglementaires destinés à les protéger et à encourager la régénération des sols dégradés¹. L'application de ces textes se heurtera cependant à la quasi-inexistence d'outils quantitatifs permettant de juger de l'état d'un sol, notamment son activité biologique. Il est donc important de progresser dans la connaissance de la fertilité des sols et d'établir des indicateurs pertinents de suivi de cette fertilité dans le temps. Un dispositif expérimental a été mis en

place à la ferme de la Bergerie (exploitation biologique du Val d'Oise). Il a pour objectif de contribuer à une meilleure connaissance de la fertilité des sols grâce à la confrontation de nombreux indicateurs. Il aborde en particulier la composante biologique, dont le rôle majeur est jusqu'à présent paradoxalement peu étudié. Ce dispositif teste une rotation céréalière de 8 ans en système biologique sans élevage² (figure 1). Il est constitué de 8 parcelles attenantes de 8 ha environ de moyenne, sur chacune desquelles est cultivé l'un des termes de la rotation. L'une des contraintes de ce dispositif est de minimiser les apports d'amendement et d'engrais organiques afin d'approcher au maximum l'autonomie. Les apports de compost et les traitements sont exclus.

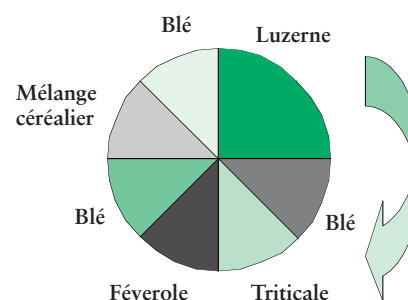
L'étude en cours et les mesures que nous évoquons ci-après doivent être considérées comme un travail préliminaire destiné, à terme, à proposer des solutions simples et pertinentes pour les agriculteurs.

La méthodologie mise en place se décompose en trois phases : 1) réalisation de cartes des sols destinées à optimiser le plan de prélèvement, 2) observations de terrain grâce à la description de fosses pédologiques et 3) analyses physico-chimiques et biologiques de laboratoire.

Optimisation des plans de prélèvement

La mesure de la résistivité des sols consiste à injecter un courant électrique puis à mesurer la réponse du sol au passage de ce courant sur trois volumes de sol (0-50 cm, 0-1 m et 0-2 m). Elle est réalisée à l'aide d'un dispositif tracté par un quad et muni d'un dGPS (schéma 1). Les mesures sont effectuées tous les 20 cm grâce à un radar et la maille est de 6 ou 12 m. Cette mesure, dont l'unité est le Ohm.m, est corrélée avec divers paramètres du sol : état hydrique, texture, profondeur de la roche mère, présence de fentes de retrait, de cailloux... Les valeurs brutes sont traitées pour aboutir à la réalisation de trois cartes

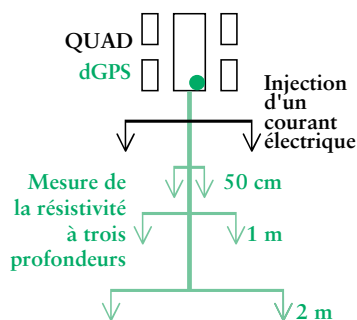
Figure 1 : rotation mise en place sur les parcelles de la Motte



¹ En particulier la "conditionnalité" introduit dans la PAC 2003, ou dans le texte sur une stratégie thématique sol 2003 qui préfigure une directive Européenne...

² "un système sans élevage a été volontairement choisi. En effet, la question de la baisse de fertilité et donc de son appréciation se pose surtout dans les exploitations sans élevage, la présence de prairies de 3 ans ou plus dans une rotation étant un facteur qui permet dans la grande majorité des situations françaises de maintenir voire d'améliorer la fertilité d'un sol."

Schéma 1 : principe de la mesure de résistivité



des sols, correspondant aux trois volumes de sol prospectés (figure 2). Les cartes obtenues permettent de visualiser des zones homogènes. Des observations ou analyses de terrain sont nécessaires pour expliquer l'hétérogénéité. Les avantages de cette méthode sont la rapidité des mesures (10 à 15 ha parcourus en une heure) et la précision des limites de zones délimitées.

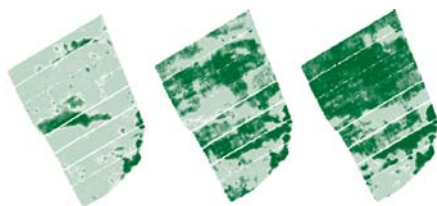
Les valeurs mesurées ont permis d'établir de bonnes corrélations entre, d'une part, valeur de résistivité et teneur en argile ($R^2 = 0.722$), et d'autre part, valeur de résistivité et profondeur de la roche mère (la résistivité des sols les moins profonds est systématiquement beaucoup plus élevée, car le courant circule moins bien dans la roche).

L'intérêt majeur des cartes de résistivité réside dans la possibilité d'optimiser de façon rigoureuse le plan de prélèvement en prenant en compte la variabilité intra-parcellaire : les prises d'échantillon peuvent être réalisées au cœur des zones homogènes. Si le nombre de prélèvements est limité, il est possible de choisir la zone la plus représentative des parcelles.

Des indicateurs pour mieux appréhender la fertilité des sols

L'une des originalités qui donne son intérêt à cette étude est le rassemblement sur un même site de nombreuses mesures (tableau 1) habituellement effectuées iso-

Figure 2 : Cartes de résistivité de la Motte (la superficie de chaque bande est d'environ 8 ha)



Voie 1 : 0-50 cm Voie 1 : 0-1 m Voie 3 : 0-2 m

lement les unes des autres, ce qui permet de tester leur pertinence et de mettre en évidence d'éventuelles relations entre des indicateurs complexes et des indicateurs simples, utilisables par l'agriculteur. A terme, seuls les indicateurs simples et synthétiques seront probablement utilisés.

Tableau 1 : Ensemble des mesures et des indicateurs réalisés dans le dispositif de La Motte

Indicateurs et mesures biologiques

Fractions de la matière organique :
- Biomasse microbienne
- Matière organique labile

Taux de mycorhization

Activité lombricenne

Diversité de la microflore

Minéralisation du carbone et de l'azote

Activité enzymatique

Biodiversité : approche de la flore adventice

Autres indicateurs et mesures

Résultats de récolte :

- Rendement

- Qualité

Analyses physico-chimiques

Analyses spécifiques de phosphore

Profils tarière

Profils culturaux et pédologiques

Carte de résistivité des sols

Méthode Hérody

Le sol est un milieu complexe où les interactions entre les composantes physico-chimiques et biologiques sont multiples. L'interprétation des données biologiques ne peut donc pas se faire indépendamment des autres analyses. Elle est généralement délicate, dans la mesure où les références sont encore peu nombreuses. D'autre part, ces analyses sont pour la plupart réalisées dans des laboratoires de recherche, ce qui les rend coûteuses.

Les mycorhizes sont des symbioses entre une racine et un champignon. La plupart des plantes cultivées possèdent des endomycorhizes, il s'agit de mycélium qui pénètre entre les cellules des racines et qui réalise avec celles-ci des échanges au niveau de suçoirs. Ce mycélium se prolonge également dans le sol où il prélève des éléments minéraux. La plante fournit des éléments carbonés au champignon alors que celui-ci lui apporte, entre autre, phosphore et eau. En général, plus un sol est pauvre en phosphore, plus les plantes cultivées sont mycorhizées, mais beaucoup d'autres facteurs influent sur la mycorhization. Le champignon permettant de mieux

explorer le sol, plus le taux de mycorhization (pourcentage de racines mycorhizées) est élevé, plus la plante présente une croissance importante. La méthode employée consiste à prélever des racines, à les laver puis à les colorer à l'aide de bleu trypan. Un comptage détermine le taux de mycorhization de la plante.

Contrairement à nos attentes, les résultats de cette mesure sur le dispositif de la Motte ne sont pas en accord avec la bibliographie³.

La biomasse microbienne est la mesure de la quantité totale des micro-organismes du sol. Cette mesure est intéressante à suivre car elle correspond au compartiment actif de la matière organique, agent d'évolution de celle-ci. La méthode consiste à fumer un échantillon de terre à l'aide de vapeurs de chloroforme puis à doser le C-CO₂ carbone (fumigation-extraction). La différence entre la quantité de carbone de cet échantillon et celle d'un échantillon équivalent non fumigé permet de déterminer la quantité de carbone microbien, dont on déduit la biomasse microbienne. Plus que la valeur absolue de cette mesure, c'est l'évolution du rapport C biomasse microbienne/C organique total qui est intéressant à suivre.

Dans l'étude menée, les résultats des mesures de biomasse microbienne indiquent une très bonne corrélation avec la teneur en limons ($R^2 = 0.81$) et l'hydromorphie ($R^2 = 0.74$). La structure des sols limoneux est en effet moins bonne que celle des sols plus argileux ; l'air et l'eau y circulent moins bien ce qui est donc moins favorable à l'activité biologique. Les zones les plus hydromorphes sont également défavorables au développement des micro-organismes.

