

La Bataille des Sols : enquête sur une lutte environnementale

Cartographie des controverses

École de la Communication, Sciences Po Paris

Alexis Aulagnier, Cléo Houllier, Katarina Kordulakova,

Marianne Le Ba, Maggie Oran, Mehdi Prévôt

Lionel Ranjard

Transcription de l'entretien filmé

Date : 22 mars 2013

Lieu : INRA Dijon

Présentation

Je m'appelle Lionel Ranjard, je suis directeur de recherche à l'INRA, ça fait à peu près 12 ans que je suis à INRA Dijon. Auparavant j'ai fait une thèse plutôt en écologie, écologie microbiologie des sols au CNRS, donc un peu plus fondamental que ce que l'on fait à l'INRA, avec moins de finalisation sociétale. Et donc, j'ai deux grosses casquettes au niveau de notre laboratoire UMR : une casquette de chercheur dans la recherche en agro-écologie, écologie et agronomie dans une équipe de recherche, à peu près pour 50%.

C'est une équipe que je dirigeais jusqu'à il y a quelques mois et que je ne dirige plus parce que je suis directeur scientifique de la plateforme Génosol, qui elle a plus des vellétés de standardisation des outils pour mieux caractériser la biologie du sol et notamment faire de l'évaluation environnementale grâce à cette biologie du sol des pratiques agricoles. Amener de l'écologie dans l'agronomie et surtout dans l'agriculture pour mettre en place des systèmes innovants qui ont moins d'empreinte environnementale si on reprend les termes à la mode, c'est-à-dire moins d'impact sur la biologie.

Préserver la biologie des sols et même si on va jusqu'à l'ingénierie du système, utiliser cette biologie des sols puisque c'est des ressources génétiques qui ont une fonction, une activité et utiliser cette biologie pour réduire les intrants chimiques, pesticides, engrais avec plus de processus biologiques. Cette plateforme est là pour caractériser les bio-indicateurs qui vont nous servir à mieux connaître tout ça, à mieux utiliser et un transfert direct avec l'équipe de recherche qui, elle, mène des projets de recherche ambitieux grâce à ces indicateurs.

C'est vrai qu'on travaille essentiellement en microbiologie du sol dans Génosol et dans notre équipe. C'est pas toute l'écologie, c'est la microbiologie du sol. Il y a de la faune, il y a de la microbiologie. On fait partie de l'ère de la biologie moléculaire. On fait plus avec des outils très classiques, pasteuriers, boîte de pétri, ou microscopie. On travaille sur l'ADN, on extrait l'ADN du sol. A partir de ce magma d'ADN, ce milliard, million de génomes différents, de microorganismes, on essaye de développer des outils moléculaires qui nous permettent de caractériser l'abondance et la diversité des microorganismes dans ces sols. Ce qu'il faut savoir, c'est que dans 1 gramme de sol on est à 1 milliard de bactéries, on a à peu près 1 million de champignons. 1 gramme de sol, c'est un ongle en volume. Et on a 1 million d'espèces de bactéries et des dizaines de milliers d'espèces de champignons, toujours dans

ce gramme.

On est sur une information génétique qui est hyper complexe et qu'il faut trier. On met en place des outils de biologie moléculaire pour trier cette information en termes d'abondance et de diversité. Après on essaye de traduire cette diversité en termes d'espèces, de genres... taxonomique, en fonctionnement biologique, c'est-à-dire en potentialités fonctionnelles, et là on est dans la préservation mais aussi l'utilisation de ces ressources pour la fertilité biologique pour empêcher les pathogènes d'intégrer le sol, pour dégrader aussi les produits phytos quand on met un peu trop de phytos, quand on veut qu'ils soient non rémanents dans l'environnement.

Vous faites de la recherche sur la microbiologie des sols mais toujours avec l'idée de pouvoir intégrer toutes ces connaissances à des modèles agricoles qui seront plus respectueux de l'environnement.

On travaille sur des modèles agricoles. On va pas travailler sur une forêt boréale à partir du moment où on a des problèmes avec le labour ou l'usage un peu abusif de produits phytos dans les pays tempérés. On travaille de plus en plus sur des systèmes expérimentaux agricoles ou chez les exploitants agricoles, avec des réseaux d'agriculteurs qui font du travail du sol, pas de travail du sol, qui sont dans le réseau écophyto les fermes [défi ?] avec une réduction des phytos... On va vraiment sur le terrain. On a des choses qui sont très expérimentales, qui sont même limite en laboratoire des microcosmes de sol en incubation où, là, on confine pour avoir très peu de variabilité, pour démontrer des processus très spécifiques mais on fait jusqu'à la chaîne totale. On va sur le terrain. On peut aller sur le terrain sur des sites expérimentaux bien montés, un peu irréels d'un point de vue agricole des fois, et puis on va chez les exploitants et on globalise ça.

Et on va même à des échelles très, très larges. On a entrepris une cartographie de la France avec nos outils de caractérisation: c'est le réseau RMQS, réseau de mesure de la qualité des sols. On a un sol qui est échantillonné sur une grille systématique tous les 16 kilomètres, donc sur toute la France, ça fait 2200 sols. On a appliqué grâce aux outils de moyen débit de biologie moléculaire d'extraction d'ADN, de caractérisation de cette ADN, des cartographies d'abondance des micro-organismes, et de diversité de ces micro-organismes. A l'échelle de la France, on a pu hiérarchiser un peu les paramètres environnementaux naturels et un peu moins naturels: pratiques agricoles, activités humaines, industrielles, urbaines qui structuraient cette abondance et diversité microbienne et qui pouvaient l'affecter avec des études d'impact. Donc, on va sur des choses très réelles, de terrain.

Une grande partie de notre travail dans la cartographie qu'on fait de cette controverse, c'est de voir les différents discours. On s'est rendu compte que la prise en compte des sols dans les modèles agricoles, c'est une revendication qui avait beaucoup augmenté dans les dernières années, notamment sous l'influence d'un certain nombre de gens qui se sont mobilisés, qui représentent différents modèles d'agriculture. Par exemple, on retrouve beaucoup les gens qui sont mobilisés dans les TSL. Souvent, ils vont rappeler qu'ils se sont sentis un moment en rupture avec la recherche parce qu'ils avaient l'impression qu'il n'y avait pas de place accordée au

sol dans la recherche et que la recherche allait pas les aider à mettre en place des solutions. Est-ce que c'est des choses qui ont changé avec des initiatives comme la vôtre ou simplement une mésentente entre les deux parties?

Moi, je vais répondre pour la biologie du sol, parce que le sol c'est très large. Quand on parlait de qualité des sols, depuis les années 1960-70, c'était essentiellement une qualité physico-chimique, c'est-à-dire la structure du sol. Ses qualités chimiques aussi, de pouvoir retenir de l'azote, du phosphore, des choses comme ça, en termes de fertilité physico-chimique.

