

LE CONCEPT BIOLOGIQUE DE SOL
L'épistémologie historique : une condition de la didactique

Guy RUMELHARD

DIA N°1 A propos de l'épistémologie historique du concept biologique de sol je développerai :

- le langage : monosémie impossible, polyphonie créatrice.
- les vers de terre : une révolution inaperçue, les vivants créent leur milieu.
- le complexe argilo-humique : les vivants s'opposent à l'entropie.
- le développement durable et les destructions irréversibles.

Que signifie épistémologie et plus précisément **épistémologie historique** ? A quoi ce type de réflexion sert-il pour l'enseignement ? Serait-ce la mouche du coche ? Joue-t-elle le même rôle que les critiques musicaux vis-à-vis des créateurs ou des interprètes ? L'important est de faire, de créer. On prouve le mouvement en marchant. Ces critiques sont inutiles. Ceux qui critiquent sont simplement impuissants à créer eux-mêmes.

Il existe d'autres approches de l'épistémologie des sciences et des techniques. Par exemple l'épistémologie des *sciences studies* de Bruno Latour qu'il nomme en français « humanités scientifiques » et à laquelle nous n'adhérons pas.

DIA N°2 Le projet d'une didactique n'est pas **d'augmenter le rendement de la pensée**, ni de **former des ingénieurs** (ingénieurs agronomes dans notre cas) ou **des médecins**, mais de construire les éléments d'une **culture scientifique** tout en prenant en compte les **pratiques sociales et institutionnelles**. Et cette didactique ne peut se réduire à une épistémologie historique, même si celle-ci en est une **condition de possibilité**. Si je remplace le mot « épistémologie historique » par « philosophie biologique » je vais certainement rencontrer des résistances. Et pourtant la réflexion sur l'enseignement des sciences implique **bien une philosophie politique, économique, éthique**.

DIA N°3. J'examinerai cette question à travers **les programmes, ou plutôt** l'analyse de quelques manuels scolaires français correspondant à la classe de 1^{ère} D créée en 1966, la classe de seconde créée en 1981 mais mise en place très lentement sur plusieurs années, en seconde en 1987, en seconde en 1993, et en seconde en 2010. Il n'y a pas de sol en 1999. J'ajouterai quelques manuels universitaires et divers articles de vulgarisation de bon niveau (Sciences progrès La nature ; Atomes ; La Recherche). Je commence en 1966 car 1965 est l'année du prix Nobel Lwoff, Jacob, Monod, et du basculement de l'enseignement des SVT. (Aux E.U le début du basculement serait 1962 et le colloque de l'OCDE)

Cet exercice est toutefois difficile

- car on parle du sol dans **plusieurs chapitres** : écologie, géologie, climatologie, à propos des cycles de la matière, en physiologie végétale, en microbiologie (azote), en agriculture, à propos des dégradations, des pollutions, etc.
- il dépend de **l'ordre pédagogique** adopté par les auteurs conduit soit à mettre en premier des activités pratiques possibles et à faire ensuite un bilan, à noter enfin

l'essentiel à retenir qui ne dérive pas nécessairement des activités, soit à commencer par un cours que l'on illustre ensuite.

- de plus je ne peux pas citer explicitement **les auteurs** souvent nombreux !

1. Le langage : les mots, les définitions et les concepts

Je propose en titre « le concept biologique de sol » ce qui implique qu'il y a plusieurs concepts de sol et qu'il faut les qualifier. Un petit détour tout d'abord