De la carte de résistivité à la classification des zones d'analyses

La carte de résistivité des sols a permis de choisir 17 zones d'analyses. La figure 3 permet de visualiser les emplacements et les différentes mesures effectuées sur chacune de ces zones. Un classement de ces dernières (méthode statistique : classifi-

³ La corrélation avec le niveau de phosphore du sol (mesuré avec la méthode Joret-Hébert) est certes négative, mais le coefficient est faible ($R^2 = 0.38$).

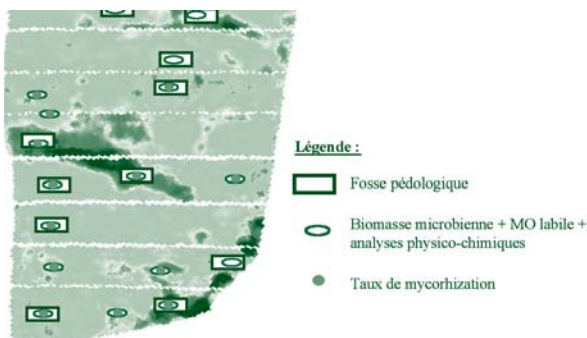


Figure 3 : emplacement des analyses et observations réalisées sur le dispositif de la Motte (superficie totale : 64 ha)

cation ascendante hiérarchique) a permis de former quatre groupes de zones homogènes. Les paramètres pris en compte dans cette classification sont la description des fosses pédologiques, le taux d'argile, le pH, le rapport C/N, le taux de matière organique, la CEC, le pourcentage de CaO, de K₂O, de P₂O₅, de Na₂O, de MgO, les oligo-éléments, la biomasse microbienne et la matière organique labile. Il est très intéressant de constater que chacune des classes ainsi identifiées correspond de manière bien corrélée aux valeurs de résistivité des sols. A titre d'exemple, la classe 1 correspond aux sols les plus fragiles (sujets en particulier à la battance), mais potentiellement fertiles ; ils correspondent dans le cas du dispositif de la Motte aux zones rouges de la carte de résistivité. Peut-être pourra-t-on à terme employer la mesure de résistivité pour juger de la fertilité d'un sol ?

Le travail préliminaire effectué sur le dispositif de la Motte nous permet de tirer un certain nombre d'enseignements sur les indicateurs utilisés. Les analyses physico-chimiques sont intéressantes, 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 évaluer 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. Si la biomasse microbienne peut relativement bien s'expliquer, d'autres méthodes sont moins faciles à utiliser et sont parfois d'un coût trop élevé. Ainsi, la méthodologie employée pour effectuer la cartographie, à savoir la mesure de résistivité, est une méthode innovante qui ne peut pas à l'heure actuelle se voir appliquer directement chez l'agriculteur, en raison de son coût et de sa difficulté d'interprétation.

Les indicateurs suivis dans le dispositif de la Motte ne pourront réellement être jugés qu'au terme de plusieurs campagnes de mesures. Il sera alors très enrichissant de juger de la pertinence, de la fiabilité, de la sensibilité, de la facilité d'interprétation, de la reproductibilité et du coût de chacun, afin de déterminer s'il s'agit ou non de bons indicateurs.

Le dispositif de la Motte continuera à être suivi dans le cadre du programme de recherche ACTA-INRA "Fertiagri-bio", dont l'ITAB assure la coordination. ■

stimul@se®

Aidons la nature à se défendre

Un stimulateur
d'origine naturelle
pour activer
les mécanismes
de défense des plantes.

"Nourrir et stimuler
pour une plante en
bonne santé et
prête à se défendre."

Synthèse de molécules
de défense Renforcement
des parois

Diffusion systémique
du message

Complément
nutritionnel foliaire

Norme CE Engrais. Produit de la gamme BIOAGN.
Utilisable en agriculture biologique,
conformément au règlement CEE 2092/91 modifié.

Parc activestre - 3, avenue de l'orchidée

31390 CARBONNE - France

tél : 33 (0)5 61 97 85 00 - fax : 33 (0)5 61 97 85 01

e-mail : agn@agro-nutrition.fr

Agronutrition

Méthode de diagnostic de la fertilité du sol

Par Hélène Védie (GRAB)

Depuis 3 ans, le Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB) étudie différentes méthodes de diagnostic de la fertilité des sols, afin de mieux connaître les informations apportées par chacune d'elle, et d'étudier la cohérence des résultats obtenus. A cette occasion le GRAB fait intervenir des experts de ces différentes techniques sur le terrain au cours d'une journée ouverte à un large public (producteurs, techniciens, étudiants...).

L'action est conduite sur des parcelles de maraîchage de plein champ exploitées en agriculture biologique depuis des durées variables.

Les méthodes mises en œuvre offrent une bonne vision de la diversité des outils qui peuvent être employés, et dont les objectifs sont souvent complémentaires. L'évolution des connaissances scientifiques et des demandes exprimées sur le terrain conduit à une adaptation permanente des techniques ; c'est le cas par exemple des analyses organo-biologiques.

Les diagnostics de terrain

La fertilité est très largement fonction des caractéristiques physiques du sol, qu'il faut savoir examiner avant de prescrire la réalisation d'analyses de laboratoire et avant d'agir en matière de techniques culturales.

■ La connaissance du sol s'appuie d'abord sur les données de la pédologie, qui permettent de caractériser la fertilité potentielle : type de sol déterminé par une succession d'horizons de texture, porosité et charge en éléments grossiers variables ; présence de discontinuités texturales ou structurales ; migrations et accumulations d'éléments (dépôts de carbonates par exemple), problèmes d'hydromorphie...

■ Le profil cultural permet de diagnostiquer objectivement l'impact des façons culturales sur la fertilité physique des sols. Cette méthode consis-

te à décrire les horizons supérieurs en identifiant les états structuraux du sol (structure continue, fragmentaire ou particulière), le mode d'assemblage, et l'état interne des mottes. Les descriptions sont repérées dans l'espace en liaison avec les passages d'outils. Le degré de compaction est apprécié par la porosité de l'horizon et des mottes à l'aide d'une nomenclature précise. Le profil cultural permet de déceler l'influence des passages de pneumatiques et des outils de travail du sol, de localiser les zones de lissage et de compaction et de préconiser des mesures curatives le cas échéant.

■ L'activité des vers de terre est un indicateur biologique intéressant et relativement simple à observer. Le nombre et le type de galeries renseignent sur l'intensité de l'activité. Le nombre et le type de vers de terre permettent d'améliorer l'information en renseignant sur l'état biologique du sol.

■ L'étude des plantes bio-indicatrices donne des indications sur l'état du milieu à une période donnée et présente l'avantage d'être facilement mise en œuvre pour peu que l'on dispose de compétences botaniques. Le postulat de base de cette méthode est que la plupart des espèces végé-



Les analyses de laboratoire permettent d'affiner le diagnostic

© Boulet

tales ont besoin de conditions de milieu précises pour assurer la levée de dormance de leurs graines, ces conditions étant connues par l'étude de leur biotope primaire (présence naturelle des plantes, sans intervention de l'homme). La présence de certaines espèces en parcelle cultivée peut donc être révélatrice de conditions telles que : sol calcaire ou tassé, milieu anaérobie ou riche en éléments fertilisants...

■ La méthode BRDA-Hérody

Cette méthode combine systématiquement les approches pédologiques et agronomiques, à la fois sur le terrain et au laboratoire. L'approche de terrain permet de faire le point sur les données géologiques (nature des particules minérales présentes), les données climatiques et les conditions de milieu (milieu poreux et aéré ou tassé et asphyxié, niveau d'oxydo-réduction, niveau de décomposition de la matière organique...).

Les analyses de laboratoire

Elles fournissent des informations complémentaires aux observations de terrain (détermination précise de la texture, valeur du pH), ou supplémentaires (teneurs en éléments fertilisants, caractérisation de la matière organique...). Elles permettent de tirer des conséquences pratiques sur les techniques à employer, mais constituent aussi des points de repère indispensables pour juger de l'évolution des paramètres, et donc du résultat des techniques employées sur une parcelle.

Les analyses de laboratoire réalisées par le BRDA-Hérody sont des tests chimiques, non normalisés, qui vont permettre de caractériser :

- le Coefficient de Fixation (CF) qui donne la mesure de la proportion et de la qualité des argiles minéralogiques. L'interprétation des autres paramètres (Ca, Mg, acidité...) et les préconisations d'apport sont ajustées en fonction du CF ;
- les liaisons Fer et Calcium qui assurent la liaison entre les éléments organiques et particules minérales fines du sol et ainsi la formation du complexe organo-minéral (COM) ;

- les teneurs en éléments fertilisants (P, K, Mg) ;
- plusieurs compartiments de matières organiques, actives ou passives.