La biologie du sol... Quand on parle de l'intérêt du sol, c'est de l'intérêt du sol autre que comme un support physique ou chimique. C'est pas on met une plante et on balance de l'azote et du phosphate et puis ça pousse. Non, il y a de la biologie là-dedans. Et l'intérêt de cette biologie du sol, elle a une quinzaine d'années, une dizaine d'années. Le problème, c'est que pour étudier cette biologie du sol, il faut des concepts d'écologie. Parce que c'est très compliquée la biologie du sol. On a parlé des micro-organismes, il y a aussi la faune, des nématodes, des lombrics, plein d'organismes aussi très différents.

C'est des écologues qui, à la base, étudiaient ça dans des systèmes naturels avec des concepts d'écologie. Le plus dur ça a été de transférer ces concepts d'écologie à l'agriculture, ce qu'on appelle l'agro-écologie, même à l'agronomie. Et ouvrir le dialogue avec des agronomes qui eux ne sont pas du tout biologie du sol et encore moins écologues. Et qui ont été formés dans leur école via leur cursus à la physico-chimie. Il a fallu injecter ça.

Et c'est vrai qu'il a fallu une transformation des instituts de recherche pour amener l'écologie, les concepts, les outils dans les agrosystèmes. Parce que l'écologie, avant, on la faisait au Muséum National d'Histoire Naturelle, au CNRS, dans certaines universités, c'était des instituts fondamentaux de recherche. Et on la faisait sur les forêts primaires... et on faisait de très belles publications dans *Nature*. Et pour les écologues, à la base, c'était un peu péjoratif d'aller travailler dans les écosystèmes. On avait une réduction de diversité parce que c'était anthropisé...

Mais, en fait, c'est super les agrosystèmes pour faire de l'écologie. Moi, j'ai une CNRS d'écologie fondamentale, mais les agrosystèmes, il y a tellement de perturbations qu'on arrive à montrer d'énormes concepts d'écologie et relativement durs à démontrer dans des systèmes naturels. Déjà, d'un point de vue fondamental, il y a un très fort intérêt. Justement, on va faire des réductions de diversité dans ces agrosystèmes, c'est pas très sympa mais c'est une réalité. Et on va voir justement quand on baisse la diversité d'un système comment il continue de fonctionner. Que, vraiment, il se casse la gueule d'un point de vue biologique, de fonctionnement ou est-ce qu'il y a une réhabilitation, une résilience, une capacité de résistance? On peut faire de la vraie écologie dans les agrosystèmes et, en plus, il y a une nécessité d'amener cette écologie et de la traduire en agronomie et en agriculture pour utiliser ces concepts en voyant justement l'évaluation environnementale utiliser les ressources biologiques.

Les instituts, et notamment un institut comme l'Inra, ont fait cette mutation depuis à peu

près... moi, quand je suis arrivé à l'Inra, l'Inra investissait dans des écologues et d'ailleurs je suis pas le seul à être arrivé à Dijon en écologie microbienne, on est presque une dizaine. La formation nationale à l'époque, c'était Lyon, le laboratoire d'écologie microbienne. On est une dizaine en 4-5 ans à être arrivés à l'Inra pour faire de l'écologie du sol. L'Inra a fait cette mutation. Maintenant, c'est pas toujours évident de discuter avec les agronomes parce qu'il y a des dogmes écologie contre agronomie. Au début, c'était un peu opposé, avec beaucoup d'apriori. Mais on est là pour ouvrir la porte, les agronomes aussi, donc il y a encore des petites incompréhensions.

Par contre, c'est hyper facile de bosser avec les agriculteurs. Je suis le premier surpris. Parce que, maintenant, je travaille directement avec des réseaux d'exploitants agricoles. Cette après-midi encore j'ai été démarché par une chambre d'agriculture de la Nièvre pour faire une intervention devant les agriculteurs. Ils sont demandeurs. Limite plus que les agronomes. Il y a une demande des agriculteurs. Il y a un intérêt mitigé de l'agronomie au milieu. Et il y a aussi une demande... la velléité des écologues elle est sur les écosystèmes, au moins l'Inra elle y est. Après, des écologues du CNRS... on peut en discuter. Et puis c'est pas à moi de me prononcer là-dessus. Il y a quand même des deux côtés... et au milieu l'agro-écologie est en train de se former.

On s'intéresse pas mal à la manière dont il va y avoir une coopération entre recherche et agriculteurs, notamment pour mettre en place des techniques. Jusque là on a isolé deux grands problèmes: il y a des chercheurs moins volontaires que vous qui continuent à dire un bon chercheur c'est un type qui publie mais pas qui va dans les champs et les agriculteurs, notamment en Bourgogne, on a l'exemple d'un agriculteur en semis direct qui voulait passer au bio et qui cherchait des solutions, qui tâtonnait et qui se plaignait de devoir lui-même aller chercher le chercheur. Quels sont les processus d'un point de vue concret que vous mettez en place pour améliorer cette coopération?

Comme vous l'avez dit, c'est une volonté. C'est une volonté de donner un aspect sociétal à sa recherche. A l'INRA, on est dans un institut de recherche finalisée qui doit avoir obligatoirement une sortie sociétale sur l'intérêt de sa recherche. Le CNRS, c'est pas toujours obligatoire, les universités non plus, ça peut être plus fondamental. Après, c'est pas incompatible. On peut faire de la très bonne recherche fondamentale et en même temps faire aussi de la très bonne recherche finalisée.

C'est ce que je vous disais en rigolant en arrivant, on vient de publier dans *Nature Communication* nos données de diversité microbienne à l'échelle de la France. Et en parallèle je coordonne un projet CASDAR, c'est le ministère de l'Agriculture, dans lequel je ne ferai aucune publication scientifique et pourtant je coordonne donc c'est une grosse part de mon temps. Je travaille directement avec des réseaux d'exploitants agricoles à l'échelle de la France où on transfère notre connaissance théorique sur la biologie du sol, un peu vulgarisé parce qu'on est pas dans nos discussions d'initiés à l'échelle de la recherche mais c'est une notion de vulgarisation qui est très intéressante d'échanges. Et on les forme aussi techniquement à comment pouvoir essayer d'appliquer ces bio-indicateurs pour évaluer eux-mêmes leurs pratiques agricoles.

Ça, c'est du concret et c'est directement vers les agriculteurs. On arrive dans notre équipe de recherche et dans la plateforme Génosol à faire les deux et c'est pas incompatible. On fait de l'écologie, il faut faire du terrain. Les plus grands écologues, ce sont des baroudeurs. Il font des fois dans des supers trucs, très naturels, des beaux sites... mais les agrosystèmes sont un terrain de jeu énorme pour faire de l'écologie et de l'écologie du sol. C'est un peu moins vrai pour les oiseaux, les pollinisateurs, les insectes et encore, il faudrait le démontrer. Mais, pour la microbiologie du sol, les agrosystèmes sont très intéressants.

Quand on prend par exemple un paysage agricole. Un paysage agricole c'est quelque chose qui peut être soit très homogène, soit très hétérogène en fonction du parcellaire agricole. Si on prend une grande culture en Picardie, ça va être super homogène, au moins de visu. Nous, on va se balader dedans, pas d'arbres, pas de haies, que de la grande culture. Quand on va aller dans les vignes, là, en Bourgogne, pas bien loin, il va y avoir de la pente très morcelée avec de très petites parcelles de quelques centaines de mètres carrés, des pratiques très différentes à très petite distance et puis un peu le même type de sol.

