



COMPTE RENDU DE L'EXPERIMENTATION OSEO « FERTILISATION MICROBIENNE » 2008

La méthode dite de « Fertilisation Microbienne » est exclusivement conçue pour l'Agriculture Biologique (telle que définie dans le règlement CE 2092/91 modifié) et ne peut fonctionner que dans ce cadre. L'objectif est d'obtenir le meilleur résultat agronomique possible avec ce mode d'agriculture en activant les processus microbiens bénéfiques autour de la matière organique et de la rhizosphère des plantes.

1°- Principe :

Le principe est d'agir de façon très ciblée sur les fermentations des matières organiques :

COMPOSTAGE EN TAS
COMPOSTAGE EN SURFACE DES ENGRAIS VERTS ET RESIDUS DE CULTURE
HUMIFICATION DES MATIERES ORGANIQUES INCORPOREES AU SOL

Les fermentations produisent des substances bénéfiques aux cultures et aux microorganismes utiles (voir plus loin) contrairement aux putréfactions qui produisent des substances nocives. La distinction se fait facilement par les odeurs :

- Matières fermentées : odeur de terreau ou lactique (ex : pain au levain).
- Matières en putréfaction : odeurs cadavériques, d'œufs pourris (H₂S), de vase, d'ammoniac, etc...

Nos objectifs sont les suivants :

- *Augmenter la richesse du sol en colloïdes, et par conséquent leur résistance à l'érosion, leur potentiel de rétention des éléments fertilisants et la profondeur d'enracinement des cultures.*
- *Permettre une bonne alimentation des cultures en créant autour des racines un environnement microbien digesteur comparable à celui qui existe dans l'intestin d'un animal ou d'un être humain en bonne santé. Si ce but est atteint, les cultures n'ont plus besoin d'éléments NPK solubles. Elles extraient elles-mêmes les éléments dont elles ont besoin du sol et de l'atmosphère.*
- *Agir par ce mécanisme sur la résistance naturelle des plantes aux maladies, limitant ainsi la nécessité de traiter avec les produits de l'annexe II-B du règlement CE 2092/91 modifié de l'Agriculture Biologique.*
- *Agir aussi sur la qualité technologique et organoleptique des productions.*
- *Produire des aliments favorisant la bonne santé des animaux et des êtres humains qui les consommeront.*
- *Permettre une bonne rentabilité économique de l'exploitation agricole biologique même si ses productions ne bénéficient pas de primes de qualité biologique motivantes (le marché est soumis à de grandes fluctuations).*

Cette méthode est en accord avec les prescriptions réglementaires du règlement CE 2092/91

Saint Denis - 71160 SAINT AGNAN - Tél: 03 85 53 82 88 - Fax : 03 85 53 81 19

symbiose.nrj@orange.fr

1

(annexe I) et évite souvent d'avoir recours aux produits de l'annexe II-A (fertilisation) et II-B (produits de traitement) ainsi que le recommande le règlement (§ 2.2 et 3 de l'annexe I). Mais elle n'exclut pas l'utilisation, si nécessaire, d'amendements ou d'anti-carentiels biologiques. Notre guide est l'observation des cultures et l'analyse de sol.

Nous ne prenons plus en compte les flux d'éléments NPK (apports par les engrais – exportations par les cultures) qui est le raisonnement habituel de l'agriculture « conventionnelle » et bien souvent aussi biologique. Seul le bilan, appréhendé par les analyses de sol nous intéresse. Nous suivons plus particulièrement les paramètres suivants :

- Taux d'argile.
- Taux de matière organique.
- Rapport C/N de la matière organique (qui renseigne sur son évolution et sa qualité).
- Phosphore « assimilable ».
- Calcium, Magnésium et Potassium échangeables.
- Oligo-éléments Cuivre (résistance aux maladies), Zinc (fonction chlorophyllienne), Manganèse (bonne synthèse des protéines), Bore (bonne utilisation du Calcium) et Molybdène (bon fonctionnement des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique).

Nous travaillons donc avec des analyses de sol simples, fréquemment répétées (1 à 2 analyses par an avec retour sur les mêmes parcelles au bout de 2 à 4 ans). Nous observons surtout en cours de saison l'état des cultures, le but étant un rendement et une qualité correspondant aux attentes de notre clientèle.

Les principes que nous proposons ne sont pas seulement issus de nos propres intuitions, mais nous les mettons au point à partir de travaux de scientifiques de plusieurs pays, bien connus chez eux :

Teruo HIGA, microbiologiste (Japon).

Elaine INGHAM, microbiologiste (USA).

Philip CALLAHAN, spécialiste des rayonnements et des insectes (USA).

Rajiv KANITKAR, microbiologiste (Inde).

William ALBRECHT, agronome (USA).

Carey REAMS, agronome (USA).

Arden ANDERSEN, agronome (USA).

Graeme SAIT, agronome (Australie).

David MENNE, scientifique (Afrique du Sud).

Wilhelm KANNE, inventeur du produit du même nom (Allemagne).

Rudolf STEINER et Maria THUN, théoriciens de la méthode biodynamique (Allemagne).

2°- Conduite de l'expérimentation :

1. Applications au sol à effectuer :

La modalité programme « microbien » (M, ou « Modalité ») comprend les apports suivants :

- Application de COMPOST LIQUIDE (CL), ferment microbien préparé par le producteur en 24 heures avec AEROFLOT (inoculum : HUMIGENE PFFB). Addition dans le CL de SOLRIZE BIO (inoculant mycorhizien) en début de fermentation.
- Application en complément d'activateur de transformation des matières organiques ACTIGRAINS : ACTIGRAINS N 400 ml/ha + ACTIGRAINS P 400 ml/ha + BIOFALGUE 4 litres/ha. L'eau utilisée dans les traitements doit être impérativement non chlorée et non polluée.

Les produits cités, faisant partie de la gamme SARL JACQUES MOREAU (porteuse du projet OSEO) sont contrôlés comme conformes aux règles de production de l'Agriculture Biologique, règlement CE 2092/91 modifié, par l'organisme ACTOA (filiale d'ACLAVE), spécialisé dans le contrôle des intrants agricoles destinés à l'Agriculture Biologique. La description de ces spécialités peut être fournie sur demande à SARL JACQUES MOREAU.

Si nécessaire, les applications complémentaires suivantes peuvent être effectuées sur la modalité :

- *Un amendement organique non fertilisé, de C/N compris entre 15 et 20 à dose modérée (1 à 2 tonnes/ha).*
- *Un apport de Bore sous forme foliaire sur la culture.*
- *Un apport de Molybdène au sol.*

Le témoin non traité (dénommé T ou « Témoin ») comprend lui aussi les mêmes amendements organiques ou apports d'oligoéléments Bore et Molybdène, mais pas les inoculants microbiens. Si nécessaire, un apport complémentaire d'engrais azotés est effectué.

L'expérimentation est conduite pendant 3 années successives et des analyses ou observations sont effectués concernant les paramètres de fertilité du sol, le comportement de la culture (végétation, maladies), le rendement et la qualité de la récolte.

