

Danièle LARCENA

-Mr Blaise Leclerc qui est directeur du bureau d'étude Orgaterre et jardinier. Il va nous parler principalement des sols parce qu'on ne se rend pas souvent compte que le sol est la source de toute vie biologique, et donc on ne le voit pas mais il très important et on a demandé à Blaise de nous en parler

Maintenir la biodiversité au jardin potager :

-Je vous propose d'abord de faire un petit rappel sur la formation et l'évolution des sols et on verra que très tôt lors de la formation d'un sol on a tout de suite une vie biologique intense et très diverse. Je présenterai un panorama des êtres vivants du sol et une application, une observation avec le cas du sol au jardin potager.

Alors les scientifiques, surtout les suisses, considèrent le sol comme un corps naturel vivant structuré et dynamique dont les propriétés physiques, chimiques et biologiques varient dans l'espace. On a des milliers de sols différents et dans le temps, puisque tous les sols évoluent plus ou moins rapidement. Et puis pour faire simple les sols sont constitués de minéraux avant tout mais aussi de matières organiques soit vivantes soit mortes.

1. Formation et évolution des sols

Un mot sur la formation des sols. Là vous avez les trois grandes étapes classiques de la formation d'un sol. A votre gauche, les premières étapes : en bleu le **cryosol (j'ai pas trouvé)** la roche mère ; on peut observer des sols en formation quand une île volcanique se crée dans l'océan ou quand un vieux morceau de trottoir ou un morceau urbanisé ou même lorsqu'un toit est colonisé petit à petit par des végétaux, on a création d'un sol. Au début c'est surtout des actions physiques, chimiques qui font la fracturation de ce qu'on appelle la roche mère : alternance gel dégel, sec humide. Mais aussi, on ne le voit pas sur le dessin, très tôt il y a des micros organismes qui vont construire le sol, qui vont construire la terre en fait : des bactéries, des champignons et très vite aussi des algues unicellulaires qui elles vont capter le gaz carbonique du sol, comme plus tard les végétaux. Et donc très vite on va avoir une entrée de carbone dans les sols et ça va accélérer le processus. La phase deux : là on a une accélération très forte ; dès qu'il y a des végétaux supérieurs qui s'installent sur un sol même très maigre. Parce que vous pouvez voir des plantes pousser dans les rues d'Avignon, ce qui veut dire qu'il y a suffisamment de substances pour que la plante se développe. Là on a une accélération du développement parce que ce qui constitue les feuilles, les tiges des plantes mettent un certain temps à se dégrader : la cellulose, le lignite des parois des cellules. C'est ce qui va se former en surface, ce qu'on appelle l'humus pour faire simple. Et d'autre part les plantes avec les racines vont encore accroître la formation du sol. Les racines apportent aussi du carbone dans le sol, parce que les racines pompent l'eau et les éléments minéraux, mais aussi apportent du carbone dans le sol. Donc là on a vraiment une accélération de la formation des sols. Et pour parler de biodiversité, je parle d'humus : c'est le terme générique pour nommer les matières organiques stables qui restent très longtemps dans le sol, plusieurs centaines d'années, voir

plusieurs milliers d'années. Les scientifiques qui travaillent sur l'humus disent que, parce que c'est très petit mais c'est quand même, au niveau moléculaires, de très grosses molécules, il n'y a sans doute pas deux molécules d'humus identiques dans le sol sur terre. C'est une biodiversité chimique là qui est vraiment très grande. Enfin la troisième étape dans la formation d'un sol qui peut être très longue c'est l'individualisation des sols en couches que l'on appelle les horizons. Ce sont des sols qui ont plusieurs centaines, plusieurs milliers d'années. Et la plupart des sols agricoles cultivés sont **soit au milieu soit à droite**. Un sol très évolué ne veut pas dire qu'il est très riche. Malheureusement **on le voit sur ce dessin**, en profondeur **(en brun ou orange)** ce sont des oxydes de fer ou des argiles qui ont été lessivés en profondeur ; et ça d'un point de vue agronomique c'est riche, il faudrait mieux que ça reste vers la surface. Mais c'est l'évolution naturelle des sols sous nos climats tempérés puisqu'on a une descente des éléments avec des précipitations importantes. Dans les pays tropicaux c'est plutôt l'inverse : on a une croûte d'argile vers la surface puisqu'on a une évaporation plus forte.

