

SESSION 2023

**CAPES ET CAFEP
CONCOURS EXTERNE**

Section
SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

Épreuve écrite disciplinaire appliquée

L'épreuve consiste en l'élaboration d'une séquence d'enseignement au niveau collège et/ou lycée. Elle a pour objectif l'évaluation des compétences didactiques et pédagogiques du candidat, ainsi que sa maîtrise des concepts scientifiques, des démarches et des méthodes usitées en sciences de la vie et de la Terre.

Le candidat s'appuie sur des ressources documentaires de nature variée, incluant des documents professionnels (préparations de cours, productions d'élèves, évaluations, extraits de programmes scolaires, ...) qu'il devra analyser et exploiter. Le questionnement guidera le candidat quant aux analyses attendues.

Durée : 5 heures

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Tournez la page S.V.P.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie. Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

CAPES EXTERNE SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

► Concours externe du CAPES de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B E	1 6 0 0 F	1 0 2	9 3 1 2

► Concours externe du CAFEP/CAPES de l'enseignement privé :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
E B F	1 6 0 0 F	1 0 2	9 3 1 2

Le sol : un écosystème fragile

Le sol constitue une interface issue des interactions entre les différents ensembles que sont la lithosphère, l'hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère. L'étude du sol est abordée en enseignement de sciences et technologies dès le cycle 3 et se poursuit en SVT au cycle 4 puis au lycée. Ce thème contribue à l'acquisition de nouveaux savoirs scientifiques ainsi qu'à la construction de compétences scientifiques et transversales. En outre, il peut être exploité dans le cadre de l'éducation au développement durable : les êtres humains utilisent les sols de diverses manières (notion de service écosystémique) mais les pressions qu'ils leur font subir menacent l'utilisation à long terme de ce patrimoine.

L'objectif final de cette épreuve est d'élaborer une séquence d'enseignement en SVT pour le niveau de seconde. Afin d'aboutir à cet objectif, vous répondrez aux différentes questions, organisées selon trois parties, à l'aide de l'exploitation de documents.

Une séquence d'enseignement s'entend comme un ensemble de séances, articulées entre-elles dans le temps et organisées autour d'une ou plusieurs activités en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs d'apprentissages.

Partie 1 — Concepts et méthodes (durée : environ 2 h 00)

N. B. : dans cette première partie de l'épreuve, le niveau scientifique attendu pour les réponses ne se limite pas à celui attendu d'un élève de fin de lycée.

1.1 Les différents horizons du sol

Document 1 - Deux sols différents

À partir du document 1, de schémas interprétatifs de ce document et de vos connaissances, décrivez et identifiez les différents horizons du sol observés sur les deux photographies.

1.2 Les différents éléments qui constituent le sol

Document 2 – Différents éléments d'un sol : résultat expérimental

La manipulation proposée permet de distinguer les éléments constitutifs d'un sol selon certains critères. En vous basant sur le document 2 et vos connaissances, précisez quels sont ces critères et les informations apportées par le résultat de cette expérimentation.

1.3 La diversité des sols

Document 3 - Carte des sols en France métropolitaine – au 1/1000000

Document 4 - Un sol latéritique (Guyane française)

Document 5 - Quelques usages des sols

A partir de l'exploitation des documents 3 à 5 et de vos connaissances, vous mettrez en évidence plusieurs facteurs à l'origine de cette diversité.

1.4 Le sol : un écosystème

Document 6 - Recueil de la faune du sol grâce au dispositif de Berlèse

Document 7 - Clé de détermination des animaux les plus courants des sols dans les régions tempérées

Document 8 - Relations trophiques entre quelques êtres vivants du sol

1.4.1. À partir de l'exploitation des documents 6 à 8 et de vos connaissances, montrez que le sol est un écosystème.

Les clés de détermination, telle que celle proposée dans le document 7, reposent sur des critères d'identification morphologiques dont certains sont utilisés dans les classifications du vivant notamment le *Systema naturae* établi par le naturaliste suédois Carl Von Linné en 1758 et la classification phylogénétique.

1.4.2. En quelques lignes, vous indiquerez ce qui distingue les clefs de détermination et les classifications, ainsi que les deux classifications évoquées. Vous préciserez le rôle des caractères dans chacune.

1.5 La formation progressive d'un sol

En une page maximum, expliquez la formation progressive d'un sol à partir d'un exemple de votre choix.

Partie 2 — Réflexion didactique et pédagogique (durée : environ 1 h 30)

2.1 Définir la préservation du sol comme enjeu de développement durable

Document 9 - Des sols dégradés

Document 10 - Les sols et le stockage de carbone

Document 11 - Quelques menaces pour les sols

Document 12 - Les sols en agroforesterie

Document 13 – Les 17 objectifs de développement durable (ODD) établis par les Etats membres de l'ONU

- 2.1.1. Montrez que les problématiques en lien avec les sols concernent plusieurs des objectifs de développement durable présentés dans le document 13.
- 2.1.2. Après avoir défini la notion de « service écosystémique », citez-en quelques-uns en lien avec les sols.
- 2.1.3. Justifiez l'importance d'une approche systémique dans le cadre de l'éducation au développement durable.

2.2 Transposition didactique d'un document scientifique

Un complexe argilo-humique (CAH) est une association de colloïdes de matière organique et de matière inorganique (argiles minéralogiques) chargés négativement et d'ions minéraux chargés positivement (cations) et formant les agrégats constitutifs du sol.

(Source modifiée : <https://fr.wikipedia.org>)

Document 14 - Représentation schématique du complexe argilo-humique.

Document 15 - Expérimentations sur le rôle du complexe argilo-humique.

- 2.2.1. Expliquez comment les manipulations présentées dans le document 15 permettent de mettre en évidence une propriété du CAH des sols.
- 2.2.2. Montrez, en les justifiant, les modifications à apporter au document 14 pour être exploité par des élèves de seconde.

2.3. Réalisation d'un schéma de synthèse sur les cycles (N, C...)

Document 16 - Schéma représentant quelques interactions entre organismes dans un sol.

En vous appuyant sur le document 16, réalisez un schéma synthétique du cycle du carbone ou de l'azote au niveau d'un sol, exploitable par des élèves en enseignement de spécialité SVT de classe de première.

2.4. Prise en compte des représentations des élèves

Document 17 - Représentations des élèves d'école primaire sur les opérations de tri, rangement et classement.

Document 18 - Extrait de programme de cycle 3

Document 19 – Exemple de classification emboîtée (extrait de cahier d'élèves)

Au cours du cycle 3 les élèves, en exploitant des collections faunistiques, trient, rangent et classent des animaux pour progressivement étayer la notion d'évolution des êtres vivants, notion qui se construira durant toute leur scolarité.

- 2.4.1. A partir du document 17 montrez comment, en s'appuyant sur leurs représentations initiales et sur l'analyse de leur travail, les élèves de CM2 appréhendent le verbe d'action « classer » et la notion de classification.
- 2.4.2. Le document 19 est le résultat d'une activité de classification des animaux du sol en 6^{ème}. Montrez comment cette activité peut s'appuyer sur les acquis et représentations des élèves pour atteindre les attendus de fin de cycle 3.

2.5. Elaboration d'une activité visant explicitement à contribuer à l'EDD : l'exploitation d'un sol

- 2.5.1. L'enseignant est conduit à utiliser des documents présentant diverses pratiques culturelles, agricoles et forestières : préciser les points de vigilance à observer dans le cadre de sa posture d'enseignant.

Document 20 - Biomasse des vers de terre en fonction de pratiques culturelles.

