



VITIECOBIO SOL

Les sols vivants du vignoble champenois
Comment intégrer ces connaissances acquises sur ce patrimoine
pour contribuer à la pérennité de l'A.O.C Champagne?

The living soil of the Champagne vineyards
How to integrate the new knowledge gained on this heritage
to contribute to the sustainability of the AOC Champagne?



**D. Cluzeau⁽¹⁾, A. Descotes⁽³⁾, C. Georget⁽³⁾, R. Chaussod⁽²⁾,
R. Nouaim-Chaussod⁽²⁾, G. Peres⁽¹⁾, M. Guernion⁽¹⁾, D. Cylly⁽¹⁾, L. Rougé⁽¹⁾,
O. Garcia⁽³⁾, L. Panigai⁽³⁾, D. Moncomble⁽³⁾**

(1) UMR 6553 CNRS-Univ Rennes 1 EcoBio ; Station Biologique de Paimpont (35)
(2) SEMSE- Services et Etudes en Microbiologie du Sol et de l'Environnement – Viéville (21)
(3) Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne – Epernay (51)

Rapport synthétique final

03/03/2013

VIGNERONS ET MAISONS



Numéro de contrat Ministère/ADEME : 1060C0090

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. www.ademe.fr

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

RESUME

En Champagne comme dans les autres vignobles, il est vital de maintenir voire d'améliorer la qualité des sols à travers le choix de pratiques agro-viticoles appropriées. Cela passe nécessairement par l'implication active de tous les acteurs concernés. La profession viticole champenoise a mis au point un système de management environnemental à l'échelle de l'aire AOC. Quatre grands enjeux ont été définis parmi lesquels deux concernent les sols, via le volet « *maîtrise des nuisances et des risques liés notamment à l'utilisation d'intrants* » et le volet « *Préservation et mise en valeur des Terroirs, de la Biodiversité et des Paysages* ».

Notre projet VitiEcoBioSol rend compte de la mise en œuvre d'une recherche finalisée en étroite collaboration entre les représentants du développement agro-viticole de l'AOC Champagne et des chercheurs spécialistes de la biologie du sol (microorganismes et macrofaune lombricienne).

Cette démarche « opérationnelle » s'intègre de manière cohérente dans le modèle conceptuel du programme GESSOL et permet de montrer comment les actions de recherche sont venues en appui aux politiques environnementales de l'interprofession en contribuant à l'évolution du conseil, qui s'est traduit à l'échelle de la Vigne « Champagne », par une évolution consécutive des pratiques viticoles entre 1985 et 2010.

Notre projet VitiEcoBioSol aborde 2 questions principales : ❶ quelles sont les pratiques agro-viticoles qui contribuent le mieux à préserver les sols, leur biodiversité et leurs fonctions écosystémiques associées ? et ❷ comment sensibiliser la profession viticole à ces enjeux et comment faire évoluer le conseil et les pratiques à l'échelle de l'AOC Champagne ?

Ce projet a donc pour objectifs détaillés :

- 1 - la construction d'un premier référentiel d'interprétation sur l'impact des pratiques viticoles sur les activités microbiennes & lombriciennes des sols viticoles champenois
- 2 – l'analyse critique des conséquences de la démarche agro-environnementale mise en œuvre sur l'AOC Champagne depuis 20-25 ans (en termes d'évolution du conseil écrit)
- 3 – la construction des supports de sensibilisation des viticulteurs et opérateurs de terrain afin d'assurer la prise en compte de ces activités biologiques des sols dans les nouveaux modes de gestion durable du vignoble.

L'implication directe des acteurs professionnels est une originalité de ce projet. Les sorties de ce projet (référentiel sur l'évolution des états biologiques des sols en relation avec les pratiques viticoles les plus communes & supports de sensibilisation) devront permettre aux viticulteurs de s'approprier d'une part les outils permettant de caractériser l'état biologique de leur sol, et d'autre part les concepts et le vocabulaire liés à la conservation et la gestion de la biodiversité présentes dans ces sols viticoles.

En guise de conclusion-perspectives, nous présentons le résultat des premières actions de recherche participative initiées depuis 2010 permettant d'étendre ce premier référentiel de biodiversité des sols à l'ensemble du vignoble champenois, voir à d'autres vignobles.

Mots-clés

Agro-système Viticole, Microorganismes, Lombriciens, Pratiques agro-viticoles, AOC, Conservation des sols, évolution de la biodiversité, gestion de bases de données, évaluation écologique, référentiel pour le conseil.

SUMMARY

In Champagne vineyards as in the others, it is vital to maintain or improve soil quality through the selection of appropriate agro-viticultural practices. This necessarily requires the active involvement of all stakeholders. The Champagne wine profession has developed an environmental management system across the area AOC. Four major issues have been identified, including two related soils through the flap "control nuisances and risks relating to the use of inputs" and "preservation and development of Terroirs, Biodiversity and Landscapes".

Our VitiEcoBioSol project reflects the implementation of an applied research in close collaboration between representatives of the agri-development of AOC wine Champagne and researchers on soil biology (microorganisms and macrofauna earthworm)

This "operational" approach fits consistently in the conceptual model GESSOL program. It permits to show how the research come in support of environmental policies and contribute to the development of advice which has changed viticultural practices between 1985 and 2010, in the Champagne vineyards.

Our VitiEcoBioSol project addresses two main questions:

- what are agro-viticultural practices that best preserve the soil, their biodiversity and associated ecosystem services contribute?
- how aware the wine profession to these issues and how change the advice and the practices across the AOC Champagne?

This project has detailed objectives:

- 1 - building a first referential for interpretation of the impact of viticultural practices on microbial and earthworm activities of Champagne vineyard soils
- 2 - critical analysis of the impact of agri-environmental policy on the AOC Champagne from 20-25 years (in terms of evolution of the written advice)
- 3 - building of media awareness for winemakers and field operators to ensure the inclusion of these soil biological activity in new forms of sustainable management of the vineyard.

The direct involvement of professional players is a unique feature of this project. The outputs of this project (reference on the evolution of biological conditions of the soil in relation to the most common viticultural practices & media awareness) will enable winemakers to appropriate firstly the tools to characterize the biological state of their soil, and secondly the concepts and vocabulary related to the conservation and management of biodiversity in the vineyard soils.

In conclusion and perspectives, we present the results of the first actions of participatory research initiated since 2010 to extend the first referential of soil biodiversity to all the vineyards of Champagne, or even to other vineyards.

Keys-words

Vineyards, microorganisms, earthworm, agro-viticultural practices, AOC, soil conservation, biodiversity evolution, data base management, ecological assessment, data mining, referential for advice.

SOMMAIRE

1. CONTEXTE GENERAL	6
2. QUESTIONNEMENT & OBJECTIFS DU PROJET <i>VITIECOBIOSOL</i>	7
3. SITES ETUDIES & QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE	8
3.1. SITES D'ETUDE.....	8
3.2. PARAMETRES ETUDIES	9
3.2.1. <i>Microorganismes</i>	9
3.2.1.1. Mesures d'abondance	9
3.2.1.2. Mesures d'activité	9
3.2.1.3. Mesures de diversité.....	9
3.2.2. <i>Communauté lombricienne</i>	9
3.2.2.1. Méthode de prélèvement	9
3.2.2.2. Valorisation des données pondérales lombriciennes.....	10
4. ORGANISATION DES DONNEES RECUPEREES	11
5. SYNTHESE DES PRATIQUES IDENTIFIEES COMME DEFAVORABLE OU FAVORABLE AUX COMMUNAUTES LOMBRICIENNES	13
6. CONSEQUENCES SUR L'EVOLUTION DU CONSEIL ECRIT POUR LES VITICULTEURS EN CHAMPAGNE ENTRE 1990 ET 2010 (<i>CONTRIBUTION DU DISCOURS A LA PRESERVATION DES SOLS INCLUANT LEUR BIODIVERSITE</i>)	15
7. EVOLUTION TEMPORELLE GLOBALE DU COMPARTIMENT BIOLOGIQUE SUR LES SITES ETUDIES ENTRE 1990 & 2010	16
7.1. MICROORGANISMES.....	16
7.2. COMMUNAUTES LOMBRICIENNES	17
7.2.1. <i>Evolution des abondances totales</i>	17
7.2.2. <i>Evolution de la structure des communautés</i>	18
8. INTEGRER LA BIODIVERSITE DES SOLS DANS LES PRATIQUES DE GESTION DU VIGNOBLE : QUELS OUTILS DE COMMUNICATIONS ET D'AUTOEVALUATION ?	19
9. IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION	21

1. CONTEXTE GENERAL

En vignoble d'appellation d'origine contrôlée (A.O.C.) -et à cet égard la Champagne est emblématique- les sols représentent un patrimoine de production irremplaçable. La profession viticole est aujourd'hui de plus en plus consciente que cette valeur patrimoniale ne tient pas uniquement à une délimitation sur des critères géographiques ou pédologiques, mais qu'elle repose également sur une « qualité » intrinsèque des sols, qu'elle doit donc protéger. Or, maintenir les sols viticoles dans le meilleur état possible nécessite d'une part, de pouvoir définir leur état de façon objective et d'autre part, de pouvoir évaluer les effets des pratiques sur cet état à court, moyen et long terme.

En France, comme dans d'autres pays d'Europe, la gestion optimale des sols viticoles représente un enjeu particulièrement important à la fois au plan environnemental et au plan socio-économique :

- Au plan environnemental, l'agrosystème viticole est généralement intensif en termes de niveaux d'intrants et de passages d'engins. Selon l'expertise scientifique collective « pesticides, agriculture et environnement », la viticulture ne représente que 3,3% de la SAU en France mais consomme plus de 14% des pesticides (Aubertot et al., 2005). Ces produits phyto-sanitaires peuvent avoir un effet spécifique sur les caractéristiques chimiques et biologiques des sols. De plus, le passage des engins pour leur application ou pour d'autres pratiques agro-viticoles a un impact (pas toujours maîtrisé) sur les propriétés physiques des sols. Il en résulte des risques potentiels en matière de tassement, d'érosion, de contamination (cuivre, etc.), de perte de matière organique, de perte de biodiversité... L'importance de ces risques est bien entendu très dépendante des conditions locales et des pratiques des viticulteurs.
- Au plan socio-économique, la production de vins AOC implique un « lien au sol » très fort qui est généralement traduit par la notion de « terroir ». Plus largement, les attentes des consommateurs portent aujourd'hui non seulement sur la qualité du produit mais aussi sur le mode de production et ses éventuels impacts sur l'environnement (sols, eaux, biocénoses).