2. Lieu de l'expérimentation :

Elle est menée chez des producteurs travaillant en Agriculture Biologique ou en reconversion biologique (nombre à définir) susceptibles d'appliquer sur deux parcelles contiguës ou comparables (même type de sol, mêmes précédents et mêmes cultures, même sensibilité à la maladie) le programme T et le programme M. Les cultures concernées sont la Vigne, l'Arboriculture, les Cultures Légumières ou les Céréales.

Il serait préférable que les parcelles choisies pour accueillir l'expérimentation n'aient pas reçu les inoculants microbiens dans le passé.

3. Protocole de l'expérimentation :

Le producteur responsable de l'expérimentation applique avec son propre matériel les deux types de traitement dans les parcelles choisies au même moment et si possible dans les mêmes conditions météorologiques. Les dates d'application ainsi que le rythme des renouvellements de traitements phytosanitaires éventuels seront convenues par concertation entre le producteur et la personne responsable du suivi de l'expérimentation en fonction des événements météorologiques, de la croissance et du stade végétatif de la vigne ainsi que des positions lunaires les plus favorables. Certaines spécialités pourront être exclues de ces traitements si elles sont susceptibles de gêner le développement des microorganismes appliqués (par exemple les produits chlorés).

4. Evaluation des résultats :

Les résultats seront évalués par différentes observations au cours de la saison, par la mesure du rendement et par une analyse qualitative de la récolte. Dans tous les cas, une analyse de sol est pratiquée dans la parcelle avant le début de l'expérimentation. Cette analyse est renouvelée à l'automne de chaque année d'expérimentation sur T et sur M, en même temps qu'une analyse racinaire de colonisation mycorhizienne (uniquement sur cultures mycorhizables).

1. Viticulture :

Saint Denis - 71160 SAINT AGNAN - Tél: 03 85 53 82 88 - Fax : 03 85 53 81 19 3
symbiose.nrj@orange.fr

N°SIRET : 502 206 014 00016 - Code NAF : 7490B
Banque : Crédit Mutuel Digoin-Gueugnon - F-71160 DIGOIN

Au cours de la saison, l'évolution de la plante sera appréciée sur le feuillage et les grappes pour chacune des deux modalités à des stades phénologiques précis :

- 8 jours environ avant la floraison.
- Après la nouaison (grains stade « petit pois »)
- A la fermeture de la grappe
- A la véraison.

A chaque observation, les évaluations suivantes seront effectuées :

- Mesure du Brix pétiolaire par une observation de la sève extraite des pétioles avec un réfractomètre gradué en unités Brix (échelle de 0 à 32).
- Mesure de la fréquence d'attaque du Mildiou et/ou de l'Oïdium sur feuilles par le nombre de taches présentes sur 10 feuilles prélevées au niveau des grappes et 10 feuilles prélevées à l'étage supérieur de la végétation.
- Mesure de la fréquence d'attaque sur grappes par le nombre de points d'attaque pour 20 grappes observées.

En fin de saison, des prélèvements de sol et de racines sont effectués pour mesurer :

- Le taux de mycorhisation des racines.
- L'analyse des principaux paramètres de la fertilité du sol (voir plus loin).

A la vendange, mesure du tonnage de raisins produit rapporté à l'unité de surface. Notation de l'évolution de la maturité appréciée par l'état des pépins (totalement verts, à moitié verts, aux $\frac{3}{4}$ sombres, totalement sombres) en % de chaque catégorie déterminé sur 20 grumes prélevées.

Mesure des paramètres suivants sur le moût en début de vinification : degré alcoolique potentiel, acidité totale, acidité volatile, teneur en ammoniacque (analyse de routine du viticulteur).

2. Arboriculture :

Le même type de protocole est suivi, mais les stades phénologiques choisis pour les observations, ainsi que les maladies observées sont déterminés pour chaque espèce fruitière testée. De même, l'appréciation de la maturité et de la qualité fera appel aux tests habituellement utilisés dans chaque type de production.

3. Maraîchage et céréales :

De même, un protocole d'observations saisonnières et d'estimation du rendement et de la qualité sera défini pour chaque culture objet de l'expérimentation.

3°- Collecte et consignation des résultats :

Les résultats sont notés sur le document ci-joint au fur et à mesure de la saison.

La collecte des résultats est confiée à la société SYMBIOSE (Etudes, expérimentation et formation en Agriculture Biologique) qui mandate pour ce travail Robert CASENOVE, expert en Conseil, Audit et Formation en Agriculture Biologique.

EXPERIMENTATION MICROBIENNE

Domaine :	Parcelle et précédent 2008 :
------------------	-------------------------------------

Analyse de sol MODAL.	% Ag	MO	C/N	P2O5	K2O	MgO	Cu	Zn	Mn	B	Mo	Cond.
Date :												

Analyse de sol TEMOIN	% Ag	MO	C/N	P2O5	K2O	MgO	Cu	Zn	Mn	B	Mo	Cond.
Date :												

Recherche de Mycorhizes MODALITE	Echantillon 1	Echantillon 2
Date :		

Recherche de Mycorhizes TEMOIN	Echantillon 1	Echantillon 2
Date :		

APPORTS EFFECTUES AU SOL								
Apports au sol	CL	Mycorhizes	Remedier	Actigrains	B	Mo	Compost	Autres
Quantités MODAL								
Dates								
Quantités TEMOIN								
Dates								

OBERVATIONS PLANTE				
STADE VEGETATIF	Avant fleur	Grain petit pois	Fermeture grappe	Véraison
Brix MODALITE				
Brix TEMOIN				
% Mildiou feuilles M				
% Mildiou feuilles T				
% Mildiou grappes M				
% Mildiou grappes T				
% Oïdium feuilles M				
% Oïdium feuilles T				
% Oïdium grappes M				
% Oïdium grappes T				
Autres MODALITE				
Autres TEMOIN				
REMARQUES				

OBSERVATIONS VENDANGE			
PARAMETRES		MODALITE	TEMOIN
Rendement en hl/ha			
Maturité des pépins	% Verts		
	% ¼ sombres		
	% ¾ sombres		
	% Sombres		
Paramètres de vinification	Degré alcoolique		
	Acidité totale g H2SO4		
	Acidité volatile g/litre		
	Teneur en NH4+ mg/litre		

4°- Résultats des essais 2008 :

1. Lieux des expérimentations :

Saint Denis - 71160 SAINT AGNAN - Tél: 03 85 53 82 88 - Fax : 03 85 53 81 19
symbiose.nrj@orange.fr

La mise en place des essais pour 2008 a été un peu tardive compte tenu de l'avancement du dossier OSEO, mais heureusement plusieurs expérimentations ont pu être menées intégralement chez les producteurs suivants :

Domaines viticoles en production biologique ou en reconversion, parcelles sans FM depuis au moins 2 ans :

Domaine DE VILLAINÉ – 71190 BOUZERON (parcelle d'Aligoté)
 Domaine de l'ARLOT – 21700 PREMEAUX (parcelle de Pinot, témoin mené en Biodynamie)
 Domaine LOICHET – 21700 COMBLANCHIEN (parcelle de Pinot, FM appliquée la dernière fois en 2005).
 Domaine JABOULET – 26600 TAIN L'HERMITAGE

Domaine viticole en biologie, et appliquant la FM depuis 2005 :

Domaine ARLAUD père et fils – 21220 MOREY SAINT DENIS (parcelle de Pinot, témoin ayant reçu le CL seul, modalité avec CL + ACTIGRAINS)

Domaines viticoles en biologie ou reconversion, ayant réalisé un essai, mais dont le suivi en végétation n'a pas pu être mené (analyses de sol et de mycorhizes tout de même disponibles sur T et M) :

Domaine DUJAC – 21220 MOREY SAINT DENIS (Pinot)
 Domaine des BEATES – 13410 LAMBESC ()

Agriculteur céréalier en production biologique, utilisant la FM depuis 2003 :

Xavier GIBOULOT – 21250 CORBERON (Blé améliorant variété CAPOT)

2. Programmes appliqués :

Voir détail des programmes de fertilisation et de traitements en annexe. Chez tous les viticulteurs, le programme de fertilisation a été le même sur le témoin et la modalité. Il en a été de même des traitements qui ont tous été effectués de façon conforme au règlement CE 2092/91 modifié.