C'est un rappel rapide de la formation des sols(**PP**). Ce qu'il faut savoir c'est que la formation des sols met des siècles ou des millénaires à se former pour avoir un sol relativement profond. Cependant les principales propriétés des sols peuvent évoluer très vite : c'est le cas de la structure, de la porosité, de l'activité biologique, des teneurs en certains éléments nutritifs. En quelques décennies, et malheureusement c'est ce qu'on observe régulièrement à la surface de la planète, on a une destruction qui peut être très rapide, notamment avec l'érosion. Ce n'est pas seulement une destruction du sol, c'est une disparition du sol qui part dans les cours d'eau et qui va vers la mer.

Voici une liste des principales dégradations des sols du fait des activités humaines (**cf PP→**)

- Baisse du taux de matière organiques et de l'activité biologique.
- Déstructuration de la partie supérieure des sols, notamment en agriculture, notamment avec des problèmes de tassements (baisse de porosité).
- Appauvrissement en nutriments ou en particules fines argileuses.
- Salinisation et alcalinisation.
- Acidification.
- Pollutions minérales, organiques, radioactives.
- Erosion, sédimentation, glissement de terrain.
- Enterrement , et un point très important c'est la destruction de la couverture du sol par le béton et les zones urbaines ; par les constructions industrielles, touristiques et routières.
- Inondations des basses terres côtières dues aux conséquences des changements climatiques.

2. les êtres vivants du sol

2.1 Les êtres visibles

Cf image . Ils sont visibles, même s'ils sont très petits. Voici un petit panorama. On reconnaît beaucoup d'insectes : fourmis, collaboles, des larves d'insectes aussi, de coléoptères, de diptères ; on a aussi des cloportes, des acariens, des millepattes, des nématodes. Ce qui caractérise toutes ces espèces qui sont de famille très diverses, c'est qu'on les appelle des détritivores, parce qu'ils vivent en détruisant la matière organique morte et là c'est l'exemple de la destruction d'une feuille de hêtre. Ce sont des chercheurs suisses qui ont montrés qu'à chaque étape d'une destruction, de la consommation d'une feuille de hêtre qui tombe au sol, on peut mettre en face des catégories, des genres d'insectes différents. C'est assez remarquable, avec le premier : la collabole que vous avez en haut. Vous en avez une autre en dessous ; ce n'est pas à l'échelle, mais il y en a une qui fait 4 ou 5 millimètres (la plus grosse en haut) au début de la dégradation et l'autre est cent fois plus petit (en bas). Pour avoir une comparaison dans le règne des mammifères qui nous est plus familier : c'est comme si vous aviez un éléphant et une souris. Et on voit la diversité très importante au niveau du sol ; parce que dans la dégradation d'une même feuille, on a des animaux du même genre qui peuvent être aussi différent l'un que l'autre.

Cf image. Alors après il y a les fameux vers de terres. Là vous avez les trois catégories écologiques de vers : ceux qui sont tout en bas ce sont les endogés sous le sol qui ne viennent jamais en surface ; à l'extrême, en haut sous les feuilles vous avez les épigés, qu'on appelle aussi les vers de compost qui servent à faire le lombric composte. Et la catégorie la plus importante au niveau agronomique formation des sols : ce sont les anéciques qui vont chercher leur alimentation en surface.

Cf c'est une photo des eisenia foetida, vers de compost caractéristique avec des anneaux jaunes et rouges.

Cf photo : ça c'est le lombric le plus connu qu'on trouve dans les jardins notamment.

Les vers ont beaucoup de rôles et notamment, là **on voit une photo** où on devine la lumière de la galerie et sa chevelure racinaire qui s'est développée dans cette galerie. Pourquoi il est aussi beau ce chevelu ? Il n'y a pas de contraintes mécaniques puisque ça descend dans cette galerie abandonnée. C'est un milieu aussi très aéré : les racines comme les parties aériennes respirent, donc dès qu'elles ont la chance de trouver une galerie de vers non occupée, elle s'y développe beaucoup plus. Et aussi le mucus des vers qui est déposé sur la galerie donne un milieu nutritif beaucoup plus important.

2.2 Les êtres vivants invisibles.

Image : c'est un échantillon avec en haut des protozoaires, en bas à droite une représentation de bactéries et à gauche des champignons microscopiques.