Produire dans le plus grand respect de l'environnement est donc un devoir pour une appellation d'origine contrôlée de grande notoriété. Un cas exemplaire est celui du vignoble de Champagne, où cette préoccupation déjà ancienne s'est renforcée depuis une quinzaine d'années et où elle s'inscrit dans un objectif de développement durable. A cet égard, l'intérêt des professionnels champenois pour le volet terroir/biodiversité/paysage est aussi naturel que stratégique puisque c'est aussi un enjeu en termes d'image et d'économie.

En Champagne comme dans les autres vignobles, il est vital de maintenir voire d'améliorer la qualité des sols à travers le choix de pratiques agro-viticoles appropriées. Cela passe nécessairement par l'implication active de tous les acteurs concernés. L'adoption de pratiques ou de modes de production plus respectueux de l'environnement (Forget et al., 2009) implique en effet des évolutions techniques qui ne peuvent s'envisager sans la mise en place de dynamiques collectives d'accompagnement (Lamine et al., 2009). Il est pour cela nécessaire d'aborder la question de l'évolution des pratiques non seulement sous l'angle agronomique, mais aussi sous l'angle socio-économique (Coulon et al., 2007) et sociologique (Compagnone, 2004 ; Compagnone et al., 2008).

Les participants au présent projet connaissent bien ces questions, sur lesquelles ils travaillent depuis plus de 20 ans. La collaboration entre le CIVC, l'INRA de Dijon et l'Université de Rennes1 a en effet été engagée dès 1988-1989 avec le programme « Etats structuraux des sols ». Elle s'est poursuivie avec le Programme VITI 2000 (1990-2006) mené en Champagne, le programme RVVS (1995-2002) conduit en collaboration avec les vignobles bourguignons et alsaciens et enfin le programme BIOFILIERE, initié en 1998 et qui se poursuit actuellement.

2. QUESTIONNEMENT & OBJECTIFS DU PROJET *VitiEcoBioSol*

Dans le cadre de ce projet, le questionnement principal porte sur deux points essentiels suivants :

- a) Quelles sont les pratiques agro-viticoles qui perturbent profondément le compartiment biologique des sols et celles qui contribuent le mieux à préserver la biodiversité des sols et ses fonctions écosystémiques associées ?
- b) Comment sensibiliser la profession viticole à ces enjeux ? Comment faire évoluer le conseil et les pratiques à l'échelle de l'aire AOC ?

Vis-à-vis du modèle conceptuel conçu par le programme GESSOL, notre projet *VitiEcoBioSol* contribue à :

- quantifier des états biologiques et structuraux des sols viticoles soumis à différentes pratiques agro-viticoles et modes de production ❶;
- contribuer à identifier des liens potentiels entre les états biologiques de ces sols et divers risques environnementaux, pour mieux illustrer les conseils techniques ❷
- quantifier l'évolution des réponses techniques et économiques des viticulteurs à cette évolution du conseil technique (à l'aide d'indicateurs de moyens sur les pratiques culturales) ❸

Ainsi, ce projet rend compte de la mise en œuvre d'une recherche finalisée en étroite collaboration entre les représentants du développement agro-viticole de l'AOC Champagne et des chercheurs spécialistes de la biologie du sol (microorganismes et macrofaune lombricienne).

Cette démarche « opérationnelle » s'intègre de manière cohérente dans le modèle conceptuel du programme GESSOL et permet de montrer comment les actions de recherche sont venues en appui aux politiques environnementales de l'interprofession en contribuant à l'évolution du conseil, qui s'est traduit à l'échelle de la Vigne « Champagne », en une évolution des pratiques viticoles entre 1985 et 2010.

Ce projet a donc pour objectifs détaillés :

- 1 - la construction d'un premier référentiel sur l'impact des pratiques viticoles sur les activités microbiennes & lombriciennes des sols viticoles champenois
- 2 – l'analyse critique des conséquences de la démarche agro-environnementale mise en oeuvre sur l'AOC Champagne entre 1990 et 2010 (en termes d'évolution du conseil écrit)
- 3 – la construction des supports de sensibilisation des viticulteurs et opérateurs de terrain afin d'assurer la prise en compte de ces activités biologiques des sols dans les nouveaux modes de gestion durable du vignoble.

L'implication directe des acteurs professionnels est une originalité de ce projet. Les sorties de ce projet (référentiel sur l'évolution des états biologiques des sols en relation avec les pratiques viticoles les plus communes & supports de sensibilisation) devront permettre aux viticulteurs de s'approprier d'une part les outils permettant de caractériser l'état biologique de leur sol, et d'autre part les concepts et le vocabulaire liés à la conservation et la gestion de la biodiversité présentes dans ces sols viticoles.

En guise de conclusion-perspectives, nous présentons les outils mis en oeuvre dans le cadre d'une action de recherche participative initiée depuis 2010 permettant d'étendre ce premier référentiel de biodiversité des sols à l'ensemble du vignoble champenois, voir à d'autres vignobles.

3. SITES ETUDIÉS & QUELQUES ELEMENTS DE METHODOLOGIE

3.1. SITES D'ETUDE

L'ensemble des sites étudiés couvre une grande partie du vignoble champenois (cf figure ci-dessous) ; cela concerne principalement dans le département de la Marne, la Montagne de Reims (3 sites, avec 20 modalités), la vallée de la Marne (6 sites avec 20 modalités), à proximité de cette vallée de la Marne (2 sites avec 6 modalités), la Côte des Blancs (4 sites avec 14 modalités), la Côte de Sézanne (1 site avec 4 modalités), et la Côte des Bar dans le département de l'Aube (3 sites avec 4 modalités).

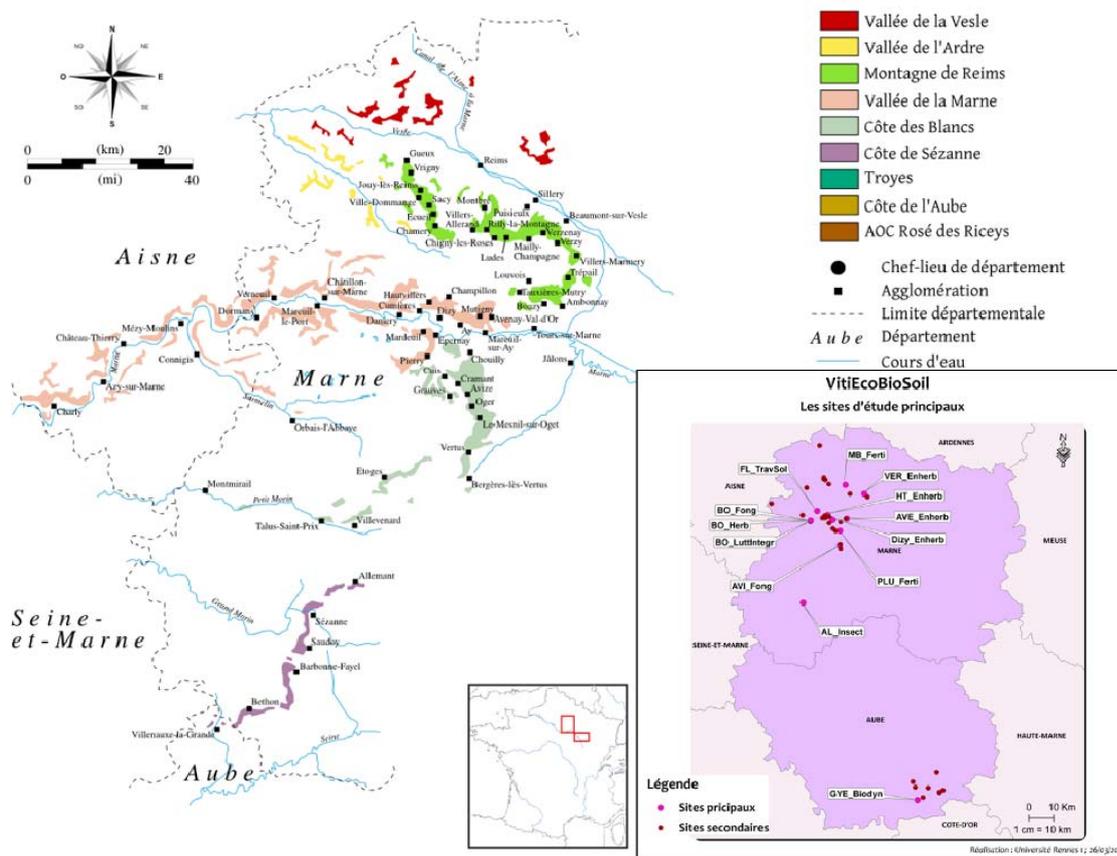


Figure 1 : Cartographie des petites régions (ou terroirs) du vignoble de Champagne et des sites expérimentaux étudiés dans le cadre du programme Viti2000

Tableau 1 : Thématiques et sites étudiés de manière diachronique (en vert) ou synchronique (en jaune) ; est précisé pour chaque site, son nom, sa localisation en terme de terroir champenois, le nombre de modalités expérimentales testées et le code généré.