3. Résultats des suivis de végétation chez les viticulteurs :

Ces suivis ont été effectués chez les 5 premiers domaines viticoles cités. Voir détail des résultats en annexe. La moyenne des 5 essais est la suivante :

STADE VEGETATIF	Avant fleur 1	Grain petit pois 2	Fermeture grappe 3	Véraison 4
<i>Brix MODALITE</i>	5,94	6,75	7,05 (F) 5 (G)	7,16 (F) 5,68 (G)
<i>Brix TEMOIN</i>	5,46	6,17	6,95 (F) 4,5 (G)	7,32 (F) 5 (G)
% Mildiou feuilles M		3,5	1,7	13,2
% Mildiou feuilles T		6,25	0	16
% Mildiou grappes M				6
% Mildiou grappes T				6
% Oïdium feuilles M		15	23,3	28
% Oïdium feuilles T		26,25	45	36
% Oïdium grappes M			3,3	4
% Oïdium grappes T			5	7
<i>Autres MODALITE</i>				
<i>Autres TEMOIN</i>				

Elaboration des mesures :

Seuls manquent les observations 2 et 3 sur Domaine De Villaine.

Sur Domaine Jaboulet, les observations Mildiou n'ont été réalisées que sur les stades 1, 2 et 4.

Les moyennes notées sur ces colonnes ont donc été calculées sur le nombre suivant de données :

Colonne 1 (avant fleur) :	5 données
Colonne 2 (grain petit pois) :	4 données
Colonne 3 (fermeture grappe) :	4 données sur Brix, 3 données sur maladies
Colonne 4 (Véraison) :	5 données.

Pour les Brix, les mesures sur grumes (G) ont été rajoutées à partir du stade 3 (fermeture grappe) et 4 (véraison).

Les résultats des mesures effectuées figurent en annexe.

Commentaires :

Le Brix pétiolaire, qui rend compte assez fidèlement de la résistance de la vigne aux maladies, a **monté en moyenne de 0,7 point sur les modalités « microbiennes » par rapport aux témoins en début de saison.** Mais à partir de juillet, cette différence a diminué, voire s'est annulée. Seule exception : l'essai en biodynamie où le témoin biodynamique a eu un Brix un peu plus élevé de 0,5 à 0,7 point en moyenne par rapport à la modalité « microbienne », avec toutefois une végétation moins vigoureuse.

Le Brix sur grumes a monté plus vite sur les modalités « microbiennes » que sur les témoins, et ceci à partir de début juillet. **Fin juillet, l'écart moyen était de 0,5 à 0,7 point en faveur du « microbien ».** Curieusement, nous avons observé la même chose sur l'essai biodynamique (0,7 point d'écart en faveur de la modalité « microbienne ») bien que ce soit l'inverse pour le Brix pétiolaire....

Nous devrions en conclure que la résistance aux maladies a été meilleure dans les modalités « microbiennes » : c'est bien le cas pour l'Oïdium où **la fréquence de la maladie a été de 30 à 40 % plus faible sur les modalités « microbiennes » tant sur feuilles que sur grumes.** Dans l'essai biodynamique, l'avantage du microbien était moins fort sur feuilles, et même inversé fin juillet (ce qui est cohérent avec un Brix plus élevé dans le témoin...), mais au même moment, les grumes du « microbien » présentaient 40 % de fréquence d'attaque en moins par rapport au témoin biodynamique. A noter que, dans tous les cas, l'incidence sur la récolte a été minime, la maladie ayant été bien maîtrisée par les traitements pratiqués.

Sur Mildiou, l'écart entre les deux modalités est faible ou nul, sauf dans l'essai mené dans la Drôme où la modalité « microbienne » a eu moins de Mildiou que le témoin bio non microbien, et à peu près autant que les parcelles voisines traitées en « chimie »...

En résumé :

- **Le microbien a nettement augmenté la résistance à l'Oïdium sur feuilles et grappes.** Dans la modalité « biodynamique », seulement sur grappes.
- **Il n'a pas eu d'effet sensible du « microbien » sur le Mildiou en Bourgogne,** où la pression de la maladie était moindre, et un peu plus dans la Drôme où elle était plus élevée.
- La mesure du Brix de la plante (feuilles et grumes) est très bien corrélée à la virulence de l'Oïdium. **Le « microbien » a généralement relevé le Brix.** Cette mesure est liée à la qualité

du métabolisme de la plante (photosynthèse, alimentation minérale) et il apparaît donc que le « microbien » a amélioré à la fois le Brix et la résistance à l'Oïdium.

- Nous n'avons pas observé d'effet sur la pousse de la végétation hormis dans l'essai biodynamique où le « microbien » était plus végétatif que le témoin biodynamique.

4. Résultat des analyses de mycorhisation des racines :

Les MYCORHIZES sont des champignons vivant au contact des racines des plantes. Elles sont en contact intime avec les cellules corticales des racines et se développent dans le sol à des distances de plusieurs dizaines de centimètres, voire plusieurs mètres. Leur capacité d'extraction des éléments fertilisants est **très supérieure à celle des racines !** Elles peuvent prélever des éléments non disponibles (entre autres, phosphore, zinc, calcium, magnésium cuivre, manganèse, etc...) et non signalés dans les analyses de sol habituelles. Il faut savoir qu'un sol contient en général 20 à 50 fois plus de P et de K totaux que de P et de K « assimilables ». **Le réservoir de la fertilité est donc immense !**



Par ailleurs, elles multiplient par au moins 10 le volume de terre exploité par la plante. Elles permettent une meilleure résistance à la sécheresse. Enfin, **elles fabriquent une substance colloïdale dénommée « Glomaline » qui a plus d'effets sur la structure du sol et son pouvoir de rétention que l'humus lui-même !**

Les Mycorhizes ont souvent disparu des sols agricoles en France à cause des pratiques « conventionnelles ». Dans nos essais, nous les avons apportées avec les Compost Liquides à la dose de 2 kg/ha (4 kg/100 litres de CL) en l'ajoutant en fin de brassage.

Les analyses de mycorhisation de racines ont été effectuées sous la conduite de Bachar Blal, spécialiste des Mycorhizes à l'INRA de DIJON (domaine de BRETENIERES). Nous avons pu recueillir les résultats de 6 essais (manquent les résultats JABOULET) présents en annexe.