La spécificité des analyses Alma Terra est liée à l'évaluation biologique des sols, à partir de la caractérisation des matières organiques (MO) et de la mesure des activités microbiennes par des méthodes susceptibles d'être utilisées dans un laboratoire en routine. La méthodologie est bâtie à partir des mesures de trois grandes caractéristiques.

- La caractérisation de 2 types de MO par fractionnement physique granulométrique :
 - "MO libre", MO jeunes à minéralisation rapide,
 - "MO liée", matières évoluées de type humique.
- La mesure de la biomasse microbienne.
- La mesure des activités minéralisatrices du carbone et de l'azote.

Ces analyses permettent de définir un "statut organique" de la parcelle et d'en tirer des conséquences en terme de fourniture d'azote par minéralisation. Elles permettent aussi d'orienter les apports de matière organique vers des matières plus ou moins précurseurs d'humus.

Les premières observations

Ces observations ont été réalisées par des spécialistes de chacune des méthodes (voir tableau 1).

Les parcelles maraîchères étudiées ont été diagnostiquées de façon globale (tour de champ, situation dans le paysage, flore spontanée...) et par des observations plus fines dans une fosse d'une profondeur de 1,5 m. Les principales caractéristiques de ces parcelles sont regroupées dans le tableau 2.

Une structure souvent dégradée

La structure du sol est dégradée sur les trois parcelles observées. Le niveau de dégradation ne dépendant pas forcément de la sensibilité "pédologique" du sol, résultant de sa texture. En général, ce sont des interventions réalisées dans de mauvaises conditions, comme c'est bien souvent le cas en maraîchage, qui ont plus ou moins dégradé la structure.

Ainsi, sur les parcelles étudiées, la compaction de l'horizon supérieur va de 50 % du volume occupé par des mottes très compactes (site A) à 95 % du volume très compacté (site C). La

Tableau 1 : Intervenants ayant réalisé les diagnostics

Intervenant	Organisme	Méthode mise en oeuvre
Jean-Pierre PENEL	Chbre d'Agri. du Vaucluse	Profil pédologique
Yvan GAUTRONNEAU	ISARA	Profil cultural
Dominique MASSENOT	AMISOL	Méthode du BRDA-Hérody
Gérard DUCERF	PROMONATURE	Plantes bio-indicatrices
Xavier SALDUCCI	ALMA-TERRA	Analyses classiques et biologiques

Tableau 2 : Parcelles en maraîchage de plein champ ayant fait l'objet des diagnostics

Lieu	Site A	Site B	Site C
	Avignon (84), GRAB	Lambesc (13), Arnaud	St Siffret (30), Muffat
AB depuis	En conversion	30 ans (biodynamie)	15-20 ans
Type de sol	Sol limono-argileux profond, calcaire, développé sur des alluvions récentes	Sol sablo-limoneux calcaire, profond, développé sur des molasses calcaire-gréseuses du Miocène	Sol sablo-argilo-limoneux d'origine alluviale, reposant sur un substrat de grès calcaire.
Particularités	Sol sensible à la compaction et aux tassements, très calcaire (pH=8,5)	Sol peu sensible à la compaction, très calcaire (pH=8,5), un peu faible en MO	Horizons de texture discontinue Hydromorphie temporaire
Rotation culturale	Début du maraîchage après 15 ans de verger et 2 ans de friche	Salade en février, puis melon, courgette, pomme de terre...	3 ans de légumes, 1 an de céréales, engrais verts.
Fertilisation	Engrais minéraux complets avant conversion	20 t/ha compost de fumier d'ovins + 2 t/ha tourteau de ricin + préparations biodynamiques	1 à 3 t/ha d'amendement du commerce + 1,5 t/ha d'engrais de type 2/3/3 + purins de plantes.



Fosse ouverte en 2003 dans une parcelle avec engrais vert d'orge et de vesce

semelle de labour est présente dans tous les cas. La compaction peut aussi affecter les horizons situés sous la couche labourée, jusqu'à 50 cm de profondeur, avec succession de structures lamellaires (site B), ou une structure continue (site C). Ces zones compactées sont en général traversées par les racines fines, mais elles ne le sont pas, ou peu, par les racines plus grosses et les vers de terre, très peu présents sur les trois parcelles. Le volume de sol exploité est donc fortement réduit.

L'étude des plantes bio-indicatrices confirme cet état de compaction, avec notamment la présence de ravenelle polymorphe, capselle bourse à Pasteur ou plantain majeur.

Pour améliorer des structures fortement dégradées, les solutions biologiques (engrais verts...) ne suffiront pas : on est bien souvent obligé d'envisager un sous-solage, à réaliser dans de bonnes conditions (risques de lissage si le sol est trop humide, et d'émiettement si le sol est trop sec).

Il faut ensuite savoir attendre avant d'intervenir pour toute opération de travail du sol : la terre doit être bien ressuyée, d'autant plus si la parcelle est sensible à des excès d'eau temporaires. Les pneus basse pression permettent de limiter les risques de tassement.

Des sols riches en éléments nutritifs

Les analyses de laboratoire, qu'elles soient "classiques" ou du BRDA-Hérody révèlent des sols riches en phosphore, potassium et magnésium dans les trois situations. Les stratégies de fertilisation pratiquées par les exploitants semblent donc a priori cohérentes avec les rotations culturales, bien que la situation puisse évoluer et que le jugement doive se faire sur le long terme.

Des analyses organo-biologiques ... variées !

Dans les deux parcelles dont le sol est de nature sableuse (sites B et C), le taux de matière organique est plutôt faible, inférieur à 2 %. Cette constatation est assez courante dans les sols sableux, où la minéralisation est importante.

L'équilibre entre les formes de matières organiques, "libres" ou "liées" par les analyses Alma-Terra, ou "fugitives" ou "stables" par les analyses du BRDA, sont assez variables entre les sites, et surtout ne sont pas toujours concordantes...

L'activité microbienne est en générale satisfaisante, avec de fortes potentialités de minéralisation de l'azote (de 100

unités/ha/an sur le site C à plus de 300 unités/ha/an sur le site B).

L'optimisation du statut organique des sols semble passer par la "technique du double-apport" : un apport de MO précurseur de matières jeunes à turn-over rapide (type guano ou engrais vert) au printemps pour stimuler l'activité microbienne et un apport de MO précurseur d'humus stable à l'automne (type compost, amendement, déchets verts).

Un premier bilan

Les méthodes de diagnostic de fertilité d'un sol mises en œuvre sur plusieurs parcelles depuis 2001 apparaissent complémentaires à bien des niveaux.

Les études de terrain, incontournables, donnent accès à de précieux renseignements que ne révélera pas l'analyse : potentiel pédologique, état de la structure, sensibilité à l'hydromorphie... Les profils pédologique et cultural, les données géologiques fournissent autant d'informations utiles à la compréhension du fonctionnement du sol et des cultures. L'étude de la flore spontanée permet de confirmer un certain nombre de caractéristiques de la parcelle ; bien qu'un peu approximative elle a le mérite d'être facilement mise en œuvre et de ne pas nécessiter d'ouverture de fosses.

Les discordances portent essentiellement sur la typologie des matières organiques, preuve que cette détermination, préoccupation relativement récente en analyse de laboratoire, fera encore l'objet de nombreux débats et mises au point.

Elles apparaissent peu sur l'appréciation relatives aux teneurs en éléments fertilisants dans les parcelles étudiées où les sols sont plutôt riches. Ponctuellement, en cas de teneur moins élevée, le sol est plutôt jugé "normal" en analyse classique et "pauvre" en analyse du BRDA-Hérody.

Cette action est poursuivie par le GRAB en 2004 sur de nouvelles parcelles, puis les diagnostics seront renouvelés sur les premières parcelles, afin de connaître l'évolution des paramètres mesurés après 4 ans. ■

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-BRDA¹ 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 accessibles², 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-GEPAB³ 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 document⁴ 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 cultural⁵, la méthode tarière adaptée au contexte Armoricaïn⁶, et les méthodes d'analyses physico-chimiques réalisées dans un laboratoire d'analyses départemental⁷.

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^e fraction (3F)⁸.

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

¹ 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.

² 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^e rencontre de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre (COMIFER-GEMAS). p. 111

³ 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).