Thématique générale	SITES expérimentaux				
	Thématique	Nom	Terroir	Nb.mod alités	Code Site
Protection phytosanitaire	Insecticide	Allemant	Côte de Sézanne	4	AL_Insect
	Fongicide	Avize	Côte des Blancs	4	AVI_Fong
	Fongicide	Boursault	Vallée de la Marne	5	BO_Fong
	Herbicide	Boursault	Vallée de la Marne	6	BO_Herb
	Herbicide	Chambrecy	Montagne de Reims	8	CH_Herb
	Nématicide multifacteurs	Essoyes	Côte des Bar	1	ESS_Nemat
Alternatives au désherbage chimique	Pied Noir	Pied Noir	Vallée de la Marne	2	PN_Multi
	Désherbage	Plumecoq	Côte des Blancs	3	PLU_Desherb
	Travail Sol	Fleury	Proche Vallée Marne	3	FL_TravSol
Enherbement	Désherbage	Essoyes	Côte des Bar	1	ESS_Desherb
	Enherbe.	Avenay	Proche Vallée Marne	3	AVE_Enherb
	Enherbe.	Diszy	Vallée de la Marne	3	DI_Enherb
	Enherbe.	Verzenay	Montagne de Reims	3	VER_Enherb
Fertilisation	Enherbe.	Hautvillers	Vallée de la Marne	3	HT_Enherb
	Fertilisation	Montbré	Montagne de Reims	9	MB_Ferti
	Fertilisation	Oger	Côte des Blancs	3	OG_Ferti
	Fertilisation	Plumecoq	Côte des Blancs	4	PLU_Ferti
Mode de gestion	Biodynamie	Aube (Gyé)	Côte des Bar	2	GY_Biodyn
	Lutte Intég.	Boursault	Vallée de la Marne	2	BO_LuttIntegr
	Observ. synchroniques	N1	Suivis	N1	
		N2	diachroniques	N2	

Le tableau 1 ci-dessus présente l'ensemble des sites étudiés; ils sont différenciés selon que les études aient été menées de manière diachronique (en vert) ou synchronique (en jaune) et dans chaque cas, les sites secondaires (N2) étant de couleur plus pâle.

3.2. PARAMETRES ETUDIÉS

3.2.1. Microorganismes

3.2.1.1. Mesures d'abondance

Il est important de souligner que c'est exactement la même méthode de fumigation-extraction qui a été utilisée tout au long de cette étude, de 1988 à 2012. Cette méthode ne diffère de la norme internationale que par la concentration en K_2SO_4 (0,025 M au lieu de 0,25M), ce qui présente de nombreux avantages (N.B. : tous les laboratoires français utilisent aujourd'hui cette concentration de 0,025 M).

3.2.1.2. Mesures d'activité

Seules des activités globales de minéralisation du carbone et de l'azote ont été déterminées. Ponctuellement, dans quelques sites, l'activité de nitrification (oxydation de l'ammonium) a été mesurée, de même que l'activité enzymatique FDA-hydrolase.

3.2.1.3. Mesures de diversité

Test basé sur la mesure d'aptitudes métaboliques de la microflore globale (Garland 1996). A partir d'une suspension-dilution de sol, on inocule une microplaque « Biolog » dont les puits contiennent 31 substrats différents (ECO-Plate) ; on enregistre les cinétiques de croissance et les résultats sont exprimés sous forme plus ou moins synthétique et des indices de diversité peuvent être calculés le cas échéant (Valé *et al.*, 2011). Cette approche n'a été appliquée qu'à partir de 2008-2009 en Champagne. Grâce à sa standardisation elle est parfaitement adaptée non seulement à la comparaison de modalités à un temps « t » mais aussi aux suivis diachroniques. La méthode telle que nous l'avons adaptée pour des usages de routine s'avère d'un bon rapport performances / coût. Elle illustre aussi l'évolution des investigations en fonction des progrès méthodologiques et de l'évolution des questionnements.

3.2.2. Communauté lombricienne

3.2.2.1. Méthode de prélèvement

La méthode de prélèvement choisie est celle proposée par Bouché (1969) et adaptée au contexte (Cluzeau *et al.*, 1999). Elle est basée sur un comportement de fuite vers la surface des vers de terre, suite à une excitation de leur épiderme par un produit chimique. Dans la pratique, trois épandages d'une solution de formol (0.25% pour les deux premiers et 0.4% pour le dernier) sont appliqués sur une surface de 1 m², délimitée par un cadre métallique (1m de côté). Ce cadre est subdivisé en 2 sous-cadres égaux (1m x 0.5 m), positionnés de manière à intégrer d'une part le rang de vigne (R) et d'autre part l'inter-rang (IR). Les applications sont espacées entre elles de 15 minutes pendant lesquelles, les vers migrant en surface sont récupérés. Une dernière phase de 5 minutes consiste à gratter superficiellement la surface du sol (1 à 2 cm) afin de récupérer les vers dissimulés par les restes des amendements ou par la végétation. Les vers appartenant à un même sous-cadre sont collectés et conservés dans un pilulier contenant du formol à 4%.

L'extraction au formol est ensuite complétée par une extraction physique correspondant au tri manuel de deux blocs de sol (25 cm x 25 cm sur 20 cm de profondeur), l'un sous le rang et l'autre sous l'inter-rang. Ce tri manuel va permettre d'apporter un correctif à la méthode formol, en permettant de prélever des individus ayant peu réagi au formol. Trois répétitions sont réalisées par parcelle élémentaire.

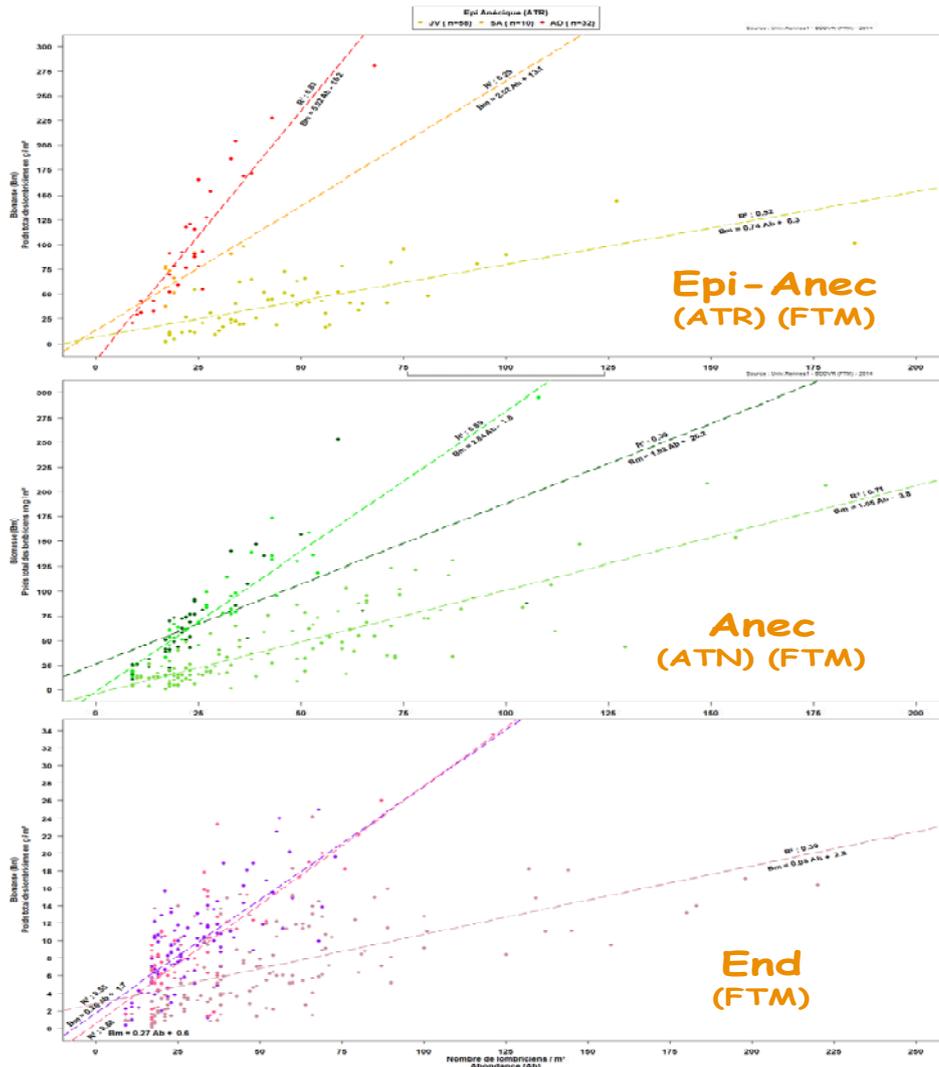
3.2.2.2. Valorisation des données pondérales lombriciennes

Dans la majeure partie des quantifications effectuées durant cette période, chaque ver de terre a donc été pesé après avoir été déterminé taxonomiquement, soit, pour les sites & années retenus, **52271 individus pesés** qui se répartissent entre **2%** d'épigés, **28%** d'épi-anéciques (ATR), **30%** d'anéciques stricts (ATN) et **40%** d'endogés et 0.3% d'indéterminés. La faible proportion d'épigés ne permet de valoriser les données pondérales liées à ce groupe fonctionnel.

Tableau 6 : Nombre de lombriciens analysés (détermination taxonomique et pesée individuelle) selon le mode de prélèvement, avec le formol (F) ou lors du tri manuel (TM) et selon le groupe fonctionnel (Epigé, Epi-anécique, Anécique, Endogé)

	F	TM	Total
Epi	769	240	1009
Epi-Anec (ATR)	12634	2120	14754
Anec (ATN)	9990	5616	15606
End	10098	10648	20746
Indéterminés	52	104	156
TOTAL	33543	18728	52271

(c) - Relation moyenne par stade de maturité



4. ORGANISATION DES DONNEES RECUPEREES

Il a résulté de tout ce travail une base de données très complexe. Nous avons suivi le modèle préexistant de la base DonEcoSol (RMQS BioDiv) afin de permettre une future inter-connectivité entre tous les modules de notre BdD de biodiversité des sols *EcoBioSoil*. Le modèle conceptuel de la BdD pour le module Viti se présente sous la forme décrite dans la figure 10 ci-dessous et comprend l'ensemble des tables nécessaires.

De manière plus détaillée, la **table de données des communautés lombriciennes** comprend pour l'instant 39 752 lignes, chaque ligne correspondant à un individu avec ses caractéristiques (espèce, masse, maturité sexuelle, catégorie écologique), ainsi que les descripteurs du prélèvement (site, parcelle, bloc, modalité, année).

