

Chapitre BG-B Les sols

Les phrases du programme en vert et en italiques.

En violet : ciblage sur des révisions faites en parallèle du cours, le sol étant un chapitre qui va chercher souvent dans d'autres thématiques associées

I/ Le sol : une interface complexe entre la biosphère et la géosphère

Le sol constitue l'interface entre l'hydrosphère et l'atmosphère, d'une part, et la lithosphère d'autre part. Le sol est constitué des produits de l'altération de la roche mère ainsi que de l'évolution de la litière, incluant décomposition, minéralisation de la matière organique et humification.

1°/ Un exemple de sol sur le terrain (→ voir sortie Planoise, calcisol HP)

2°/ Le sol : un ensemble structuré : le cas d'un brunisol

Le sol se subdivise en horizons différenciés par leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

3°/ La fraction organique du sol

a/ les êtres vivants de la biocénose du sol

Le sol comporte des organismes variés. Leur grande biodiversité, macro- et microscopique, est aussi fonctionnelle : elle participe à la décomposition et la minéralisation de la matière organique ainsi qu'à l'altération de la roche mère.

α/ la diversité des êtres vivants du sol (→ voir TP)

β/ un réseau trophique complexe

γ/ des décomposeurs

δ/ des êtres vivants qui participent à l'altération de la roche-mère

b/ la matière organique en décomposition : l'humus

α/ les constituants de l'humus

β/ plusieurs types d'humus

3°/ La fraction minérale du sol

D'un point de vue granulométrique, le sol comporte des argiles (aux propriétés colloïdales), des limons et des sables.

a/ des constituants minéraux issus de la dégradation de la roche-mère

→ revoir le cours de sédimentologie et aller jeter un coup d'œil sur les compléments associés, notamment la classification des roches détritiques, le rappel sur l'altération : <https://lyceehugobesancon.org/prepaslvh/article/17894>

b/ la texture du sol et la taille des fragments minéraux

4°/ Les associations organo-minérales et la structure du sol

Le complexe d'échange, dont le complexe argilo-humique, est capable d'échanges de cations avec la solution du sol (capacité d'échange cationique, CEC).

a/ le complexe argilo-humique (→ voir aussi exercice de TP)

b/ les agrégats et la structure du sol

c/ structure du sol et porosité

La structure, la granulométrie et la vie du sol déterminent sa porosité, qui se subdivise en macro- et micro-porosité, selon la possibilité d'une rétention capillaire.

5°/ La phase fluide du sol

Outre la phase solide, un sol possède une phase liquide, qui alimente les êtres vivants du sol, et une phase gazeuse, issue de l'atmosphère et de l'activité des êtres vivants.

a/ la phase gazeuse du sol

b/ la phase liquide du sol : la solution du sol

La teneur en eau à saturation est la teneur en eau maximale du sol. La capacité au champ est la capacité de rétention au point de ressuyage. La réserve utile en eau d'un sol est la quantité d'eau que la plante peut utiliser (différence entre la teneur en eau à la capacité au champ et la teneur en eau au point de flétrissement permanent).

α/ de l'eau

β/ des ions dissous

→ revoir la notion de potentiel hydrique (approfondissement ici :

<https://lyceehugobesancon.org/prepaslvh/article/27266>) et le cours sur l'eau et la plante (avec complément de spé ici : <https://lyceehugobesancon.org/prepaslvh/article/25285>)

γ/ une solution tamponnée

II/ Le sol et les plantes

(une partie proposée sous forme de plan de colle ; pas explicitement dans le programme du chapitre sur le sol mais réalisée en anticipation du sujet de synthèse prévisible ; beaucoup de choses renvoient à des révisions de sup, non signalées une à une)

1°/ Le sol : une réserve nutritive pour les plantes

a/ la phase gazeuse du sol et la respiration des organes souterrains

b/ la phase liquide du sol et l'approvisionnement minéral de la plante (eau, ions minéraux, poil absorbant...)

c/ une ressource nutritive amplifiée par diverses RIS

(symbioses, un gros morceau : mycorhizes et apports d'eau et d'ions minéraux + nodosités et diazotrophie)

(mais aussi microorganismes décomposeurs-minéralisateurs dont les plantes profitent – on pourrait presque tenter « commensalisme », de même que de ceux qui attaquent la roche-mère et l'altèrent, tout ceci libérant de la matière minérale)

2°/ Les plantes et le développement des sols : des végétaux au cœur de l'équilibre altération/érosion

(voir III/ notamment)

- a/ les plantes et l'altération de la roche-mère (contribution à la fabrication de la phase minérale du sol)
- b/ les plantes et la fabrication de la phase organique du sol (apport en nécromasse, ses caractéristiques...)
- c/ les plantes et la protection du sol (couvert végétal qui protège des effets érosifs de la pluie, racines qui fixent et retiennent la terre)
- d/ une évolution en parallèle du climax forestier et du pédoclimax