1.1. Les usages du mot histoire

DIA N°4. Lors de la réunion de votre association les 15 et 16 Novembre 2010 on a parlé d'histoire des sciences. Utiliser ce mot **au sens apparemment évident** implique de toujours **de le mettre au pluriel, d'ajouter une qualification, ou de le disqualifier, c'est-à-dire de ne jamais l'employer seul**. Histoire naturelle qui désignait autrefois notre discipline, depuis « l'histoire des animaux » d'Aristote, n'est pas une histoire au sens des historiens, qui eux-mêmes ont plusieurs façon d'écrire l'histoire (histoire politique, économique, géographique). L'histoire selon les conseillers de Nicolas Sarkozy n'a rien à voir avec celle de Paul Veynes. Elle a une fonction idéologique de masque. L'instrumentalisation est évidente. Ecrire une histoire peut consister à raconter une série d'anecdotes, à rechercher des causes, à créer des mises en scène, des mises en spectacle, y compris en histoire des sciences, etc. Et Denise Orange a disqualifié le mot histoire en parlant de « petites » histoires inventées par les élèves pour décrire ce que d'autres nomment des « mises en récit », en l'opposant à une grande histoire. En biologie la question se spécifie en ontogénèse, phylogénèse, et en géologie en actualisme, etc.

Je vais ébaucher cette réflexion sur le vocabulaire et le langage comme une **piste de travail** didactique à faire dans tous les chapitres d'enseignement.

1.2. Le mot sol.

DIA N° 5. L'**étymologie du mot sol** réfère à une **surface** de base sur laquelle on marche, et qui sert de **support** pour construire des bâtiments et des routes. On retrouve ce premier sens comme une importante cause de **destruction** des sols cultivables transformés en terrain à bâtir. Le **POS** consiste bien souvent à lutter contre l'émiettement, le **mitage**. On touche ici le domaine politique.

C'est aussi le **support** de l'enracinement des végétaux (arbres).

On souhaiterait formuler un concept unique univoque de sol. Est-ce possible ? La plupart des définitions commencent par se référer à la terre meuble (terre arable), donc cultivable c'est-à-dire un **objet observable sur lequel on peut agir**. Les définitions sont liées à ses **fonctions** :

- son utilisation comme **ressource** agricole, ou forestière,
- puis à ses **fonctions écologiques** (ambiguïté d'une écologie sans l'homme ou qui environne l'homme) et **biologiques**
- et maintenant à ses fonctions liées au **développement durable** : il est à nouveau considéré comme **une ressource** comme puits de carbone, comme réserve de biodiversité, etc.

C'est n'est donc pas seulement le concept d'un objet, qui possède une composition minéralogique et organique, mais qui possède **un ensemble de propriétés, de mécanismes**

permettant la réalisation de fonctions sur lesquels on peut agir au service de l'activité humaine dans le domaine de **l'agriculture, de l'environnement, du développement**. Il demeure une tension irréductible entre ces trois pôles correspondant à au moins trois concepts.

Dans les manuels de 1966, période de l'écologie sans l'homme, le sol est un facteur édaphique. Avec la dimension écologique le sol devient d'abord en 1966, puis 1982 un **facteur écologique** (facteur édaphique parfois qualifié d'**abiotique**) facteur de répartition de la végétation qui pousse dessus (A cette époque l'écologie qui se veut sans l'homme ne parle pas d'agro écosystèmes). Il s'agit de facteurs physiques, chimiques, de texture, d'humidité, d'aération, de pH, etc.

Mais en décrivant nécessairement sa genèse il devient **une interface** entre le climat, les roches, et les vivants sans que l'on précise toujours si l'on s'intéresse seulement à ceux qui poussent et vivent **dessus** ou à ceux qui vivent **dedans**. Dans cette transformation la géologie et la climatologie **dominent** bien souvent au début de l'explication. Un manuel dit ainsi « Les propriétés physico-chimiques du sol conditionnent sa fertilité (Hatier 1993) ». Le vivant semble ne s'y ajouter que progressivement. Les parties aériennes des arbres ne font-elles (?) partie du sol que lorsqu'elles tombent. On a tendance à **minimiser** le chevelu racinaire pourtant aussi important que les branches et les feuilles et oublier totalement le rôle de la rhizosphère qui **exsude** des produits de la photosynthèse à la disposition des micro-organismes.

Dans les manuels de 1987, 1993 le sol devient une entité qui mérite **une étude « en soi »**, car c'est un **milieu** ou **une niche écologique**. En introduisant **le mot milieu** on ne clarifie pas la signification car j'ai pu montrer que ce mot comprend lui-même au moins quatre sens différents, non cohérents, mais employés simultanément. DIA N°6

- le **milieu est une chose** physico-chimique : milieu aquatique, aérien, terrestre, etc. antérieur à la présence de vivants,
- le **milieu est référé aux vivants**. C'est la projection des besoins des vivants (niche écologique),
- le **milieu est une relation** dynamique et fonctionnelle donc continuellement changeante entre les populations animales, végétales et les paramètres physico-chimiques,
- les vivants organisent, créent, **recréent leur milieu**, tout autant qu'ils s'y adaptent.