Pour ce qui concerne le volet **Microbiologie**, le fichier comprend 461 lignes, correspondant à 461 échantillons de sol, sur lesquels ont été effectuées diverses analyses biologiques : au minimum la mesure de Biomasse Microbienne par Fumigation-Extraction, et jusqu'à une dizaine de déterminations pour les échantillons des études « Enquête Marne 2000-2001 » et « Enquête Aube 2001-2002 ». Outre ces parcelles « enquête », le fichier rassemble les données obtenues entre 1989 et 2010 sur 36 sites expérimentaux différents, avec un nombre variable de modalités, de répétitions et de dates de prélèvement. Quelques sites correspondent à de simples études « synchroniques » pour lesquelles les modalités (avec répétitions de terrain) ont été comparées après plusieurs années de différenciation. Dans la majorité des situations, il s'agit d'études « diachroniques » pour lesquelles des mesures répétées dans le temps ont été effectuées au début de l'expérimentation (point zéro avant application des traitements) puis régulièrement jusqu'à des durées pouvant dépasser la décennie (jusqu'à 17 ans pour le site « entretien-fertilisation » de Montbré).

La plus grande majorité des données acquises dans le cadre du programme ont été mises dans la base de données (tableau 9 ci-après).

Ces données sont accessibles aux partenaires du programme VitiEcoBiosol via une interface, téléchargeable avec le lien suivant <https://servez-vous.univ-rennes1.fr/6ovbqhoki>.

Il est à noter que ces données sont la propriété de leur fournisseur : Ainsi, les données "microbio" sont la propriété partagée du Bureau d'Etudes SEMSE et du CIVC ; de même, les données « Lombriciens » sont la propriété partagée de l'Université de Rennes1 et du CIVC. Les données de la BDD ainsi constituée sont destinées à un travail en interne au sein du groupe "GESSOL-VitiEcoBioSol" et ne peuvent en aucune façon être transmises à quiconque en dehors du groupe sans l'accord préalable et écrit des propriétaires respectifs de ces données.

L'objectif des expérimentations mises en place par le CIVC était bien une évaluation agro-environnementale d'itinéraires techniques. La localisation des sites expérimentaux dans diverses parties du vignoble de Champagne permet toutefois d'appréhender une partie de la variabilité spatiale à l'échelle du vignoble. Ces données biologiques enregistrées peuvent être considérées comme représentatives du vignoble, notamment en raison de la diversité des types de sols concernés (depuis les sols sableux de la Montagne de Reims jusqu'aux sols argileux de la Marne), mais elles ne couvrent pas de façon exhaustive toute la surface du vignoble Champenois et plusieurs « petites régions » n'y sont pas représentées. Ce point pourra faire l'objet de compléments, en lien avec des opérations de valorisation et de communication présentées à la fin de ce rapport.

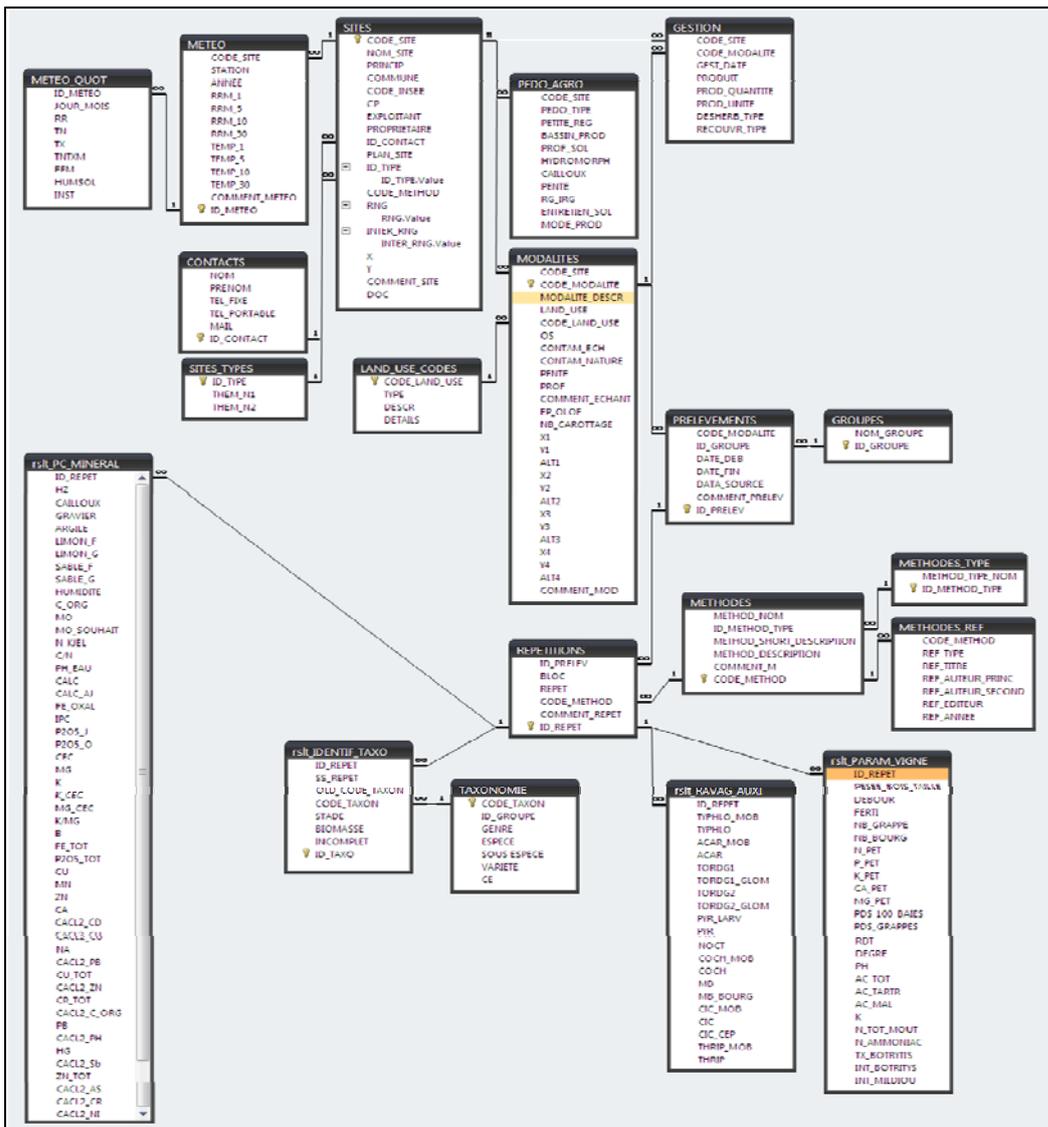
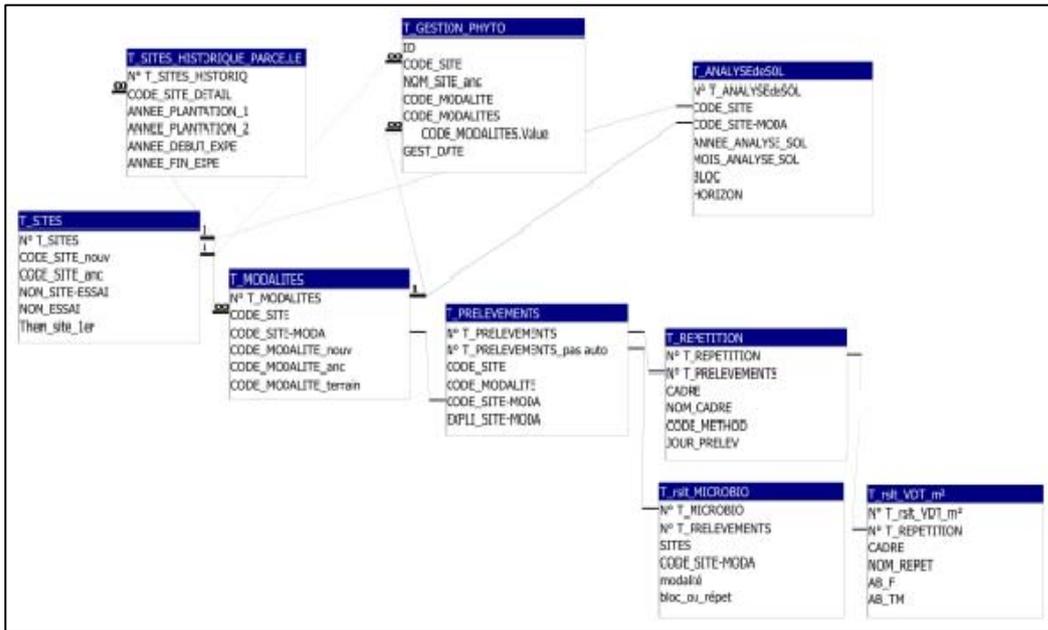


Figure 2 : Schéma conceptuel de la base de données VitiEcoBioSol et schéma des relations entre ses tables

5. SYNTHÈSE DES PRATIQUES IDENTIFIÉES COMME DÉFAVORABLE OU FAVORABLE AUX COMMUNAUTÉS LOMBRICIENNES

Ce programme de recherche-développement qui s'est déroulé principalement dans le cadre du programme Viti 2000 du CIVC (entre 1990 et 2005), a permis d'apporter des éléments de réponse aux demandes des professionnels qui avaient été cadrées comme cela a été présenté dans le chapitre 1, autour des 3 axes suivants :

- **Axe 1 – Identifier les pratiques viticoles les plus dégradantes (pour stopper la disparition des lombriciens dans les vignes de Champagne)**
- **Axe 2 – Identifier les pratiques viticoles permettant la restauration progressive des abondances de ces populations présentes dans le vignoble**
- **Axe 3 – Identifier de nouvelles pratiques alternatives aux perturbations récurrentes moyennes liées à des pratiques historiques et généralisées, nouvelles pratiques peut-être plus complexes à mettre en œuvre, mais qui favoriseraient un retour d'espèces plus sensibles, permettant ainsi la redondance et la complémentarité fonctionnelles entre les espèces lombriciennes.**