3°/ Le sol : lieu de vie et de survie de la plante

- a/ le sol, lieu d'implantation par ancrage orienté (principe croissance racinaire + orientation par gravitropisme)
- b/ le sol : une pression de sélection pour les plantes (adaptation évolutive des espèces de plantes aux caractéristiques physico-chimiques du sol où elles vivent : épaisseur, teneur en eau, pH, teneur en ions – plantes calcicoles et calcifuges – etc.)
- c/ le sol et le contrôle des communautés végétales (voir III/ sur le rôle facilitateur et inhibiteur des microorganismes, effet JC...)
- d/ le sol et les formes de résistances souterraines des plantes (un lieu où passer la mauvaise saison sous une température plus douce, différentes formes de résistances, sexuées ou asexuées)
- e/ le sol, un lieu de reproduction pour les plantes (MV avec organes souterrains, de résistance en plus ou non)

III/ La dynamique des sols

Un sol se forme par effet conjoint de la végétation et de l'évolution de la roche mère. Les composants du sol se déplacent notamment par diffusion, gravité et par bioturbation. La pédogenèse résulte d'interactions croisées entre évolution du sol et succession végétale. Elle conduit à un état d'équilibre dynamique appelé pédoclimax (sol brun lessivé sous forêt caducifoliée dans les régions de France métropolitaine). Un sol se développe lorsque l'érosion est inférieure à la genèse par altération. Tous les sols sont naturellement soumis à l'érosion, d'intensité variable selon la topographie et le climat, mais la végétation peut limiter le phénomène. La dynamique globale d'un sol dépend aussi du climat.

- 1°/ De la roche-mère au sol brun, la pédogénèse
- 2°/ Du sol brun au sol brun lessivé et au pédoclimax
- 3°/ Les interactions sol-végétation-autres organismes lors de la pédogénèse

IV/ Les sols et les cycles de la matière

Le sol est un système ouvert réalisant des échanges avec l'atmosphère (exemple des gaz) et l'hydrosphère (exemple des nutriments).

- 1°/ Des réservoirs majeurs et des flux importants autour du sol
- 2°/ Un lieu de recyclage de la MO et de consommation de la matière minérale
- 3°/ Un lieu de couplage entre cycle, le rapport C/N

V/ Les enjeux de la gestion des sols

Les sols sont pourvoyeurs de services écosystémiques, parmi lesquels des services d'approvisionnement (fertilité et support de la production alimentaire) et de régulation liée au climat (stockage de carbone).

Les pratiques agricoles ont un impact sur les sols et sur les services écosystémiques qu'ils délivrent. Par ailleurs, d'autres activités humaines conduisent à l'artificialisation des sols et à la perte des services écosystémiques rendus par les sols.

- 1°/ Les sols, pourvoyeurs de services écosystémiques
 - a/ Service de support et d'approvisionnement
 - α/ la ressource sol
 - β/ une ressource limitée
 - b/ Service de régulation : exemple du stockage du carbone
 - α/ le carbone dans le sol
 - β/ Les phénomènes pouvant modifier le stock de carbone des sols
- 2°/ L'impact des activités humaines sur les sols
 - a/ Pratiques agricoles et sols
 - α/ Mise en évidence de quelques conséquences d'une activité agricole intensive sur les sols
 - β/ Le cas particulier du labour
 - b/ Le cas particulier de l'artificialisation des sols

✓ Le TP : un TP ou deux, avec une sortie sur le terrain pour carotter des sols au pied de la colline de Planoise

✓ Connaissances exigibles de type schémas et graphiques avec bien sûr les notions associées

❖ L'essentiel « je vais le réciter très souvent »

C'est finalement un chapitre où tout se ramène plutôt à un schéma majeur, qui peut être le fichage du cours, constitué de la coupe de sol entourée des zooms qui détaillent certains points + les schémas majeurs venant d'autres chapitres et se raccrochant nettement au sol

Donc quelque chose dans l'esprit du scan de schéma d'élève de type tableau de colles sur les plantes et le sol.

La liste :

- une coupe de sol brun ou sol brun lessivé avec les horizons (si possible et si besoin avec deux roches mères)

- déroulement de la décomposition d'une feuille
- les agrégats (macro et micro)
- le complexe argilo-humique (*inspiration diapo 16*)
- l'eau dans le sol (*diapo 19*)
- le résultat de la manipulation basique avec l'éprouvette (*diapo 4*)

Les schémas majeurs venant d'autres chapitres et d'autres fiches de révisions :

- une équation générale d'altération de roche-mère (*sur le modèle du complément en ligne par exemple*)
- nodosité et symbiose avec Rhizobium
- mycorhize
- le poil absorbant
- le gravitropisme
- l'extrémité racinaire
- les organes végétatifs ou sexués souterrains du cours de biologie végétale
- et enfin les portions ciblées sol des schémas sur les cycles de l'azote et du carbone

❖ **schémas plus « secondaires », moins prioritaires, mais à connaître quand même avec les notions associées (ou étoile)**

- un réseau trophique simplifié du sol (*inspiration diapo 7 en bas à gauche*)
- une coupe de Mull comparée à une coupe de Moder
- la manipulation avec le bleu de méthylène et l'éosine pour les capacités échangeuses de cations du CAH
- la courbe d'imbibition ressuyage du sol (*diapo 21*)