Document 21 - Diversité des espèces en fonction des pratiques agricoles.

Document 22 - Quelques conseils de pratiques agricoles de la chambre d'agriculture pour favoriser la diversité des vers de terre.

- 2.5.2. Construire une activité pour des élèves de seconde générale en lien avec la partie de programme : **Vers une gestion durable des agrosystèmes** à partir des documents 20 à 22 que vous aurez si nécessaire didactisés.
- Précisez la consigne donnée aux élèves pour réaliser cette activité
 - Un ou deux autres documents du dossier peuvent être utilisés
 - Une pratique manipulative est attendue
 - Vous prendrez en compte la diversité des élèves
- 2.5.3. Concevoir une évaluation formative de la compétence expérimentale mobilisée. Précisez les critères d'évaluation et identifiez des niveaux de maîtrise attendus.
- 2.5.4. Expliquez en quoi l'activité proposée permet de travailler des objectifs de l'éducation au développement durable tout en construisant une notion du programme.

Partie 3 — Construction d'une séquence d'enseignement en seconde

(durée : environ 1 h 30)

Tous les documents du dossier sont mobilisables pour la construction de cette séquence, mais l'exhaustivité n'est toutefois pas attendue.

Documents complémentaires pour cette partie 3 :

Document 23 – Extrait de fiche parcellaire présentant la culture et son exploitation
Document 24 – Extrait du résultat d'analyse d'un échantillon du sol agricole concerné
Document 25 - Propos de l'exploitante agricole interviewée par les élèves de la classe de seconde 6
Document 26 – Extraction d'analyse d'une image satellitale de la parcelle exploitée
Document 27 - Des tracteurs de nouvelle génération
Document 28 – Extrait du programme de SVT de la classe de 2de

L'agriculture dans ses pratiques usuelles s'appuie de plus en plus sur la connaissance fine des caractéristiques et des besoins du sol. Une sortie dans une exploitation agricole peut être l'occasion de mieux comprendre les pratiques agricoles actuelles.

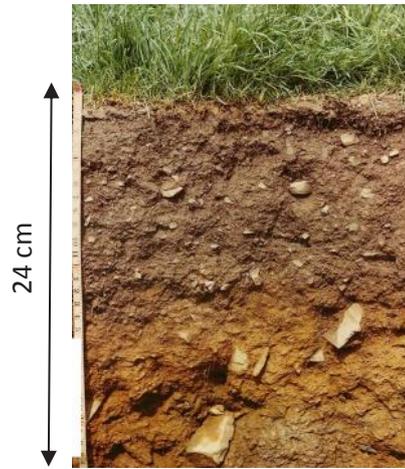
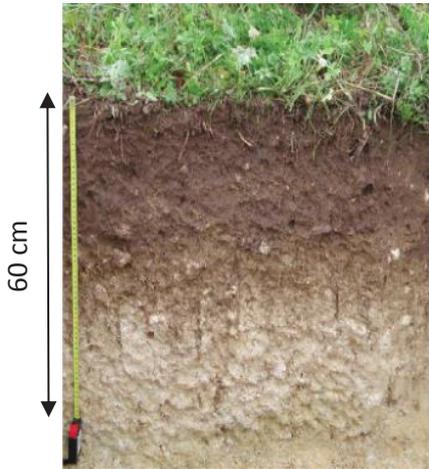
L'objectif de cette partie est la conception d'une séquence d'enseignement sur la partie du programme de seconde « Agrosystèmes et développement durable » en prenant comme support **la visite d'une exploitation agricole.**

Dans cette séquence vous montrerez comment peuvent être intégrés et articulés certains éléments travaillés dans la partie 2, ainsi que tout autre document du sujet que vous jugerez utile.

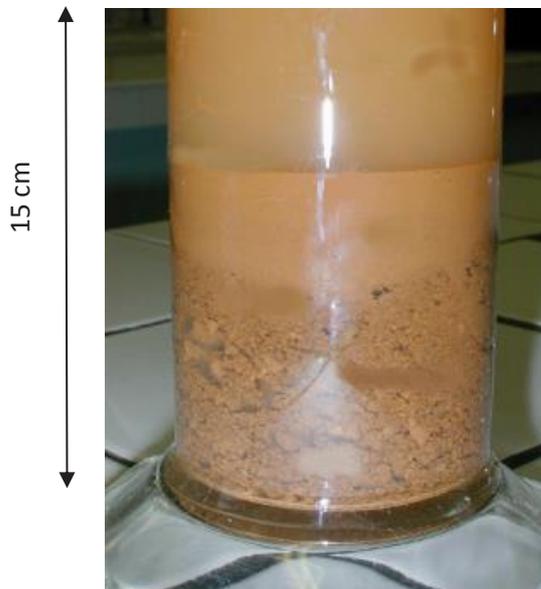
Vous ferez clairement ressortir :

- les grandes étapes du scénario pédagogique,
- la ou les activités proposées lors la visite en précisant les objectifs et l'organisation pédagogique,
- la manière dont la sortie sur le terrain est intégrée au scénario,
- le bilan notionnel de la séquence (incluant un schéma de synthèse) est attendu.

DOCUMENTS

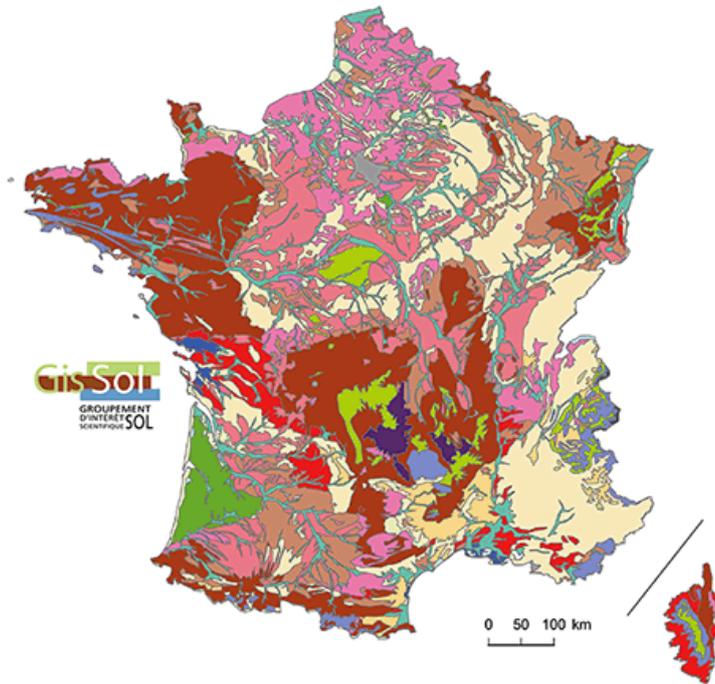
Document 1 - Deux sols différents

Photographie de gauche : Calcosol fluviatile, sablo-argileux, issu d'alluvions sablo-calcaires (Gizeux, Indre-et-Loire), Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS). Crédit : Claudy Jolivet (INRA)
Photographie de droite : Sol brun lessivé - Crédit : Marc-André Selosse.