Collecte des mesures :

Les échantillons prélevés sont des radicules de vigne entourées d'un peu de terre. Ils sont conditionnés dans un sachet en plastique, avec la désignation précise de la parcelle analysée et envoyés à l'INRA de Dijon, Domaine de Bretenièrès (voir ci-dessus). Chaque échantillon est constitué de 5 prélèvements élémentaires effectués à différents endroits de la parcelle concernée (témoin ou modalité « microbienne »), et assemblés dans le sac.

Sur un des essais (Béates), la mesure a été effectuée au printemps sur une parcelle ayant fait l'objet d'un essai en 2007. Mais l'essai a été prolongé en 2008 et l'analyse de sol a été faite en automne 2008.

Sur certains essais, deux prélèvements par modalité (notés 1 et 2) ont été effectués : dans ce cas, nous notons comme résultat la moyenne de ces deux prélèvements. Sur les autres, 1 seul prélèvement a été effectué par modalité.

Lorsque les résultats donnent une incertitude (par exemple 60-70 %), nous notons comme résultat la moyenne des bornes (soit 65 % dans ce cas). Lorsque les résultats indiquent aussi un taux sur les adventices, nous prenons comme résultat la moyenne des résultats « adventices » et des résultats « vigne ».

Résultats et commentaires :

Voici les valeurs obtenues en pourcentage de racines mycorhisées par rapport à l'ensemble des racines observées (entre parenthèses, les extrêmes) :

	Témoins	Modalités	Variation en %
Résultats	46,7 (25-67)	53 (30-75)	+ 13,5 %

Par ailleurs :

- 1 des analyses sur les 6 (Dujac) montre un taux nettement inférieur sur le « microbien » (bien que la micorhisation des adventices soit supérieure sur la modalité microbienne).
- 2 analyses montrent des résultats sensiblement équivalents (Arlot, en biodynamie dans le témoin, et Arlaud, où le témoin avait reçu le CL seul).
- Les 3 autres montrent un résultat en hausse en faveur du « microbien ».

Nous avons donc une augmentation sensible du taux de mycorhisation dans les modalités « microbiennes », mais que nous jugeons assez faible, en regard des différences qui peuvent exister entre les différentes localités.

Toutefois, si nous retirons les deux essais où le témoin avait reçu un traitement particulier (Arlaud et Arlot), le résultat devient le suivant (sur 4 essais) :

	Témoins	Modalités	Variation en %
Résultats	39,4 (25-68)	48,1 (30-62)	+ 22 %

L'effet spécifique de la modalité « microbienne » ressort cette fois nettement mieux.

Toutefois, nous sommes pour le moment incapables d'affirmer que cette augmentation est liée spécifiquement à l'apport de SOLRIZE BIO dans les Composts Liquides, ou à l'application « microbienne » en général. En effet, les années passées, nous avons observé parfois au cours d'essais informels des augmentations de mycorhisation dans les parcelles « microbiennes » sans que cet additif ait été ajouté. Au Béates, le SOLRIZE BIO n'a pas été appliqué ni en 2007, ni en 2008 (seul essai dans ce cas cette année) et nous observons tout de même une augmentation de mycorhisation assez sensible (+ 28,5 %).

Mais, vu le petit nombre de points d'essai, il nous est difficile de tester pour le moment cette variable de façon fiable.

En résumé :

- **Le taux de mycorhisation des racines est supérieur d'environ 6 % sur les modalités microbiennes** par rapport aux témoins, soit une variation de + 13 % environ.
- Sur les deux essais où le témoin avait reçu un traitement particulier (CL ou préparations biodynamiques), aucune différence sensible n'est constatée.
- Si on retire ces deux essais de l'analyse, **l'augmentation de la mycorhisation sur les modalités microbiennes est de 9 % environ**, soit une variation de + 22 %.
- Ces variations sont positives, mais faibles par rapport aux variations entre parcelles analysées. Il faudra observer si elles se prolongent les deux prochaines années.

5. Résultats des analyses de sol :

L'analyse des paramètres usuels permettant d'apprécier la fertilité du sol et la nutrition des plantes est effectuée par le laboratoire d'analyses agricoles TEYSSIER – Route des Junchas – 26460 BOURDEAUX. Ce laboratoire est agréé par le Ministère de l'Agriculture pour les analyses de sol.

Mesures effectuées et mode opératoire : Les paramètres analysés sont les suivants :

- Granulométrie 5 fractions *NF X 31107*.
- pH eau et pH Kcl *ISO 10390*
- Taux de matière organique (*Carbone Anne x 1,72, méthode ISO 14235*)
- Rapport C/N de la matière organique (qui renseigne sur son évolution et sa qualité) *ISO 11261*
- Phosphore « assimilable » *Dyer X 31-160 (sols acides) ou Joret-Hébert X 31-161 (sols alcalins)*.
- Calcium, Magnésium et Potassium échangeables (*méthode X 31-108*).
- Oligo-éléments échangeables Cuivre (résistance aux maladies), Zinc (fonction chlorophyllienne, activation enzymatique), Manganèse (bonne synthèse des protéines), Bore (bonne utilisation du Calcium, remplissage des grains, exsudats racinaires) et Molybdène (résorption des nitrates dans la plante, bon fonctionnement des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique) – *Méthode X 31-121 sauf Bore X 31-122 et Molybdène non normalisée*.
- Résistivité *ISO 11265*.

Les prélèvements dans chaque modalité (témoin ou modalité « microbienne ») sont au nombre de 5, répartis dans la parcelle concernée, comme pour les échantillons de radicelles. Le mélange de ces 5 prélèvements constitue l'échantillon envoyé à l'analyse. Le prélèvement est effectué à la pelle sur une profondeur de 20 cm environ.

Tous les échantillons ont été collectés en automne, entre septembre et décembre, sur des sols en état hydrique moyen, non desséchés et non détremés.

Résultats des analyses :

Pour la viticulture, nous disposons des analyses effectuées sur 6 des 7 sites d'expérimentation. Voir ces résultats en annexe. Seul le prélèvement JABOULET n'est pas exploité pour le moment, car nous avons une incertitude sur la localisation exacte des prélèvements, qui semblerait ne pas recouper exactement les limites de l'essai.