Faire de l'écologie des paysages au niveau biologie du sol, ou même au niveau insectes pour d'autres types de chercheurs, c'est très intéressant de comparer ces différents paysages qui ont été façonnés par l'homme et de voir ces évolutions par rapport à des paysages naturels. C'est des choses qui sont à haute valeur ajoutée en termes de publication et ça peut répondre aussi à des choses très concrètes pour les exploitants agricoles sur la façon d'évaluer leurs pratiques.

Je ne sais pas si je suis clair avec vous. Pour moi, c'est pas incompatible, et on y arrive. Moi j'ai un très bon dossier de publications. J'arrive à presque 70 publications et j'ai 41 ans ce qui est pas mal et à côté de ça, je passe 30% de mon temps avec des réseaux d'exploitants agricoles, des chambres d'agriculture pour transférer. Parce qu'on a aussi une nécessité d'avoir des outils qui sont transférables et qui sont adoptables.

Est-ce que vous considérez que les agriculteurs avec qui vous êtes en contact ont des connaissances eux-mêmes?

Pour l'instant, les agriculteurs auxquels on apporte ça sont des réseaux d'agriculteurs un peu plus motivés, un peu plus sensibilisés à ça. Ils sont peut-être pas représentatifs de la totalité des agriculteurs en France mais, au final, on en trouve un peu partout. Après, c'est un réseau de communication entre eux pour "gangréner" le système et dire: attention on peut voir les choses un peu différemment. Après, bien sûr qu'ils nous amènent des choses. J'ai énormément appris en agronomie grâce à eux, en travaillant aussi avec des agronomes.

Maintenant, j'arrive à avoir un discours. Et c'est important l'agronomie, c'est les pratiques et si on comprend pas les pratiques on comprend pas la modification des paramètres de l'environnement, donc au final on comprend pas nos concepts d'évolution de nos communautés parce qu'on sait pas ce qui les fait évoluer. Donc, comprendre une pratique, qu'est-ce qu'amène le non-labour par rapport au labour ou la réduction d'engrais, la réduction de phytos ou le fait de mettre des intercultures ou des cultures associées... tout ça on peut le

transposer en concepts écologiques. Et ça, on le sait parce qu'ils nous donnent l'information.

Par exemple... généralement on est pas très intelligent en écologie donc on a des concepts très simples. Un des concepts en écologie, c'est de dire quand il y a de la diversité au-dessus d'un sol, il y a de la diversité au-dessous d'un sol, et inversement. Sauf qu'en agriculture, généralement, on est un peu productiviste et on faisait de la monoculture même si c'est un peu moins vrai maintenant. Donc, on enlevait la diversité végétale du dessus, on avait toujours la même culture et avec des périodes où le sol était nu. On avait un labour et on laissait le sol... on le voit de moins en moins heureusement. Et ça, c'est une aberration de l'écologie.

Maintenant en discutant avec les agriculteurs qui s'en sont rendus compte, ils mettent des intercultures. Alors, au début, c'était des pièges à nitrates. Maintenant, ils font des cultures associées parce qu'ils savent que certaines cultures, notamment le colza est un peu délétère pour la biologie du sol. Et ils s'en rendent compte parce qu'ils ont des rendements qui... donc ils mettent de la luzerne en même temps. Et tout ça fait de la diversité végétale. Et nous on leur dit: c'est super ça parce que vous rajoutez de la diversité au-dessus par rapport à vos pratiques ancestrales, enfin d'avant, et vous stimulez la diversité en dessous. Et on fait la démonstration.

Ils nous amènent eux leurs nouvelles pratiques, leurs innovations et on essaye de leur traduire ça en concepts écologiques mais aussi en quelque chose d'opérationnel en disant: vous allez améliorer la biologie donc vous allez améliorer vos ressources fonctionnelles donc votre fertilité biologique donc vous pourrez certainement baisser vos intrants et utiliser un peu plus vos ressources biologiques pour baisser vos intrants.

C'est ce genre d'échange total. Et c'est vrai qu'on l'a beaucoup avec les agriculteurs, dans les réseaux qui sont un peu plus motivés, et on l'a avec certains agronomes mais pas tous les agronomes. Y a des agronomes qui sont quand même très récalcitrants aussi à changer un peu de mode de pensée pour ne pas dire de dogme. Il y a des dogmes agronomiques, comme il y a des dogmes écologiques. Il y a des écologues qui ne veulent pas entendre parler d'agrosystème. Chacun ses extrémismes dans son système. Moi, souvent, où j'ai des problèmes de communication, c'est avec des agronomes, pas avec des agriculteurs.

On en a parlé avec votre collègue mardi quand on l'a vue à Versailles. Elle est dans l'unité de recherche d'écotoxicologie créée en 2007. Il y a eu d'un coup la nécessité de faire un travail pluridisciplinaire avec plusieurs disciplines qui coopéreraient. Elle nous a dit que ça leur avait pris 3 ans ne serait-ce que pour s'entendre sur le vocabulaire entre biologistes, écologues, agronomes. Vous avez eu le même problème?

Avec les agriculteurs? C'est pas entre des domaines scientifiques, mais non. J'ai pas eu de problème pour vulgariser mon... après ça m'est peut-être personnel. Il n'y a pas que moi dans le groupe. On est plusieurs. A partir du moment où on avait la volonté de communiquer on a pas de problème à vulgariser notre recherche et à essayer de la traduire en opérationnel pour des exploitants agricoles. C'est une volonté de servir à quelque chose. C'est pas parce

qu'on fait des belles pubs qu'on sert à quelque chose.

Si on peut avoir une critique de la recherche... Je vais pas moraliser le monde de la recherche mais on voit une explosion des revues dans la recherche, qu'elles soient online ou revues papier et on a une information scientifique qui est validée, qui est valorisée qui est énorme. Même nous on est submergés, même dans des domaines très spécialisés. Tout ça ça sert pas. Je suis d'accord qu'il faut en faire un peu plus pour en rendre opérationnel un tout petit bout mais toujours est-il que c'est pas parce que c'est validé par ses pairs que c'est obligatoirement... Et nous on a cette velléité là. Donc à partir du moment où on a la motivation, on vulgarise, on communique et on y va.

Est-ce que les vers de terre font partie des bio-indicateurs utilisés?

Bien sûr. La faune du sol. C'est pas mon domaine. La faune du sol c'est un des bio-indicateurs du sol. Il y a la microbiologie avec les micro-organismes qui sont très importants parce qu'ils sont à la base de la matière organique. Si on devait regarder qu'une chose, c'est ça. Donc, cette matière organique devient minérale et si cette matière organique ne devient pas minérale par les micro-organismes, on eutrophise le système comme dans les milieux aquatiques, ça s'accumule, ça s'asphyxie, ça s'acidifie, il n'y a plus de vie qui se développe, il n'y a plus de fertilité puisque la plante elle mange pas la matière organique, elle mange que la matière minérale. Après il faudrait continuer avec des engrais chimiques. Et les lombrics, les vers de terre sont ce qu'on a appelés les ingénieurs de l'écosystème, ils vont faire des galeries, ils vont structurer le sol, ils vont aérer le sol, ils vont remobiliser cette matière organique dans différents compartiments du sol et l'amener dans certains endroits, dans certaines niches où les micro-organismes vont pouvoir mieux les dégrader. C'est un consortium en fait.