Document 2 – Différents éléments d'un sol : résultat expérimental

Document 3 - Carte des sols en France (métropolitaine) au 1/1000000 (1998)

Les sols dominants de France métropolitaine



Sols des roches calcaires

- RENDSOLS, CALCOSOLS, CALCISOLS et BRUNISOLS Eutriques
- LITHOSOLS calcaires, RENDOSOLS et RENDISOLS

Sols des matériaux sableux

- REGOSOLS et ARENOSOLS
- ALOCRISOLS et PODZOSOLS leptiques
- PODZOSOLS

Sols des matériaux argileux

- CALCISOLS, CALCOSOLS, BRUNISOLS Eutriques, PELOSOLS et VERTISOLS

Sols d'altération, peu différenciés

- BRUNISOLS Eutriques à Dystriques et ALOCRISOLS

Sols des formations limoneuses

- LUVISOLS Typiques et NEOLUVISOLS
- LUVISOLS rédoxiques, Dégradés et PLANOSOLS

Autres sols

- ANDOSOLS
- FERSIALSOLS et BRUNISOLS fersiallitiques
- SALISOLS et SODISOLS
- FLUVIOSOLS et THALASSOSOLS
- LITHOSOLS et RANKOSOLS

Non sols

- Glaciers
- Villes
- Lacs

Source : Inra, Base de données Géographique des Sols de France à 1/1 000 000, 1998.

Document 4 - Un sol latéritique (Guyane française).

Crédit : Philippe Carosone Photographie annotée et interprétation : Dominique Bernard-De Sanchez



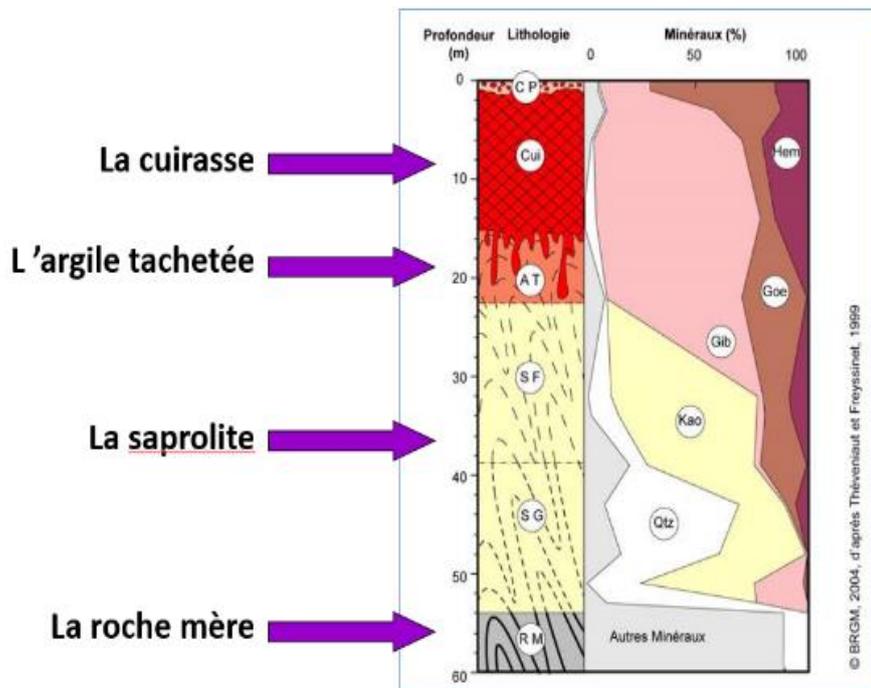
Document 4a



Document 4b (Cuirasse pisolitique – Cuirasse massive – Saprolite et argile tachetée)

Documents 4a et 4b : photographies de profils d’altération du sol et du sous-sol latéritique de Guyane (échelle décimétrique)

Le profil d’altération



Document 4c : profil d’interprétation résultant.

Document 5 - Quelques usages des sols



5a : sol cultivé (source [Thomas Allard](#)©)



5b : prairie "https://commons.wik(© INRAE)

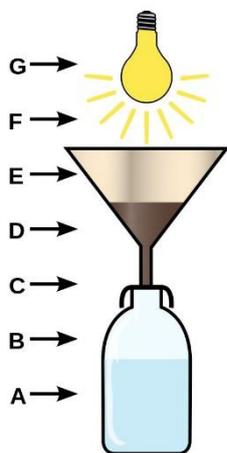


5c : sol désertique (Jean-Marie Rivière ©)



5d : sol forestier (© Alain FRAVAL - INRAE)

Document 6 - Recueil de la faune du sol grâce au dispositif de Berlese



6a : principe du montage

([Berlese - Wikimedia Commons](#))

Système Berlese :

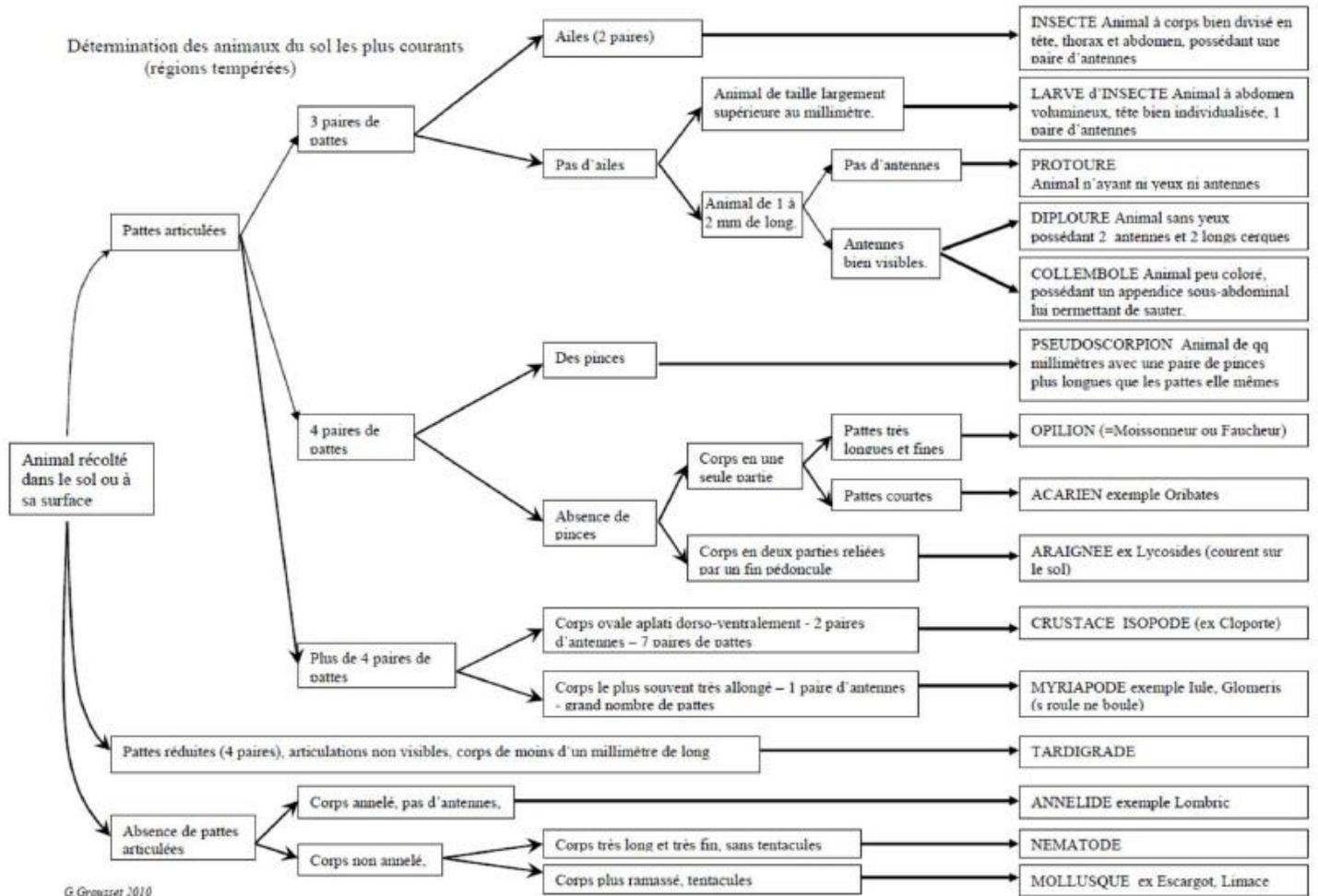
- A : liquide de conservation (alcool à 70°)
- B : bouteille
- C : filtre
- D : terre, litière, feuilles...
- E : entonnoir
- F : chaleur et lumière
- G : source de chaleur et de lumière