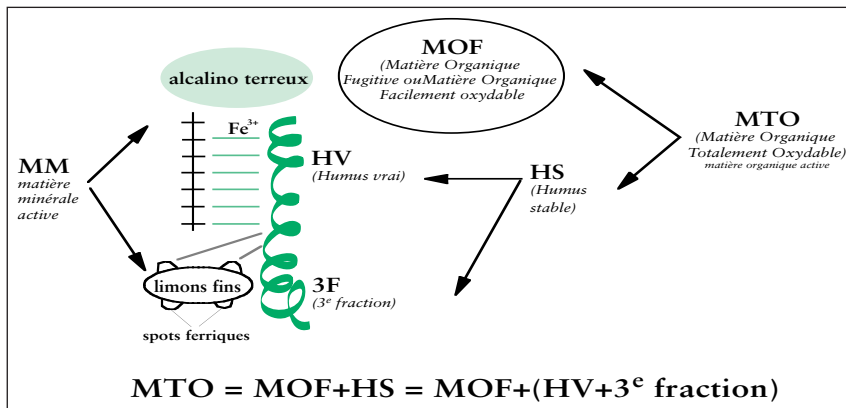
⁴ Perès G., Prat P., Hardy Y., Rivière JM., Suire M., Cluzeau D. 2000. Les méthodes de diagnostics agro-pédologiques. Complémentarité de l'approche "Hérody" et des approches classiques. Les cahiers du Bioger (Eds.). 128 p.

⁵ Hénin S., Gras R., et Monnier G., 1969. Le profil cultural. Masson, Paris, 332 p.

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

⁷ 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 feuillettes 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 réintégré dans le contexte de terrain.

Etude des paramètres et des méthodes d'analyses associées

La sous-compartmentation des différentes composantes du sol

D'une manière générale, l'idée d'une sous-compartmentation 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-compartmentes, 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°. Des caractérisations plus précises de différents sous-compartmentes 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 recherche¹⁰. Cette approche de sous-compartmentation 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 de 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^e 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-

⁸ 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.

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

¹⁰ 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 MOF¹¹. 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 apparaître¹². 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-minéral¹³. 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 classiques (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. ■

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

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

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

La sélection sanitaire de plants biologiques de pomme de terre : exemple de démarche participative

Par Fabrice Tréhorel (Aval-douar Beo)

La constitution d'un système agricole durable doit s'appuyer sur des bases solides. Cela passe donc par la production de semences adaptées et adaptables au milieu dans lequel on veut les cultiver. Les agrobiologistes ne disposent généralement que de semences et plants de variétés, qui mêmes si elles sont produites selon le cahier des charges de l'agriculture biologique, ont été sélectionnées dans le contexte de l'agriculture conventionnelle et ne conviennent généralement pas à leurs besoins. Il est donc nécessaire de mettre en place des programmes de sélection et/ou de production de semences spécifiques aux exigences de l'agriculture biologique.

Cependant, lorsque ce type de projet ne concerne qu'un petit nombre d'individus, les propositions des institutions pour assurer sa mise en œuvre sont rares. Le paysan peut alors en devenir l'élément moteur, et si la démarche est responsable (c'est à dire assujettie à l'intérêt général) et la dynamique suffisante, les institutions en tant que telles ne peuvent refuser cette évolution et sont ainsi motivées (ou contraintes) à y participer. L'exemple des producteurs bretons de plants biologiques de pomme de terre est à cet égard significatif et riche d'enseignements.

La sélection sanitaire : principes de base

Chaque producteur, en dehors de satisfaire aux règles de production, de plants est chargé d'opérer une sélection des plantes et des plants afin de répondre aux normes sanitaires et de pureté variétale en vigueur. Cela passe notamment par le choix de parcelles indemnes de certains parasites ou pathogènes du sol, une surveillance permanente en végétation avec l'élimination des plantes non conformes (chétives, mélange variétal) ou manifestant des symptômes dus à des organismes nuisibles à la qualité des plants (ex : virus). Une mise en quarantaine et un triage à la récolte peuvent s'avérer nécessaires.

En France, la production de plants de pomme de terre (plantés à multiplication végétative) est conditionnée par la maîtrise du cortège parasitaire. Elle fait donc l'objet d'une réglementation très stricte et de toute une organisation de la production, qui s'étend sur six à neuf années (sous l'égide de la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de Pomme de Terre ou F.N.P.P.T., et en Bretagne de Bretagne-Plants) ; et aboutit à des plants certifiés¹. La production de plants biologiques de pomme de terre doit en plus répondre aux exigences du cahier des charges de l'agriculture biologique.

La création d'un système participatif

En Europe, les plants biologiques de pomme de terre commercialisés sont issus de plants conventionnels reproduits une année selon le mode de production biologique. Il s'agit de plants sélectionnés de sixième, septième, huitième et neuvième génération issus de la multiplication in-vitro, répondant aux exigences de la filière dite conventionnelle mais non adaptés aux besoins et aux objectifs des paysans de la filière biologique.

Sur la base de ce constat, les producteurs de plants de pomme de terre biologique ont mis en place un programme d'études

visant à l'élaboration d'un schéma de production de plants biologiques plus conforme à leurs besoins, avec pour principaux objectifs :

- développer un schéma biologique complet sans recours à la multiplication *in vitro* ;
- disposer de plants adaptés ;
- devenir autonome quant à l'approvisionnement en semences et indépendant (autant que faire se peut) de la filière conventionnelle.

Un groupe de travail composé de producteurs, de chercheurs de la station de pathologie végétale de l'INRA Le Rheu et de techniciens et ingénieurs de l'Etablissement Producteur Régional de Plants de Pomme de Terre (E.P.R.P.P.T) s'est constitué autour



figure 2 : système mis en place en 2002

¹ Certification délivrée par les Services Officiels de Contrôle et de certification sous le contrôle du Ministère de l'Agriculture (S.O.C., S.P.V.).

de ce projet. L'EPRPPT est chargé par délégation du GNIS-SOC de produire les plants de base (ou "souches") et d'assurer le contrôle en vue de la certification de l'ensemble des plants de pomme de terre de Bretagne.

Un projet collectif

Les producteurs ont participé activement au programme de recherche en faisant part de leurs connaissances et de leurs expériences du système agrobiologique, en précisant les facteurs critiques d'une production de plants biologiques de pomme de terre, en participant à la conduite et à l'analyse de ces travaux. Cette collaboration entre les professionnels, les instituts de développement et de recherche doit certainement son efficacité au fait que ces structures, généralement organisées verticalement, ont cette fois su tisser des liens transversaux entre elles. Ce groupe de travail a obtenu auprès des services du Ministère de l'agriculture, et en un temps record, la validation d'un schéma expérimental de production de plants biologiques de pomme de terre (figure 1).

Cette collaboration entre les professionnels, les instituts de développement et de recherche constitue un exemple de recherche participative dans laquelle chacun a trouvé sa place tout en étant au service d'un intérêt collectif. Les relations originales mises en place entre la recherche et les praticiens ont permis la finalisation du programme et une réponse concrète aux besoins des agriculteurs.

L'étude de ce système, mis en place en 2002, doit s'étendre au moins jusqu'en 2007 (figure 2). Aussi, le même fonctionnement et la même collaboration seront défendus sur la durée.

Les paysans participent au **développement technique** du programme de recherche en intervenant dans la sélection massale de la première génération, effectuée au sein de la Collection Régionale Biologique. Ils font part de leur connaissance de la plante et des variétés, fournissent des plants provenant d'une "famille" au comportement jugé supérieur. Ils interviennent également tout au long de l'itinéraire technique au cours duquel ils participent, avec les techniciens, les ingénieurs et les chercheurs, à l'identification et à l'analyse des facteurs critiques ainsi qu'à la recherche de solutions, soit en faisant part de leurs connaissances empiriques et/ou de leurs réflexions de paysan-chercheur, soit en participant à la mise en place d'expérimentations analytiques.

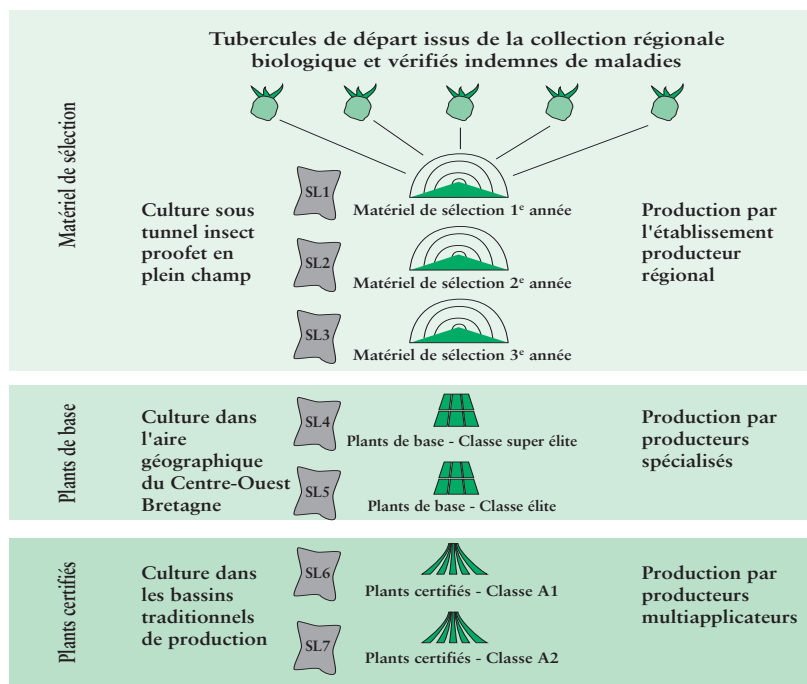


Figure 1 : Schéma expérimental de production de plant biologique de pomme de terre mis en place par Aval-douar Beo

Sur le plan du développement socio-économique, le temps passé par le producteur à la conduite de la culture de "souches" est comptabilisé et indemnisé à hauteur d'un salaire de technicien spécialisé. Les temps de trajet sont également pris en compte.