Les bactéries sont très importantes parce qu'elles vont participer à la fois dans le tube digestif

des animaux plus évolués que je vous ai montré avant, et aussi directement dans le sol, à dégrader tout ce qu'on va amener dans le sol : les fumiers, les composts etc... Il y a énormément de bactéries dans le sol puisque dans un gramme on peut compter de 1 million à 1 milliard d'individus. On a l'habitude de dire que « si on a de la terre dans le creux de la main, on a autant de bactéries que d'êtres humains sur la planète. » et ça représente des quantités non négligeables. Sur un hectare, on peut compter à peu près une tonne et demie de bactéries sur 20 centimètres de profondeur.

Les champignons : il y en a beaucoup plus, il y en a à peu près le double : trois tonnes par ha. On ne les dénombre pas puisqu'ils sont organisés en filament, en réseau. Mais il y a des chercheurs qui ont calculé la longueur de ces filaments. Et simplement sous un seul mètre carré du sol, on peut atteindre 10 000 kilomètres de longueur de filaments mycéliens. L'épaisseur de la bactérie ou du champignon n'est que de 1 micron (soit un millième de mm). On comprend qu'il puisse y avoir un réseau aussi important. L'intérêt des champignons par rapport aux bactéries c'est qu'ils transportent l'eau sur plusieurs centimètres dans le sol. Il n'y a qu'à voir ce qu'on appelle les champignons des bois : girolles, cèpes etc. En fait ce sont les carpophores de ces champignons microscopiques. Ça explique le fait qu'ils poussent en 2 ou 3 jours c'est parce qu'en très peu de temps ils mobilisent des quantités énormes d'eau. Les bactéries et les champignons ont des complémentarités car les champignons vont plutôt dégrader le lignite, tout ce qui est contenu dans le bois ; et les bactéries la cellulose plutôt dans la paille et les feuilles.

Les protozoaires ! On en parle moins mais ils ont un intérêt écologique très important parce qu'ils régulent les populations de bactéries et de champignons parce qu'ils consomment en grande partie des bactéries.

3- Protéger et nourrir le sol

Notamment au potager.

Quand on apporte un fertilisant organique dans le sol : un fumier, un composte, en engrais vert, on nourrit toutes cette mésofaune, et puis après la faune microscopique. Dans le cas des forêts, le système est en équilibre. Tous les animaux (cf image) représentés sous forme de dessin existent ; il y en a des centaines de variétés pour chaque représentant. Dans un milieu agricole ou même potager, il y en a beaucoup moins puisque simplement le sol n'est pas couvert toute l'année. Pareil pour les vers de terre : le facteur limitant c'est vraiment ce qu'on leur apporte en surface. Ce sont des êtres qui se déplacent très facilement dans le sol ; s'ils n'ont pas la nourriture, ils vont aller dans la prairie d'à côté. Si dans le cœur de votre jardin vous voulez avoir des vers de terre, l'hiver il ne faut pas le laisser à nu, ni le labourer en automne, comme on voit souvent en agriculture. Il faut laisser couvert avec des paillages et il y aura beaucoup plus de vers au printemps suivant. La nourriture va aussi être consommée par les micros organismes. Ils peuvent consommer la paille, les compostes et aussi les racines des plantes. Je parlais des racines qui apportent du carbone dans le sol. Au fur et à mesure qu'elle se développe, une plante a une partie des racines qui meurent alors même qu'elle est encore

vivante. Et il y a aussi ce qu'on appelle **réseau déposition** : ce sont des particules de carbone qui sont excrétées des racines et qui permettent à tous ces micros organismes de se développer. Alors tout ceci au niveau des jardins ça donne la terre qu'on appelle la terre grumeleuse : une bonne terre de jardin. C'est l'idéale pour travailler un sol parce que la terre se forme en grumeaux : on appelle ça les macros agrégats de quelques millimètres de diamètres qui permettent une bonne circulation à la fois de l'air et de l'eau. Et la circulation de l'air c'est à la fois la flèche ascendante : l'oxygène qui va rentrer dans le sol pour nourrir tous ces animaux et les racines aussi ; et ça permet au gaz carbonique produit par ces animaux et par les plantes de s'évacuer. Donc c'est vraiment la meilleure structure.