6b : exemple de résultat

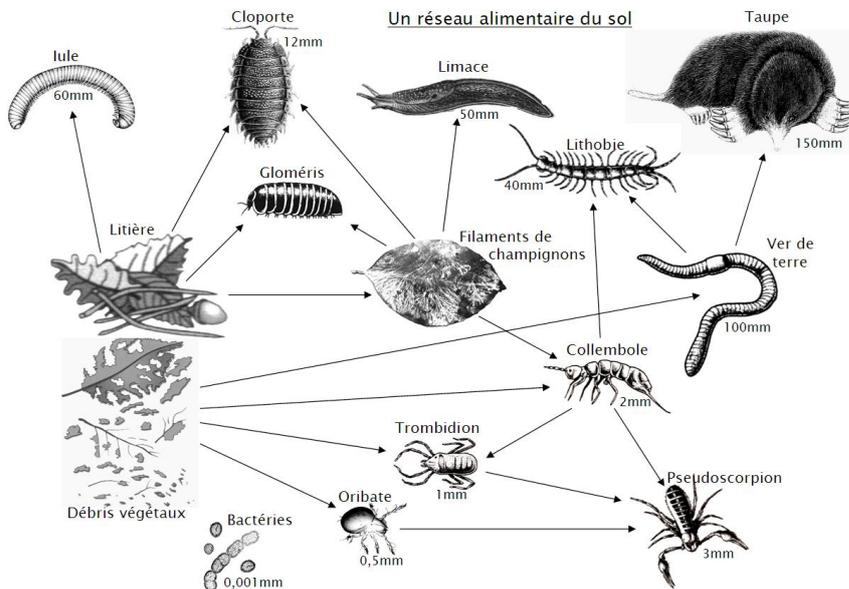
(<https://lewebpedagogique.com/>)

Document 7 - Clé de détermination des animaux les plus courants des sols dans les régions tempérées



Source : O Grousset 2010.

Document 8 - Relations trophiques entre quelques êtres vivants du sol.



(Source : Marc-André Sélosse)

Document 9 - Des sols dégradés



9 a : dégâts provoqués par des précipitations intenses (<https://www.action-agricole-picarde.com>)



9 b : sol compacté devenu imperméable (<https://www.aveniragricole.fr>)



9 c : ruissellement en nappes © 1988
Christophe Maitre (INRA)
(<https://planet-terre.ens-lyon.fr>)



9 d : difficulté d'infiltration de l'eau en bout de rangs particulièrement tassés
(Jeanne Leneuveu ©)

Document 10 - Les sols et le stockage de carbone

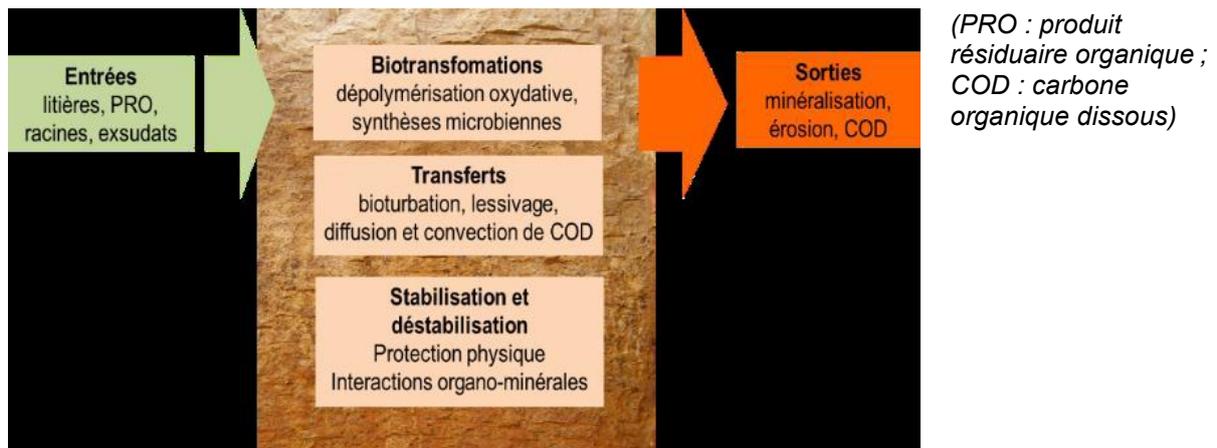
Document 10 a : Une initiative de la France

L'initiative 4 ‰ (adapté de Pellerin et al., 2020. Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? : Rapport scientifique de l'étude. Étude réalisée pour l'ADEME et le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. INRA. 2020).

L'initiative « 4 ‰ sur les sols pour la sécurité alimentaire et le climat », lancée par la France à l'occasion de la Conférence de Paris sur le climat (COP-21), propose d'augmenter chaque année d'un quatre millièmes le stock de carbone présent dans tous les sols du monde.

L'objectif, très ambitieux, nécessite des évolutions profondes des pratiques agricoles et des modes de gestion sylvicole, voire des modifications des modes d'occupation des sols et des systèmes de production. À la demande de l'ADEME et du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, l'INRA a conduit une étude en identifiant les pratiques qui permettraient d'accroître leur teneur en carbone organique et in fine à évaluer la contribution potentielle de ce levier à l'objectif de réduction des émissions nettes de gaz à effet de serre. Par ailleurs, les changements d'usage des sols (par exemple l'artificialisation et le retournement des prairies) ont aujourd'hui des effets nets négatifs sur les stocks de carbone des sols nationaux. (...) Ainsi une technique possible consiste en l'introduction dans les cultures de plantations qui ne seront pas récoltées. La partie aérienne sera fauchée et enfouie dans le sol, enrichissant le sol en carbone. Les racines des plants se développant dans le sol en augmenteront l'aération et la porosité après leur destruction.