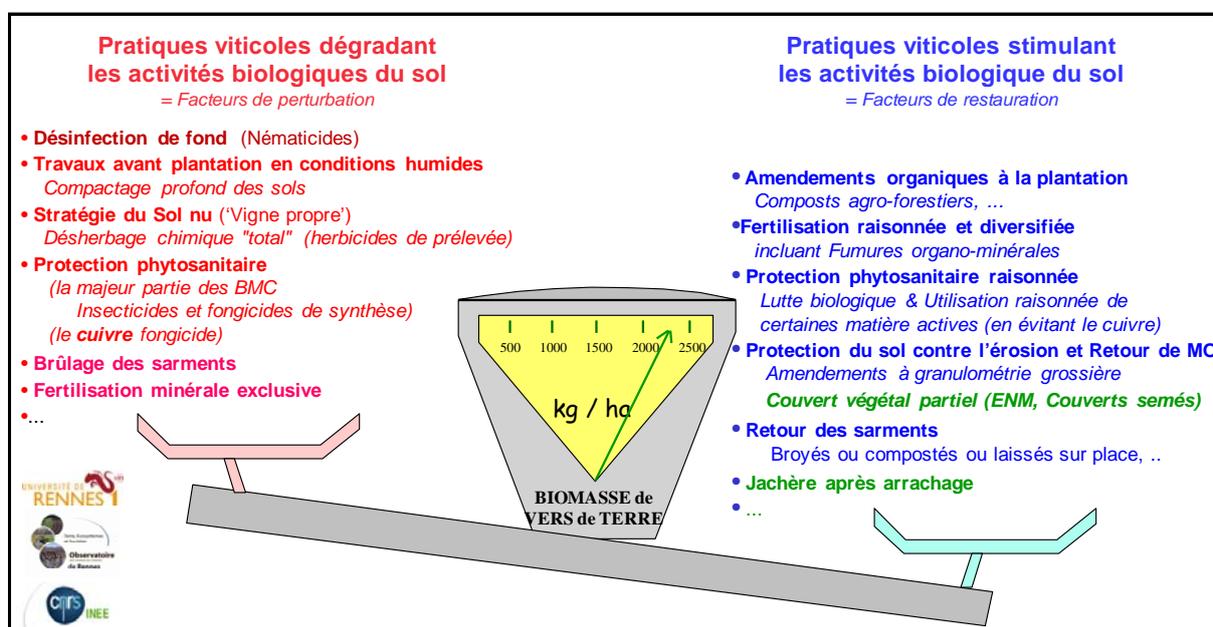


Figure 3 : Liste des pratiques agro-viticoles diagnostiquées comme facteurs soit de perturbation soit de restauration des communautés lombriciennes dans les sols du vignoble de Champagne

Cela nous a donc permis d'identifier des pratiques qui impactent négativement toutes les espèces lombriciennes (désinfection de fond).

D'autres pratiques impactent que certaines espèces : les herbicides de prélevée associés à la stratégie du sol nu et la protection fongique basée sur le cuivre sont défavorables aux anéciques stricts (ATN) et à 2 espèces endogées *A. ictérica* et *O. cyaneum* (herbicides de prélevée, cuivre, ...). Le lombric commun, *L. terrestris* (épi-anécique – ATR), apparaît moins sensible et profite ainsi de l'absence de concurrents directs (ATN) pour se développer.

Toutefois, des pratiques perturbant mécaniquement ces sols viticoles (tassement à la plantation, passage d'engins lourds sur sols non ressuyés) impactent négativement ce lombric commun (ATR).

A côté de ces pratiques directement négatives, d'autres ont des effets indirects négatifs : le brûlage des sarments et bois de taille empêche des retours de matières organiques au sol qui pourraient contribuer à compenser les effets négatifs directs de certaines pratiques. De même, une fertilisation exclusivement minérale limite aussi ces retours de MO au sol.

Les facteurs de restauration comprennent 2 chapitres sur lesquels il est possible d'agir assez rapidement :

- Retour de matières organiques sous forme de
 - o amendements organiques à la plantation
 - o fertilisation raisonnée et diversifiée incluant fumures organo-minérales
 - o amendements organiques sur l'inter-rang tous les 3 ans (contribuant aussi à la limitation du ruissellement érosif)
 - o retour au sol des sarments et bois de taille, broyés ou compostés ou laissés sur place
- le changement de pratiques de protection phytosanitaire
 - o avec le choix de matières actives moins toxiques par contact et/ou ingestion et aussi moins rémanentes, ...
 - o avec le choix de la lutte biologique
 - o avec la diminution de l'usage exclusif du cuivre,
 - o ...

Les 2 autres propositions, *enherbement de la vigne et jachère avant plantation*, sont plus complexes à mettre en œuvre en lien avec des risques technico-économiques (augmentation des risques de gelée et de concurrence hydrique pour l'enherbement) et économiques (année de production perdue avec la jachère)...

Toutefois, pour assurer une bonne concertation avec le développement qui a la charge de traduire cela en faisabilité pratique pour l'ensemble du vignoble, nous avons toujours tenu le discours suivant :

« Vous avez maintenant connaissance de l'existence de pratiques très ou moyennement dégradantes qu'il convient de faire évoluer assez rapidement en tenant compte des contraintes technico-économiques et socio-environnementales propres à la Champagne et à chaque entité économique. Nous avons aussi identifié des pratiques favorisant la restauration des populations lombriciennes ... Vous pouvez donc proposer au fur et à mesure, la mise en œuvre systématique d'au moins une pratique positive (*la première fut le retour de MO sous forme d'amendements sur l'inter-rang sous justification principale de sa contribution à la limitation du ruissellement érosif*), sans rien changer aux pratiques négatives, & en portant à la connaissance, dans le même temps, de toutes les entités champenoises de production de raisins, cette liste de pratiques négatives afin d'éveiller une prise de conscience et ainsi, une acceptation progressive de l'abandon de certaines pratiques et la promotion de nouvelles... »

Ainsi, cette démarche intégrative opérationnelle pour identifier & promouvoir les bonnes pratiques viticoles a bien mis en œuvre les emboitements suivants :

- a-Formalisation de questions prospectives par le CIVC et définition des axes de R&D entre 1987-89
 - ↳ b-Programmation de Recherche-Expérimentation sur 15 ans
 - ↳ c-Faisabilité d'un développement –investissement
 - ↳ d-Elaboration de Conseils appliqués
 - ↳ e-Changement de pratiques viticoles

Ainsi, la mise en œuvre de cette démarche intégrative a été concomitante de nombreux changements qui sont intervenus dans le conseil technique et les pratiques du vignoble. Cette mutation en profondeur est le résultat du transfert des connaissances scientifiques progressivement acquises combiné à des changements de paradigme dans le conseil et les professionnels. Ainsi, le chapitre suivant nous présentera les conséquences sur l'évolution du conseil écrit pour les viticulteurs en Champagne entre 1990 et 2010.

6. CONSEQUENCES SUR L'EVOLUTION DU CONSEIL ECRIT POUR LES VITICULTEURS EN CHAMPAGNE ENTRE 1990 ET 2010 (CONTRIBUTION DU DISCOURS A LA PRESERVATION DES SOLS INCLUANT LEUR BIODIVERSITE)

Un guide viticole annuel, consacré au conseil, est publié par le *Vigneron Champenois*¹ depuis 1990. Le contenu de ce document, aujourd'hui considéré comme une « bible » par les viticulteurs, a connu de profondes évolutions. Sur une durée de 23 ans, de 1990 (1er guide) à 2012, de nombreux changements sont intervenus. Au cours de cette période, le conseil a subi une mutation en profondeur.

L'évolution de la forme et du contenu du conseil technique constitue un indicateur de la dynamique de progrès mise en œuvre.

Tableau 4 : Evolution sur 20 ans du guide pratique édité par le CIVC (titre, nombre de pages et de rubriques, format et iconographie)

1990	1995	2000	2005	2010
Guide d'achat des fournitures viticoles	Guide viticole	Viticulture intégrée & Environnement Guide pratique	Viticulture raisonnée en Champagne Guide pratique	Viticulture durable en Champagne Guide pratique
32 pages	97 pages	208 pages	224 pages	220 pages
3 rubriques	9 rubriques	9 rubriques	9 rubriques	9 rub. (& 84 sujets)
18 images dont 3 en couverture	44 images + 4 planches « mauvaises herbes » + 1 planche « stades phénologiques »	Que 16 doubles pages sans image (170 pages illustrées)	Que 9 doubles pages sans image (200 pages illustrées)	

Cette dynamique a été rendue possible grâce à plusieurs contributions croisées et aux interactions fortes entre Recherche-Développement-Production. Une vision à long terme des enjeux a été couplée à des travaux de recherche ambitieux, notamment sur la caractérisation du terroir (programme zonage) et sa préservation (programme Viti 2000, etc). L'applicabilité de ces résultats de recherche a été en permanence évaluée et dimensionnée aux réalités des exploitations viticoles.

Cette réflexion sur la co-évolution du conseil écrit associé aux résultats des programmes de recherche tel que le nôtre s'est prolongée à travers l'analyse de l'évolution des perceptions environnementales de la société internationale et des conséquences pour l'AOC en terme de stratégies économiques, sociales et environnementales : Cela a donné lieu à un article de 35 pages publié dans le *Vigneron Champenois* de Mai 2013 (annexe 3d) qui montre comment les pratiques oeno-viticoles ont évolué au fur et à mesure que les nouvelles connaissances aussi bien que les nouvelles contraintes réglementaires environnementales apparaissaient.

Introduction à cet article : Développement économique et écologie ont longtemps été présentés comme incompatibles. Ce n'est que dans les années 1970-1980 qu'apparaît le concept d'écodéveloppement, baptisé par la suite développement durable. Comment ce modèle a-t-il évolué dans la pratique aux niveaux national et international ? Et comment la Champagne a-t-elle réagi ? C'est ce que nous vous proposons d'aborder maintenant, en examinant pour chaque décennie les modalités de gouvernance et de prise en compte des principaux enjeux environnementaux identifiés pour notre filière.

¹ En Champagne, le Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne (CIVC-1941) et l'Association Viticole Champenoise (AVC-1873) sont des acteurs qui, depuis plus d'un siècle, accompagnent l'évolution technique du vignoble. La revue viticole, *Le Vigneron Champenois*, mensuel édité par l'AVC, est l'organe d'information et de vulgarisation technique de référence en Champagne.

