

Intégration de la prise en compte des thématiques environnementales dans l'agriculture

- I) L'origine de l'agriculture
- II) La biodiversité dans les cultures
- III) L'agriculture pour entretenir les milieux
- IV) Les sols face à l'agriculture

1

Qu'est ce que l'agriculture ?

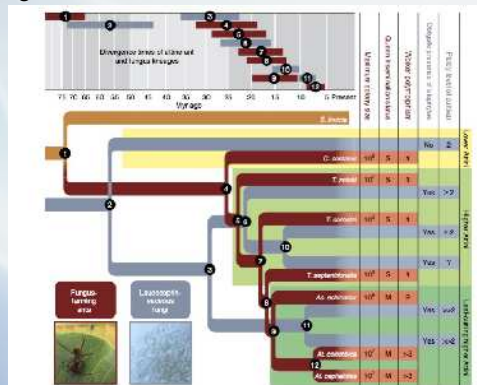
- Présence de deux entités distinctes:
 - Espèce cultivée, domestique ou exploitée
 - Espèce cultivatrice qui va fournir par son travail une transformation du milieu afin d'en accroître la capacité d'accueil.



Lasius niger et pucerons *Aphis* sp.

2

Origine de l'agriculture chez les fourmis: 60 millions d'années



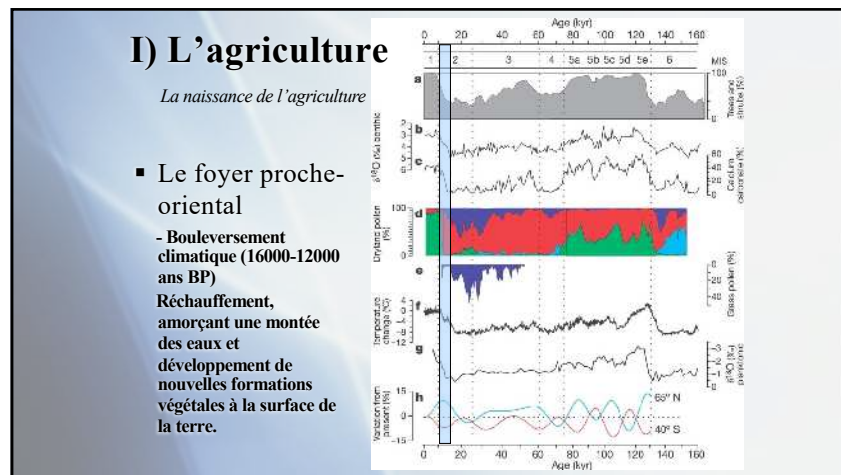
Nygaard S., Hu H., Li C., Schiott M., Chen Z., Yang Z., Xie Q., Ma C., Deng Y., Dikow R.B., Rabeling C., Nash D.R., Wcislo W.T., Brady S.G., Schultz T.R., Zhang G. and Boomsma J.J. (2016) Reciprocal genomic evolution in the ant-fungus agricultural symbiosis. *Nat Commun*, 7, 12233.

3

Relations fortes

- L'espèce domestique devient dépendante de celle qui la cultive.
- A travers l'agriculture, l'homme va augmenter la capacité d'accueil des espèces cultivées et augmenter la diversité des milieux utilisés par l'espèce domestique.
- Il augmentera ainsi sa capacité à vivre dans des milieux variés.

4



5

Céréales sauvages

Appellations: Amidonnier, emmer (en et fr)
 Nom scientifique: *Triticum turgidum* L. subsp. *dicoccum*

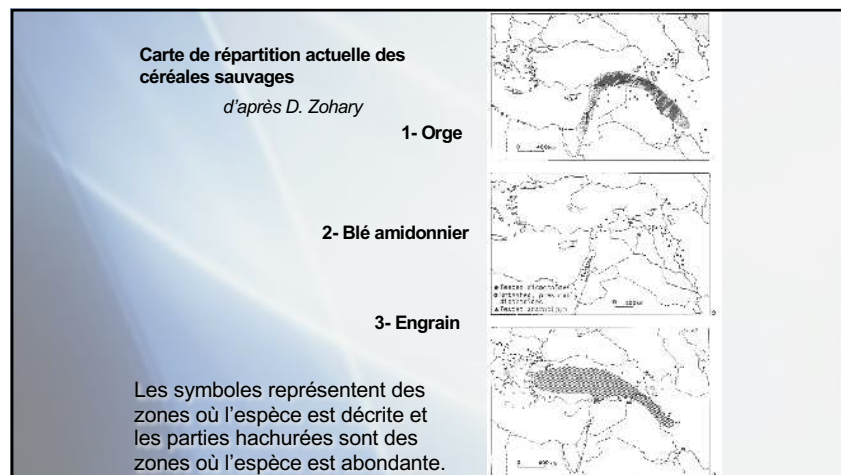
Type: 2n = 28, génome AABB, Blé tétraploïde
 Il a connu une large diffusion, y compris en Égypte, où il a longtemps été le seul blé cultivé. C'est une ancienne variété de blé, étroitement apparentée à l'épeautre et à l'engrain, résistante aux maladies et n'ayant que peu d'exigences quant à la teneur du sol en substances nutritives.

Poteries avec des grains de blé amidonnier - Deir el-Medineh, Egypte Nouvel Empire

L'orge est un genre de plantes annuelles de la famille des Poacées (graminées), auquel appartient notamment l'orge commune, largement cultivée comme céréale pour l'alimentation animale et humaine et pour la brasserie.