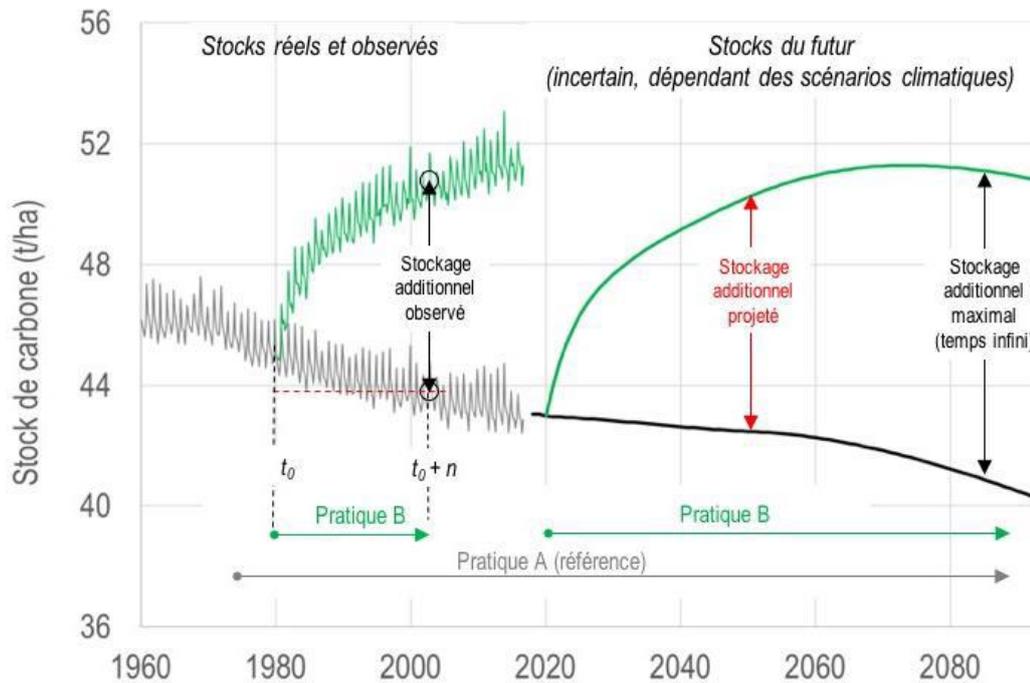
Document 10 b : Les différents processus qui contrôlent le stockage de carbone dans les sols



(Source : <http://institut.inra.fr/>)

Document 10 c : Représentation schématique des cinétiques de stockage associées à l'adoption de pratiques en un lieu donné : stockage additionnel observé (à gauche), stockage additionnel projeté (à droite).

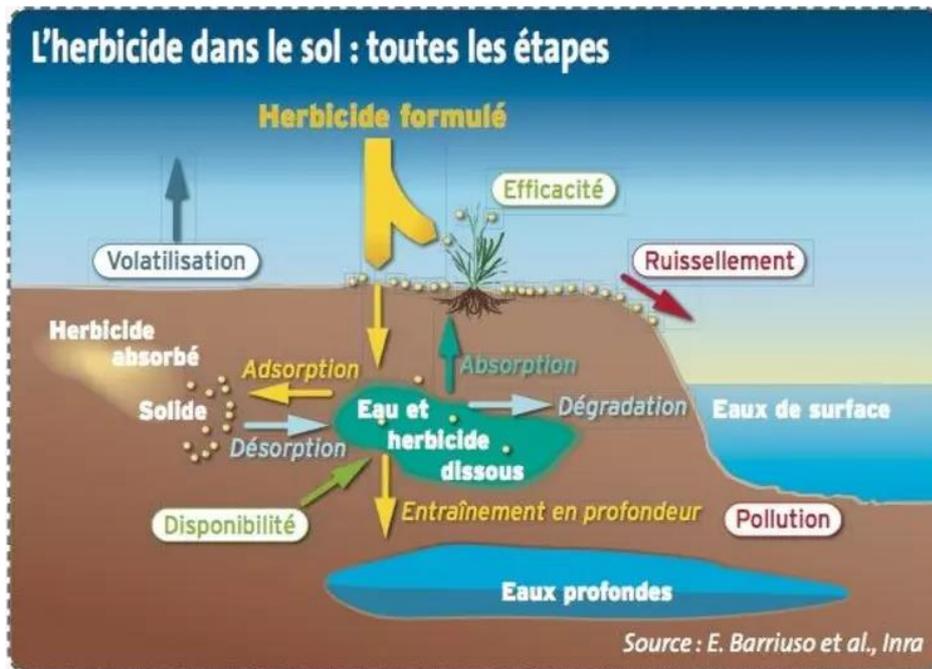
Le stockage additionnel correspond à des modifications de pratiques culturales (pratique B) plus respectueuses des sols.



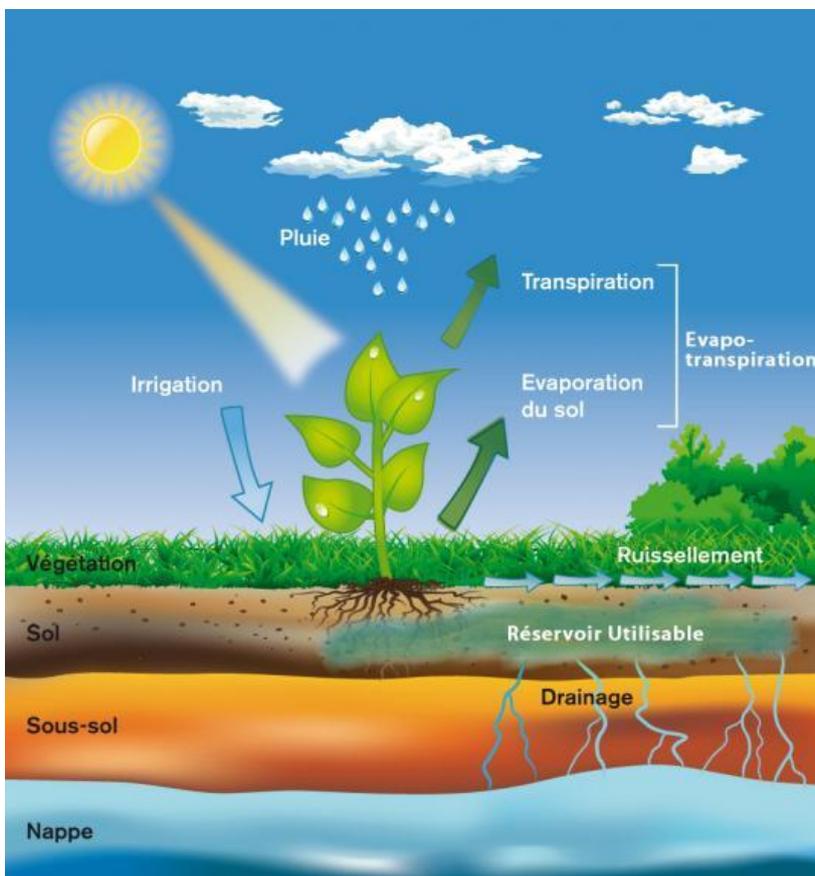
(Source : <http://institut.inra.fr/>)

Document 11 - quelques menaces pour les sols

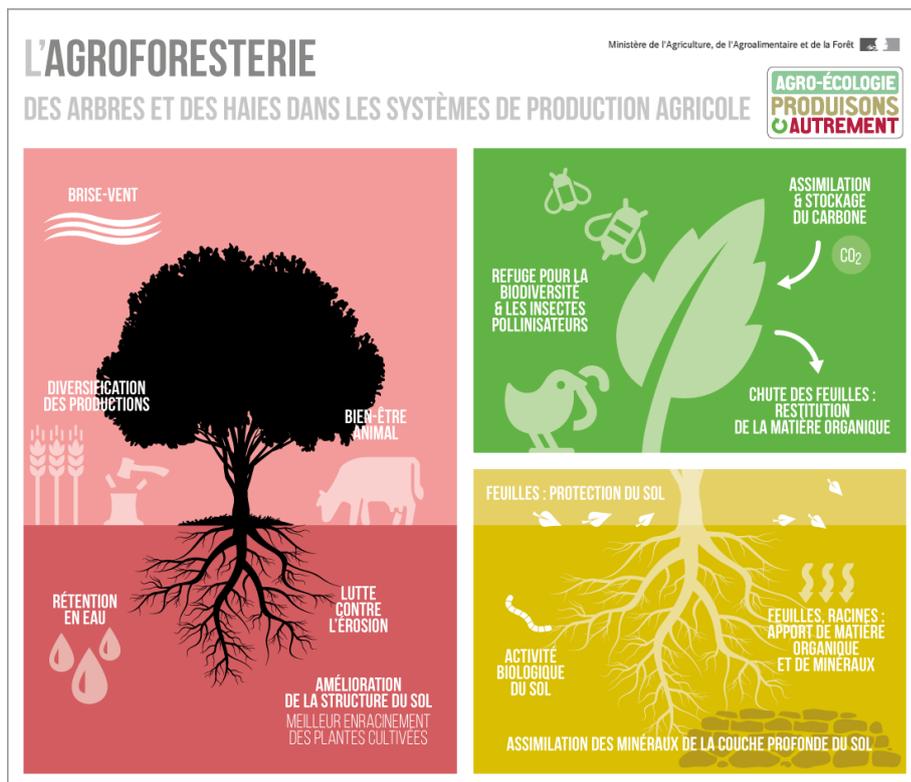
Document 11 a. Devenir des herbicides dans les sols (source Barriuso et al., INRAE)