7. EVOLUTION TEMPORELLE GLOBALE DU COMPARTIMENT BIOLOGIQUE SUR LES SITES ETUDIES ENTRE 1990 & 2010

7.1. MICROORGANISMES

Notre base de données, grâce à ses séries chronologiques sur plusieurs sites, permet aussi de documenter l'évolution temporelle de la biomasse microbienne en fonction des pratiques agro-viticoles, et le cas échéant de relativiser par rapport à une variabilité inter-annuelle naturelle.

La figure ci-dessous illustre la différenciation en fonction du temps pour trois sites différents (Montbré Entretien des sols ; Boursault Lutte Conventiennelle / Lutte Intégrée ; Gyé Bio / Innovant), qui représentent trois types d'évolution différents.

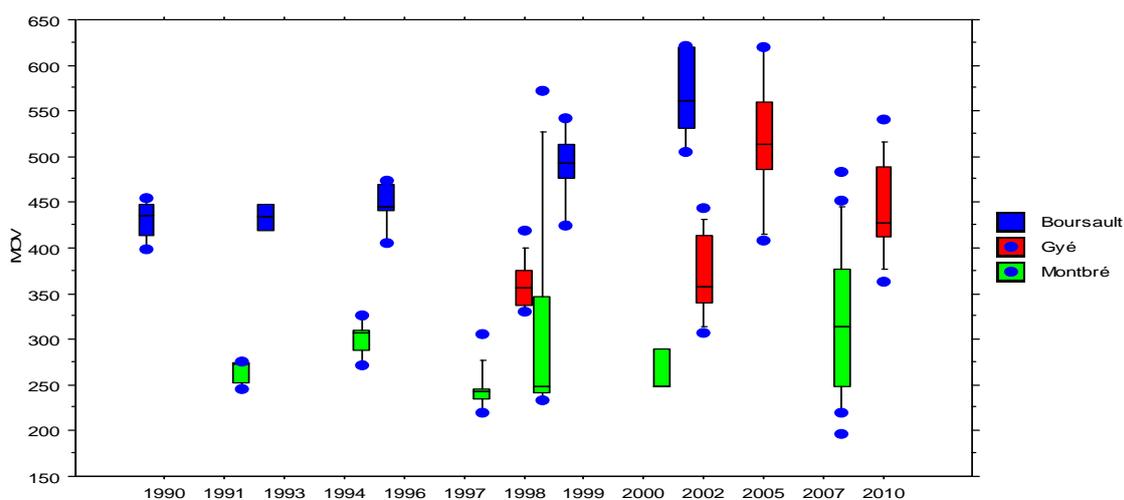


Figure 5 : Evolution temporelle de la Biomasse Microbienne pour 3 sites différents

Par rapport à une situation de départ donnée, des « améliorations » sont constatées... Toutefois, l'exemple de Gyé montre qu'en la matière « le plus n'est pas forcément le mieux » : l'accroissement considérable du niveau de la biomasse microbienne s'accompagne d'effets indésirables sur la production d'azote par le sol. Il faudra donc faire preuve de vigilance quant à l'interprétation des résultats (notamment vis-à-vis du grand public).

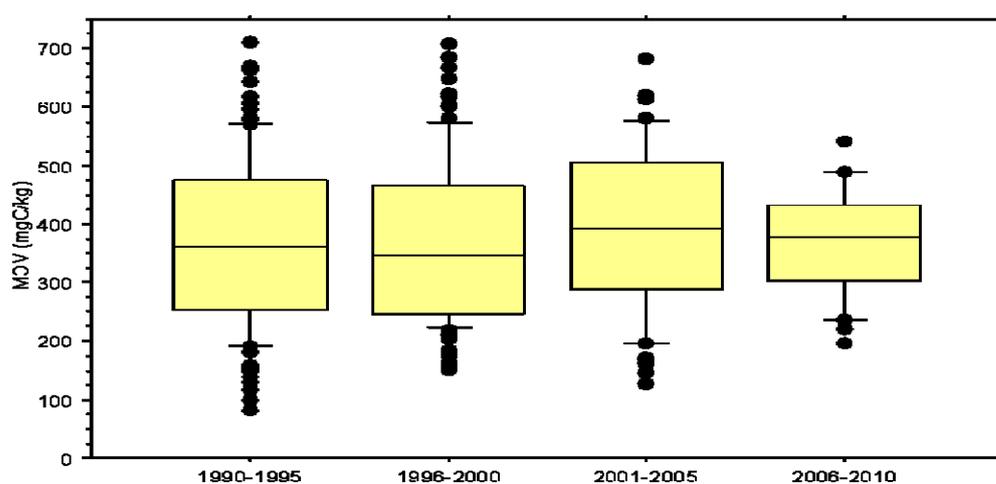
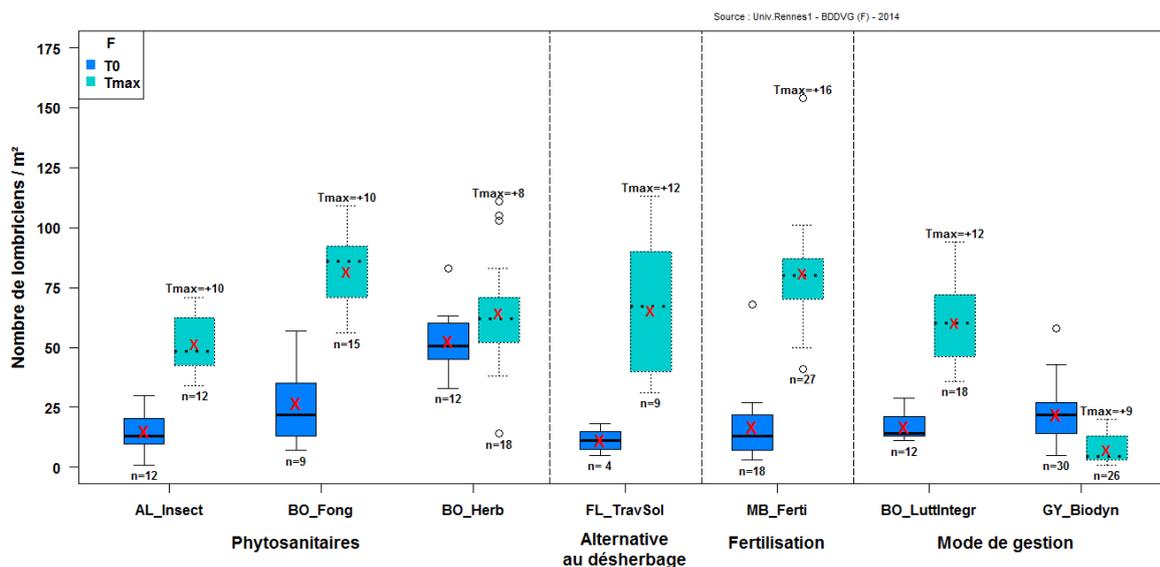


Figure 6 : Evolution temporelle de la Biomasse Microbienne pour 3 sites différents

La figure ci-dessus montre l'évolution des résultats des mesures de biomasse microbienne effectuées en Champagne sur la période de 20 ans, en se basant sur des périodes successives de 5 ans. Cette représentation permet de lisser un peu les inévitables variations inter-annuelles liées au climat et aussi (mais en partie seulement) les problèmes d'échantillonnage.

7.2. COMMUNAUTES LOMBRICIENNES

7.2.1. Evolution des abondances totales



	Abondance	Min (Ø Outlier)	Q1	Mediane	Moyenne	Q3	Max (Ø Outlier)	Max (≤ Outlier)	Ecart-type	Cv	Effectif
AL_Insect	T0	10	10	13,0	15,1	20	30	30	8,4	0,56	12
	Tmax	34	43	48,5	51,5	58	71	71	12,8	0,25	12
BO_Fong	T0	7	13	22,0	26,7	35	57	57	16,3	0,61	9
	Tmax	56	71	86,0	81,6	92	109	109	15,8	0,19	15
BO_Herb	T0	33	45	50,5	52,6	59	63	83	13,1	0,25	12
	Tmax	14	57	62,0	64,4	71	83	111	24,7	0,38	18
FL_TravSol	T0	5	9	11,0	11,3	14	18	18	5,4	0,48	4
	Tmax	31	40	67,0	65,6	90	113	113	30,5	0,47	9
MB_Ferti	T0	3	7	14,5	18,0	22	43	68	14,8	0,87	22
	Tmax	41	68	80,0	79,0	87	154	154	20,2	0,25	54
BO_LuttIntegr	T0	9	13	14,0	18,1	23	36	36	5,9	0,35	16
	Tmax	36	49	60,0	60,4	71	94	94	15,7	0,26	18
GY_Biodyn	T0	5	14	22,0	22,0	27	43	58	11,0	0,5	30
	Tmax	1	9	19,0	19,1	29	47	47	6,1	0,85	30

Figure 7 : Evolution des abondances lombriciennes sur l'ensemble du programme, entre le démarrage (T0) et le maximum observé dans chacun des sites

Globalement, les abondances lombriciennes totales ont augmenté en moyenne de 158% sur les 8 à 15 années d'observation dans les 7 principaux sites expérimentaux suivis en Champagne en passant de 23,4 à 60,2 ind./m²; cependant, il est difficile de séparer les effets favorables qui peuvent être liés aux modifications expérimentales mises en œuvre de ceux qui peuvent être associés à l'évolution globale des pratiques sur cette même période.

Toutefois, cette augmentation moyenne de 158% est associée à une grande hétérogénéité site par site, avec une amplitude allant de -13% (GY_Biodyn) à +483% (FL_TravSol), suivi de MB_Ferti (+340%) puis BO_LuttIntegr et AL_Insect (+235 & +242%) puis BO_Fong (+206%), très différent de BO_Herb (que +23%); cela tend à confirmer que la pression des herbicides reste élevée sur les communautés lombriciennes.

Les différences entre les modalités d'un même site, visualisées par le Cv, ont tendance à diminuer au cours du temps pour 3 sites (AL_Insect -55%; BO_Fong -68%; MB_Ferti -71%) ou à varier faiblement (BO_LuttIntegr -26%; FL_TravSol -3%). A l'inverse, ces différences entre modalités ont tendance à augmenter pour les 2 sites aux augmentations d'abondance les plus faibles (GY_Biodyn Cv augmente de +70%; BO_Herb +54%), ce qui indique un fort contraste entre ces modalités de ces 2 sites ...