Cf schéma : Je ne vais pas rentrer dans le détail de ce schéma mais c'est pour montrer des travaux de chercheurs de l'INRA qui ont montré qu'en apportant un morceau végétal dans le sol, un débris de paille ou de feuille, très vite il va être colonisé par des bactéries. Et les bactéries sont les êtres vivants les plus petits qui soient, elles ne peuvent pas digérer, ingérer un morceau de feuille, alors elles envoient leurs enzymes à l'extérieur et en même temps que leurs enzymes, elles envoient ce qu'on appelle les exsudats microbiens qui ont une faculté collante et autour d'un morceau de feuille en décomposition avec des milliers de bactéries autour, il y a des bâtonnets d'argiles qui s'agrègent comme une confiserie en pâte d'amande avec des pignons de pains collés dessus. C'est un peu l'image au niveau microscopique de ce qu'on appelle un micro agrégat. Ces micros agrégats se forment en agrégats plus gros et c'est ce qui explique la structure grumeleuse du sol. Et malgré ces apports réguliers de matières organiques, (minimum tous les ans) on a une destruction et au bout d'une trentaine d'années on a un sol qui se tasse cela a été montré dans des champs dans les Landes, où on a coupé la forêt et où on a mis de la mono culture de maïs. Alors on a ce qu'on appelle le complexe argilo humique, mais ce n'est pas lui qui explique la structure grumeleuse du sol et la bonne aération. Donc on voit un lien très fort entre l'activité biologique des sols et la faculté d'y travailler.

C'est une photo de turricules : parce que les vers de terre sont de véritables usines à fabriquer ces macros agrégats. En plus dans ces turricules on a une richesse beaucoup plus importante en éléments minéraux pour les plantes :

5 fois plus d'azote assimilable

7 fois plus de phosphore soluble

11 fois plus de potassium

2 à 3 fois plus de magnésium échangeable

1,5 fois plus de calcium.

Je terminerai avec deux exemples de symbioses indispensables à l'agriculture : c'est la fixation avec certaines bactéries du sol qui permet à certaines plantes, de la famille des légumineuses notamment, de fixer l'azote de l'air ; et puis les champignons : les mycorhizes.

C'est une photo de nodosité : dans les petites boules qui se développent sur les racines : c'est la symbiose avec certaines bactéries du sol. Ce que vous avez là c'est une usine en miniature AZF qui a malheureusement sauté il y a quelques années à Toulouse ; c'est exactement les mêmes réactions chimiques qui se passent dans une nodosité. Pour respirer, au lieu d'utiliser l'oxygène, il y a des bactéries qui savent utiliser l'azote de l'air qui est formé de deux molécules d'azote ; deux molécules très solidement encrées puisqu'il y a trois liaisons entre les deux atomes d'azote. Ca se fait dans la nature depuis des millions d'années ; et d'ailleurs la première grande révolution agricole était l'introduction de trèfles dans les systèmes de rotation, qui a fortement augmenté les rendements. Et dans les systèmes de l'agriculture biologique c'est ce qui est utilisé avec des rotations qui intègrent beaucoup de légumineuses.

Les mycorhizes, on connaît moins mais c'est très important parce que ça représente 90% des plantes qui développent des relations entre ces champignons et certaines plantes. Ca permet aux végétaux d'aller puiser l'eau et les éléments minéraux dans un volume de sol beaucoup plus grand.

Là on voit, sur une coupe de racine, les filaments du champignon qui vont beaucoup plus loin que les poils absorbants des racines et donc qui permettent une exploration du sol beaucoup plus riche.

Conclusion

Image : pour en revenir au jardin potager, il y a trois règles à respecter pour avoir des bonnes récoltes et pour protéger le sol et la biodiversité : c'est pailler, surtout dans nos régions, pour protéger la surface du sol. Parce que toute cette activité biologique a lieu dans les premiers centimètres du sol ; donc ici avec les étés qu'on a, si on ne protège pas le sol, s'il n'y a pas d'eau, il n'y a aucun fonctionnement et notamment des bactéries. Le paillage qu'on met en été, il vaut mieux le laisser en hiver. Ensuite composter pour pouvoir apporter un amendement facile à faire et très diversifié dans le sol. Et surtout, on l'oublie souvent, **c'est la photo de droite** : aérer, on voit, sur la **partie droite de la photo**, le sol qui vient d'être travaillé. Il y a à peu près 15 centimètres au dessus du niveau tassé du sol et ces 15 centimètres : c'est de l'air. En travaillant le sol, on a introduit de l'air dedans et cet air va permettre à toute cette vie biologique, que ce soit les futures racines ou les animaux présents, de bien fonctionner.

Merci de votre attention.

Questions

-Danièle Larcena : merci beaucoup

Pour étendre à l'agriculture, quelle est l'importance des dégradations des sols actuellement en France, parce qu'on en parle beaucoup ?