Les producteurs apportent également leur contribution dans la diffusion d'informations, en direction de leurs collègues, mais également en direction des personnels du développement technique et de la recherche. De la même manière, le transfert de connaissance va s'opérer des scientifiques vers les praticiens, sur les disciplines de l'agroécologie, de la biologie de la plante, de la microbiologie des sols ou des interactions entre ces trois ensembles. Ce type de démarche permet des échanges extrêmement fertiles entre des groupes sociaux qui dans la structuration actuelle de la recherche n'ont pas assez l'occasion de partager leurs connaissances et leurs savoirs².

La mise en place d'un tel schéma, comprenant sept générations dont quatre chez les agriculteurs, nécessite aussi d'organiser et de gérer la production et la distribution des semences. Les trois premières générations ainsi que la collection sont confiées à Aval-douar Beo, l'organisation des producteurs de pommes de terre biologiques de Bretagne. Les producteurs de pomme de terre biologique de Bretagne organisent la production des quatre générations suivantes (plants de base et plants certifiés). Les producteurs sont ainsi devenus les maîtres d'œuvre de la production de plants de

pomme de terre, allant jusqu'à imposer des évolutions réglementaires grâce au travail réalisé et à la concertation avec les organismes officiels.

Conclusion

Ce type de démarche participative permet une nouvelle forme d'organisation de la recherche : une organisation où le paysan a sa place en participant à part entière à la gestion du processus global de recherche, dont le but premier est d'améliorer sa condition de vie et celle, directement ou indirectement, dans le temps ou dans l'espace, de ses concitoyens.

Dans le cas des agriculteurs bio producteurs de pommes de terre, ce type d'approche a permis de lever un certain nombre de freins techniques, sociaux et économiques mais également réglementaires. Cette démarche engagée va se poursuivre et, nous en sommes persuadés, aboutir à la réappropriation de la semence de plants de pomme de terre par les paysans. Une semence adaptée et adaptable à la diversité des terroirs, et qui fasse que la pomme de terre continue à remplir pendant long temps le ventre de ceux qui ont faim, comme ce fut le cas pour les peuples d'Europe lorsque la durabilité des agro écosystèmes n'était pas entamée et lorsque l'abondance n'était pas de mise.

Si cet exemple peut être utile ... ■

² Lire la rubrique Avis pluriel sur les relations agriculteurs - chercheurs - Alter Agri n° 60 p.4 - 5

La morphographie

Par Jean-Pascal Mure (jean-pascal.mure@wanadoo.fr)

La morphographie est une méthode morphogénétique utilisée pour des études qualitatives en agro-alimentaire, phytopharmacie et agronomie. Elle vise à produire des indicateurs spécifiques de qualité. Elle est mise en oeuvre à partir de la substance elle-même ou d'un extrait aqueux ou alcalin. Les résultats qu'elle fournit sont des formes et des couleurs qui sont spécifiques aux substances testées et éventuellement discriminantes. Elles mettent en évidence des propriétés résultant non pas uniquement des composants, mais aussi de l'association des composants du produit pris dans son intégrité. Dans ce sens, les résultats sont d'ordre qualitatif. Cette méthode peut être utilisée en complément des méthodes d'analyse et d'observation classiques. On distingue la morphographie verticale et la morphographie horizontale circulaire.

La morphographie verticale

Kolisko¹ (1934) est à l'origine de la morphographie verticale, appelée en Allemagne dynamolyse capillaire, qui utilise comme support un papier filtre. Le principe repose sur la montée capillaire non linéaire d'un front de migration d'une solution dans le papier. Lors de la montée, des irrégularités propres à la réactivité spécifique des solutions se forment. Les irrégularités sont amplifiées par l'ajout de sels métalliques qui permettent d'obtenir des formes contournées et colorées (image 1).

La morphographie verticale la plus utilisée actuellement est la méthode mise au point dans les laboratoires pharmaceutiques de la firme Wala en Allemagne, dite "méthode Wala". Elle consiste à faire monter dans un papier filtre cylindrique disposé verticalement sur une coupelle, une solution aqueuse de la substance à étudier. On fait ensuite migrer des solutions de nitrate d'argent puis de sulfate de fer. Entre chaque migration, le papier est séché. L'image obtenue est appelée morphogramme. Les résultats sont mis en relation avec la biochimie de la substance testée et la morphologie des plantes sources (Strüh, 1987).

Cette méthode est utilisée principalement dans des laboratoires phytopharmaceutiques allemands et à l'Institut de Recherche d'Agriculture Biologique en Suisse ; elle n'est pas utilisée en France.

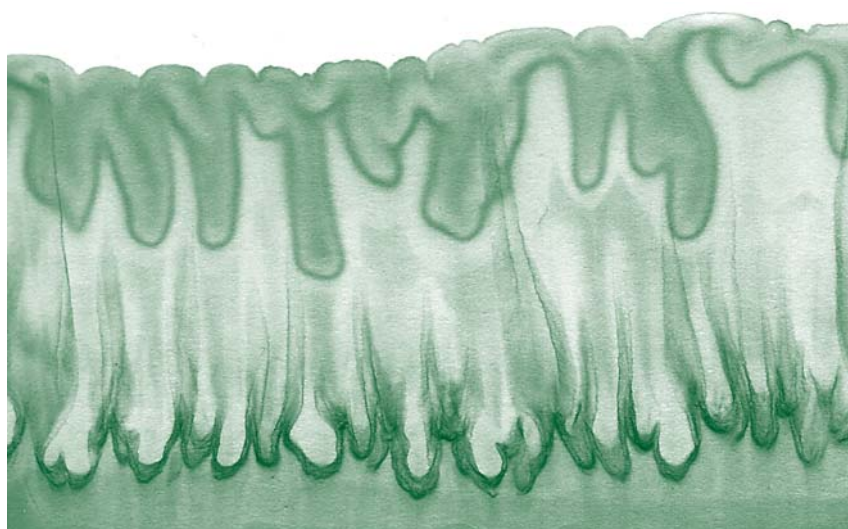


Image 1 : Morphogramme wala d'extrait aqueux de plante (département de chimie de l'Université de Copenhague)

La morphographie horizontale circulaire

Cette variante de la dynamolyse capillaire a été mise au point par Pfeiffer² (1984) pour l'étude des matières organiques des sols et des composts. Jean-Paul Gelin³ l'a adaptée en 1985 à l'étude qualitative d'extraits végétaux et de produits laitiers. Les images obtenues montrent plusieurs zones dont les caractéristiques dépendent notamment des propriétés de réactivités, de masses moléculaires, d'affinités, de couleur, et de quantité des substances organiques migrantes.

Les matières organiques de sols ou de composts sont extraites par la soude, puis elles sont mises à migrer à partir du centre d'un papier filtre en partie

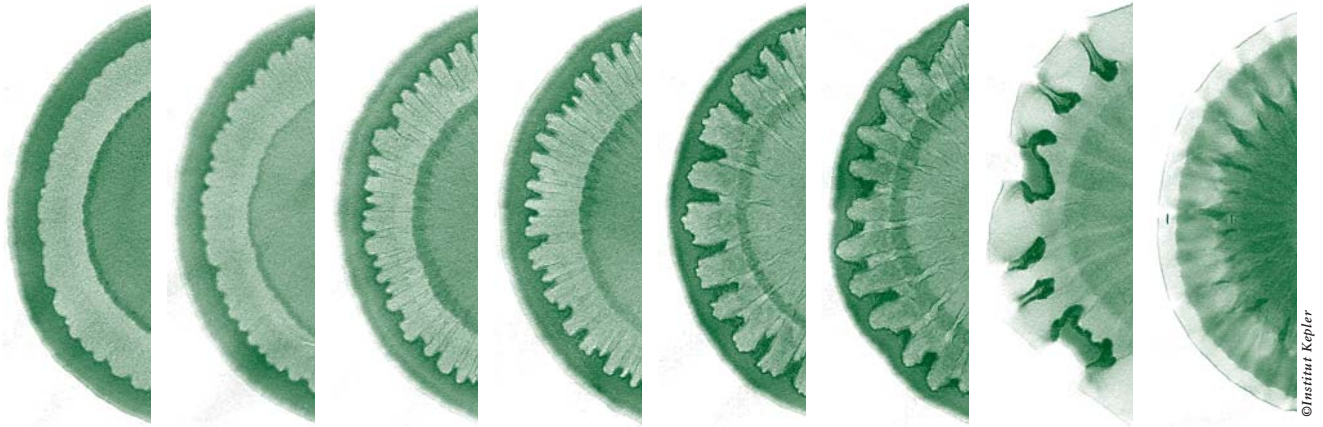
imprégné par une solution de nitrate d'argent. Le papier est ensuite exposé à des rayons UV. Mure et Gautronneau (2003) ont montré l'existence de certaines relations entre des paramètres analytiques de sols et les types d'images. La méthode paraît également intéressante dans le suivi de la qualité des transformations biochimiques et du

¹ Lily Kolisko, chimiste, chercheur sur les dilutions homéopathiques, met au point dans les années 1920 à l'Institut Biologique de Stuttgart, la méthode de dynamolyse capillaire.