En fonction de ces quatre sens on peut relever de nombreuses expressions ambiguës : action des vivants **sur** le sol, les vivants **du** sol, la biologie **du** sol, les vivants **dans** le sol, (comme on dit la Daphnie **dans** son milieu aquatique), **le sol proprement dit** c'est-à-dire la roche (1966 p. 123).

C'est enfin un **système avec des réseaux trophiques**. Pour certains auteurs c'est même un **écosystème**. Ainsi l'INRA étudie **le sol comme écosystème et comme ressource**. **Le mot écosystème est passé en premier**. Certains auteurs discutent ce mot écosystème car il n'y a pas, ou très peu de production primaire, à moins d'inclure les végétaux qui poussent dessus. On ne peut parler de sol sans l'existence de vivants, mais il semble que l'on puisse parler de

sol sans faune, en ne considérant que l'activité microbienne. Des expériences sont citées dans ce sens. (Nathan 1993, 217). C'est la position des premiers pédologues tel Demolon (1952).

Nous avons donc une **grande polysémie** : un **support**, une épaisseur **meuble** que l'on peut cultiver, labourer, planter, (terre arable ; araire), une **interface**, un **paramètre** (facteur) écologique conçu initialement comme abiotique, ou bien encore **un véritable milieu**, un véritable **système** sinon un **écosystème**.

Face à cette polysémie on peut se demander s'il faut un **concept unique univoque** ? Après tout le mot gène n'a pas de définition unique (La Recherche n°348) et il n'unifie pas une discipline scientifique nommée « génétique » (Michel Morange lors d'un colloque récent sur l'interdisciplinarité, se demandait si cette discipline existe !).

Le mot sol n'unifie pas non plus une science unique restrictive nommée agronomie, puis agrologie, puis pédologie. La science du sol telle qu'on la conçoit actuellement dépasse largement la pédologie telle qu'elle était conçue initialement même par Duchaufour (1965).

La tension entre le sol comme ressource et le sol comme écosystème demeure non seulement indépassable mais créatrice (heuristique). Elle oblige au dialogue entre ces deux points de vue économique et biologique. D'une part une pratique de plus en plus scientifique, d'autre part une science qui prend de plus en plus l'activité humaine productrice et ses conséquences néfastes. Il faut y ajouter maintenant le développement. Faut-il mettre l'écosystème en premier ?

Ce ne sont donc pas les mêmes constituants, ni les mêmes propriétés, ni les mêmes fonctions qui seront mises au premier plan ou au second plan sinon même scotomisées. De plus si le sol est cultivé il faudrait encore distinguer les pratiques empirique ou traditionnelle et les pratiques appuyées sur une ou plusieurs sciences. On peut enfin se demander ce que les cultures **hors sol** conservent du concept de sol ?

Les **angles d'analyse** vont privilégier les végétaux qui poussent dessus (historiquement la physiologie végétale précède), les climats, la roche d'origine (qui n'est pas toujours la roche mère située en dessous), les microbes, les pratiques culturelles et forestières, les risques de dégradations, de détérioration, le sol en tant que milieu.

Les manuels scolaires passent de l'un à l'autre sans prévenir du changement de point de vue et des **discordances** entre eux. Ces différences peuvent aller jusqu'à l'oubli, l'absence totale de l'un des points de vue.

1.3. Pour définir un mot il faut dissiper plusieurs illusions

- Celle du **mot créé de toutes pièces** : édaphique (du grec ancien édaphos), pas même inscrit dans le petit Larousse et reste cantonné comme « facteur » écologique abiotique. Création du mot pédologie.
- L'illusion de la **monosémie**. Illusion du langage bien fait depuis Leibniz ! Anne Marie Moulin peut au contraire montrer l'efficacité de la polysémie qu'elle nomme polyphonie dans ASTER n°10 1990 à propos du mot **récepteur**.