Nous avons sélectionné 14 mesures couramment effectuées dans la pratique. Nous avons représenté sur le tableau ci-dessous les résultats bruts, et pour mieux visualiser leur impact agronomique, exprimés ces résultats en quantité d'élément à l'ha, en se basant sur une profondeur de 20 cm (soit 2 000 tonnes de terre à l'ha) :

Paramètres mesurés	Témoins		Modalités microbiennes		Variations en pourcentage et en kg/ha	
	Analyse	kg/ha	Analyse	kg/ha		
pH eau	8,35		8,32		- 0,3 %	
MO %	2,09 %	41 800	2,63 %	52 600	+ 25,8 %	+ 10800 kg/ha
C/N	9,05		9,1		+ 0,5 %	
P2O5 ppm	270,5	541	344	688	+ 27 %	+ 147 kg/ha
K2O ppm	428	856	442	884	+ 3,2 %	+ 28 kg/ha
MgO ppm	278	556	291	582	+ 4,7 %	+ 26 kg/ha
CaO ppm	13 505	27 010	13 357	26 714	- 1,1 %	- 296 kg/ha
Fe ppm	15,9	31,8	16,4	32,8	+ 3,1 %	+ 1 kg/ha
Cu ppm	40,3	80,6	46	92	+ 14,1 %	+11,4 kg/ha
Zn ppm	8,3	16,6	8,5	17	+ 2,4 %	+ 0,4 kg/ha
Mn ppm	13,1	26,2	16,3	32,6	+ 24,4 %	+ 6,4 kg/ha
B ppm	0,43	0,86	0,48	0,96	+ 11,6 %	+ 0,1 kg/ha
Mo ppm	0,86	1,72	0,81	1,62	- 5,8 %	- 0,1 kg/ha
Rés. Ohm/cm	7 037		6 877		- 2,3 %	-160 Ohm

Commentaires :

Nous observons des variations positives très importantes, en faveur du « microbien », sur 5 paramètres. Il y a aussi des variations positives, mais moindres, sur 5 autres paramètres, et enfin des variations faiblement négatives sur 4 paramètres. Nous allons les analyser séparément :

1. Paramètres variant fortement et positivement en faveur du « microbien » :

Il s'agit **du taux de matière organique (+ 25 %), du phosphore assimilable (+ 27 %), des teneurs en Cuivre échangeable (+ 14 %), en Manganèse échangeable (+ 24 %) et en Bore (+ 11 %).**

a- Matière organique :

Concernant la matière organique, le résultat est très impressionnant, car nous observons l'apparition d'environ 10 tonnes/ha, sur 20 cm de profondeur, de matière organique (ceci correspond à un apport de 16 tonnes d'un amendement organique à 60 % de MO sur brut !...).

Qui plus est, le rapport C/N n'a pratiquement pas varié (9), ce qui signifie donc que **c'est une matière organique déjà évoluée et humifiée qui est apparue**, contrairement à ce qui se serait passé si on avait obtenu ce résultat par un apport d'amendement organique (le C/N de ces amendements varie généralement de 12 à 20).

Ce résultat ne nous étonne pas, car nous avons parfois observé des doubléments du taux d'humus en 2 ans dans nos suivis de clientèle.

Nous pouvons partiellement l'expliquer par une bonne transformation par les champignons des exsudats racinaires (plusieurs tonnes de sucres à l'ha) qui sont souvent perdus et repartent en CO₂ dans l'atmosphère faute de leur présence. Il est possible qu'une microflore d'algues microscopique se soit développée à la surface du sol : beaucoup d'agronomes, dont Elaine INGHAM, soulignent leur importance dans la biomasse d'un sol non pollué. Mais nous ne pouvons pas tout expliquer en l'état actuel de nos connaissances.

Cette augmentation de 10 tonnes de matière organique (C x 1,72) représente une fixation d'environ **5,8 tonnes de carbone à l'ha**, soit l'équivalent de $5,8 \times 44/12 = 21,3$ **tonnes/ha de CO₂ atmosphérique !... On mesure ainsi tout l'intérêt d'une requalification microbienne d'un sol agricole dans la lutte contre l'effet de serre !**

b- Phosphore :

Cet élément est très important pour les cultures car il intervient dans tous les processus énergétiques (photosynthèse et cycle de Krebs). Il est aussi un élément-clé dans la résistance des plantes aux maladies (Carey Reams, Arden Andersen) et une bonne alimentation phosphatée monte le Brix de la plante.

Mais c'est un élément fertilisant difficile à gérer, en particulier dans les sols alcalins (ce qui est le cas des sols testés : pH de l'ordre de 8,3) où il précipite rapidement en phosphates tricalciques inassimilables par les plantes sous cette forme.

L'apparition de phosphore « assimilable » en quantités importantes (+ 147 kg/ha en moyenne) est donc une excellente nouvelle et participe à la fois à la bonne croissance du végétal et à sa résistance aux maladies. C'est peut-être une des raisons qui explique la meilleure tenue à l'Oïdium des modalités « microbiennes ».

c- Eléments échangeables :

On constate que presque tous les éléments échangeables analysés sont en augmentation dans les modalités microbiennes, mais certains plus que d'autres :

Le Cuivre a augmenté, ce qui n'est à priori pas une bonne chose, car les niveaux des sols de vigne sont déjà excédentaires. Elaine INGHAM considère que la mycorhisation des racines commence à être gênée à partir de 15 ppm dans un sol. Mais un taux élevé d'humus peut limiter cette toxicité, ce qui explique sans doute que la mycorhisation est tout de même présente dans nos essais, et parfois même à des taux supérieurs à 50 % avec des niveaux de cuivre supérieurs à 50 ppm.

Le Manganèse échangeable a augmenté très fortement (+ 24 %) en passant de 13 à 16 ppm avec le « microbien », ce qui est intéressant pour la bonne synthèse des protéines dans le végétal. De fait, nous n'avons jamais observé de carence en Manganèse sur feuillage chez nos clients, alors que ce phénomène est courant ailleurs. Mais le niveau moyen reste encore un peu bas (nous souhaitons plus de 20 ppm).

L'augmentation du Bore (+ 11 %) est une des bonnes surprises de ces essais 2008. En effet, nous ne l'avons pas observée jusqu'alors. Le Bore est systématiquement carencé dans presque tous nos sols agricoles, même biologiques. Le niveau moyen atteint dans le « microbien » (0,48 ppm) n'est toutefois pas encore suffisant (nous souhaitons 0,7) et justifie encore pour le moment des apports en végétation. En effet, le Bore est indispensable pour une bonne émission d'exsudats racinaires, qui sont les « moteurs » du développement des microorganismes autour des racines...

2. Paramètres variant positivement, mais plus faiblement, en faveur du « microbien » :

En dehors du rapport C/N, presque constant (9,1 contre 9,05), **ces paramètres sont l'ensemble des éléments échangeables**, Molybdène et Calcium exclus.

Le Magnésium monte de presque 5 %, alors que la Potasse (déjà très élevée dans les témoins) ne monte que de 3 % environ. On tend donc vers un rapport K/Mg plus équilibré (idéal : 1).

Concernant le Fer, l'augmentation est modeste (+ 3 %) avec un niveau encore bas. Le Zinc augmente lui aussi assez peu (+ 2,4 %), mais là, au contraire, le niveau est très élevé, peut-être à cause des traces laissées par les anciens fongicides qui en contenaient (zinèbe).

3. Paramètres variant négativement sur le « microbien » :

Il s'agit du pH, mais qui est très (trop ?) élevé (- 0,3 %), du Calcium échangeable (- 1 %) là aussi très élevé, du Molybdène (- 6 %) qui est l'élément le plus variable dans les mesures (variations parfois d'un facteur 6 ou 7 entre parcelles contiguës !) et enfin de la résistivité (- 2,3 %), mais c'est logique pour ce paramètre puisque nous avons plus d'éléments échangeables (donc d'ions dans la solution du sol) sur le « microbien ».

Finalement, **la variation négative de ces paramètres est une bonne chose pour le « microbien »** hormis le Molybdène qui est un élément très utile (résorption des nitrates dans la plante, activation des Azotobacters...) mais aussi très « turbulent ». Nous allons donc le rajouter dans les inoculants.