L'engrain est une plante de la famille des Poacées (graminées), qui était autrefois cultivée comme céréale. Appartenant au genre *Triticum*, c'est l'un des ancêtres du blé moderne.
 Nom scientifique : *Triticum monococcum* L., famille des Poacées, Nom commun : engrain, petit épeautre.

6



7

I) L'agriculture

- La sédentarisation

Les Natoufiens sont les ancêtres de tous les peuples asiatiques qui se sont répandus au néolithique. C'est une culture préagricole.
 14500-12000 ans BP

Premiers villages constitués de quelques maisons.
 Preuves de sédentarisation avec sépultures abondantes, robustesse des habitations

Cependant des groupes nomades existent toujours chez les Natoufiens.

8

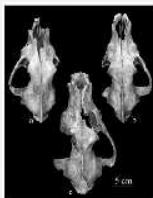
I) L'agriculture

▪ La sédentarisation

Les Natoufiens sont des cueilleurs de céréales lorsque ces espèces poussent près des villages. Présence de fosses enterrées pour stocker les céréales.

Domestication du chien (des chiens sont enterrés avec leur maître).

Mais le régime alimentaire est dominé par d'autres espèces végétales et des espèces animales issues de la chasse



9

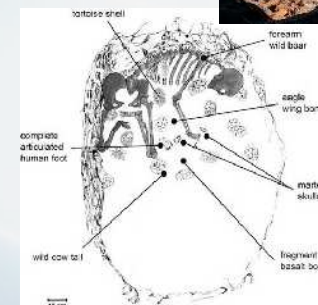
I) L'agriculture

▪ Le chamanisme

En novembre 2008, une tombe très particulière issue de la culture natoufienne a été découverte.

Il s'agit de la tombe d'une femme de 45 ans présentant une anomalie de la colonne vertébrale dans laquelle des offrandes ont été trouvées: aile d'aigle, 50 carapaces de tortues, pied humain.

On pense qu'il s'agit de la tombe d'une chamane.



Grosman, L., N. D. Munro, and A. Belfer-Cohen. 2008. A 12,000-year-old Shaman burial from the southern Levant (Israel). *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105:17665-17669.



10

I) L'agriculture

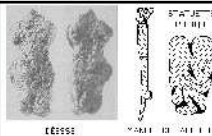
▪ La naissance de l'agriculture

- Les Khiamiens et la « révolution des symboles » (12 000-11 500 ans BP) – Transition entre le paléolithique et le néolithique

Apparition des maisons rondes qui ne sont plus enterrées – donc fabrication de ciment - et de nouveaux outils.

Apparition dans l'art de la femme qui remplace l'art zoomorphe majoritaire des Natoufiens. L'auroch reste cependant très présent.

Ces deux entités vont être retrouvées dans tout le néolithique.



11

I) L'agriculture

La naissance de l'agriculture

- Les Khiamiens et la « révolution des symboles » (12 000-11 500 ans BP)

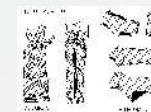
L'historien et archéologue Jacques Cauvin constate l'apparition au cours du Khiamien de figurines féminines et de crânes d'aurochs enfouis dans les maisons de Mureybet. Il émet l'hypothèse de l'émergence d'un culte de la Femme et du Taureau.

Le taureau n'est pas un gibier à l'époque ni un animal élevé. L'agriculture n'étant pas encore pratiquée chez les Khiamiens, les femmes représentées par ces figurines ne peuvent pas être des divinités agraires.

Controversé: Alain Testart remarque que le taureau se trouve toujours en position dominée et n'évoque en rien l'idée d'un « dieu-taureau ».



Statuette de femme du paléolithique supérieur (45 000 et 12 000 ans BP)



12

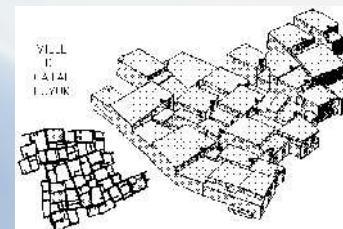
I) L'agriculture

- La naissance de l'agriculture
 - Les premiers signes d'une économie agricole
 - Les descendants des Khiamiens sont partagés en trois fractions, les Sultaniens, les Aswadiens et les Mureybétiens.
 - Ils fondent, entre 9000 et 10000 ans BP, la première économie agricole.
 - C'est la révolution agricole néolithique.
 - On trouve alors des lames faucilles en silex, de la vannerie, des matériels à tranchets biface tournés vers la moisson des céréales.

13

I) L'agriculture

- La naissance de l'agriculture
 - Les premiers signes d'une économie agricole
 - Les villes deviennent de taille plus importante.



14

I) L'agriculture

- La naissance de l'agriculture
 - Les villages Sultaniens et Aswadiens se trouvent proches de l'aire de répartition des céréales sauvages.
 - Par contre, on voit apparaître d'un coup le pollen des céréales près des villages Mureybétiens alors qu'il en était absent pendant les périodes Natouffiennes et Khiamiennes: intervention humaine ?



Seigle



Plantin



Frêne

Le pollen est facilement utilisable pour identifier les espèces...