DIA N°7. Hommage à Anne Marie Moulin pour plusieurs raisons. Agrégé de philosophie 1967, médecin consultant en parasitologie, arabisant, thèse en histoire des sciences, militante du tiers monde, créatrice d'un centre de maladies parasitaires au Yémen, responsabilité à l'IRD du département santé. Et son livre sur l'histoire de l'immunologie s'intitule «le dernier langage de la médecine », dernier au sens de plus récent et non pas d'ultime.

*DIA N° 8. Je pense **qu'un parallèle intéressant** serait à faire entre le savoir pédologique et agronomique qui n'était pas enseigné à l'université au moment où je faisais mes études, (en dehors des microbes) et l'immunologie. Celle-ci commence comme une pratique empirique de vaccination, science médicale de maladies très répandues dans le tiers monde (bactéries, virus, champignons, protozoaires), qui devient progressivement la science **d'un système, l'un des grands systèmes biologiques** qui est en action permanente, et non pas seulement occasionnellement qui implique comme tous les systèmes, transfert d'information et mécanismes de régulation. Le parallèle concerne les modalités de son introduction dans l'enseignement des lycées et collèges sous forme de principes de vaccination, puis d'un système, puis d'une distinction journalistique du Soi et du non Soi, puis d'une entrée par le SIDA qui fait intervenir les mécanismes d'apoptose. Il serait intéressant de décrire comment ces deux questions sont venues à constituer un élément d'une culture biologique et non pas seulement d'un savoir technique et pratique d'ingénieur ou de médecin. Pédologie et immunologie sont deux sciences « **en attente** » selon le concept introduit par G. Canguilhem, c'est à dire **contenues dans la microbiologie**.*

1.4. Deux mécanismes décrits par Freud : la condensation, le déplacement

DAI N° 9. Deux racines grecques voisines utilisées comme préfixe ou suffixe : pedon (sol) qui donne pédologie (en supprimant le n) et ped (avec o ou a, mais aussi un e ou un i, dérive de paidos enfant ou paideia éducation). L'homophonie nous invite à **éviter pédologie**, car il est trop proche de pédophilie, de pédopsychiatre (pédo), de pédagogie (péda), pédérastie (pédé), de pédiatrie (pédi). Avec le préfixe latin pédis on passe à pédicure qui correspond au podos grec que l'on trouve dans podologie. La pédérastie est l'attirance sexuelle d'un homme adulte pour les garçons. Elle en est venue à désigner **abusivement** l'homosexualité masculine (condensé en pédé) le but étant d'atténuer le caractère criminel de la pédophilie, comme disait encore récemment un cardinal de la curie romaine, mais aussi, à l'inverse, de dévaloriser l'homosexualité ! Que de glissements, de déplacements possibles. Que de condensation entre pédophilie et homosexualité. Quand on a les pieds dans la terre-glaise on s'en sort difficilement !

1.5. Tendence naturaliste à définir les mots comme la caractérisation d'un **objet observable**, et non pas comme **fonction**, ou comme **rapport entre deux éléments**. Ce rapport peut d'ailleurs être pensé à partir de l'un des termes ou de l'autre.

DIA N° 10. On parle souvent de **niche écologique** à propos du sol. On en trouve plusieurs fois la définition dans les manuels scolaires depuis 1966 ! C'est un objet très chargé affectivement ! On parle de niches fiscales. Une anecdote lors de l'agrégation de 1966 à propos de ce concept métaphorique trompeur. Si l'on part du milieu physique est-ce un ensemble de facteurs qui préexistent et qui commandent et conditionnent l'existence des vivants, une **sélection** de facteurs dans un ensemble, ou bien et partant du vivant est-ce **la projection des besoins** des vivants dans leur environnement.

Ce n'est pas suffisant car, comme je vais l'expliquer sur le cas de vers de terre, « **le vivant crée, ou construit son milieu** », donc cet ensemble de facteurs n'est pas fixe et constant au cours du temps. Cette dernière expression justifie que je m'intéresse maintenant aux vers de terre.