Nous, on travaille sur les microbes, d'autres travaillent sur les lombrics, d'autres travaillent sur les nématodes ou les enchytréides mais ça c'est ensemble, c'est des voisins dans le sol et ça travaille ensemble ou ça travaille contre parce qu'il y a aussi des parasites, des pathogènes... C'est une jungle le sol, avec des choses positives et des choses négatives. Et tout ça c'est un équilibre et cet équilibre il faut l'étudier.

C'est là aussi qu'il y a une critique de la recherche, c'est qu'on travaille tous dans notre coin. On travaille sur des organismes qui sont voisins mais nous on travaille souvent en parallèle. Nous on va travailler essentiellement sur de la microbiologie, ceux de la faune du sol vont travailler sur la faune du sol et puis de temps en temps on va se retrouver sur des échantillonnages un peu particuliers, essayer de mettre ça ensemble et puis au final c'est plus facile à publier. Il y a un dogme des revues, c'est plus facile à publier quand chacun publie dans son domaine. Mais on essaye quand même d'améliorer ça.

Dans le projet CASDAR, il n'y a pas que de la microbiologie parce que je porte ça, il y a de la faune du sol, il y a des lombrics avec l'équipe de Daniel Cluzeau. Je sais pas s'il est dans vos contacts mais c'est peut-être quelqu'un à aller voir parce qu'il est très intéressant, il est à Rennes. C'est la méthode de la moutarde mais on l'a viré la méthode de la moutarde, on a fait autre chose parce que c'était pas opérationnel. Le CASDAR c'est ça. Vraiment d'aller sur

l'opérationnel. Je finis sur les organismes: il y a Daniel Cluzeau et il y a les nématodes avec la société Elisol à Montpellier qui peut être un autre bon contact. C'est Cécile Villenave. C'est d'autres parties de la vie du sol, d'autres organismes. C'est des gens qui sont impliqués fortement avec les agriculteurs parce qu'ils travaillent aussi, ils font une grosse partie de leurs recherches dans les agrosystèmes. Cécile Villenave c'est une ancienne de l'IRD qui a monté sa petite société en plus pour faire du diagnostic sur les nématodes. Pour revenir sur la moutarde, le CASDAR est parti sur la méthode de la moutarde. Sauf que la méthode de la moutarde, ça marche bien quand on a l'habitude en terme de groupements scientifiques, on va sur le terrain, on emmène 50 litres d'eau pour un échantillon, des arrosoirs, des pots de moutarde, des petites cuillères, des trucs comme ça. Sauf que quand on doit fournir les kits à des agriculteurs qui veulent le faire, ça les gonfle. Il faut savoir qu'il y a une marge de tolérance qui est quand même aussi assez contrainte. Ils ont plein de choses à faire et ils veulent bien le faire mais il faut pas qu'ils y mettent 3 semaines.

Donc, on a énormément dégradé la technique comme on dit, c'est-à-dire simplifié. Alors dégradé c'est péjoratif, tout en gardant une certaine robustesse technique. On a simplement fait des petits monolithes à la bêche, ils émiettaient ces monolithes. En plus c'est ce qu'on appelle un test bêche. Ça leur permet d'analyser la structure du sol, si le sol est bien aéré, il y a une histoire de classement des mottes. Et en même temps ils regardaient les vers de terre qu'il y avait dedans. Et donc il y avait un double test, agronomique sur la structure des sols et biologique sur les vers de terre.

Donc le CASDAR a permis de dire: si on veut vraiment rendre ça opérationnel et disponible, accessible aux exploitants agricoles, voilà il faut dégrader la technique jusque-là. Et c'est même eux qui l'ont mise en place. On avait le test bêche et le test moutarde. Ils nous ont dit non, on va regarder les vers de terre, non, non vous y allez fort... et puis on a testé la reproductibilité, la représentativité de ces... et puis en fait c'est pas si mal que ça quoi. Donc on est parti, on a modifié ça dans notre formation CASDAR, et on est parti sur l'amélioration de ça. Donc c'est un échange. Quand on disait tout à l'heure qu'est-ce qu'ils nous amènent. Ils nous amènent aussi ça.

On pouvait pas proposer un package avec qu'une forme de vie. Ça aurait été abusif, ça aurait malhonnête de dire on va vous vendre que ça. On est pas Bourguignon. On a pas une velléité économique à faire ça. On veut que ça réponde au maximum de questionnement que se posent les agriculteurs.

Des plateformes comme Génosol qui sont extrêmement innovantes et qui se sont développées depuis 10 ans en prenant notamment plus en compte la biologie du sol, à votre avis, elles émergent de quoi? Est-ce qu'elles émergent d'un constat de problème au niveau de la recherche ou carrément de problème au niveau de la recherche d'un nouveau modèle agricole?

Peut-être pas d'un nouveau modèle agricole mais d'un constat au niveau de la recherche. Génosol, c'est une structure qui est développée par les chercheurs pour les chercheurs pour standardiser les outils dans le domaine de la recherche microbiologie du sol et écologie microbienne du sol. On était dans le monde de la biologie moléculaire et on se rendait

compte que chacun développait un peu ses outils dans son coin. Chaque labo à l'échelle internationale. Ça faisait beaucoup d'outils et, au final, quand on accumulait un peu des données bibliographiques, ou des données sur bases de données via des réseaux internationaux, il y avait peu de choses qui étaient comparables, parce qu'en fait, pas le même processus d'échantillonnage, pas les mêmes analyses, pas la même extraction d'ADN, pas le même outil. Au final, on essayait de comparer des tendances mais des fois, il y en avait qui voyaient un impact du labour ou tel produit phyto puis d'autres non.

Alors on se dit, est-ce que c'est dû au fait que, dans ce type de sol ou ce pédoclimat, il n'y a pas la même résistance, sensibilité, ou c'est dû au fait que la technique n'est pas comparable et il y en a une qui est plus sensible que l'autre? On a voulu, déjà, grâce à Génosol qui est une plateforme technique standardisée, standardiser ces outils et dire, voilà, on va s'occuper des biais, on va tester la meilleure technique d'extraction d'ADN par rapport à ce qui existe aussi des kits commerciaux qui étaient du vite fait mal fait et qui commençaient à se répandre de façon un petit peu abusive dans la recherche. 50% des études étaient faites avec ces kits. C'est des kits qui extraient très mal l'ADN, c'est-à-dire qu'il est pas représentatif, donc on perd plein d'informations. Après, on nous suit ou on nous suit pas. Adhère qui veut.