4. Cas particuliers :

Nous avons déjà noté que l'essai Arlaud ne montrait peu de différences entre témoin et modalité, et même une baisse généralisée, bien que modérée, des éléments échangeables (- 10 à - 13 % sur les principaux). Mais nous avons noté que le témoin a tout de même reçu le CL seul. De plus, et contrairement à tous les autres (sauf Béates), nous avons une baisse nette sur le Calcium (- 9 % environ),

ce qui nous donne à penser, de même qu'aux Béates, que la modalité « microbienne » est sur une veine de terrain un peu différente des autres.

Si on exclut ces deux essais, les augmentations de Potassium et de Magnésium observées dans les modalités par rapport aux témoins sont beaucoup plus importantes :

K2O : 509 ppm contre 449 ppm (+ 13 %)

MgO : 331 ppm contre 302 ppm (+ 9 %)

Par ailleurs, un des essais a été mené avec un témoin traité en Biodynamie (Domaine de l'Arlet). Il nous semble intéressant d'observer l'évolution sur cet essai car la Biodynamie est souvent considérée comme étant à elle seule capable d'améliorer la microbiologie des sols. Voici les résultats :

Domaine de l'Arlet	Témoin Biodynamie		Modalité microbienne		Variations en pourcentage et en kg/ha	
	Analyse	kg/ha	Analyse	kg/ha		
pH eau	8,4		8,4		-0 %	
MO %	2,15 %	43 000	2,63 %	52 600	+ 22,3 %	+ 9 600 kg/ha
C/N	9,3		9,1		-2,15 %	
P2O5 ppm	271	542	513	1 026	+ 89,3 %	+ 484 kg/ha
K2O ppm	368	736	470	940	+ 27,7 %	+ 204 kg/ha
MgO ppm	258	516	299	598	+ 15,9%	+ 82 kg/ha
CaO ppm	13 126	26 252	12 971	25 942	- 1,18 %	- 310 kg/ha
Fe ppm	14,8	29,6	16,9	33,8	+ 14,2 %	+ 4,2 kg/ha
Cu ppm	55,9	111,8	57,6	115,2	+ 3 %	+3,4 kg/ha
Zn ppm	10,7	21,4	10,6	21,2	-0,9 %	- 0,2 kg/ha
Mn ppm	11,1	22,2	13,4	26,8	+ 19,6 %	+4,6 kg/ha
B ppm	0,40	0,80	0,47	0,94	+ 17,5 %	+ 0,07kg/ha
Mo ppm	0,25	0,50	2,35	4,7	+ 940 %	+ 4,2 kg/ha
Rés. Ohm/cm	8370		7 335		- 12,36 %	-1 035 Ohm

Les tendances générales correspondent bien à la moyenne de l'ensemble des essais, mais, le plus souvent, les variations positives sont beaucoup plus fortes :

Matière organique : Même évolution que la moyenne

Phosphore : Très grosse augmentation dans le «microbien », supérieure à la moyenne.

Potasse et Magnésie : Augmentation très significatives, en particulier pour la potasse., supérieures à la moyenne

Calcium : légère baisse conforme à la moyenne

Fer : augmentation supérieure à la moyenne

Cuivre : faible augmentation, mais le niveau est très élevé.

Zinc : légère baisse, contrairement à la moyenne, mais le niveau est très élevé.

Manganèse : augmentation à peu près conforme à la moyenne.

Bore : Augmentation supérieure à la moyenne

Molybdène : très forte augmentation, mais cet élément est très variable, et nous ne pouvons pas conclure.

Résistivité : baisse supérieure à la moyenne, cohérente avec la plus forte libération de cations dans la modalité « microbienne ».

Il est donc clair que l'amélioration des paramètres du sol par le microbien a été très forte dans cet essai sur un domaine en Biodynamie (plus que la moyenne des essais).

Mais pour autant, le niveau du témoin n'est pas « effondré ». Or, la partie « microbienne » avait été menée en biodynamie dans le passé. Y aurait-il donc une synergie entre la biodynamie et le

« microbien » ? Nous espérons que les essais 2009 et 2010 nous permettrons de répondre à cette intéressante question.

En résumé :

Le « microbien » confirme qu'il a une forte action sur la fertilité du sol, et en peu de temps (une saison seulement !).

Cette action est particulièrement forte pour le taux de matière organique (montée de l'ordre de 25 %), ce qui est théoriquement « impossible » d'après les théories agronomiques « classiques ». De plus, le C/N de cette matière organique reste autour de 9, ce qui indique son bon état d'évolution vers l'humus.

Elle est très forte aussi pour le Phosphore « assimilable » (+ 24 %). Ceci confirme donc toutes les données de la littérature spécialisée qui note fréquemment l'action des microorganismes du sol sur ce paramètre, dont la gestion est difficile en « conventionnel », entre autres sur les terrains alcalins...

Elle est positive, bien que moins forte, sur la plupart des autres éléments fertilisants cationiques ainsi que sur le Bore. Le Calcium et le Molybdène constituent une exception.

La résistivité est plus faible sur les modalités « microbiennes », ce qui est cohérent avec la constatation précédente, car les cations libérés augmentent la conductivité de l'eau du sol (l'inverse de la résistivité).

Ces évolutions se sont retrouvées aussi dans l'essai biodynamique, et ce d'une façon encore accrue par rapport à la moyenne des essais. Par contre, l'essai où le témoin avait eu du Compost Liquide ne montre pas cette augmentation. Dans cet essai, la modalité, qui avait reçu en plus l'ACTIGRAINS, a même parfois des paramètres un peu inférieurs (Phosphore, Potasse, Magnésie), ceci alors même que la végétation était améliorée dans cette modalité...

Nous en concluons provisoirement que **le Compost Liquide est essentiellement à l'origine des augmentations de fertilité observées**, alors que l'Actigrains semble surtout avoir un effet sur la végétation. Une possible synergie entre le « microbien » et la Biodynamie devra être étudiée plus particulièrement.

5°- Essai céréalier biologique :

En 2008, un de nos clients céréaliers, pratiquant déjà le « microbien » depuis plusieurs années, a mené un essai avec 10 modalités sur un Blé améliorant, variété CAPOT. Le terrain est un limon sablo-argileux à tendance battante. Ci-joint en annexe le résumé des résultats. Pour cette étude, nous avons retenu 3 modalités intéressantes :

- *Le témoin sans aucune fertilisation (modalité 0 de l'essai)*
- *Une modalité où la fertilisation apportée a été de la farine de viande à raison de 150 unités d'azote à l'ha (soit environ 1 200 kg/ha de farine de viande) (modalité 1 de l'essai).*
- *Une modalité « microbienne » avec apport de Compost Liquide à l'automne, Actigrains appliqués en automne et au printemps, adjonction des oligoéléments Bore (Myr Bore à 2 litres/ha) et Molybdène (Cosynol Légumineuses 2 kg/ha) et enfin un purin d'Ortie le 15 mars (modalité 5 de l'essai).*

Le précédent de culture est un Trèfle qui avait lui-même été semé dans une culture de Blé.