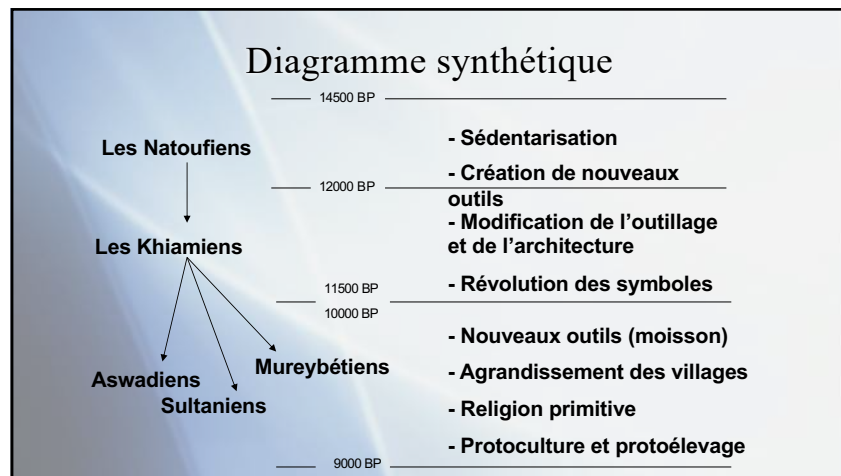
15

I) L'agriculture

- La naissance de l'agriculture
 - Apparition de nouvelles souches de céréales dont les graines ne tombent pas des épis après la germination.

Le syndrome de domestication: Les plantes cultivées présentent des caractères bien différents de celles qui vivent à l'état sauvage, et dont elles sont pourtant issues. C'est ce que l'on appelle le syndrome de domestication. Les céréales, par exemple, portent de gros épis, ainsi que des grains de taille importante, qui parviennent tous à maturité à peu près en même temps. Elles ont perdu leur capacité d'égrenage, les grains restant fixés sur l'épi et ne se dispersant pas. Après avoir été semés, ces derniers germent tous de façon synchrone, à la belle saison. On comprend bien que tous ces caractères représentent un intérêt pour l'agriculteur, alors qu'ils sont le plus souvent absents chez les plantes sauvages.

16



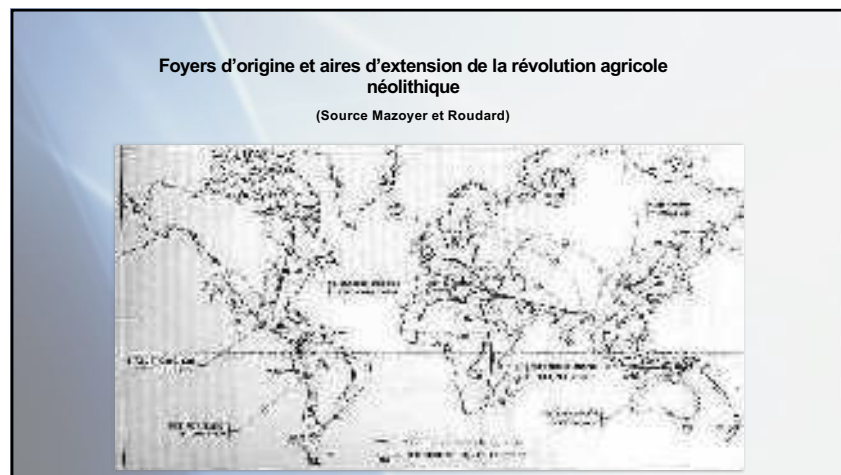
17

I) L'agriculture

- La naissance de l'agriculture
- L'extension de l'agriculture

- Les foyers d'origine de l'agriculture néolithique
- Les aires d'extension

18




19

Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique


Foyer proche oriental
10000 à 9000 bp vers la Syrie et la Palestine

La transition entre prédation et agriculture a pris 1000 ans.

Orge, engrain, vesce, chèvre, mouton





La vesce (papilionacée): Deux utilisations sont connues : fourrage (soit fauchage ou pâturage) ou utilisation des grains comme source très intéressante de protéines. Le plus souvent valorisée en "plante entière", la vesce est utilisée comme une excellente plante fourragère dans les pays méditerranéens.



20

Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique



Foyer néo-guinéen

10000 bp au niveau de la Papouasie Nouvelle Guinée
 Plante: Taro

Le Taro est cultivé pour ses tubercules qui s'utilisent de la même façon que la pomme de terre. On les consomme cuits, bouillis ou frites.
 D'abord culture dispersée en forêt, puis vers 7000 bp regroupée.

21

Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique

Foyer Chinois

8500 bp dans le Hénan sur des terrasses de loess faiblement arrosées.



Ramie

Millet, quelques légumes et le ramie pour le tissage.

7000 bp, à l'est apparaît le complexe culturel chinois, le riz et le soja.

22

Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique





Foyer Centre Américain

9000 à 4000 bp au sud du Mexique
 Plante: piment et avocat


Puis se diversifie:
 Courgette, courges, citrouilles, maïs

Vers 5000 bp, le haricot est cultivé puis le coton, plante textile.
 Vers 2000 bp, l'élevage se développe.



23

Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique




Foyer sud américain

6000 ans bp dans les Andes péruviennes et équatoriales.
 Haricot de Lima, pomme de terre, quinoa, cobaye et alpaga (camélicé dont la laine est utilisée)

Vers 4000 bp, le maïs est introduit.

Le cobaye est encore cuisiné au Pérou



24

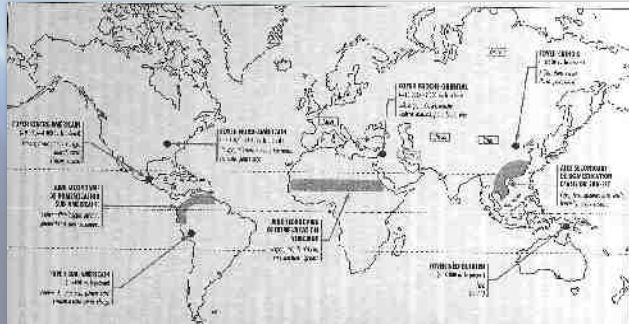
Foyers d'origine et aires d'extension de la révolution agricole néolithique




Foyer nord américain
 4000 à 3000 bp, les ethnies entre les Appalaches et la grande prairie continentale cultivent: Le sureau des marais, la courge, le tournesol.
 Ces cultures jouent un simple rôle d'appoint.
 La sédentarisation dans cette région est très tardive, entre -250 et 250.