Document 11 b. Le cycle de l'eau à l'échelle du sol (source INRAE)



Document 12 - Les sols en agroforesterie



Document 12 a : affiche ministérielle

(source :
<https://agriculture.gouv.fr/>)



Document 12 b : Parcelle agroforestière de blé sous noyers

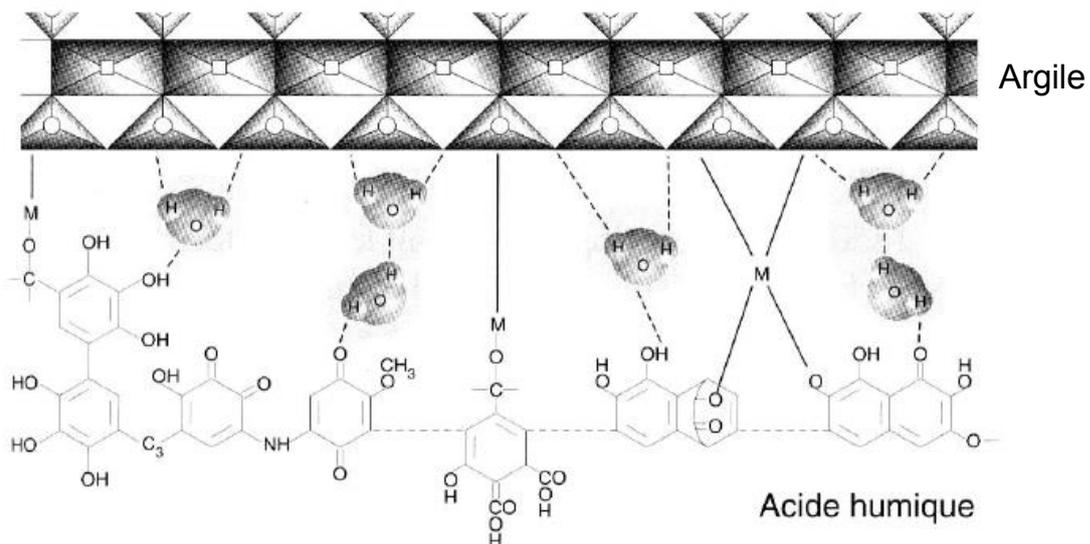
(source :© INRAE)

Document 13 - Les dix-sept objectifs de développement durable (ODD) établis par les États membres des Nations unies (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>)



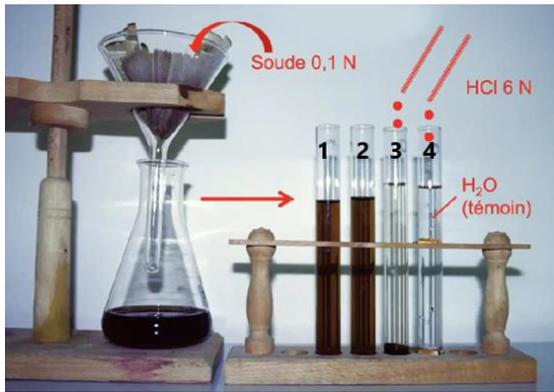
©The Global Goals For Sustainable Development

Document 14 - Représentation schématique du complexe argilo-humique.



(source « Le sol vivant : Base de pédologie-biologie des sols » Broché. Gobat, Aragno, Mathey 2010, ed. PPUR)

Document 15 - Expérimentations sur le rôle du complexe argilo-humique



Document 15 a : un échantillon de sol est mis en solution avec de la soude 0,1 N. La solution agitée est filtrée. Le liquide obtenu (filtrat) est placé dans trois tubes à essai (tubes 1, 2 et 3). Le tube 4 contient de l'eau. On ajoute de l'acide chlorhydrique HCl 6 N aux tubes 3 et 4.

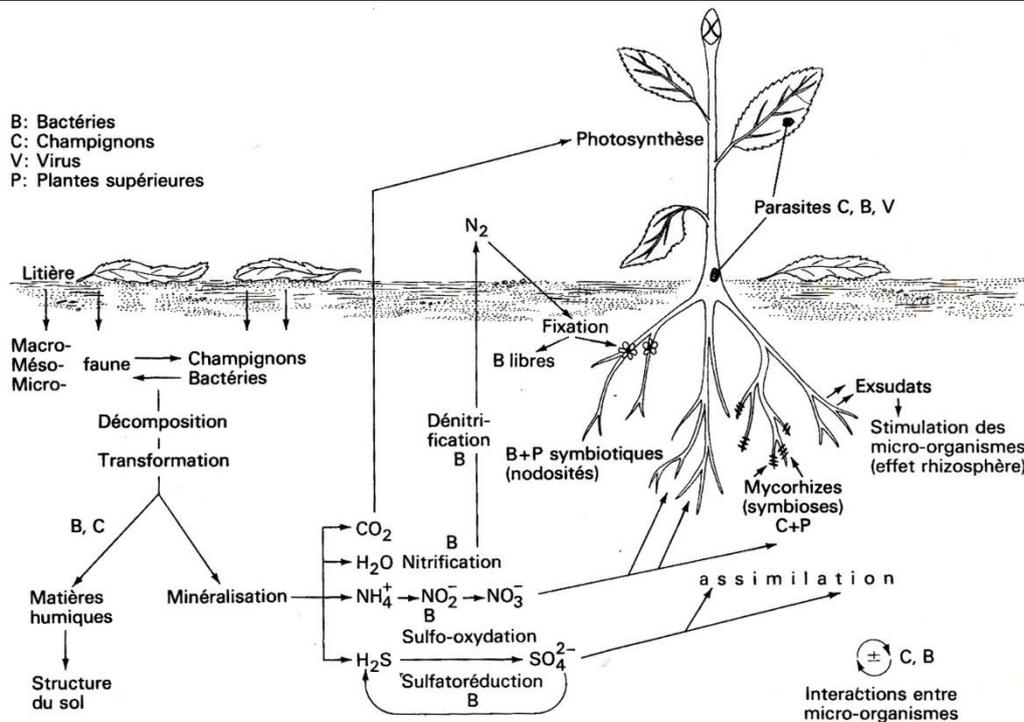
Le filtre contient de la matière organique non soluble (les humines), la solution dans l'erenmeyer contient de la matière organique soluble. Le tube 3 contient de la matière organique précipitée (acides humiques) et de la matière organique en suspension (acides fulviques).



Document 15 b : un échantillon de sol est placé dans une solution d'éosine (partie gauche de la manipulation) ou une solution de bleu de méthylène (partie droite de la manipulation) puis filtré. L'éosine a une charge globale négative et le bleu de méthylène une charge globale positive.