Soyons juste. **L'action réciproque** est souvent notée. Si l'on dit que les vivants qui poussent **sur** le sol sont commandés par le sol, réciproquement on admet qu'ils modifient le sol (Le cas des résineux est souvent cité). Mais qu'en est-il des vivants **dans** le sol ? Leur existence est commandée par le sol. Mais en retour agissent-ils dessus et dans quelle mesure ?

2. Les vers de terre

Commencer par les vivants et non par la « fraction minérale ». Par les vers de terre et non pas par les microbes qui tiennent le devant de la scène depuis les travaux de Pasteur et de l'école pastoriennne.

2.1. Darwin et ses nombreuses publications entre 1837 et 1881.

DIA N° 11. La grande « **révolution** » darwinienne consistant à faire appel à la sélection des petites variations, est connue. Celle-ci, qui pas certains côtés est de nature identique, car elle consiste à porter de l'intérêt à de petites choses, est

Une « Révolution inaperçue », une « subversion infinitésimale ».

J'emprunte l'expression à Yves Schwartz.

Qui cite Darwin dans les manuels ? Un petit calcul de Darwin est cité dans le livre de Marcel Sire sur « l'élevage des petits animaux ».

DIA N° 12. Autres exemples de révolutions inaperçues : les hormones en 1884 avec Moritz Schiff : **déplacement** de la glande thyroïde et non pas ablation.

2.2. Oubli partiel ou total des vers de terre

DAI N° 13. Du côté de l'agronomie l'ouvrage du pédologue **Demolon** (1947, 5^{ème} éd 1952), qui se nomme « dynamique du sol » et s'inscrit dans la perspective de la définition « de principes d'agronomie ». Ce livre fait une grande place à la chimie et à la microbiologie des sols (Institut Pasteur, livre de Pochon et Barjac Traité de microbiologie des sols 1958).

Dans le Ph. Duchaufour (1965) dix ans plus tard, il y a quelques lignes sur les vers.

Dans le Dominique Soltner (1979) dix ans plus tard, les vers ont plusieurs rôles dans la fragmentation, le mélange, la migration verticale.

Dans le Hatier 1993 le cas des vers de terre est rejeté à la fin du chapitre.

Du côté de la biologie le livre dirigé par Jean Rostand intitulé « Biologie » Pléiade (1965) ne contient pas d'enseignement de pédologie, et les vers n'apparaissent qu'à cause de leur structure en anneaux (Annélides), et leur propriété fascinante de régénération.

2.3. Principaux obstacles au fait de parler des vers de terre. Et d'abord : **Qu'est-ce qu'un obstacle ?** :

DIA N° 14.

- monde **invisible**,
- monde détruit en surface par les brûlis (faune épigée), et les labourages plus ou moins profonds,

- DIA N° 16 animaux insignifiants, trop simples, mais aussi **répugnance** (le groupe des « vers » au sens large et courant du mot comprend les Ténias, Ascaris), et odeur fétide, mais à l'inverse **fascination** pour la régénération quand on les coupe,
- mis de côté par le **réductionnisme chimique** (amendement, engrais, pesticides, domination de la **chimie NPK** manifestée à la limite par les cultures hors sol. Il faudrait citer ici les travaux de Liebig, De Saussure, Boussingault, Sachs, etc. (Dagognet dans les révolutions vertes)
- domination de la **microbiologie** pastorienne.
- DIA N° 15. absence de **dénombrement**, donc de calcul de biomasse (Publications de Maxime Lamotte et François Bourlière), et **réticence à faire des mathématiques**.

Je pense qu'il y a ici beaucoup plus. Une résistance **à toute mathématisation, à toute formalisation, à toute modélisation, à toute biologie théorique**.

DIA N° 17. **Réhabiliter les vers de terre** : Initialement la remise au premier plan des vers de terre provient du Muséum. Plus de 16 articles de **Marcel Bouché** depuis 1971 jusqu'en 2003, l'article de *La Recherche* de 1984 est cité dans deux manuels scolaires.