25

Aires secondaires d'extension
 (Source Mazoyer et Roudard)



26

II) Biodiversité et agriculture

- Effets de la biodiversité sur les cultures
- Impacts de l'agriculture sur la biodiversité

27

II) Biodiversité et agriculture


- Effets de la biodiversité sur les cultures
- Impacts de l'agriculture sur la biodiversité

28

Effets de la biodiversité sur les cultures

Effets négatifs :

- ravageurs
- adventices
- compétition
- prédation



29

Exemple d'impact de la biodiversité sur l'élevage

Présence du loup en France

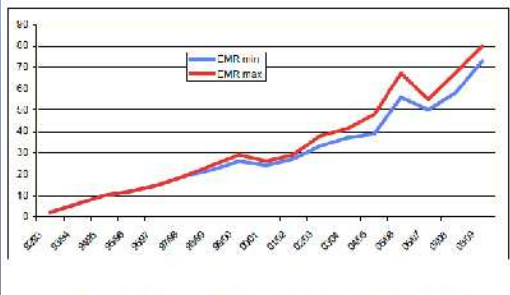




30

Le retour du loup

Extermination en 1680 en Grande-Bretagne et 1937 en France.






Figure 2. Evolution de l'élevage au CMR, nombre minimum de loups installés en les ZPP en période hivernale

Zpp= zone de présence permanente

31

L'impact du loup... et des autres

La Société de protection des animaux parle de 100 000 à 150 000 chiens abandonnés chaque année sur le territoire français (métropole et outre-mer). Tout aussi difficile est l'évaluation des pertes qui varie considérablement en fonction des sources : de « plusieurs dizaines de milliers de victimes chaque année », à 250 000 (soit 2,5 % du troupeau national estimé à dix millions), voire 700 000 bêtes (soit 7 à 8 %, sans toutefois préciser les espèces concernées). Si les estimations varient, en revanche, tous les auteurs s'accordent à attribuer aux chiens errants une prédation bien plus importante que celle des loups : en six mois, on compte au Mercantour 60 attaques de chiens contre 33 de loups.

Bobbé, S., 1999. Entre domestique et sauvage : le cas du chien errant. Une liminalité bien dérangeante. Ruralia 05.

32

Effets de la biodiversité sur les cultures

Effets positifs :

- diversité génétique et productivité
- préservation de la fonction des écosystèmes
- les haies
- cultures associées



33

Agroforesterie

Système d'utilisation des terres où les composantes ligneuses sont en interaction écologique ou économique, et sont associées à l'agriculture et/ou à l'élevage, sur la même parcelle, simultanément ou en séquence temporelle, de telle façon que l'agroécosystème tende à imiter l'écosystème local.



Les avantages :

- sur le plan agricole
- sur le plan forestier
- sur le plan environnemental



34

II) Biodiversité et agriculture

- Effets de la biodiversité sur les cultures
- Impacts de l'agriculture sur la biodiversité

35

Impacts de l'agriculture sur la biodiversité

Perte de biodiversité :

- remembrement
- uniformisation des cultures
- disparition des espèces locales
- pesticides



36

Le bocage

Bocage
normand vers
1945



Le bocage est une grille de champs délimités par des talus construits manuellement par les paysans au fil des siècles. De loin, ces talus ressemblent à une forêt, de près on constate que ce sont des champs ingénieusement entourés, protégés par des talus sur lesquels pousse une végétation diverse. Le bocage délimite les champs, et ainsi est très adapté à l'élevage et à une agriculture peu mécanisée.

37

Les talus

Les talus qui constituent le bocage sont en fait des amas complexes de terre et de pierre, couronnés par des rangées d'arbres et de buissons. A la base se trouve un fossé, qui aide à irriguer naturellement les champs et à arrêter l'érosion des sols et la perte de l'humus.

Ces talus forment des digues qui protègent de la rapidité et de la violence des inondations. Les talus ont donc une utilité d'enclos, protégeant les champs et les animaux de la chaleur, du froid et des vents. Ils favorisent l'évapotranspiration. Ils donnent aussi une source continue de bois. Les talus sont l'habitat idéal pour un grand nombre d'animaux, insectes et plantes.



38

Remembrement

Sur les 2 millions de kilomètres de talus que comptait le bocage, 1,3 millions (soit 65%) de kilomètres ont été détruits, dont une partie à cause de la loi sur le remembrement.



Néobocage monospécifique au Portugal



39

Impacts de l'agriculture sur la biodiversité

Aspects bénéfiques :

- maintien de la biodiversité
- incitation à la conservation de la biodiversité



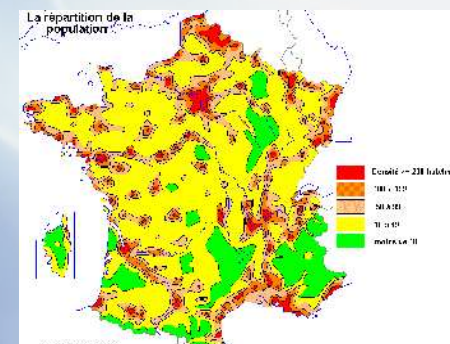
40

III) L'entretien des milieux

41

Agriculture et entretien des milieux

L'agriculture comme moyen d'aménager le territoire



42

L'entretien des milieux pour maintenir la biodiversité



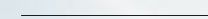
Ubi pecor, ubi vultures
Là où il y a du bétail, il y a des vautours

Adage Romain

43



Abandon des pratiques d'élevage en montagne



Fermeture des milieux

Constat écologique

Abandon des pratiques traditionnelles d'élevage en montagne

- ⇒ colonisation des milieux ouverts par une flore opportuniste et adaptée
- ⇒ homogénéisation des milieux
- ⇒ fermeture des milieux prairiaux
- ⇒ inaccessibilité pour les vautours ET modifications des chaînes alimentaires par disparition des espèces animales typiques (lapins, oiseaux, etc.)