7.2.2. Evolution de la structure des communautés

Globalement, nous avons déterminé une richesse taxonomique de 13 taxons différents en 1990-92 au démarrage du programme, ce qui représente une diversité régionale normale en comparaison avec la Bretagne, où 14 espèces fréquentent les agrosystèmes parmi les 31 inventoriées à ce jour. Sur la période d'étude, cette richesse taxonomique augmente de 3 nouveaux taxons (2 épigés et 1 épi-anécique) alors que 1 taxon disparaît (espèce épigée liée aux composts et amendements épanchés).

La structure fonctionnelle est modifiée par une diminution des épigés liés aux composts et un rééquilibrage entre épi-anéciques (+8%) et anéciques (-6%), la proportion d'endogés restant stable.

Toutefois, les abondances fonctionnelles augmentent en moyenne de 89% : comme la densité d'épigés diminue d'un tiers, nous constatons que les augmentations sont fortes, de +167% pour les épi-anéciques à +98% pour les endogés ; le groupe fonctionnel efficient mais sensible aux pratiques viticoles (les anéciques stricts) augmentent quand même de +67%, même si c'est de manière moindre par rapport aux endogés et aux épi-anéciques.

		Structure communauté		Tx augm. entre
		T0	Tmax	T0-Tmax
Richesse taxonomique	Epigés	3,0	4,0	33%
	Epi-Anéciques	2,0	3,0	50%
	Anéciques	2,0	2,0	0%
	Endogés	6,0	7,0	17%
		13	16	23%
		3		
				Tx augm. Ab
Structure fonctionnelle	Epigés	6,2%	2,2%	-33%
	Epi-Anéciques	19,6%	27,6%	167%
	Anéciques	46,0%	40,7%	67%
	Endogés	28,3%	29,5%	98%
		Globalement		89%
Structure taxonomique	Eisenia fetida	2,9%	0,3%	-83%
	Eisenia andrei	0,4%		-100%
	Dendrob. mammalis		0,4%	200%
	Lumb. castaneus	2,8%	1,2%	-20%
	Lumb. rub. castanoides		0,3%	150%
	Lumb. rub. rubellus		0,3%	150%
	Lumb. terrestris	19%	27,1%	170%
	Epi-Anécique indéterminé	0,6%	0,2%	-33%
	Apo. giardi	37%	28,7%	47%
	Apo. l. longa	9,0%	12,0%	153%
	Apo. c. caliginosa typica	6,5%	0,8%	-75%
	All. ch. chlorotica typica	7,2%	20,9%	450%
	All. ch. chlorotica albinica	6,8%	0,4%	-90%
	All. icterica	2,1%	3,0%	160%
	All. rosea rosea	3,2%	3,8%	127%
	Octo. cyaneum	2,4%	0,4%	-68%
Endogé indéterminé		0,3%	150%	
Indéterminé	1,2%	0,2%	-67%	

Figure 8 : Evolution globale de la richesse taxonomique et des structures fonctionnelle et taxonomique entre le démarrage (T0) et le maximum observé dans chacun des sites (Tmax) ; dans la dernière colonne, taux d'augmentation des abondances moyennes par groupe écologique et taxonomiques

D'un point de vue taxonomique, outre les nouveaux taxons apparus, c'est une espèce endogée qui voit son abondance augmentée de manière la plus importante *A.c.chlorotica typica* (+450%) ; ensuite quelques espèces dans chaque groupe écologique augmentent entre 150 et 170%, principalement *L.terrestris* (+170%), *A.longa* (+153%), *A.icterica* (+160%).

La diminution de l'espèce endogée commune comme *A.c.caliginosa* (-75%) pourrait être liée à l'augmentation de la compétition trophique avec les 2 autres espèces endogées en forte augmentation, citées ci-dessus. Par contre, l'espèce rare *O.cyaneum* est encore observée (-68%).

En résumé, la biomasse microbienne, les abondances lombriciennes globales ainsi que celles des groupes fonctionnels épi-anéciques, anéciques et endogés ont fortement augmenté entre 1990 et 2005 dans nos sites expérimentaux du vignoble de Champagne, en lien avec l'évolution globale des pratiques viticoles. L'abondance des espèces sensibles anéciques a augmenté, que ce soit l'espèce *A.giardi* la plus sensible (+47%) ou *A.l.longa*, un peu moins sensible (+170%), sachant que cette dernière augmente autant que l'espèce épi-anécique la plus commune, *L.terrestris*.

8. INTEGRER LA BIODIVERSITE DES SOLS DANS LES PRATIQUES DE GESTION DU VIGNOBLE : QUELS OUTILS DE COMMUNICATIONS ET D'AUTOEVALUATION ?

Le volet « communication professionnelle » a été organisé sous la responsabilité du CIVC, en relation avec les autres programmes abordant le reverdissement du vignoble (entretien total des fourrières & partiel des vignes), la biodiversité floristique et la protection des IAE. Les autres partenaires et collaborateurs sont intervenus à la demande pour fournir des supports pédagogiques.

Des journées-type de formation à la biodiversité des sols et à la quantification des communautés lombriciennes ont été déployées. Le programme de la journée comprend une formation en salle le matin, la mise en œuvre d'un protocole quantitatif simplifié LOMBRICIEN et le retour en salle pour la saisie des données observées sur l'interface WEB créée par l'Université de Rennes dans le cadre de l'Observatoire Participatif des Vers de Terre² (OPVT).

Un premier support de type « poster » présente en 5 panneaux, ❶ le projet VitiEcoBioSol, ❷ Diversité de la faune du sol et des microorganismes, ❸ Les lombriciens (biologie et groupes écologiques), ❹ l'impact fonctionnel des lombriciens, ❺ Lombriciens & Services écosystémiques. (annexe 4a)

Un deuxième support de type « présentation numérique » porte sur la *Biodiversité des sols et les pratiques viticoles & sur le rôle de cette biodiversité dans le fonctionnement des sols viticoles.* (Annexe 4b)

La durée et la complexité des informations exposées peuvent être modulées en fonction de l'animateur et du public.

Un troisième support de type « présentation numérique » porte sur la *présentation de la mise en œuvre du protocole simplifié LOMBRICIENS* (Annexe 4c)

En parallèle, une **démarche de recherche participative** sur la biodiversité commune dans les agrosystèmes a été initiée avec le MNHN et le LADYSS à partir de 2010, en appliquant 4 protocoles simplifiés sur la quantification des papillons, des invertébrés rampants ou courants, des abeilles solitaires (insecte pollinisateur) et des lombriciens sur le vignoble de Champagne.

Concernant la prise en compte de la biodiversité des sols, nous nous sommes donc appuyés sur le déploiement national de l'Observatoire Agricole de la Biodiversité³ pour promouvoir le protocole simplifiés Lombriciens sur un plus grand nombre de parcelles de vigne à l'échelle de l'ensemble de l'AOC.

En 2011 et 2012, 70 & 80 vignerons ont participé aux journées de formation aux protocoles OAB et ont utilisé le matériel fourni par le CIVC pour effectuer ces observations. En 2013, seulement une trentaine y a participé. Les 3 départements principaux (51, 10, 02) sont représentés, avec toutefois, plus de parcelles autour d'Epernay.

Les journées de restitution apparaissent très importantes pour continuer à échanger avec les producteurs et les animateurs de réseau locaux, **afin d'éviter la démobilitation des participants volontaires !** Cela nécessitera donc un investissement particulier en moyens humains pour assurer la

² Site web de l'OPVT http://ecobiosoil.univ-rennes1.fr/OPVT_accueil.php

³ L'OAB est mis en œuvre sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture (DGPAAT) et de l'APCA (<http://observatoire-agricole-biodiversite.fr>) pour évaluer la biodiversité fonctionnelle ordinaire dans les agrosystèmes via la participation volontaire et gratuite des agents de développement et les professionnels.

pérennité de tels outils d'auto-évaluation participatifs et le traitement de ces données potentiellement très hétérogènes.

Pour pallier à cette hétérogénéité au moment de la prise d'informations, nous avons proposé une « recomplexification » de ce protocole simplifié avec l'utilisation d'un kit de prélèvement standardisé par l'Université de Rennes.

Ce protocole contraint par un cahier des charges plus exigeant a été mis en œuvre depuis 2012 dans le cadre d'un Réseau National de **Surveillance Biologique du Territoire (SBT)** visant à évaluer les **effets non-intentionnels (ENI)** des pratiques agricoles sur 3 types de production (céréales, laitue et vigne) réparties proportionnellement à la SAU de chaque région administrative (réseau coordonné par la DGAL du Ministère de l'Agriculture).

Un tel réseau d'observations réalisées par des personnels rémunérés et formés permettra de mieux qualifier l'influence des pratiques viticoles durant 4 années sur 100 parcelles réparties entre les principaux vignobles français.

Réseau national SBT-ENI	
Nb parcelles de vigne observées (2013-2016)	
Champagne	6
Alsace, Franche-Comté	6
Bourgogne & Beaujolais	9
Rhone-Alpes, PACA, Languedoc-R, Corse	45
Midi-Pyrénées, Aquitaine	19
Cognac	6
Loire	9
	100

En guise de **conclusion et mise en perspectives**, nous voudrions indiquer que nous avons étendu depuis 2 ans, notre proposition d'outil d'autoévaluation des lombriciens à l'ensemble des vignobles du territoire métropolitain.

Ainsi, en parallèle de cette action de démarche participative appliquée au vignoble de Champagne, nous avons été sollicités pour réaliser une trentaine de journées-formations sur ce protocole simplifié LOMBRICIEN (supports de formation présentés en annexes 4b & 4c) sur l'ensemble des principaux vignobles français, comme l'indique le tableau ci-dessous.