✓ **Capacités exigibles d'après le programme** (fond bleuté = TP)

- Décrire le profil d'un sol brun et ses horizons, en les reliant aux processus qui les mettent en place, par exemple à l'aide de documents photographiques ou de profils réalisés sur le terrain.
- Expliquer les différences de dégradabilité de la matière organique (lignine, rapport C/N).
- Quantifier la part relative des composantes minérale et organique du sol.
- Comparer deux types d'humus (mull et moder) : structure de l'horizon organique, biodiversité, brassage, pH, et discuter du lien avec la production végétale et avec le turn-over de la matière organique du sol.
- Identifier à partir d'une clef de détermination les constituant de la biocénose du sol (micro, méso et macrofaune).
- Construire un réseau trophique à partir d'observations et d'autres données.
- Expliquer le rôle des biofilms dans l'altération de la roche mère.
- Déterminer la granulométrie d'un sol et le replacer dans un triangle de textures.
- Discuter des rôles des argiles, limons et sable : rétention de cations, rétention de l'eau, aération du sol.
- Identifier le complexe argilo-humique et son rôle d'adsorbant ionique.
- Exploiter des données permettant d'expliquer la composition et l'origine de la solution du sol et de l'atmosphère du sol.
- Expliquer que les sols sont des sources de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O).
- Mesurer la porosité et le pH d'un sol.
- Mettre en évidence la capacité d'échange cationique (CEC) avec un chromophore chargé (par exemple le bleu de méthylène et l'éosine).
- Expliquer la bioturbation par la plante et les vers de terre (espèces ingénieurs).
- Évaluer l'ordre de grandeur de durée de la pédogenèse d'un sol brun lessivé.
- Illustrer des liens réciproques entre pédogenèse et dynamique de succession de la végétation : exemple des mécanismes de facilitation et de rétroaction microbienne.
- Exploiter des données montrant qu'un sol, même climacique, peut être soumis à l'érosion naturelle.
- Interpréter des données permettant de quantifier les services écosystémiques rendus par les sols.
- Discuter à partir de documents fournis des impacts d'une pratique agricole, le labour, sur le sol et les services écosystémiques rendus par les sols (fertilité du sol et support de la production alimentaire, impact sur la biodiversité du sol, érosion et stockage de carbone).
- Quantifier l'évolution de la surface des sols artificialisés autour d'une région urbaine.

✓ **Limites d'après le programme**

Ici, une première étude porte sur l'exemple du sol brun (ou brunisol). La terminologie des sols utilisée est simplifiée par rapport aux usages actuels des pédologues. On se limite à nommer les horizons par leur nature : organique, organo-minérale, roche mère altérée et roche mère (ou substrat) dans la description du sol. On se borne à un sol brun et un sol brun lessivé.

Le bilan hydrique du sol est hors-programme.

La fixation de N₂ est illustrée par des bactéries libres ou liées (Rhizobium).

La présentation du principe général de la pédogenèse se limite à l'évolution de l'apparence et de l'épaisseur du sol, à l'apparition d'horizons, à la brunification et au lessivage. Les mécanismes de facilitation et de rétroaction microbienne (négative pour les plantes pionnières et de succession, positive pour les plantes climaciques) sont présentés à partir d'exemples en nombre limité. Le pédoclimax est introduit comme un état d'équilibre dynamique dépendant du climat et donc variable au cours du temps long.

Les services écosystémiques choisis comme exemples sont réutilisés pour illustrer leurs perturbations par les activités humaines.

✓ Prise de recul, articulation avec les autres chapitres (d'après le programme)

Biotope et biocénose d'un écosystème (SV-J-2)
Cycles biogéochimiques du carbone (BG-A-1) et de l'azote (BG-A-2)
Altération des silicates et latéritisation (ST-E-1).
Physique-chimie : solutés (4.2)
Symbiose fixatrice d'azote des Fabacées (SV-A-2)
Absorption racinaire des Angiospermes (SV-B-2)
Cycle du carbone et forçage de la précipitation des carbonates (BG-A-1)
Succession écologique et relations interspécifiques (SV-J-2)
Changement climatique anthropique et impacts sur la biodiversité (BG-C-3-3)
Climat et altération des roches (ST-E-1)
Érosion et entraînement de matières (ST-E-2)
Fonctionnement des écosystèmes (SV-J-2)
Eutrophisation des écosystèmes (BG-A-3)
Géographie : Environnement et milieu.

✓ Sujets de synthèse possibles

Quelques exemples de sujets de synthèse +/- ciblés sols ou plus large avec une part de sol (une courte liste ayant vocation à être complétée)

- Consommateurs et décomposeurs dans les écosystèmes (avec l'écologie)
- Importance biologique des micro-organismes dans l'écosystème prairie (avec l'écologie)
- Interrelations sol/végétaux
- La dynamique des écosystèmes aériens et souterrains (avec l'écologie)
- Le sol et sa dynamique
- **Le sol : formation et évolution**
- **Les êtres vivants du sol**
- Les végétaux et le sol
- Sol, sous-sol et climat
- **Structure et dynamique d'un sol**
- [...]