Source : Marc André Selosse©

Document 16 - Schéma représentant quelques interactions entre organismes dans un sol.

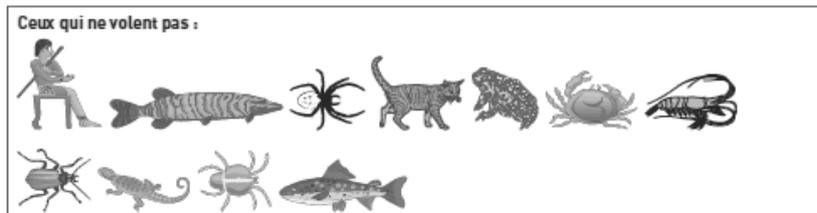


Manuel pratique d'écologie, Payot Lausanne, W. Matthey, E. Della Santa, C. Wannemacher

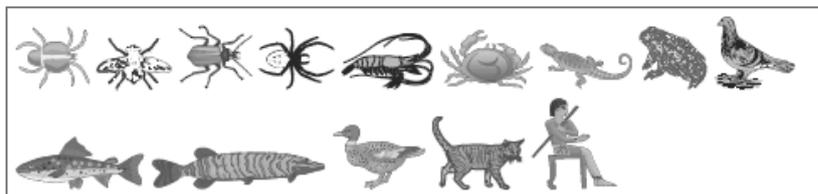
Document 17 - Représentations des élèves d'école primaire sur les opérations de tri, rangement et classement...

Document 17 a – exemples de résultats

- « Nous trions les animaux qui volent et ceux qui ne volent pas ».



- « Nous rangeons les animaux du plus petit au plus grand ».



(Source : Comprendre et enseigner la classification du vivant, sous la direction de Guillaume Lecointre)

Document 17 b : Extrait de Paroles d'élèves

Paroles d'élèves (1)

Avant de passer à la classification d'une collection d'animaux, les élèves (classe de CM2 n'ayant jamais travaillé sur la classification du vivant auparavant*) débattent à partir de deux questions :

Comment classer ?

- On met ensemble les animaux qui volent ou ceux qui vivent dans l'eau, sur terre, etc.
- On réunit ceux qui sont de la même famille (les ours avec les ours, les hommes avec les hommes, etc.).
- On met ceux qui ont les mêmes choses ensemble (poils, ailes, plumes, etc.).

Pourquoi classer, quelle utilité ?

- Pour regarder s'ils ont la même chose.
- On peut tout classer, les animaux, les objets, etc.
- Pour voir s'ils sont de la même famille.
- Pour savoir s'ils sont faits pareils.
- Pour qu'on ne se mélange pas.
- Pour ne pas se perdre.

* L'étude de la classification du vivant apparaît clairement énoncée dans les nouveaux programmes pour l'école élémentaire en date de 2002, ce qui n'était pas le cas des programmes de 1995 applicables pour la dernière année de cycle 3 jusqu'à la fin de l'année scolaire 2003. Le fait que ces élèves n'aient jamais abordé la notion de classification du vivant ne signifie pas pour autant qu'ils n'aient jamais travaillé sur les classements et sur l'observation du vivant.

Paroles d'élèves (2)

Après avoir réalisé des classifications spontanées et mis en commun de façon critique les résultats de leurs investigations, les élèves de la classe dont il est question dans l'encadré précédent sont invités, lors de la séance suivante, à écrire à quoi, à leur avis, sert de classer les organismes vivants :

- À comparer.
- À savoir où ils vivent.
- À savoir la vie des animaux.
- À découvrir de nouvelles choses sur le corps des animaux.
- À comparer la différence des animaux.
- À savoir la taille des animaux.
- À savoir où vivent les animaux.
- À savoir s'ils ont des os ou pas.
- À ranger les animaux en comparant leurs différences.
- À ranger les animaux dans la bonne boîte.
- À savoir ce qu'ont les animaux.

- ça nous aide à réfléchir, à trouver des mots qu'on ne connaît pas.
- À savoir comment les animaux s'organisent et où ils vivent.
- ça sert à différencier.
- Pour savoir comment ils se déplacent.
- À comparer et à différencier.
- À savoir comment ils vivent et quelle est leur nature.
- À savoir ce qu'ils font, comment ils vivent.
- À bien connaître les animaux.
- À savoir tous les animaux différents des autres.
- Ça sert à ranger les animaux.

Analyse

S'agissant des mêmes élèves dans les encadrés 1 et 2, il est intéressant de constater l'évolution des conceptions, fruit de leur confrontation. On notera là tout l'intérêt du travail de groupe et du débat argumenté (voir chapitre 3, section 1.3).

(source : Comprendre et enseigner la classification du vivant, sous la direction de Guillaume Lecointre)

Document 18 - Extrait de programme de cycle 3

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent

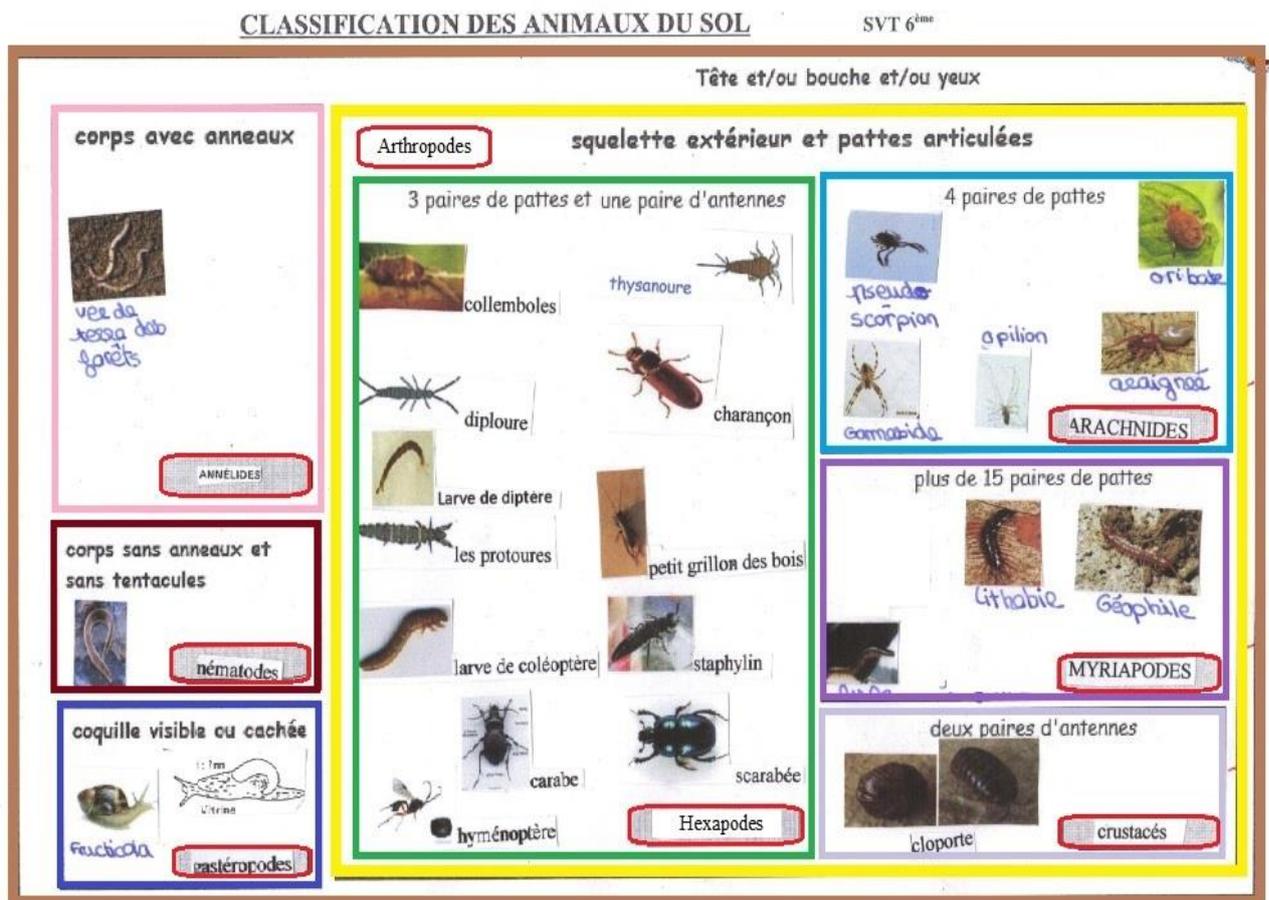
Attendus de fin de cycle

– Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes.