Mais surtout **Roger Dajoz** dès 1966 dans la revue *Sciences Progrès La nature* (que j'ai eu comme assistant à l'université de Paris et qui publie encore en 2003). Et ceux du laboratoire de C. Delamarre Deboutville au Muséum qui a organisé de nombreux stages de formation continuée pour les enseignants des lycées.

Citations de Dajoz : « *Le brassage des horizons du sol. Les vers de terre comptent parmi les plus importants « constructeurs » de sols. Ils mélangent intimement les éléments minéraux et les éléments organiques et ils les distribuent aux diverses profondeurs* ». « *La formation d'agrégats argilo-humiques stables. Les sols travaillés par les animaux sont plus stables que les sols sans faune. Ils résistent mieux à l'érosion. En effet les particules du sol lorsqu'elles traversent le tube digestif des animaux sont intimement mélangées à la matière végétales et forment des agrégats argilo-humiques stables. Ce sont les lombrics qui, dans ce domaine, jouent le rôle essentiel. Le mécanisme est encore mal connu. Il semble que les lombrics qui ont une très riche flore intestinale favorisent la synthèse bactérienne de composés voisins de l'humus qui sont ensuite mélangés à la fraction minérale du sol. Des sécrétions calcaires parfois abondantes provoquent la floculation des composés argilo-humiques (...)* »

Le vivant construit son milieu (Dajoz), le vivant crée son milieu (Canguilhem), et le modifie en permanence. Il ne le subit pas passivement.

Extension de cette idée formulée sous le vocable de « normativité » dès 1943, illustrée par Georges Canguilhem et illustrée par Yves Schwartz à propos du travail humain.

Objection : « c'est devenu évident ! Inutile de parler du passé dépassé. Je postule qu'il faut le faire car les obstacles sont récurrents, même si les raisons ne sont pas les mêmes.

3. Le complexe argilo-humique

On peut se référer à Dominique Soltner.

L'article d'Alain Monchamp est publié dans le livre régulation. Pourquoi dans ce livre ? Rumelhard Guy (1994) La régulation en biologie. Approche didactique : représentation, conceptualisation, modélisation. Paris : INRP p. 165-217 ; 219-238

DIA N° 17. Pour décrire la biologie du sol je me réfère aux **sept concepts cruciaux** décrits par François Jacob dans son livre « la logique du vivant » 1970 :

- Structure, fonction milieu, histoire au double sens de développement et d'évolution,
- système information et régulation.

Ce complexe présente certaines caractéristiques des mécanismes de régulation. Mettre en relations des éléments étrangers les uns aux autres en les reliant fortement. Mettre en réserve des éléments mais aussi les restituer en fonction des besoins sans modifier la composition de la solution un peu comme le milieu intérieur de Claude Bernard. Il joue un sorte de rôle tampon.

Première formulation par Demolon 1929, mais sans les vers de terre, seulement avec les bactéries. Sa formation dépend en partie des vers de terre, je viens de le rappeler !!

Principales caractéristiques du **complexe argilo-humique** :

3.1. **Fonction de structuration** (distinguer texture et structure !!)

- **résistance à la destruction** à l'affaissement, à la « battance »,
- porosité, perméabilité (concept de percolation)
- **résistance** à la dessiccation (perte par évaporation et gravité)
- filtre mécanique

3.2. **Fonctions** liées aux charges électriques (cours de physique chimie !!) :

- Complexe absorbant, mais il est aussi restituant. Des ions et particules chargées positivement constituent une réserve **résistant au lessivage vertical**. (Et pas seulement un retard). **Réserve mobilisable**. Mais il y a des limites comme pour tous les systèmes tampons.
- **humus synthèse de molécules** et pas seulement **décomposition**.
- propose à la plante une solution de concentration ionique relativement stable et physiologiquement acceptable par la plante, malgré une grande quantité d'ions stockés,
- joue le rôle de filtre électrique protecteur contre les polluants ionisés
- il **relie entre eux des éléments a priori** étrangers les uns aux autres et apporte une cohésion dans l'espace (définition d'une régulation)

3.3. Equilibre **dynamique, évolutif**, stable mais non pas fixe. **Il a une histoire au sens de genèse, et de turn over**

- nouvelles liaisons selon le bilan entrées / sorties, apport de matériaux supplémentaires

En fait on voit à l'œuvre les deux fonctions biologiques fondamentales étroitement intriquées : de création-construction et de destruction-dégradation.