44

Fonction du troupeau ⇒ le pâturage

- restaurer des milieux abandonnés
- limiter les boisements et la colonisation par les plantes envahissantes
- maintenir une végétation herbacée diversifiée
- sauvegarder des espèces locales, rustiques devenues rares

⇒ donc à diminuer les coûts et les temps d'entretien mécanique.

Hétérogénéiser le milieu naturels
+
Accroître la biodiversité (végétale et animale)

Extensif & Adaptatif

Extensif = la charge de pâturage est faible ce qui respecte l'équilibre écologique des milieux naturels. Adaptatif = Choix des espèces



45


ADAPTATIF



Conditions de basse et moyenne montagne


- T ° C moyennes relativement basses
- Pluviométrie élevée et variable au cours des mois


1. Importance du CHOIX des races




Ferrandaise


Salers

46

IV) Les sols

- La fonction des sols
- La matière organique dans les sols
- L'azote dans les sols

47


IV) Les sols

- La fonction des sols
- La matière organique dans les sols
- L'azote dans les sols

48

Agriculture et modification des sols

Les activités des organismes du sol interagissent de façon complexe. Certains se nourrissent des plantes et des animaux (des herbivores et des prédateurs), d'autres sur des débris de plantes mortes (détritviores), sur des moisissures ou sur des bactéries et d'autres parasitant des hôtes.



The diagram shows a cross-section of soil layers: **Vegetation** (top), **Humus** (middle), and **Soil** (bottom). Below it, a process labeled **La décomposition des feuilles** shows several leaves at different stages of decay, with a scale bar indicating 1 cm.


49

Fonctions essentielles des sols

Fonction essentielle	Service effectué par	Indicateurs
Maintien de la structure du sol en relation avec les fonctions hydrologiques	Invertébrés bioturbateurs, racines, mycorhizes	Porosité, agrégation, infiltration, structures biogéniques
Echange de gaz et séquestration du carbone	Principalement des microorganismes et des racines de plantes. C protégé dans des agrégats biogéniques	Matière organique du sol, flux de gaz et de C
Détoxification du sol	Principalement des microorganismes	Polluants
Cycle des nutriments	Principalement des microorganismes et des racines de plantes. Quelques organismes mangeurs de litière	Charge en nutriments, contenu en humus, Rhizobium
Décomposition de la matière organique	Invertébrés détritviores, champignons, bactéries	Contenu en humus, litière
Suppression de parasites et pathogènes	Plantes, mycorhizes et autres champignons, nématodes, bactéries et beaucoup d'autres microorganismes. Collemboles, vers de terre, et d'autres prédateurs	Pathogénéicité
Source de nourriture et de médicaments	Racines, insectes variés (criquets, larves, fourmis, termites), vers de terre, microorganismes et leurs produits	Macrofaune, diversité des organismes
Relations symbiotiques et asymbiotiques avec les racines des plantes	Rhizobium, mycorhizes, diverses bacteries, fourmis	Nodosités, champignons filamenteux
Modulation de la croissance des plantes	Racines, symbioses, parasitismes, prédation	Densité, système racinaire, santé de la plante


50

L'origine du travail sur les sols



DARWIN, C.R., 1882 – (Traduction française de Darwin, 1881). Rôle des vers de terre dans la formation de la terre végétale. Ed. Reinwald, Paris, 1 – 257.

En 1881, Darwin (1809-1882) édite son dernier livre scientifique qui est intitulé «The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits». C'est le résultat de 44 années d'observations très fines et de mesures minutieuses. L'ouvrage peut être considéré comme un succès exceptionnel d'édition scientifique avec 3500 exemplaires vendus immédiatement, et 8500 en moins de trois ans soit, à l'époque, plus que la vente de «L'origine des espèces».



51

Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Les racines

Aggregation, porosity, water and nutrient cycles, plant production, soil organic matter availability, soil biological activity





52


Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Les ingénieurs de l'écosystème







Bioturbation producing biogenic structures (regulating soil physical properties and processes), affecting soil organic matter dynamics, nutrient cycling, soil biological activity

53

Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Transformateurs de litière

Acariens





Collemboles

Nutrient mineralization, organic matter protection and decomposition (some bioturbation)

54

Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Phytophages et parasites des plantes

Courtilière



Some bioturbation

Taupe




55

Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Phytophages et parasites des plantes

Nématodes



Nutrient mineralization

56

Agriculture et modification des sols

Ainsi les systèmes biotiques du sol sont extrêmement complexes et l'évaluation de santé de sol et la fonction d'écosystème par la mesure directe de biodiversité complète est quasiment impossible. Dans une tentative de réduire la complexité d'étude du sol à des niveaux gérables, on a proposé de travailler en terme de groupes fonctionnels.