Le deuxième but de Génosol, c'était de se dire aussi on va conserver les sols, on va sauver les sols. C'est-à-dire on va faire un conservatoire. C'est pareil, chaque équipe gardait un peu les sols dans son coin et puis les utilisait et puis le mec partait ou arrêtait la manip et j'ai pas les moyens de conserver le sol de façon ad hoc pour faire de la microbiologie derrière ou de la biologie moléculaire. Nous, on s'est dit on va faire un conservatoire. Il y a plein de sites expérimentaux en France, à l'Inra, au CNRS, mais aussi chez les exploitants agricoles, dans les chambres d'agriculture, dans les instituts techniques.

On a commencé avec le RMQS. Il y avait nécessité de le faire pour le RMQS. Sauver ces sols, les stabiliser pour la biologie. Ils étaient souvent stabilisés pour la physico-chimie mais c'était pas en adéquation avec la façon de faire de la biologie, même de la biologie moléculaire. On a d'abord mis en place des standardisations pour stocker les sols à long terme, pour la biologie moléculaire et puis, après, on s'est dit: venez, venez stocker vos sols. Nous, on va peut-être pas travailler tout de suite dessus parce que vous avez pas les sous et, nous, on a pas aussi le projet mais au moins ils sont là, ils sont sauvés et ça peut intéresser des équipes.

On l'a commencé pas il y a 10 ans, Génosol, il y a 5 ans. L'équipe, c'était il y a 10 ans mais Génosol, c'est il y a 5 ans. On a commencé avec 2000 sols qui étaient le RMQS parce qu'on a eu un gros échantillonnage mais, aujourd'hui, on en a presque 8000, quand même en très peu de temps. On a un conservatoire de 100 m². Si on a 5 min, je pourrais vous emmener le voir. Et on en a 1500 nouveaux par an. En fait, tous les gens sont intéressés pour stocker, pour les études biologiques de leur sol. Soit ils ont pas les sous tout de suite, donc ils stockent en attendant d'avoir des financements de projet pour les étudier, soit ils veulent l'ouvrir à la communauté scientifique ou même beaucoup plus large et dire: moi, j'étudie ça et, vous, vous étudiez autre chose et puis on mettra nos données... parce qu'il y a une base de données qui gère toutes les données.

Et puis, il y a aussi la possibilité de revenir sur ces sols dans 5 ans, comme le dopage et d'enlever la médaille d'or à un sol parce qu'on pensait qu'il s'était le plus biodiversifié et de la donner à un autre parce qu'on a des outils plus sensibles, plus percutants, ou d'autres outils qui permettent de cibler des pathogènes... On a créé un peu tout ça. Et c'était une velléité de la recherche mais avec une forte velléité de finalisation. Quand on va apprendre des sites expérimentaux dans des chambres d'agriculture ou des sites qui sont chez les exploitants c'est qu'on veut répondre à des réponses qui sont très concrètes.

Vous avez dit sauver les sols. Ça partait du constat que les sols étaient en danger?

Non. Sauver les sols, c'est sauver les sols pour la recherche. C'est pas "sauver les sols..." j'ai déjà eu la question de commissaires européens: est-ce que la France gagne de la biodiversité? Mon voisin, il a eu droit à: est-ce que la France gagne du carbone? Comme s'il fallait stocker du carbone. Il faut toujours stocker du carbone. C'est des questions auxquelles on peut pas répondre. Moi, je lui ai dit: elle pourrait mieux faire. On peut toujours mieux faire, réponse à la con à une question idiote.

Claude Bourguignon, il a un discours "les sols sont morts". Non, les sols ne sont pas morts. En tout cas, on extrait de l'ADN de tous les sols français. Je pense qu'on a une collection un peu plus importante que Claude Bourguignon, notamment avec le RMQS. Les sols ne sont pas morts, toutefois il y a quand même certaines pratiques du sol qui sont naturellement dépréciées en vie. Un sol très acide, naturellement il a pas beaucoup de vie. Ça, c'est naturel et ça sert à rien de vouloir en mettre. Par contre, il y a des sols qui, normalement, en avaient pas mal, qui en ont un peu moins parce que labour, parce que phyto... parce qu'aussi pas de couvert végétal au-dessus. Donc, il y a une façon d'améliorer les choses, mais c'est pas sauver les sols comme "sauvez Willy".

Ce que vous apportez aux agriculteurs, c'est un moyen d'évaluer leur sol?

D'évaluer leurs pratiques.

Vous avez jamais cherché à part dans l'évaluation à aider les agriculteurs à développer les pratiques directement?

On est pas agronomes quand même. Même si on travaille beaucoup et on me dit je suis presque agronome, je serai jamais agronome. C'est pas que je veux pas mais chacun son métier. On est pas agronomes. Nous, on est là pour donner un diagnostic biologique et écologique du sol. Biologique, c'est quelque chose de très formel.

L'avantage de Génosol, c'est d'avoir 8000 sols qui vont être caractérisés et de faire des référentiels. Il y a des laboratoires d'analyse biologique qui existent, des sols sur des techniques pas moléculaires. Après, ça veut pas dire qu'elles sont pas bonnes. Il faut pas toujours voir la novocité dans les techniques de pointe. Mais ils ont pas de référentiel. Ils donnent une valeur de biomasse microbienne ou de fonctionnement biologique mais par rapport à quoi. Quand un agriculteur vient avec du comparatif de plusieurs parcelles, ils

peuvent les comparer puis, après les résultats, il en fait ce qu'il en veut... mais il n'y a pas de référentiel. Notre but, c'est de donner un référentiel d'interprétation et de donner un diagnostic biologique en disant: vous êtes un peu en bas, normalement les mêmes types de sols dans des climats similaires à l'échelle française ou européenne et vous êtes un petit en bas ou beaucoup en bas, et ça peut venir de votre pratique.

Après, il peut y avoir un 2ème niveau qui est: quelle est votre pratique? Je laboure, je laisse mon sol nu pendant 4 mois l'hiver, je fais de la monoculture... C'est pas très bon et on lui explique. Pour l'instant, on en est pas là. C'est pas qu'on en est pas là, c'est qu'on y va à tâtons quand même. On y va à tâtons et on essaye de donner un diagnostic écologique. C'est-à-dire de dire, s'il y a moins de vie dans votre sol, c'est parce que ces paramètres-là sont pas respectés et donc vos micro-organismes si vous leur cassez le toit de la maison, vous cassez la structure du sol, ou si vous videz le frigo, c'est-à-dire qu'il y a moins de carbone, ils vont pas aimer et ils vont mourir. Pas partir ailleurs parce qu'ils peuvent pas. Ils vont se mettre en forme de dormant et votre sol, biologiquement, il va pas tourner.

Puis, après, il y a un diagnostic agronomique ou agro-écologique qui est: vous faites ça, ça, c'est pas bien et qu'est-ce qu'il faut faire. On est là carrément, nous, hors sujet. On est pas concepteurs de systèmes innovants même si on discute beaucoup à l'échelle de notre UMR ou même de nos réseaux là-dessus. Mais dire, voilà, il faut rajouter de la luzerne en interculture, ça, ça serait encore une étape.