² Ehbrenfried Pfeiffer, chimiste allemand, chercheur à l'Institut Biologique de Stuttgart, met d'abord au point la cristallisation avec additif. Dans les années 50 à l'Institut de Spring Valley aux USA, il s'est particulièrement intéressé à la qualité des matières organiques des sols et des composts, et développe la morphographie.

³ Jean-Paul Gelin, chercheur à l'Institut Kepler⁴.

⁴ Institut Kepler, 6, avenue Georges Clémenceau - 69 230 Saint Genis Laval. infokepler@institut-kepler.com



Images 3 : Métamorphose d'une série de morphogrammes d'un macérat alcoolique de feuilles de Ribes Nigrum (phytopharmacie, Institut Kepler).



Image 2 : Morphochromatographie de fumier de bovin frais (à gauche) et de compost de fumier de bovin après évolution (à droite) ©Institut Kepler

niveau de maturité d'un compost (image 2).

Pour les denrées et produits phytopharmaceutiques, on ajoute selon plusieurs modalités de la soude à la substance à étudier. Chaque "digesté" est ensuite mis à migrer à partir du centre d'un papier filtre préalablement imprégné avec une solution de nitrate d'argent. Les papiers filtres sont ensuite exposés aux rayons ultra-violets pour réduire l'argent et révéler les images du test. On obtient une série de plusieurs images montrant une évolution des formes (images 3). L'image présentant les formes et les couleurs les plus complexes dans la série, son rang d'apparition et la métamorphose de toute la série contribuent au diagnostic. Gelin, à l'Institut Kepler⁴, a montré sur des plantes médicinales qu'un extrait végétal soumis à un processus de vieillissement s'accompagnait d'une simplification des images. Il en a déduit la possibilité d'utiliser cette technique comme outil de diagnostic qualitatif sur des substances organiques fraîches ou transformées, pour des études comparatives de process. Par ailleurs, il a aussi mis en évidence une forte influence du milieu pédoclimatique

sur le type d'image obtenu pour une espèce végétale déterminée (image 4).

La morphographie de substances végétales, de terre et de composts, est utilisée en France, en Allemagne et en Suisse.

Conclusion

Les travaux existants suggèrent que la morphographie, comme la cristallisation avec additif, semble pouvoir contribuer à la différenciation qualitative et à la traçabilité de produits. Ces méthodes paraissent aussi prometteuses dans la caractérisation de terroirs ou de millésimes, la recherche de process, et le diagnostic qualité.

La recherche de l'existence de corrélations entre les caractéristiques morphologiques des images et les propriétés qualitatives et quantitatives des substances testées permettraient de progresser sur les fondements scientifiques de la méthode ; les travaux sur les sols et les composts sont ici plus avancés. De même, il faudrait rechercher s'il existe des relations entre certaines caractéristiques morphologiques des images chromatographiques de denrées ou produits phytopharmaceutiques et le bénéfice biologique de ceux-ci. ■

Christine Ballivet, Jean-Paul Gelin et Jean-Pascal Mure, Institut Kepler – infokepler@institut-kepler.com

Bibliographie

- Mure J.-P., Gautronneau Y., 2003. *Analyse critique de la morphochromatographie des matières organiques des sols. 5^e colloque sur la matière organique naturelle.* Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 2003.
- Pfeiffer E., 1984. *Chromatography applied to quality testing, Wyoming.* (1962, publication post-mortem)
- Strüb, 1987. *Grundlegende Phänomene bei der Ausbildung der Steigbildformen - Bildtypen und pharmazeutische Prozesse - Elemente der Naturwissenschaft, Heft 146, Dürnau.*

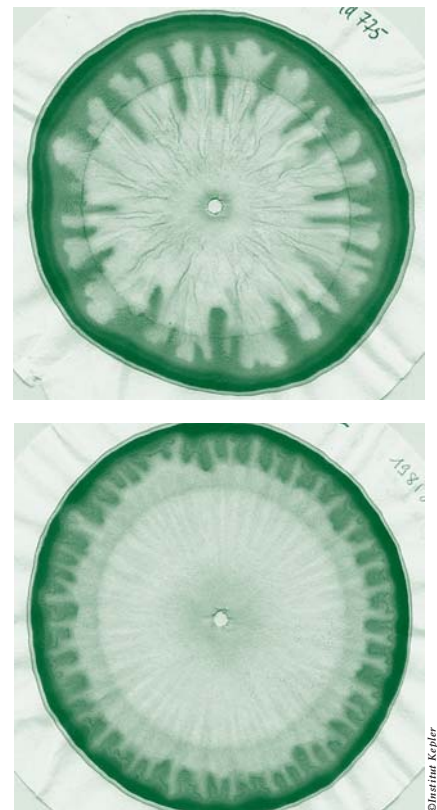


Image 4 : Morphogrammes de racines fraîches de Pulsatilla rubra 04/1993 sur milieux calcaire (haut) et granitique (bas).

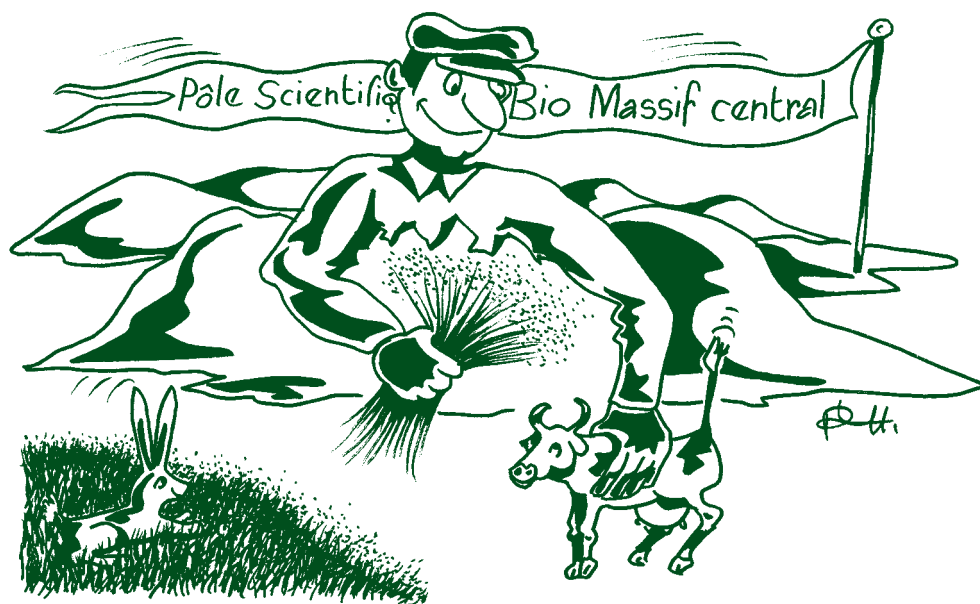
3^e Journée Technique¹ du Pôle Scientifique AB : les productions fourragères biologiques dans le Massif Central

Par Julie Grenier (Pôle AB Massif Central)

Reconnu à l'échelle du Massif, le Pôle Scientifique Agriculture Biologique Massif Central est l'un des pôles de compétence qui apporte son expertise sur les projets soutenus dans le cadre de la Convention Interrégionale de Massif 2000/2006. Il constitue une véritable interface entre la recherche et le développement en agriculture biologique. Chaque année, il consacre une journée à la restitution de travaux menés dans son cadre, et à la rencontre de producteurs, techniciens et chercheurs.