Microflore

Nodules symbiotiques



Bactéries du sol



Aggregation, decomposition rates, biodegradation of toxic materials, nutrient cycles and availability, biocontrol

57

Physical problems	Chemical problems	Biological problems
<ul style="list-style-type: none"> • Compaction • Low moisture content • Poor drainage • Frostion • Loss of silt or clay 	<ul style="list-style-type: none"> • Nutrient depletion • Excessive acidity or alkalinity • Low phosphate levels • Heavy metal contamination • High salinity • Pesticide contamination 	<ul style="list-style-type: none"> • Low biodiversity • Low microbiological activity • Low humus content • High pest or pathogen levels • Lack of natural enemies • Low organic matter
Possible soil biological solutions <ul style="list-style-type: none"> • aggregation, porosity, regulation of soil hydrological processes – these are improved by bioturbation, organisms, plant root, fungal hyphae, microbial secretions • bioremediation • nutrient cycling, decomposition of organic matter, nutrient mineralization, nitrogen fixation • crop diversity over space and time (intercropping, diverse rooting depths, rotations) • phosphorus solubilizing bacteria and plant nutrition and plant growth promotors • Suppression of pests, parasites and diseases 		

58

IV) Les sols

- La fonction des sols
- La matière organique dans les sols
- L'azote dans les sols

59

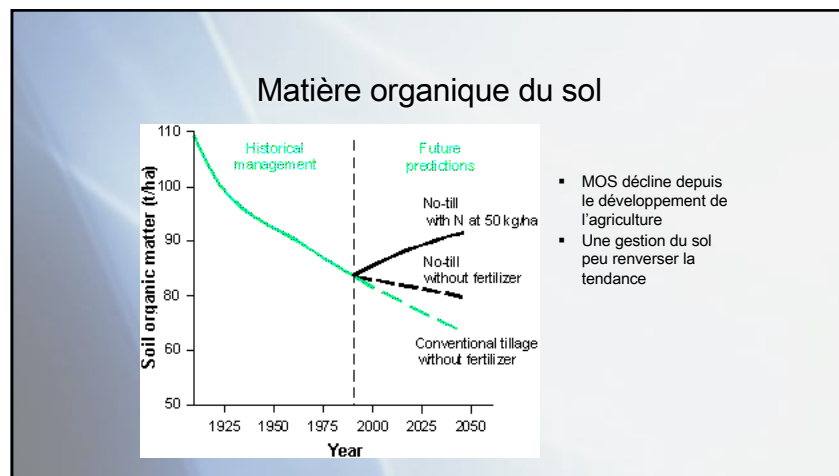
Teneur en matière organique des sols

- La baisse en MO et en biodiversité des sols a souvent suivi le défrichement des forêts et le développement d'une agriculture intensive (avec une émission élevée de CO₂)



Culture sur brulis au Burkina Faso

60



61

Dynamique du C et labour

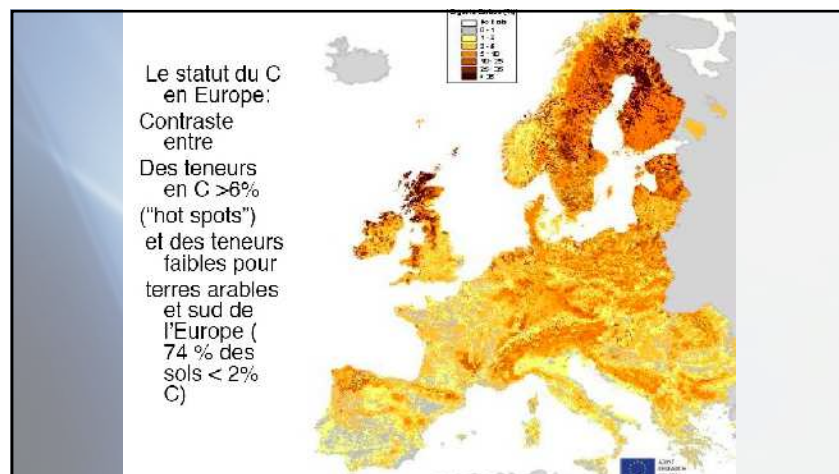
- Dans les paysages vallonnés ou drainés, la couche de terre arable riche en carbone organique est perdue suite aux labourages et le sous-sol riche en carbonate est exposé.
- L'acidification de matériel du sous-sol riche en carbonate augmente les émissions de CO_2 de sources carboniques inorganiques dans ce paysage

Calcaire

CO_2

Un type particulier de sol: le sous-sol est riche en carbonate (l'acidification du sol)

62



63

Gestion des sols et richesse en Carbone

- Préserver les sols riches en C: tourbières, sols organiques, prairies, forêts, sols des zones d'altitude ou du nord de l'Europe (enjeu changement climatique fort)
- Des sols arables souvent pauvres en C à mieux gérer
 - bon usage de la jachère (végétation permanente)
 - création de bandes enherbées (rivières et champs)
 - Usage généralisé des cultures intermédiaires de couverture
 - généraliser la couverture du sol et bien gérer les résidus de culture
 - culture sans labour
 - Agriculture biologique/agriculture intégrée
- Des pratiques écologiques (MOS + biodiversité) pour la forêt

64


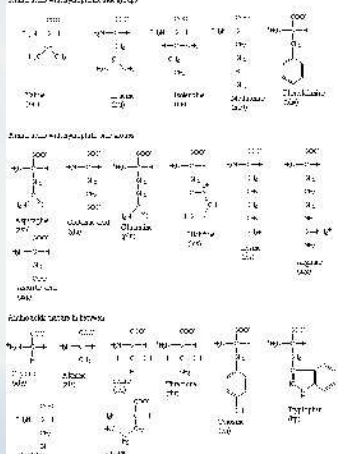
IV) Les sols

- La fonction des sols
- La matière organique dans les sols
- L'azote dans les sols