Ça viendra peut-être dans 10 ans parce qu'on va accumuler des connaissances, mais pour l'instant on se l'interdit parce que ce serait un peu abusif de notre part. Et c'est là où il faut qu'on travaille avec les agronomes et avec les agronomes sensibilisés aussi à cette biologie du sol et à l'intégration dans l'évaluation, pour aller jusqu'au diagnostic agro-écologique pour dire: non, là, tu fais ça non ça va pas, fais ça tu verras. Mais, nous, il faut qu'on leur amène des données aussi pour dire si on met une luzerne avec un colza, la biologie, elle remonte.

Il y a quand même une demande de la part des agriculteurs?

Moi, je la vois mais encore une fois je suis dans des réseaux qui sont un peu sensibilisés. Mais je pense que ces réseaux font un peu tache d'huile maintenant. De plus en plus. Au début, ils ont été mis vraiment au ban. Des fois, c'était un agriculteur dans un groupement qui dit, moi, je vais me mettre au bio ou je vais faire du non labour ou du couvert permanent et les autres... Et il y croyait, il le faisait et petit à petit... Et puis il y a des groupements aussi comme l'APAD qui le font et petit à petit, ça fait tache d'huile.

Moi, je travaille beaucoup dans l'Ouest avec des réseaux. L'Ouest de la France a l'air d'être un peu plus innovant ou dynamisé par ça et maintenant ça vient, ça se répartit. Et c'est relayé par les coopératives aussi. On discute avec Terrena, on discute avec des grosses coopératives qui commencent... Terrena prônait historiquement l'agriculture écologiquement intensive. Je sais toujours pas ce que ça veut dire. C'est relayé par les chambres, c'est relayé par les instituts techniques, Cetiom, Arvalis qui commencent à intégrer la biologie du sol. Il y a un élan, il y a un mouvement. Il faut l'intégrer parce qu'il représente quelque chose. Et, à mon avis, on va dans le bon sens.

Avec les agriculteurs avec qui vous travaillez dans le cadre de Génosol, est-ce que vous avez observé une différence de présence de biologie microbienne selon les pratiques agricoles?

Bien sûr. Ça fait quelques années qu'on travaille dessus, on commence à voir des grandes tendances sur des pratiques. Le labour par rapport au non labour, la multiplicité des couverts par rapport à moins de couvert végétal. A l'échelle de la France, déjà, on arrivait à mettre en évidence des monocultures. Rien que sur la quantité de micro-organismes, les couverts végétaux français: ça va de la forêt assez diversifiée à de la monoculture, on se rendait compte que parmi tous les systèmes agricoles... Les enquêtes étaient assez grossières mais on savait quand on avait de la monoculture, de la rotation...

C'était à peu près 800 sols sur 2200 tout ce qui était culture, et bien les monocultures étaient vraiment dépréciées et c'était significatif à l'échelle de la France. La viticulture aussi. La viticulture est très pauvre en biologie du sol. Ils le savent, je leur dis. J'habite au milieu des vignes en plus. En Bourgogne, c'est un peu dur d'éviter. Très très pauvres en biologie des sols. C'est normal, la viticulture c'est des sols nus. On a un cep de vigne tous les mètres en largeur et en longueur et on en herbifie très peu et, en plus, on laboure beaucoup parce que on en marre de mettre un petit peu d'herbicide. Donc, on fait pas mal de travail du sol pour éliminer les adventices. Donc on a des sols nus. Et en plus on rajoute pas beaucoup de carbone parce que la vigne est pas si demandeuse que ça. Donc, au final, les sols nus, c'est une aberration écologique. Pas de vie au-dessus donc pas de vie en-dessous et on en arrive, quand on met tous les modes d'usages français, la vigne est le plus bas. Plus bas que la monoculture, beaucoup plus bas que la monoculture. Et, en plus, on met quand même pas mal de phytos en vigne et d'antifongiques, donc c'est les micro-organismes. Ça plus ça plus ça....

Et, en plus, à la base, il faut être aussi honnête, historiquement si on a fait de la vigne sur ces sols, là, c'est qu'on pouvait pas faire de la grande culture. Les moines, ils faisaient de la vigne parce qu'ils pouvaient pas faire de blé. Ils auraient préféré faire du blé. Maintenant, c'est plus le même produit, on a une autre valeur ajoutée, une autre qualité, c'est très bien. On le vend même très bien, c'est un des rares produits qu'on arrive sûrement encore à exporter aujourd'hui. Mais c'était pas ce contexte-là. Donc, ce sont des sols aussi qui sont pas très productifs à la base, qui ont pas beaucoup de profondeur qui sont assez pauvres physico-chimiquement, biologiquement. Tout ça plus les pratiques un peu agressives... Mais rien que le fait d'enherber les vignes, ça ramènerait de la vie et de la diversité.

Donc, oui, on commence à voir des grandes tendances, sur les matières organiques aussi. Maintenant, on parle moins d'engrais chimiques, on met de plus en plus de matière organique. Mais on démontre que dès qu'on met de la matière organique dans un sol, on augmente le niveau de vie en abondance et en diversité. Mais toutes les matières organiques n'ont pas la même stimulation ou n'ont pas la même amplitude de stimulation. Certaines matières organiques qui stimulent plus et d'autres qui stimulent un peu moins. Mais la matière organique, c'est très local. Et généralement un recyclage de la production locale, urbaine, agricole, industrielle. Voilà on sait pas où la mettre et on la met dans les champs et

ça fait des fertilisants.

Il y a aussi des problèmes de type très local. Il y a des choses qui sont un peu génériques et puis il y a des choses qui sont très locales aussi dans ce qu'on fait. Et ce qu'on veut faire aussi c'est des référentiels locaux. Parce que la typicité des sols et des climats c'est assez local donc on peut pas avoir d'interprétation à l'échelle de la France. Ça, c'est des belles cartes mais en fait les référentiels doivent être locaux. Et parce que les modes de production sont aussi très locaux.

Quand on parle de non labour en Bretagne et d'amendement organique, c'est pas la même chose qu'en Bourgogne. C'est pas les mêmes matières organiques, c'est pas la même profondeur de travail du sol parce que ce sont pas les mêmes sols. Dans l'Ouest de la France, on a des sols qui sont neutres et acides. On fait beaucoup de chaulage. Ici, on s'en fout, on a un ph 8, il y a beaucoup de calcaire.

Un jour, si on propose un référentiel national ou international, c'est une hérésie. C'est des référentiels locaux. Après quelle est la taille du local, j'en sais rien pour l'instant, on est en train de le définir. Est-ce que c'est la carte des sols qui va définir ça, est-ce que c'est la carte des modes de production, on est en train d'y réfléchir.

Est-ce que ça fait sens de faire un référentiel de taux idéal de teneur en matière organique du sol?

Généralement, j'ai une question plus complexe que ça: est-ce qu'il y a un taux optimal de biodiversité dans le sol? Et, là, on sait pas. On sait que si on baisse la biodiversité on perd le fonctionnement biologique du sol, par contre on sait pas à quel niveau on peut baisser sans le perdre. C'est des choses sur lesquelles on travaille en live en ce moment.