Réalisée avec le soutien du Conseil régional du Limousin, la troisième édition de la journée technique du Pôle, consacrée au thème des productions fourragères biologiques dans le Massif Central s'est déroulée le 6 novembre 2003 au Lycée Agricole de Tulle-Naves. Plus de trois cent cinquante personnes étaient au rendez-vous : techniciens, producteurs, chercheurs, agents de développement et lycéens. Avec la restitution de résultats expérimentaux réalisés dans le cadre du Pôle Scientifique AB et l'apport de données techniques et scientifiques complémentaires (issues de l'expérience de producteurs ou d'autres travaux de recherche), cette journée technique a été un moment riche en échanges et partages d'expérience pour l'ensemble des participants. Elle s'est déroulée dans une ambiance conviviale, en par-

¹ Journée réalisée avec la participation d'Arvalis - Institut du Végétal, de l'AVEM, du CNRAB, de l'ENITAC, de GABLIM, de l'Institut de l'Élevage, de l'INRA, de l'ITAB, du Lycée agricole de Tulle-Naves, des Réseaux d'Élevage, des Chambres d'agriculture du Limousin, du SUACI des Bordes, et avec le soutien financier du Conseil Régional du Limousin, de Groupama et du Crédit agricole. Travaux réalisés avec l'aide de l'Etat (FNADT) et de la DATAR Massif Central.



ticulier grâce à la forte implication de l'équipe du lycée agricole de Tulle-Naves.

Que peut-on retenir des différents thèmes abordés lors de cette journée ?

Place des fourrages dans les systèmes d'élevage du Massif Central

L'herbe est une des plus grandes richesses du Massif Central. Elle occupe 87% de la SAU (Surface Agricole Utile) des exploitations d'élevage de

bovins allaitants, d'ovins allaitants et de bovins laitiers conduites en agriculture biologique. Les systèmes bovins allaitants sont les plus autonomes avec 91 % des besoins en UF (Unités Fourragères) des animaux couverts par les fourrages de l'exploitation. Les performances techniques et économiques de ces systèmes sont donc très dépendantes de la bonne gestion des fourrages. Viennent ensuite les bovins laitiers avec une autonomie fourragère de 83 %, et enfin les exploitations d'élevage ovins allaitants où l'autonomie four-

ragère² n'est que de 75 %. Pour ces deux dernières productions, la bonne gestion des fourrages, mais aussi des concentrés, est déterminante. Ces résultats ne sont pas spécifiques aux systèmes biologiques, mais ils sont atteints avec un chargement de 10 à 20 % plus faible que dans les systèmes conventionnels.

Ces aspects ont été illustrés par la présentation des résultats technico-économiques du système naisseur-engraisseur du lycée agricole de Tulle-Naves. Le système bovins allaitants /race limousine a des résultats techniques corrects : peu de problèmes sanitaires, poids des carcasses de 350 à 400 kg en moyenne pour des animaux assez jeunes (bœufs et génisses de 30 mois). Et ce, avec une autonomie fourragère de 87 % et une autonomie alimentaire de 98 % en moyenne pour les années 2000 à 2002.

Maîtrise du parasitisme et gestion fourragère³

Effet bénéfique des plantes riches en tanins sur les strongyloses gastro-intestinales des ovins et caprins

Les strongyloses gastro-intestinales sont l'une des pathologies majeures chez les petits ruminants et, en agriculture biologique comme en conventionnel, il existe un réel besoin de trouver des méthodes alternatives ou complémentaires aux traitements anthelminthiques. Une des solutions envisageables est l'emploi de tanins condensés. En effet, des études réalisées chez les caprins et les ovins ont permis de mettre en évidence que la consommation de plantes riches en tanins avait un effet sur la capacité de l'animal à lutter contre les strongyloses gastro-intestinales, ainsi que sur sa capacité à maintenir un niveau de production malgré la présence du parasitisme.

Les plantes riches en tanins peuvent être des plantes ligneuses (noisetier,

châtaigner...) ou des plantes fourragères (lotier corniculé, lotier pédonculé, sainfoin...) ; les tanins peuvent également se trouver au niveau des fruits (glands...).

Quelques interrogations subsistent encore quant à l'utilisation de ces tanins (effet des tanins sur les animaux laitiers, dose optimale d'utilisation en élevage, meilleure source de tanins...)

Une gestion rigoureuse du pâturage pour une meilleure prévention du parasitisme

Une méthode développée par l'AVEM (Association Vétérinaires Eleveurs du Millavois, en Aveyron) a été présentée. Cette méthode a pour objectif d'aider les éleveurs à améliorer leur maîtrise du parasitisme (démarche volontaire des producteurs). Elle consiste à analyser et évaluer les risques, surveiller les points critiques et mettre en place des mesures préventives.

Parallèlement, des témoignages d'agriculteurs travaillant avec l'AVEM ont souligné l'intérêt du pâturage tournant pour limiter le parasitisme.

Valeur alimentaire et valorisation des fourrages conduits en agriculture biologique

Les données actuelles permettent de dégager quelques tendances, à confirmer par des travaux supplémentaires.

Il est probable que pour des compositions floristiques et des stades de récolte comparables, la valeur alimentaire des fourrages produits en agriculture biologique soit comparable à celle des fourrages conventionnels. Cependant, dans certaines conditions (terrains séchant, premier cycle...), lorsque les graminées sont dominantes, la teneur en MAT (Matière Azotée Totale) et donc leur valeur en PDIN des fourrages produits en agriculture biologique semble un peu faible.

Une méthode à destination des agriculteurs et des techniciens permettant de mieux comprendre la digestion des ruminants, et de réagir immédiatement aux erreurs de nutrition, a également été présentée (méthode OBSALIM). Cette méthode souligne l'importance de bien prendre en compte le "point de

vue de l'animal" pour s'assurer de la bonne valorisation des fourrages, et donc du bon état des troupeaux. Une grille de lecture de la réponse de l'animal est donnée dans le livre "Les vaches nous parlent d'alimentation" de B. Giboudeau⁴.

Aspects agronomiques des fourrages

L'écosystème prairial pâturé est un système biologique complexe qui fait interagir l'atmosphère, le sol, la biomasse végétale et les herbivores. Des échanges d'énergie et de matière s'effectuent entre ces différents compartiments. Aussi, la flore et le fonctionnement d'une prairie (composition botanique, production de biomasse, qualité des fourrages...) résultent de la combinaison des facteurs du milieu (climat, sol) et des facteurs de gestion (type de pratique, intensité d'exploitation, fréquence des interventions).

L'intérêt multiple des légumineuses dans un écosystème prairial est aussi à noter : entrée d'azote dans le système par fixation symbiotique, bonne valeur alimentaire, composés secondaires d'intérêt...

Importance du choix des mélanges prairiaux

Une expérimentation, menée dans la région bordure de Brenne, a montré l'importance du choix des mélanges prairiaux selon le mode d'exploitation prévu (fauche ou pâture).

Pour des prairies pâturées en agriculture biologique, on peut noter l'incidence :

- de la composition prairiale sur la production (les écarts de production pouvant aller jusqu'à 1,2 T MS/ha, soit 12 %), mais aussi sur le taux de légumineuses et, par voie de conséquence, sur la production de protéines à l'hectare) ;
- du type de prairie (association, mélange simple ou plus complexe) sur le taux de légumineuses et donc de production de protéines. Par contre, le type de prairie a peu de conséquence sur la production annuelle de MS (Matière Sèche).

Pour la pâture en agriculture biolo-

² L'autonomie fourragère étant la part des UF issues des fourrages produits sur l'exploitation sur les UF totales consommées

³ Voir Alter Agri n°61 - Dossier parasitisme

⁴ Voir article Alter Agri n°52 - santé animale en élevage biologique : problèmes et solutions ?

gique et pour la région bordure de Brenne, un mélange complexe à base de deux Ray gras anglais, dactyle, fétuque élevée, trèfle blanc et minette est un bon choix.

Pour les prairies fauchées en agriculture biologique, on peut retenir trois points.

- Le type de prairie et sa composition ont une incidence à la fois sur la production de MS annuelle, mais aussi sur le taux de légumineuses et sur la composition chimique du mélange, et donc sur la production de protéines à l'hectare.
- Les associations ou mélanges contenant du trèfle violet sont mieux adaptés au contexte pédo-climatique que ceux avec de la luzerne, dans la mesure où ils ne durent que trois ans. Toutefois, la très forte agressivité du trèfle violet la première année et l'absence de fertilisation azotée induisent une forte prédominance de ce dernier. L'association avec le brome ou la fétuque élevée est donc à déconseiller.
- Une première coupe précoce à la mi-mai est préférable à une première coupe tardive à la mi-juin, surtout sous l'angle de la qualité de l'herbe.

Pour la fauche en agriculture biologique et pour la région bordure de Brenne, le mélange complexe à base de dactyle, fétuque élevée, Ray gras anglais, trèfle violet et luzerne est un bon choix.