65

L'azote chez les plantes

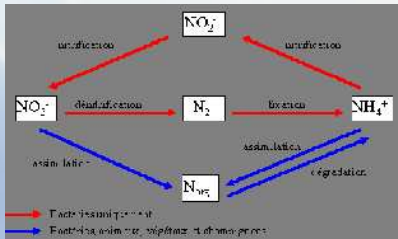
Les acides aminés

66

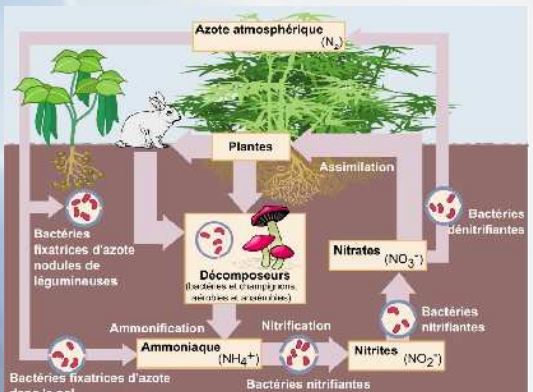
Formes de l'azote

- Gaz diazote (N_2)
- Azote organique
- Ammonium (NH_4^+)
- Nitrite (NO_2^-)
- Nitrate (NO_3^-)
- Ammoniaque (NH_3)



67

Cycle de l'azote simplifié



68

Les nitrates

- On les trouve à l'état naturel dans certains légumes et dans le sol. Il y en a aussi dans les engrais commerciaux et les déjections animales.
- Les nitrates sont nécessaires à la croissance des végétaux mais leur présence excessive dans le sol peut contaminer les sources d'alimentation en eau et soulever des préoccupations pour la santé.

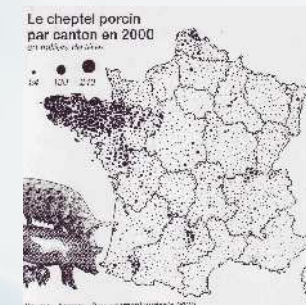
Epandage de lisier porcin



69

La filière porcine

- La filière porcine est très inégalement répartie en France.
- Elle culmine en Bretagne avec 14 millions de porcs produits par an.



Pour information, la Bretagne compte 3 millions d'habitants.

70

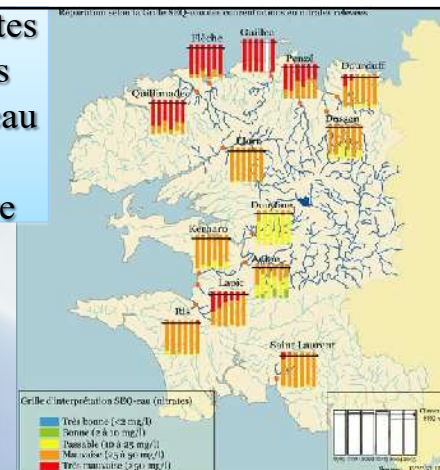
Les nitrates dans les sols

- Plusieurs processus peuvent favoriser la présence de nitrates dans le sol :
- la fixation de l'azote (N_2) par des bactéries (cycle de l'azote);
- la décomposition des matières organiques;
- l'épandage d'engrais commerciaux ou de déjections animales dans les champs;
- les fuites des champs d'épuration domestiques, des réseaux d'égouts municipaux, des structures de stockage des déjections animales et des installations de logement du bétail.

71

Les nitrates dans les cours d'eau du Finistère

Dans cette nomenclature, on retient le prélèvement de moins bonne qualité obtenu dans 10% au moins des prélèvements si plus de 10 prélèvements sont disponibles, sinon on prend le plus mauvais.



72

Nitrate et santé

- Le nitrate est converti en nitrite dans l'estomac, puis il est absorbé par la circulation sanguine. C'est là qu'il vient altérer la capacité des cellules rouges de transporter l'oxygène. Les symptômes du « syndrome du bébé bleu » sont notamment la cyanose (décoloration bleutée de la peau et de la bouche), la difficulté de respirer et la fatigue.



73

Les marées vertes



- Les marées vertes correspondent à une prolifération d'algues vertes appelées ulves. Les quantités observées peuvent être très importantes (plusieurs dizaines de centimètres accumulés sur l'estran et dans les premières vagues). Le phénomène de marée verte est saisonnier et se produit en période printanière et estivale.

74

Les zones touchées

- Les côtes d'Amor (Bretagne nord) sont les plus touchées mais le Finistère est aussi impacté.

75

L'ulve

- L'ulve, algue responsable des marées vertes, existe sous deux formes :
- Benthique: fixée aux fonds sous-marins
- Pélagique: en suspension dans l'eau, se déplaçant au gré des courants.
- C'est cette forme qui est responsable des marées vertes. L'ulve se développe en absorbant des matières minérales (phosphore, azote, ..), qu'elle transforme en matière organique grâce à la lumière. Elle trouve les conditions à son développement dans des zones de mauvaise dispersion de matières minérales avec une luminosité suffisante ainsi qu'une température relativement douce (température optimale de développement: 19° C).