Le problème, c'est que c'est totalement différent par rapport aux types de sols. Un sol qui est naturellement déprécié en biodiversité, il va être paradoxalement plus résistant à des baisses de biodiversité et il va être plus redondant dans sa fonctionnalité. Toutes les populations vont être capables de faire toutes les fonctions. Alors qu'un sol qui est omnipotent, qui a beaucoup de vie, lui, il va être paradoxalement plus sensible parce qu'il est un peu planplan, il a plus l'habitude qu'on stresse et là on stresse d'un coup et il est un peu moins sur les dents que l'autre qui, lui, attend le shoot à chaque fois. Savoir quel est le niveau de biodiversité minimum, ça va être très local, fonction du type de sol, fonction de son historique aussi. On sous estime beaucoup le poids de l'historique d'un sol, c'est le poids de l'histoire par rapport au poids de l'actuel. Tout ça, ça rentre en compte et c'est des choses qu'on sait pas obligatoirement mesurer, du moins déconnectées l'une de l'autre.

Donc le taux de matière organique... Il y a des taux agronomiques de matière organique, minimum 1%, maximum... Mais ça veut rien dire un taux de matière organique. Ça dépend de la qualité de cette matière organique. Si c'est que de la lignine et que vous avez 4% de matière organique, vous pourrez rien en faire. Ça donnera très peu de fertilité. Si vous avez des résidus de blé qui amènent cette matière organique, ça va faire une très bonne fertilité. A partir du moment où vous avez le moteur biologique qui va la dégrader aussi. Sinon ça

s'accumule, ça s'eutrophise.

Le taux de matière organique idéal, il est fonction des types de sols, il est fonction de ce qu'on va en faire, il est fonction de quelles pratiques on va appliquer. Pas descendre en dessous de 1%, je pense que c'est le minimum parce qu'après, on est vraiment très très pauvre et les moteurs biologiques sont affectés. Après dire que c'est 2,5 ; 2 ; 3 ; 4 c'est un maximum, j'en sais rien.

Qu'est-ce qui favorise le plus la vie dans le sol?

L'apport de matière organique, le respect de la structure du sol, de l'habitat microbien, remplir le frigo et maintenir le toit. Si on pouvait imiter ça.... Le toit c'est les agrégats du sol. Si on laboure on les casse. Si on les casse il n'y a plus de pores. Si il n'y a plus de pores pour que les micro-organismes se développent. Donc on a que des micro-pores qui coincent l'eau, qui la rendent inaccessible. Et les champignons peuvent plus être là dedans parce qu'ils ont besoin de macro-pores, ils sont un peu plus gros que les autres. Et puis si on vide le frigo, on baisse le stock de matière organique... plus de toit, plus à manger, vous partez. Eux aussi c'est pareil, ils meurent.

Je dis pas qu'il faut faire du non labour, je dis qu'il faut peut-être adapter le labour. Parce que le non labour, c'est peut-être un peu abusif et puis je sais pas ce qui se cache derrière en termes de réalité agricole, agronomique. Et puis du non labour, moi je viens de Madagascar, on a fait une mission à Madagascar, le semis direct sous couvert végétal ça marche pas très bien. Mais ça marche super bien au Brésil. Et pourtant, on pourrait se dire c'est les mêmes types de sol, aluminiques. Et bien non, y en a un ça marche pas très bien et l'autre ça marche super bien.

Il faut se méfier des transpositions directes. Il faut respecter des concepts d'écologie et les amener, les traduire en pratiques agricoles. Adapter le labour. Le labour a un effet bénéfique. On vient de démontrer que le labour stimulait la biodiversité bactérienne. Tout le monde me regarde comme vous. Je l'ai dit ce matin. Ça, c'est tout neuf, ça va sortir. Le labour, on l'a démontré à Boigneville chez Arvalis, au Sud de Paris et au Laos. Deux sols qui n'ont rien à voir, deux climats qui n'ont rien à voir. Les modes agricoles c'était semis direct sous couvert. Mais le labour stimule la diversité bactérienne c'est un concept écologique. Le sol est stressé, c'est une perturbation mais pour les bactéries c'est une perturbation intermédiaire. C'est pas une perturbation forte, c'est pas une perturbation faible c'est une perturbation intermédiaire. C'est une cloche la perturbation intermédiaire: stress moyen, stress fort, stress faible. Quand il y a un stress faible il y a pas de diversité, peu de diversité parce qu'on est pas stressé et petit à petit on est quiescent et il y a une population qui domine. Quand il y a un stress fort, c'est les résistants qui dominant et les autres disparaissent. Au milieu par contre c'est un stress équilibré, moyen, ça stimule la diversité, toutes les populations s'expriment. Tous le monde est un petit peu stimulé sans être trop agressé et ça fait le maximum de biodiversité. Ça, c'est de l'écologie. Le labour, pour les bactéries, c'est un stress intermédiaire. Par contre pour les champignons c'est un stress fort. Là on a une chute de la diversité des champignons; on arrive à faire des démonstrations comme celle-là.

Ce que j'ai oublié de dire tout à l'heure pour la diversité par rapport au labour, parce qu'il faut quand même que je modère aussi mon propos, c'est que ça stimule de la biodiversité. Il y a la notion de quantité de biodiversité, ça c'est un paramètre mais il y a aussi la qualité de la biodiversité. Nos outils maintenant sont capables de faire des inventaires taxonomiques très précis des populations qui sont dans le sol. Et notamment on montre que dans le labour on stimule la biodiversité toutefois les populations qui font partie de cette diversité sont plus des pathogènes. Ça veut pas dire qu'il y a que des pathogènes, mais pourquoi? Parce que ça passe d'abord par une baisse de diversité et une recolonisation ces histoires de stress intermédiaire et quand on baisse la biodiversité d'un sol, on libère des niches, on libère des habitats. Quand on libère ces habitats, la nature a horreur du vide donc il y a toujours des organismes qui sont capables de les recoloniser.

Et souvent ces organismes qui sont capables de recoloniser des niches vides, ce sont des opportunistes. Un peu comme chez les hommes. Ces opportunistes, d'un point de vue évolutif, c'est souvent des pathogènes. Un pathogène, c'est un organisme capable d'aller sur un autre, de le coloniser, de le rendre malade ou pas toujours. Parfois même de le tuer. C'est pour ça quand on a des pratiques un peu agressives qui arrivent à stimuler la diversité, qu'il y a une baisse de diversité puis après une augmentation, on a des opportunistes qui arrivent. Quand on regarde ces opportunistes de près c'est des pathogènes humains, animaux, végétaux. Dans l'augmentation de diversité qu'on voit sous labour on voit aussi plus de pathogènes. Il n'y a pas que ça mais on en voit plus que dans le non labour où il y a un peu moins de biodiversité mais où la qualité de la composition est un peu meilleure. Enfin un peu meilleure, en tout cas pour les sociétés humaines.