En tant que biologiste on se doit de mettre au premier plan la première.

La fonction **essentielle du sol est de s'opposer au lessivage, à la dégradation, destruction**. Il met en réserve et remobilise. Il met en liaison des éléments étrangers les uns aux autres. L'une des fonctions est de s'opposer à l'entropie, au retour en arrière.

Autrefois Bichat (1802) avait bien dit de manière **très vitaliste** « **la vie** c'est l'ensemble des fonctions qui s'opposent à la mort ». Nous dirions actuellement **les vivants** (le vivant) s'opposent à l'entropie !

Dans un petit livre de 350 définitions biologiques signées de cinq professeurs de classe préparatoire du lycée Chaptal (Bournérias, Chanton, Blain, Duolé, Gourlaouen) ne parlent que de lessivage vertical par l'eau ce qui forme les horizons.

La normativité, inventivité, créativité. L'analyse d'Yves Schwartz à propos du travail ouvrier extrêmement contraint et qui peut cependant conserver une petite marge de créativité.

4. Les destructions irréversibles et le développement durable. Les ressources.

Les agriculteurs s'en préoccupent à la suite de catastrophes successives : déforestation, dust bowl. Les manuels scolaires en parlent.

Destruction durable : transformer les surfaces agricoles en surface bétonnées. On retrouve ici les deux significations du mot sol !

DIA N° 19. Consulter aussi les histoires de l'écologie qui parlent des sols (Acot, Deléage, Dajoz, etc.), les révolutions vertes (Dagognet), et le Ramade !

On peut ajouter quelques concepts supplémentaires, le sol étant à nouveau non plus considéré en lui-même mais **comme « ressource »** : Puits de carbone ; lutte contre l'effet de serre ; biodiversité intrinsèque ; dépollueurs ; terrain à bâtir ;

DIA N° 21. Consulter l'action souvent ancienne des grands organismes :

IRD Institut de recherche pour le développement ancien ORSTOM,

CIRAD, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, etc.

INRA Institut national de recherche agronomique,

CIAT,

ASIS,

CEMAGREF

En conclusion nous avons souligné plusieurs renversement paradoxaux, et plusieurs critiques de certains procédés de l'agriculture traditionnelle.

Dia N° 21. Plusieurs renversements paradoxaux
L'idéologie c'est le rapport renversé au réel (article RDST n°1 2010)
<ul style="list-style-type: none"> - Une révolution inaperçue : remettre les vers de terre au premier plan - Les vivants s'opposent, résistent à la dégradation, luttent contre l'entropie, - Les vivants réalisent des synthèses et pas seulement des décompositions utiles qui ne sont pas négativement des dégradations. - Les mises en réserve ne sont pas un simple retard à la décomposition ou au lessivage, - le vivant ne subit pas un milieu qui commande, il le crée, le construit. Créativité, inventivité, normativité, - Ecologie sans l'homme <i>versus</i> centrée sur l'homme et son développement. - Le sol traité comme ustensile pour la culture, <i>versus</i> l'homme au service du sol à préserver. Utilité de l'homme, utilité pour l'homme, - Complexification (complexe, synthèse) <i>versus</i> minéralisation, retour à l'état de composants élémentaires, - Nécessité des cycles et du recyclage

DIA N° 22. Cette biologie du sol pose des limites à l'agro-industrie :

- elle **pose des limites à l'exploitation** industrielle, sous contrainte de destructions irréversibles, au fur et à mesure du développement de la science du sol qui montre la complexité, l'action de facteurs limitant, la prise en compte de systèmes, de réseaux, donc de rétroactions positives et négatives, etc. L'agriculture devient l'**agrobiologie** et pas seulement l'agrochimie ou agro-biochimie, terme qui peut être plus approprié que pédologie.
- elle **dénonce des idéologies**,
- elle **réfuse tout retour en arrière**.