Nombre de Formations de viticulteurs & agents de développement au protocole OPVT	2011	2012	2013
Champagne		2	
Alsace, Franche-Comté	1	2	1
Bourgogne & Beaujolais	1	2	1
Rhone-Alpes, PACA, Languedoc-R, Corse		1	1
Midi-Pyrénées, Aquitaine		2	
Cognac		2	1
Loire	2	3	4
France (formation générale OAB)	2	2	3
TOTAL	6	16	11 (au 30 juin)

9. IMPLICATIONS PRATIQUES, RECOMMANDATIONS, REALISATIONS PRATIQUES, VALORISATION

L'implication directe des acteurs professionnels est une originalité de notre projet. Les travaux évoqués précédemment (Viti 2000, RVVS, Biofilière) ont en effet mis en évidence que les viticulteurs montraient en général beaucoup d'intérêt pour le sol / le terroir / mais qu'ils avaient du mal à s'approprier les concepts et le vocabulaire, ainsi qu'à établir un lien entre les itinéraires techniques et les divers aspects du « fonctionnement » du sol et de l'agrosystème.

Notre projet correspond à une approche pluridisciplinaire associant biodiversité, agronomie et viticulture, assurant un continuum recherche / R&D / profession. Il se place également dans la perspective de mise en œuvre du plan « Ecophyto 2018 », pour lequel on attend une amélioration de l'environnement (dont la qualité biologique des sols) suite à une réduction de l'usage des pesticides (Butault et al., 2010).

Réalisation de transfert d'outil d'autoévaluation des pratiques viticoles sur la biodiversité fonctionnelle des sols à l'aide du protocole simplifié LOMBRICIENS. (cf les 3 pages précédentes et l'annexe 4) dans le vignoble de Champagne et ensuite dans les autres vignobles français.

Vis-à-vis du modèle conceptuel conçu par le programme GESSOL, nous confirmons que nos travaux concertés ont contribué à :

- quantifier des états biologiques et structuraux des sols viticoles soumis à différentes pratiques agro-viticoles et modes de production **1**;
- identifier, à l'aide de la bibliographie scientifique, des liens potentiels entre les états biologiques de ces sols et divers risques environnementaux, pour mieux illustrer les conseils techniques **2**
- quantifier l'évolution des réponses techniques et économiques des viticulteurs à cette évolution du conseil technique (à l'aide d'indicateurs de moyens sur les pratiques culturales) **3**

... & que le développement de cet outil d'autoévaluation de l'impact des pratiques viticoles sur la biodiversité fonctionnelle des sols devrait nous permettre d'identifier la présence ou non d'une boucle vertueuse ... **4**. Nous pouvons d'ores et déjà identifier des implications pratiques de ce projet.



Figure 9 : Intégration des actions du projet *VitiEcoBioSol* au schéma conceptuel du programme GESSOL et à l'hypothèse nouvelle de boucle vertueuse basée en partie sur les résultats présentés dans le chapitre 5.4

Dans cette étude, nous rapportons les résultats des mesures biologiques effectuées sur les sols viticoles champenois depuis plus de 20 ans. Ils ont été enregistrés sur de nombreuses expérimentations, la plupart pluri-annuelles (dont certaines supérieures à 10 ans), abordant pratiquement toutes les problématiques agro-viticoles. Ils ont été par ailleurs obtenus dans des contextes pédoclimatiques variés, correspondant aux principales petites régions identifiées au sein du vignoble champenois. Ils présentent enfin l'intérêt de prendre en considération simultanément deux acteurs majeurs du fonctionnement biologique des sols : les microorganismes et les lombriciens.

Au total, ces résultats forment une base de données inégalée à ce jour en France, à partir de laquelle il est possible de répondre à de multiples interrogations, qu'elles émanent de la profession (les viticulteurs champenois et leurs conseillers), de responsables administratifs, ou de simples citoyens.

La première implication pratique à tirer de ces résultats est que non seulement les sols viticoles champenois ne sont pas morts, mais que dans l'ensemble les niveaux d'activité biologique ont progressé et sont devenus en majorité tout à fait corrects.

Par exemple, la moyenne des valeurs enregistrées pour la biomasse microbienne s'établit à 370 mgC/kg de sol, représentant (toujours en moyenne) 1,8% du carbone organique total. Dans les sols de grande culture de Champagne, donc dans des contextes agronomiques correspondant à des statuts organiques plus favorables (et pas de contamination en cuivre), les niveaux de biomasse microbienne sont de l'ordre de 400 à 500 mgC/kg, représentant environ 2% du carbone organique total. En ce qui concerne la diversité microbienne, qu'il s'agisse de populations particulières (ex : champignons endomycorhiziens) ou d'aptitudes métaboliques globales (d'après le test de biodiversité fonctionnelle mis en œuvre depuis quelques années), les résultats sont tout aussi rassurants : les sols viticoles champenois peuvent objectivement être considérés comme ayant évolué vers un bon, voire très bon état biologique.

Cependant, l'amplitude des variations observées pour les paramètres biologiques mérite attention. Il est en effet intéressant d'identifier si, pour une parcelle viticole donnée, une valeur biologique est «dans la norme» ou bien «hors norme» et dans ce cas d'en rechercher la cause. En fait, les sources de variation sont multiples et se situent à différentes échelles de temps et d'espace ; elles peuvent être d'origine naturelle et/ou d'origine anthropique.

La variabilité naturelle recouvre la composante pédologique (type de sol, caractéristiques physico-chimiques...), depuis l'échelle de la région Champagne jusqu'au niveau infra-parcellaire. Ce dernier point est assez bien documenté dans notre étude : en vignoble de coteau, il est pratiquement impossible de trouver un sol spatialement homogène et l'une des principales difficultés consiste justement à tenir compte de cette variabilité dans les expérimentations mises en place. A cela s'ajoute bien entendu la variabilité temporelle bien connue sous l'effet «millésime». Les communautés microbiennes et lombriciennes sont plus ou moins affectées par les conditions climatiques qui ont régné durant les jours, les semaines, voire les mois qui ont précédé la mesure ou le prélèvement. Il s'agit là d'une difficulté méthodologique incontournable, mais notre étude a permis d'acquérir une bonne expérience dans ce domaine.

La variabilité d'origine anthropique recouvre quant à elle des facteurs de long terme (l'antériorité viticole, travaux avant plantation, ...) et de court-moyen terme que sont les pratiques agro-viticoles (entretien des sols, apports organiques, traitements phyto-sanitaires). Les expérimentations mises en place par le CIVC et que nous avons suivies au cours de ce programme permettent de chiffrer l'amplitude des variations observées en fonction de diverses pratiques et de la durée de leur application. Par exemple, pour la biomasse microbienne et les abondances lombriciennes, apporter régulièrement des composts d'écorces sous forme de mulch peut entraîner une augmentation de près

de 50% en une dizaine d'années. L'effet est également très marqué avec l'enherbement de l'inter-rang.

Le site de Gyé a montré une augmentation de la biomasse microbienne de 25 à 30% en 7 ans sous l'effet d'apports de fumier, ce qui a eu pour autre conséquence, le doublement du potentiel de minéralisation d'azote, qui a atteint des niveaux excessifs, contraire à l'obtention de jus de raisins satisfaisants pour produire des vins de qualité.

Notre étude a permis de préciser l'importance relative des facteurs d'origine naturelle et des facteurs d'origine anthropique sur les paramètres biologiques mesurés, et débouche sur plusieurs perspectives en termes de valorisation et de communication.

Tout d'abord, il est clair que l'état biologique d'une parcelle, tel qu'évalué à travers nos paramètres biologiques, résulte en fait de facteurs d'origine naturelle et de facteurs d'origine anthropique, et intègre des effets de court terme (1-10 ans), de moyen terme (10-100 ans) et de long terme (>> 100 ans). Chaque parcelle est donc pratiquement un cas particulier.

Pour les professionnels qui souhaitent une évaluation précise d'une parcelle donnée, nous pouvons d'ores et déjà envisager une démarche de type « benchmark » (évaluation par rapport à un référentiel formé des parcelles les plus comparables de notre base de données).

Nous travaillons aussi actuellement à compléter nos données pour établir des relations fiables, aussi étroites que possible, entre caractéristiques physico-chimiques et caractéristiques biologiques. Ainsi par exemple, comme évoqué au chapitre 5.1.1.2.3, pour une valeur de taux d'argile ou de C.E.C. donnée, il y aurait une « zone optimale » pour la valeur de la biomasse microbienne. La connaissance de la teneur en matière organique (C et N) ainsi que du niveau de contamination en cuivre permettrait d'affiner l'interprétation. Il reste à décider si de telles relations doivent être déclinées par petites régions viticoles ou si le domaine de validité peut sans inconvénient être l'ensemble de la Champagne. Il reste également à quantifier réellement (formellement) plusieurs facteurs dans une démarche de type « établissement de fonctions de pédotransfert ».

Dans un second temps, nous envisageons de rendre les données accessibles au « grand public », après un traitement approprié. Concrètement, il s'agit de réaliser, en collaboration étroite avec le CIVC, une valorisation sous forme cartographique. Dans le cadre plus large d'un site web sur la Champagne et ses terroirs, un volet concernant les propriétés des sols pourrait y être intégré en incluant donc leurs principales caractéristiques biologiques ! En pointant sur une carte détaillée de la Champagne, l'internaute pourrait visualiser les valeurs moyennes observées pour les principaux paramètres mesurés sur la zone concernée. Pour commencer, ce sont les 20 « petites régions » du vignoble qui pourraient être renseignées (au moins celles pour lesquelles nous disposons d'un nombre suffisant de données).

Enfin, pour d'autres usages que la simple communication « grand public », il serait possible d'agréger les données à deux niveaux complémentaires :

- Par commune. Cette échelle dégrade suffisamment l'information pour ne pas rendre possible l'identification des parcelles à l'origine des données mais est suffisante pour une restitution correcte et utile.
- Par région agricole (RA) de l'INSEE. Dans ce cadre, nous proposerions de fournir par petite région la valeur médiane (plutôt que la moyenne) et le cas échéant les valeurs mini et maxi entre lesquelles sont comprises les 9/10 des valeurs mesurées. A ces données correspondant aux sols viticoles, nous pourrions ajouter les données acquises parallèlement sur des sols de grande culture, avec les mêmes méthodes et à l'occasion d'autres programmes connus et à venir.