-Alors il y a plusieurs niveaux. Sans tomber dans certains excès, certains ont du voir le film de Coline Serreau qui alerte. ..On entend par exemple que les sols sont morts c'est un peu exagéré parce que même des sols bien dégradés avec des apports importants d'engrais,

minéraux, de produits chimiques, pesticides, ces dernières années il y a encore une vie, des tas de bactéries. Mais c'est vrai que dans le bassin parisien, par exemple, il y a des milliers d'hectares où il n'y a plus de vers de terres. Parce qu'il n'y a plus de restitution de culture ou pas suffisamment, il n'y a plus d'apport de fumier. Donc il y a quand même des dégradations très fortes. On a surtout des baisses importantes de taux de matières organiques : c'est le taux d'humus. Qui fait que le sol, je vous le montrais ici a tendance à se tasser etc. Pour retrouver des bons équilibres, il va falloir des décennies parce que les dégradations que l'on fait dans un sol peuvent se faire très rapidement, en quelques années ou décennies. Mais il faudra peut-être plusieurs siècles pour remonter le taux de matières organiques. Localement il y a des problèmes. Alors il y a des données, vous pouvez aller sur Internet, il y a des sites qui montrent des cartes de sols avec des évolutions de teneur en matières organiques ces 20 dernières années. C'est à l'échelle du canton : des baisses, des stagnations, des augmentations : c'est difficile de donner des généralités puisque l'agriculture est très variée en fonction des régions ; donc on a un petit peu de tout. Malheureusement en PACA, avec la viticulture où il n'y a pas de restitutions régulières ; où la vigne ne restitue pas suffisamment, on a des dégradations plus forte qu'en milieux d'élevages où avec les prairies, il n'y a pas trop de risques de dégradations importantes puisque c'est presque un milieu naturel, même si c'est des prairies qui peuvent être semées.

-DL : Merci et souvenez vous il y a deux ans on avait eu les expériences de cultures sans labour.

-est-ce qu'il est possible de nous dire où en est la mise en œuvre du plan écophyto sur la région ?

-Laurent ROY : je ne pourrai pas être très précis parce que c'est la DRAF qui s'occupe de ça, la Direction Régionale de l'Agriculture et non pas la DREAL. Mais on est associés, on n'ignore pas que ça existe mais on n'est pas directement pilote de la chose. Ce que je sais c'est qu'il y a un comité de pilotage qui doit se réunir ces jours-ci, qui doit valider un projet de plan d'actions pour la mise en œuvre du plan écophyto, sur la base d'un diagnostic. Après on connaît ce qu'il y a dans le plan écophyto et ses limites. Ca repose pour l'essentiel sur du volontariat avec un réseau de fermes volontaires pour mettre en avant un certain nombre de pratiques dites raisonnées. Ecopyto ce n'est que ça. Je sais qu'il y a un comité de pilotage qui doit voter un plan d'actions ce mois ci.

-Ce dont vous avez parlé à propos des sols et des préconisations dans le jardin, dans quelles mesures cela pourrait être applicable dans les espaces verts ? Et dans quelles mesures les collectivités peuvent mettre en place de l'aération, du paillage, du composte sur le sol ?

-Blaise Leclerc : je pense que Mr Olivier en parlera dans son intervention.

-Jacques Olivier : Sur le plan écopyto 2018 : déjà au niveau de la région, lors du dernier contrat de projet, puisque l'Etat s'était retiré, on a décidé de ne financer que les recherches en expérimentation alternative au phytosanitaire, donc on est au-delà du plan écopyto et nous,

on est dans l'agriculture biologique d'abord. On soutient le plan écophyto, mais on estime qu'il faut aller directement dans l'agriculture biologique ; ce qui est plus que le plan écophyto. Et aujourd'hui la région ne finance que la recherche des expérimentations concernant des recherches alternatives au phytosanitaire.

Concernant les communes, je vais parler d'un programme de l'agence de l'eau qui s'appelle : « de nouvelles idées pour développer l'agriculture biologique et réduire les pollutions de l'eau par les pesticides ». Et dans ce projet, il y a un volet qui est justement pour les particuliers pour qu'ils emploient le moins possible de pesticides dans leur jardin et un volet pour les communes pour qu'elles n'emploient plus de pesticide pour désherber les trottoirs de leur ville. Dans la communauté de communes du pays des sorgues et des monts du Vaucluse, on a répondu à cet appel à projet, et on fait tout un travail là-dessus. Il y a d'ailleurs un chargé de mission qui s'en occupe.

-merci beaucoup.