Voici les résultats :

	Témoïn 0	Farine de viande 1	Microbien 5
Rendement qx/ha	25	39	42
Taux de Protéines %	12,2	12,3	11,9
W	222	244	220
Zeleny	40	39	41
Poids spécifique	78	79,1	76,8

Dans les modalités voisines, comportant un peu moins de farine de viande, les rendements ont parfois été supérieurs (jusqu'à 46 qx/ha). Le « microbien » apporté uniquement à l'automne et sans les oligoéléments a été décevant (27 qx/ha) alors qu'il a été conforme aux résultats de 5 en apports de printemps.

La recherche des mycorhizes n'a pas été effectuée, car le déchaumage était déjà effectué lorsque nous sommes venus prélever le sol.

L'analyse de sol a été menée sur les modalités 1 (témoïn) et 5 (microbien). Voici les résultats :

Xavier GIBOULOT	Témoïn 0		Modalité microbienne 5		Variations en pourcentage et en kg/ha	
	Analyse	kg/ha	Analyse	kg/ha		
pH eau	7,2		8,3		0 %	
MO %	1,67 %	33 400	2,80 %	56 000	+ 67,6 %	+ 22 600kg/ha
C/N	10,2		14,1		+ 41 %	
P2O5 ppm	32 (80)	64 (160)	169	358	+ 211 %	+ 198 kg/ha
K2O ppm	249	498	260	520	+ 4,4 %	+ 22 kg/ha
MgO ppm	41	82	46	92	+ 12,2%	+ 10 kg/ha
CaO ppm	1 186	2 732	4 594	9 188	+ 387 %	+ 6456 kg/ha
Fe ppm	63,6	127,2	37,2	74,4	- 41,5 %	- 52,8 kg/ha
Cu ppm	0,6	1,2	0,5	1	- 16,6%	- 0,2 kg/ha
Zn ppm	0,6	1,2	0,7	1,4	+ 16,6 %	+ 0,1 kg/ha
Mn ppm	14,9	29,8	9,1	18,2	- 39 %	- 11,6 kg/ha
B ppm	0,33	0,66	0,48	0,96	+ 45,5 %	+ 0,3 kg/ha
Mo ppm	0,31	0,62	0,25	0,50	- 19,3 %	- 0,12 kg/ha
Rés. Ohm/cm	16 100		9 250		- 42,5 %	-6 850 Ohm

Nous observons, tout comme sur le vignoble, **une forte augmentation de la matière organique dans la modalité « microbienne » (+ 67,6 % !)** mais cette fois-ci avec un rapport C/N qui augmente ; ceci indiquerait qu'une partie de cette matière organique proviendrait des pailles enfouies (environ 4 à 5 tonnes/ha compte tenu du rendement obtenu) dont le C/N est de l'ordre de 90.

Nous observons aussi **une très forte augmentation du Phosphore assimilable (+ 211 %)**, ainsi qu'une légère montée du Potassium, du Magnésium, et du Zinc (niveau néanmoins assez bas). Le Calcium monte cette fois-ci énormément, de même que le pH, ce qui suggère que les deux parcelles, qui sont distantes de 75 mètres environ, ont pu connaître un historique différent dans les décennies antérieures. Le Bore monte aussi fortement, tout en restant encore déficitaire. Nous observons par contre une baisse du Fer (bon niveau néanmoins), du Manganèse (un peu bas) et du Molybdène. Pour ce dernier élément, sa grande variabilité ne permet pas de conclure.

Enfin, la résistivité baisse considérablement, ce qui est comme d'habitude à relier à une plus forte teneur en éléments fertilisants de l'eau du sol.

En résumé

Les rendements, ainsi que les qualités du grain, obtenus avec le « microbien » sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus avec l'utilisation de la farine de viande. Le niveau de rendement obtenu de la modalité microbienne citée (42 qx/ha) ainsi que le taux de protéines (11,9 %) sont tout à fait corrects en production biologique.

Par contre, les parcelles où le « microbien » a été appliqué intégralement à l'automne, et sans les apports d'oligoéléments Bore et Molybdène ne montrent pas un résultat satisfaisant. Ce type de sol est très asphyxiant ; on peut donc penser que les microorganismes ont souffert d'un manque d'aération pendant la saison hivernale. Mais surtout les apports d'oligoéléments semblent stratégiques, dans ce type de sol, pour la réussite du « microbien ». Ci-dessus photo de l'essai en avril, montrant le microbien appliqué à l'automne sans les oligoéléments à gauche (modalité 6), et le même avec les oligoéléments à droite modalité 7 (plantes plus denses et plus vertes).



6°- L'essai SILICUIVRE :

Le SILICUIVRE est un fertilisant foliaire cuprique que nous avons mis au point pour compléter les traitements cupriques sur la vigne et les cultures biologiques, dans l'objectif de pouvoir baisser considérablement les quantités de cuivre utilisées tout en assurant une bonne protection contre les maladies. Il contient de faibles quantités de cuivre, mais qui peuvent pénétrer dans les épidermes, et contient par ailleurs des substances végétales biostimulantes et de la Silice d'origine naturelle.

La limitation des doses de cuivre est en effet une nécessité réglementaire en Agriculture Biologique mais le cuivre en excès dans les sols est aussi toxique pour les microorganismes et les vers de terre et diminue la biodiversité microbienne, ce qui est contraire à nos objectifs. Il s'agit donc de protéger la plante avec peu de cuivre pour minimiser ses effets toxiques, mais en même temps de bien combattre le Mildiou...

Nous avons donc voulu tester à la fois l'efficacité des traitements au Silicivre et leur influence sur la mycorhisation des plantes en comparant un témoin recevant les doses habituelles de fongicides cupriques et une modalité recevant les traitements base Silicivre. Par ailleurs, nous avons aussi voulu savoir quelle était la quantité de cuivre qui pouvait pénétrer dans les tissus de la plante. Le cuivre présent dans les épidermes est en effet non lessivable, donc susceptible de gêner la pénétration des pathogènes ; inversement, il peut aussi gêner le développement de certains microorganismes racinaires s'il parvient jusqu'à elles. Pour réaliser cette estimation de façon pratique, nous avons effectué une analyse de cuivre présent dans les pousses néoformées, c'est-à-dire qui ont poussé juste après un traitement, et juste avant son renouvellement. Le cuivre qui y est présent n'a donc pu y parvenir que par la sève ascendante.

Mais le problème que nous avons rencontré pour cet essai « Silicivre » est que, cette année, la pression extrême du Mildiou sur la vigne dans presque toutes les régions fait que les producteurs n'ont

16 Saint Denis - 71160 SAINT AGNAN - Tél: 03 85 53 82 88 - Fax : 03 85 53 81 19

symbiose.nrj@orange.fr

pas maintenu, le plus souvent, les témoins traités avec des quantités de cuivre « habituelles ». Seules trois parcelles ont été menées suivant les principes de l'essai pendant la saison :

Jean-Michel GRUEL – Château de Montrouant – 71800 GIBLES – Pinot Noir
Domaine ARLAUD précité – Gamay
Thierry VIOLOT – 21630 POMMARD – Pinot Noir

Le témoin était mené avec de la Bouillie Bordelaise à des doses « normales » compte tenu de la réduction des doses de cuivre en bio, soit environ 3 à 4 kg/ha de BB par traitement (600 à 800 grammes de cuivre). La modalité Silicuvivre était menée avec BB 1 à 2 kg/ha + Silicuvivre 2 litres/ha par traitement (300 à 527 grammes de cuivre/ha). Exception : l'essai VIOLOT a été mené avec comme témoin des traitements ULMASUD (spécialité à base d'argiles sans aucun cuivre). Mais la pression Mildiou étant montée fortement dans le témoin, il a fallu appliquer des pulvérisations cupriques en fin de saison...