Entretien mécanique des prairies

Afin de répondre à la demande des éleveurs concernant les techniques de régénération des prairies sans retournement, une étude sur les effets d'une herse ou d'un outil plus agressif a été entreprise. Dans un premier temps, des enquêtes ont permis d'avoir un aperçu de la diversité des pratiques d'entretien des prairies et de mieux connaître les stratégies et motivations des agriculteurs par rapport à ces pratiques. **Quatre profils d'éleveurs se dégagent :**

- les "gratteurs systématiques", reconvertis récemment à l'agriculture biologique, pour lesquels la herse étrille s'est imposée comme un outil incontournable ;
- les "non gratteurs", convertis depuis plus de 10 ans, qui utilisent d'autres outils pour améliorer leurs prairies ;
- les "gratteurs raisonnés" qui utilisent leur herse étrille selon l'état de leurs parcelles et ne font pas de passage systématique ;
- les éleveurs pratiquant le plein air hivernal, dont la première préoccupation est d'aplanir les taupinières, les pas de vaches et d'écarter les bouses, et qui préfèrent alors la herse traditionnelle ou l'émousseuse.

Parallèlement aux enquêtes, des expérimentations et des suivis de parcelles ont été réalisés et permettent de mettre en lumière certaines tendances : le hersage stimulerait les graminées et parfois les légumineuses, mais augmenterait aussi

légèrement les zones lacunaires. Cependant, cette étude est actuellement en cours et dispose de très peu de recul, aussi ces tendances sont-elles à prendre avec précaution, et demandent à être confirmées lors des campagnes suivantes !

Prairies et environnement

Une dernière intervention a permis de faire le point sur les effets positifs des prairies conduites en agriculture biologique : risques faibles mais pas inexistant de lessivage de nitrates, ..., pratiques favorisant la biodiversité floristique et faunistique.

Réalisée en étroite collaboration avec l'ITAB, la journée a été clôturée par M. Calame, Président de l'ITAB. Celui-ci a rappelé la nécessité, dans le cadre de la construction d'un nouveau plan de développement de l'agriculture biologique, de se poser les questions suivantes : pour qui cherche-t-on ? Comment cherche-t-on ? Quelles sont les pistes de recherche prioritaires ? Il a aussi souligné que l'ITAB comptait sur l'expérience du Pôle Scientifique Bio pour améliorer le dialogue chercheurs-agriculteurs au niveau national. ■

Documentation

Cette journée a également été l'occasion de diffuser le "Dossier bibliographique sur les fourrages en AB", un recueil de près de 250 références documentaires sur les fourrages biologiques, conçu et réalisé en partenariat avec le CNRAB (Centre National de Ressources en Agriculture Biologique).

Les documents remis lors de ce colloque sont actuellement disponibles. Les actes de cette journée, reprenant les interventions et les débats en salle seront diffusés en janvier (contacter les animatrices du Pôle pour les modalités pratiques). Ils seront consultables sur le site du Pôle scientifique Bio Massif Central au : www.itab.asso.fr/PoleAB-MassifCentral.htm.

Contact presse :

Anne HAEGELIN ou
Julie GRENIER, animatrices)
Tél/Fax : 04 71 74 33 32
anne.haegelin@educagri.fr
ou julie.grenier@educagri.fr

Vient de paraître

Actes des "Journées Techniques Elevage"

Cette année, ces journées ont eu lieu les 3 et 4 février 2004, à Caen.

Ce document présente l'ensemble des communications des deux journées sur le thème "Vers plus d'autonomie alimentaire en élevage biologique" décliné en trois ateliers :

1/ Pourquoi rechercher plus d'autonomie alimentaire en élevage bio ? 2/ La gestion des prairies en agriculture biologique - 3/ La diversification de l'assolement dans les élevages bio. Des visites d'élevages sont également prévues.

Pour le commander voir le bon de commande ou sur le site Internet de l'Itab www.itab.asso.fr.



Prix de vente 22 €
frais de port compris.

Index thématique des articles parus dans Alter Agri en 2003 (n°57 à 62)

L'index thématique de tous les articles parus dans Alter Agri est disponible sur le site de l'ITAB www.itab.asso.fr. Les articles soulignés sont disponibles en ligne sur ce même site.

Arboriculture

- 62 Diminution des contaminations de Tavelure en verger de pommiers par réduction de l'inoculum d'automne
- 60 Le spinosad® : un nouveau produit insecticide utilisable en agriculture biologique
- 60 Le Quassia et son action sur hoplocampe et cécidomyie
- 59 Des haies pour moins traiter
- 59 Intérêt des bandes florales pour favoriser les aphidiphages
- 58 Les recherches en lutte biologique au Ctifl
- 58 Une protection individuelle biodégradable contre les dégâts du gibier
- 57 Lutte contre la tavelure sur poirier : une collaboration inédite pour un essai produit

Maraîchage

- 62 Qui fait quoi en maraîchage biologique : actions menées en 2003
- 62 Un tour d'horizon de petits matériels utilisables en maraîchage
- 61 Les engrais verts en maraîchage biologique 2^e partie : le choix des espèces
- 60 Les engrais verts en maraîchage biologique 1^{ere} partie : pourquoi un engrais vert en maraîchage biologique ?
- 60 Le spinosad® : un nouveau produit insecticide utilisable en agriculture biologique ?
- 59 Paillage et ficelles biodégradables : une alternative pour le maraîchage biologique
- 58 Les recherches en lutte biologique au Ctifl
- 58 Matériel et méthodes de désherbage en agriculture biologique
- 58 Porte-graines biologiques : deux expérimentations sur tomate et melon
- 57 Etude des moyens de lutte contre les nématodes à galles en maraîchage biologique

Viticulture

- 62 Lutte biologique contre la Cicadelle vectrice de la Flavescence dorée. Bilan des recherches
- 60 Le spinosad® : un nouveau produit insecticide utilisable en agriculture biologique
- 59 Charte vin bio - Charte de droit privé établissant les règles pour la filière du vin bio : vinification, conservation et conditionnement
- 58 Une protection individuelle biodégradable contre les dégâts du gibier
- 5 Précisions sur les résultats de l'Azadirachtine dans la lutte contre Scaphoideus titanus, cicadelle vectrice de la flavescence dorée
- 57 Rapport d'activité 2002 de la commission viticole de l'ITAB

Elevage

- 62 L'homéopathie : des solutions efficaces en obstétrique vétérinaire
- 61 Parasitoses en élevage ovin : des références nouvelles pour l'agneau d'herbe
- 61 Effets des tanins condensés et des plantes à tanins sur les strongyloses gastro-intestinales chez le mouton et la chèvre
- 61 Pâturage mixte entre ovins et bovins : intérêt dans la gestion du parasitisme par les strongles gastro-intestinaux
- 61 Les champignons nématophages : une piste prometteuse
- 60 A la recherche de l'autonomie alimentaire : les apports de deux fermes expérimentales
- 59 Quelle production et quelle valeur peut-on attendre de prairies naturelles conduites en agriculture biologique ?
- 58 Comparaison de protéagineux de printemps en agriculture biologique
- 58 Intérêt des associations céréales/protéagineux
- 58 Composition et valeur nutritive de "mélanges céréaliers" utilisés en agriculture biologique
- 58 Pratiques de finition des femelles dans les troupeaux allaitants biologiques
- 57 Bien-être des bovins et conditions de logement : les problèmes bénéfiques à l'étable entravée en agriculture biologique

Grandes cultures

- 62 Offre variétale en blé tendre d'hiver : ce qui convient pour l'agriculture biologique

- 62 Désherbage mécanique et thermique : binage et brulage, une association intéressante !
- 61 Bilan qualité : les semences de céréales biologiques répondent bien aux normes
- 61 Témoignage d'une coopérative sur sa production de semences : la COCEBI
- 60 La conduite du colza en agriculture biologique : une utopie ou bientôt une réalité ?
- 59 La betterave bio en Grande-Bretagne
- 59 Efficacité de la fertilisation azotée organique de printemps sur le blé tendre d'hiver biologique
- 58 Intérêt des associations céréales/protéagineux
- 58 Composition et valeur nutritive de "mélanges céréaliers" utilisés en agriculture biologique
- 58 Comparaison de protéagineux de printemps en agriculture biologique en Franche-Comté
- 57 Variétés d'orge de printemps en culture biologique : résultats d'essais en Franche-Comté
- 57 Campagne 2002/2003 : les expérimentations en grandes cultures bio
- 57 Deux trajectoires réussies : céréales bio au Danemark et en Italie

Agronomie - Fertilisation

- 61 Le compost de qualité au service de la santé des plantes
- 59 Efficacité de la fertilisation azotée organique de printemps sur le blé tendre d'hiver biologique

Qualité

- 61 L'évaluation de la qualité des produits par la cristallisation sensible
- 60 Approche de la qualité par les méthodes globales d'analyses

Semences et plants

- 61 Bilan qualité : les semences de céréales biologiques répondent bien aux normes
- 61 Témoignage d'une coopérative sur sa production de semences : la COCEBI
- 58 Porte-graines biologiques : deux expérimentations sur tomate et melon

Protection des végétaux

- 60 Le spinosad® : un nouveau produit insecticide utilisable en agriculture biologique ?

Savoir-faire

- 57 Mon parcours en lutte biologique