76

Le cycle biologique

- **Son cycle de vie en fait l'arme parfaite de la marée verte:**
- L'algue disparaît en grande partie pendant l'hiver, seule une petite quantité subsistera et attendra des conditions clémentes pour se développer.
- Au printemps, avec l'augmentation des températures, de l'ensoleillement et les excédents de nutriments arrivant sur le littoral, les algues commencent à se reproduire. A partir de ce moment, en conditions favorables, la prolifération commence: chaque algue se déchire en morceaux (multiplication végétative), chaque morceau grossit et se divise à son tour ...
- Les algues sont alors toujours en mer et forment un massif cordon immergé proche du littoral, se déplaçant au gré des marées.
- A chaque marée une partie de ces algues se dépose sur la baie et sera poussée à la marée suivante, jusqu'à s'échouer sur le haut de la plage.

77

Les facteurs favorisant

- Pour qu'une marée verte puisse se produire, les facteurs suivants doivent être réunis:
- Présence de nutriments (azote et phosphore) en quantité suffisante. Dans le contexte breton, il s'avère que le facteur limitant de la prolifération algale est en fait l'azote, le phosphore étant présent en quantité suffisante dans les sédiments. L'azote qui permet le développement algal est apporté par les cours d'eau. Il est principalement d'origine agricole par l'intermédiaire des effluents (lisier et autres) et engrais minéraux épandus sur les bassins versants concernés.
- Température de l'eau et éclairage suffisants: les baies sableuses peu profondes sont ainsi des sites particulièrement favorables aux marées vertes
- Géographie propice au confinement de la biomasse formée et des nutriments: baies fermées ou confinement dynamique par la marée: Baie de Saint-Brieuc ou de Saint-Michel en Grève.

78

Conséquences

- Les nuisances sont tout d'abord d'ordre visuel et olfactif. Le public fuit les plages touchées par la marée verte. La putréfaction des tonnes d'ulves dégage de l'hydrogène sulfuré, non seulement nauséabond mais aussi néfaste pour les espèces vivantes du milieu et pour l'homme, ainsi que de l'ammoniac.

79

Seuil critique

- Dans certaines conditions, les émissions d'hydrogène sulfuré peuvent être proches des concentrations limites fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé, ce qui a conduit le Préfet des Côtes-d'Armor à inciter les Maires concernés à un ramassage plus fréquent et plus large des algues, ainsi qu'à la fourniture de protections adaptées aux travailleurs à leur contact, et en dernier recours, dans les sites où les algues ne pourraient pas être ramassées, à la réglementation de l'accès aux plages. En 2008, la mort de 2 chiens sur une plage envahie par les algues vertes et en 2009 d'un cheval, a relancé le débat de la nocivité des gaz émis lors de leur décomposition.

80

Effet pour la pêche

- Au fur et à mesure de l'aggravation de l'eutrophisation, les champs d'ulves se sont étendus jusqu'à 10 à 15 mètres de fond. Sur certaine zone, la pêche au filet y est rendue impossible. Les algues peuvent également se plaquer sur les coquillages en zone conchylicole, ce qui réduit le renouvellement de l'eau et les apports de nourriture au cheptel, et augmente la quantité de travail.

81

Conséquences juridiques

- Le 25 octobre 2007, le tribunal administratif de Rennes a reconnu que la carence de l'Etat dans la mise en oeuvre des réglementations européennes et nationales constituait une faute de nature à engager sa responsabilité et que cette faute était en relation directe avec la pollution nitrée des eaux à l'origine du phénomène des marées vertes dans les baies de Saint Brieuc et de Douarnenez. Le juge administratif a condamné l'Etat à verser à 3 associations un montant total d'indemnités de 5 002 euros (hors intérêt). Un appel a été interjeté contre cette décision auprès de la Cour Administrative d'appel de Nantes.

82

Conséquences juridiques

- Le juge administratif fait directement le lien entre la présence dans l'eau de nitrates à un taux supérieur aux normes et la prolifération des algues vertes dans les baies de Saint Brieuc et de Douarnenez. Il établit que ces nitrates proviennent essentiellement de l'épandage des lisiers issus des exploitations d'élevage. Il considère que la police des installations classées appartient aux services de l'Etat à qui il revient de s'assurer du respect des règles d'autorisation et de fonctionnement des installations.
- Il conclut enfin que la carence de l'Etat dans la mise en oeuvre des réglementations européennes et nationales a constitué une faute de nature à engager sa responsabilité et que cette faute était en relation directe avec la pollution nitrée des eaux à l'origine du phénomène des marées vertes dans les baies de Saint Brieuc et de Douarnenez.

83

Conséquences financières

- Le coût annuel résultant du ramassage et du traitement des algues vertes sur les plages avoisine les 500000 € pris en charge par les communes concernées et le Conseil général des Côtes d'Armor. Les élus déplorent l'absence de soutien financier direct de l'Etat pour assurer cette charge d'entretien des côtes souillées par les algues vertes.
- L'image des secteurs concernés et plus particulièrement des Côtes d'Armor est « dégradée » par ces marées vertes. Il est difficile d'en estimer le coût mais celui-ci est bien réel en terme de fréquentation touristique sur les zones d'Hillion ou de Saint Michel en Grève et plus largement du département.

84

Les bonnes pratiques

- La présence de nitrates dans le sol est essentielle à la production culturale mais une quantité excessive accroît le risque de contamination des eaux souterraines ou de surface.
- On peut réduire un tel risque par un épandage consciencieux d'engrais commerciaux et de déjections animales à des taux qui correspondent aux besoins des végétaux.
- Le stockage adéquat des engrais et des déjections animales est aussi une pratique obligatoire.



85

Conclusion



L'agriculture constitue et constituera de plus en plus une charnière entre l'homme et la biodiversité, de sa conduite dépendra la dégradation, le maintien, ou la restauration de l'écosystème qu'elle intègre.

86