1. Action sur le Mildiou et les Mycorhizes :

Dans l'essai Gruel, il est impossible de conclure sur la pression du Mildiou car celui-ci a été à peu près absent de la parcelle. Concernant la mycorhisation, elle est légèrement plus élevée dans la modalité SILICUIVRE que dans le témoin Bouillie Bordelaise (60 % contre 55 %). Cette parcelle est isolée dans un environnement de prairies naturelles non polluées.

Dans l'essai ARLAUD, malgré une pression Mildiou supérieure, nous n'avons observé aucune différence significative sur cette maladie, les ceps étant peu touchés dans les deux cas, et avec nettement moins de cuivre employé dans la modalité Silicuvivre. Concernant la mycorhisation, la parcelle Silicuvivre est moins mycorhisée que l'autre (23 % contre 50 %), mais la petite largeur des parcelles d'essai (5 rangs) et la proximité des vignes contiguës en « conventionnel » peuvent avoir modifié le résultat dans un sens ou un autre (les mycorhizes sont, par exemple, très sensibles à d'éventuelles dérives de traitement chimiques).

Dans l'essai VIOLOT, le témoin était mené avec un programme excluant tout cuivre, et il a fallu arrêter l'expérience fin juillet à cause de la pression du Mildiou sur grappes dans le témoin qui pouvait compromettre la récolte. La fin de saison a donc été menée avec le Silicuvivre dans les deux parcelles. Les taux de mycorhisation sont un peu plus élevés dans la partie Silicuvivre (35 % contre 30 % dans le témoin).

Il est donc difficile tirer des informations fiables des essais Silicuvivre 2008 concernant à la fois le comportement du Mildiou et la mycorhisation des plantes concernées.

3. Pénétration du cuivre dans les pousses néoformées :

Les prélèvements de pousses néoformées n'ont pas toujours pu être réalisés à chaque visite de parcelle, car les traitements ont parfois été appliqués peu de temps auparavant. Néanmoins, quelques analyses ont pu être effectuées dans de bonnes conditions. D'autre part, nous rajoutons une observation faite sur un autre point d'essai au printemps (GIGOGNAN – 84800 SORGUES), avant que la procédure d'essai ne soit abandonnée :

Producteur	Analyse printemps		Analyse juillet (cuivre en ppm)		Analyse avant vendanges	
	Témoin	Silicivre + BB	Témoin	Silicivre + BB	Témoin	Silicivre + BB
Gruel			49,5	40,9		
Violot			7,3	48		
Arlaud					8,2	8,1
Gigognan	13,1	27				

Ces résultats sont très partiels, mais montrent tout de même des tendances intéressantes :

- *Les pousses néoformées seraient « chargées » en cuivre aussi bien dans les témoins que dans la modalité. Cette « charge » monterait plus vite, au printemps, dans la modalité « Silicivre » et s'équilibrerait ensuite en été. Donc, tout se passe comme si la plante mettait une « barrière » à sa pénétration à partir d'un certain niveau, que nous situons à environ 40 ppm.*
- *Le témoin qui n'a pas reçu de BB (Violot) est très bas en cuivre en comparaison de toutes les autres modalités.*
- *En fin de saison, la plante semble avoir fortement « déchargé » le cuivre en revenant au niveau atteint par le témoin sans cuivre précité.*

Bien sûr, ces résultats demandent à être confirmés dans de meilleures conditions les deux prochaines années.

7°- Conclusion des essais 2008 :

Comme l'accord d'OSEO pour l'expérimentation n'a été obtenu qu'en juin, nous n'avons pas pu installer un nombre d'essais aussi important que prévu. En viticulture, deux d'entre eux sur les 7 n'ont pas pu être suivis en végétation. De même, les estimations de rendement et de qualité sur la récolte viticole n'ont pas pu être menés comme prévu en raison de vendanges tardives qui ont obligé les producteurs à se presser de récolter.

Néanmoins, les résultats observés sont intéressants.

Nous observons sur vigne une **nette diminution de la fréquence de l'Oïdium là où il était présent**. Nous avons aussi noté **une montée du Brix pétiolaire et de celui des grumes dans les modalités « microbiennes » en relation avec cette résistance**. De plus, cette montée dans les grumes donne à penser que la maturation des raisins a été plus précoce (ce point est à vérifier en 2009 et 2010).

Sur l'essai céréalière, **le rendement en Blé de la modalité microbienne a été comparable à celui des modalités ayant reçu de fortes doses d'azote organique**, ainsi que les paramètres de qualité du grain. Nous avons donc eu manifestement un effet « azote » du « microbien ».

Sur les paramètres du sol, les résultats sont plus qu'encourageants : il sont parfois étonnants.

Le taux de mycorhisation a monté en général dans les modalités « microbiennes », mais de façon encore limitée.

Les paramètres des analyses de sol montrent tous une augmentation de la fertilité des modalités « microbiennes » par rapport aux témoins, et ceci également dans l'essai où le témoin était mené en biodynamie. Les augmentations les plus spectaculaires ont été **celles du taux de matière organique du sol (+ 26 % environ) et du Phosphore assimilable (+ 27 % environ)**. Les autres éléments fertilisants ont aussi monté, mais de façon moins forte et moins régulière. Aucun élément fertilisant n'a baissé dans

le « microbien » en comparaison des témoins, sauf le Calcium et le Molybdène (et encore très légèrement).

Sur l'essai céréalière, **l'évolution de l'analyse du sol a été comparable aux autres pour les éléments majeurs et secondaires analysés (MO, P2O5, K2O, MgO) mais plus irrégulière pour les oligoéléments.** Nous soupçonnons toutefois un historique du sol différent entre le témoin et la modalité.

N'oublions pas que ces améliorations de fertilité ont été obtenues en dépit d'une fertilisation organique faible ou nulle, et en l'absence de fertilisation minérale. Donc, le sol a été capable à la fois de nourrir la plante et de s'enrichir dans les modalités « microbiennes ».

Le « microbien » apparaît donc comme une méthode intéressante pour la pratique d'une agriculture biologique réussie.

Robert CASENOVE
Membre de SYMBIOSE

Annexes :

- Plan de traitement-type en agrobiologie appliqué par les viticulteurs ayant accueilli l'essai microbien.
- Résultats des observations effectuées en végétation sur la vigne.
- Résultats d'analyse de mycorhisation (témoin et modalité microbienne) chez De Villaine, Domaine de l'Arlot, Loichet, Arlaud, Dujac et Béates.
- Résultats des analyses de sol (témoin et modalité microbienne) chez De Villaine, Domaine de l'Arlot, Loichet, Arlaud, Dujac, Béates, Giboulot.
- Résultats de mycorhisation dans les essais Silicivre (Gruel-Violot-Arlaud)
- Analyses des pousses néoformées dans les essais Silicivre (Gruel-Violot-Arlaud-Gigognan)
- Résultats de l'essai « céréales » Giboulot.