ENTRETIEN NON FORMEL (visite de la bibliothèque de sols)

Ça, c'est une salle sol. C'est là qu'on réceptionne les sols quand on nous les envoie ou qu'on va les chercher nous mêmes. Là, c'est une carte de France d'un peu tous les sols. Derrière vous avez la grille RMQS, toutes les petites cases, tous les 16 km. Et dessus, on a aussi tous les sites expérimentaux Inra, CNRS, Cirad... Des zones aussi spatialisées comme le département de l'Allié... qui sont des zones où on a refait une spécialisation à plus petite échelle que le RMQS pour faire ce qu'on appelle des cartobiosphères: des cartographies de la biologie dans la biosphère mais plus particulièrement dans le sol. Aujourd'hui, la carte est pas à jour puisqu'on était à 4500 en 2011. Vous voyez qu'en 2013 on est à presque 8000. Donc ça augmente très vite.

Donc, on reçoit les sols, on les tamise, on les homogénise, on les cryoliophilise à -90°C, c'est-à-dire qu'on enlève toute l'eau mais quand le sol est congelé. Si on séchait le sol à l'air libre, ça prendrait un certain temps. On serait obligé d'augmenter la température, de laisser longtemps à température ambiante et on aurait une dérive de nos communautés. Au final, l'image qu'on caractériserait serait pas obligatoirement celle qu'on avait au champ. On les congèle et, après, on les cryo-lyophilise, on enlève l'eau. Ça nous permet de mieux stabiliser nos échantillons de sol. On travaille sur l'ADN du sol mais on stocke pas l'ADN. L'ADN, ça a une durée de vie très faible, même congelé: 6 mois, 1 an, ça dépend un peu de sa qualité. Donc, on a décidé de stocker les matrices environnementales et notamment le sol, dans

lequel il y a l'ADN puisqu'il y a encore les cellules. L'ADN est bien protégé puisqu'il est dans sa cellule même si elle est congelée donc potentiellement morte. Dans la matrice naturelle dans laquelle elle était. Et puis, après, chaque fois qu'on a besoin d'ADN frais, on ressort du sol et on réextrait.

Ça, c'est le conservatoire. Le conservatoire Génosol. Ça consiste en des congélateurs -40°C. Celui-là est à -37°C parce qu'ils ont dû venir piocher. Tout est en métrologie des températures. C'est sur ordinateur, chaque congélateur est suivi dans sa courbe de températures. Il n'y a pas quelqu'un qui est devant l'écran tout le temps en train de regarder si ça descend, le pauvre. Il y a des systèmes d'alarme quand c'est des heures ouvrées. Quand c'est la nuit ou le weekend il y a des astreintes. C'est pas quelqu'un qui vient regarder non plus, c'est quelqu'un qui a un téléphone portable et il y a un message d'alerte quand il y a un congélateur qui est en train de remonter à -30°C, -25°C. Donc il a un message. Il doit avoir le portable sur lui tout le weekend. Il vient ici, il y a un congélateur de secours, il transfère.

Ce que l'on stocke, ce sont des échantillons de sol. En biologie moléculaire, on a pas besoin de beaucoup d'échantillons en terme de quantité. On stocke 50 grammes de sol. Ça c'est des sols du RMQS. Pour extraire de l'ADN frais on a besoin d'un gramme. Ça nous permet de faire à peu près 50 extractions d'ADN. Avec une extraction d'ADN on a de quoi faire pas mal de caractérisations. Le but, c'est de repiocher là-dedans avec de nouveaux outils ou avec des outils réactualisés, plus puissants. Avant, on parlait de séquençage, on faisait une centaine de séquences, maintenant un million de séquences. En 5-6 ans, on est passé sur du séquençage haut débit. Ça nous permet de revisiter la diversité. Avec des outils aussi plus complémentaires, qui ciblent les pathogènes ou ceux impliqués dans la fertilité biologique. C'est le conservatoire. On a à peu près 1000 échantillons de sol par congélateur. On en a 8000 en tout.

On a plus de congélateurs parce que, en fait, les congélateurs sont par sites expérimentaux ou réseau de surveillance de sol. Ça c'est le RMQS. Ils sont pleins. Là, par exemple, on est sur le système site Inra expérimental. On fait du monitoring sur des sites expérimentaux. Chaque année, on récupère des échantillons de sol et après on regarde la cinétique d'évolution de nos communautés au bout de 10 ans, 5 ans, 10 ans. On monte des projets soit nous soit les équipes qui utilisent le conservatoire. Et ils regardent toute la cinétique. Nous, on a accumulé toute la cinétique, ce que ferait jamais une équipe de recherche parce qu'elle serait pas dimensionnée pour le faire techniquement. Elle aurait pas les congélateurs, toute l'accréditation de stockage à long terme. Elle vient chez nous, elle prend les échantillons sur les 10 ans, elle applique les outils et étudie la dérive des communautés dans le temps par rapport aux pratiques appliquées. C'est totalement ouvert.

C'est comme une bibliothèque sauf qu'il faut payer un petit peu parce que tout ça a un coût. On travaille sur un mode projet. La plateforme est impliquée dans les projets de recherche comme un prestataire, comme un expert technique qui va fournir l'ADN mais aussi les données associées, toutes les données environnementales, la physico-chimie des sols, les pratiques qui ont été appliquées, les évolutions du climat. Et puis, on est aussi des fois impliqués dans la caractérisation moléculaire. Ils nous demandent de caractériser puisqu'on

maîtrise nos outils. Et puis nous aussi on est chercheur et on amène des questionnements dans certains projets ou pas du tout. On a aussi nos propres projets par rapport à ça. C'est totalement ouvert.

L'idée de Génosol c'était?

La première idée, c'était de faire ce conservatoire. Après, on a développé une plateforme technique de caractérisation moléculaire, extraction d'ADN, pyroséquençage... pour standardiser les outils de bio-indication. On a une base de données aussi qui nous permet de gérer tout ça. En traçabilité des échantillons et en stockage des données. Encore une fois, la base, elle est comme le conservatoire, elle est ouverte aux modélisateurs. On accumule plein de données sur la diversité. Si les modélisateurs veulent venir attaquer la base pour tester des modèles d'évolution de la biodiversité en spatial... C'est disponible sur un mode projet.

C'est quoi le sol pour vous?

C'est quoi le sol pour moi? Ce n'est pas qu'un support de production. C'est un environnement dans lequel il y a beaucoup de vie. Qu'on doit connaître, c'est le côté recherche mais qu'on peut utiliser aussi. Je dis pas obligatoirement qu'on doit utiliser, mais qu'on peut utiliser pour ce qu'on appelle les services écosystémiques, c'est-à-dire pour le bien-être des sociétés humaines. Si on l'utilise, c'est qu'on le protège? C'est un peu comme les parcs africains: ce qui sauve les animaux c'est qu'il y ait des touristes. Après on peut remettre ça en cause mais si on utilise le sol on va obligatoirement apprendre à mieux le connaître et donc à mieux l'utiliser et donc à mieux le protéger aussi. Le sol, c'est le plus gros réservoir de biodiversité de la planète. C'est plus que les océans, c'est plus que les forêts amazoniennes. Comme vous avez un million d'espèces par gramme de sol, vous avez aucun autre écosystème qui est aussi riche. Et, en plus, les bactéries, elles, nous survivront. Elles étaient là avant nous, elles seront là après nous. Et c'est quelque chose de très inconnu encore à ce jour. C'est un monde fantasmagorique le sol pour moi. C'est une boîte de Pandore.