Connaissances et compétences associées	Exemples de situations, d'activités et de ressources pour l'élève
Classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes	
Utiliser différents critères pour classer les êtres vivants ; identifier des liens de parenté entre des organismes. – Caractère commun, hérédité et relation de parenté.	Ils découvrent quelques modes de classification adaptés à différents objectifs (écologique, phylogénétique...). Pour la classification phylogénétique, ils interprètent les groupes emboîtés en matière de degrés de parenté entre les espèces.

(source : eduscol.education.fr)

Document 19 - Exemple de classification emboîtée (extrait de cahier d'élèves)



Source : vivelessvt.com

Document 20 - Biomasse des vers de terre en fonction de pratiques culturales.

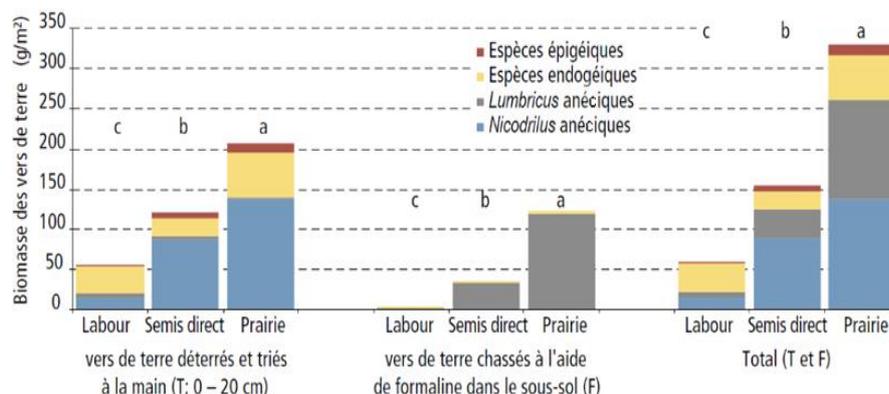


Figure 2 Biomasse (g/m²) des groupes d'espèces de vers de terre dans l'essai de Hausweid en 2008. Moyennes des procédés de travail du sol labour et semis direct par rapport à la prairie permanente de 21 ans. Les différences significatives entre les systèmes d'exploitation sont mises en évidence par des lettres différentes (test Tukey HSD, P < 5 %). Résultats du tri manuel (T), de l'introduction de formaline dans le sous-sol (F) ainsi que total des deux méthodes de capture.

(source : Werner Jossi, Urs Zihlmann, Thomas Anken, Brigitte Dorn et Marcel Van der Heijden).

Document 21 - Diversité des espèces en fonction des pratiques agricoles

(source : Werner Jossi, Urs Zihlmann, Thomas Anken, Brigitte Dorn et Marcel Van der Heijden).

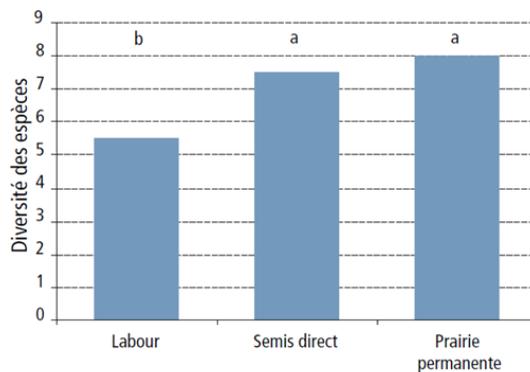


Figure 3 Nombre d'espèces de vers de terre dans l'essai de Hausweid en 2008. Moyennes des procédés de travail du sol labour, semis direct et prairie permanente de 21 ans. Les différences significatives entre les systèmes d'exploitation sont mises en évidence par des lettres différentes (test T, P < 5 %). La liste des espèces est disponible auprès de l'auteur.

Document 22 - Quelques conseils de pratiques agricoles de la chambre d'agriculture pour favoriser la diversité des vers de terre

(source : chambre d'agriculture des Hauts-de-France).

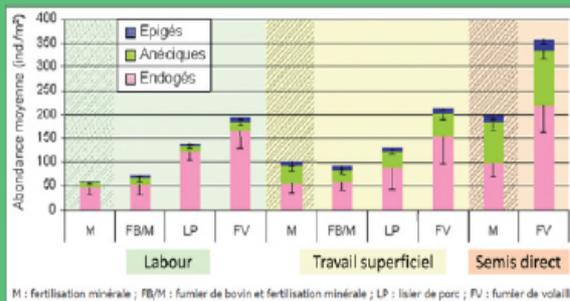
Les bonnes pratiques pour favoriser les vers de terre

1. LES NOURRIR

Des restitutions organiques régulières (résidus de culture, effluents, engrais verts...) et des sols bien pourvus en matières organiques favorisent le développement des populations de lombriciens.

La fertilisation minérale raisonnée, en stimulant la croissance des plantes, est favorable car elle augmente les restitutions de résidus.

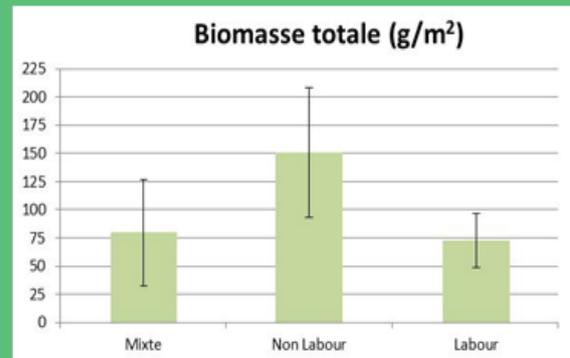
La fertilisation organique apporte en plus des matières carbonées, sources directes de nourriture pour les vers de terre. Les fumiers et les composts jeunes s'avèrent à ce titre plus efficaces que les lisiers.



La fertilisation organique et la réduction du travail du sol favorisent les vers de terre (essai Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne, Kerguehenec).

2. RÉDUIRE LE TRAVAIL DU SOL ET LIMITER LES TASSEMENTS

Les préparations de sol profondes et agressives (fraise en particulier), ainsi que les tassements sévères, peuvent entraîner de fortes mortalités directes. Le labour perturbe l'habitat des anéciques, mais affecte peu les endogés.



L'essai démarré à Salesmes en 2008, a comparé en pluri-annuel trois types de travail du sol, dont un itinéraire mixte alternant labour et non labour. Des comptages à la moutarde, conjugués à des extractions à la main, ont été réalisés au printemps 2015 après 7 ans d'essai. Résultat : le nombre total d'individus s'est avéré similaire entre modalités, proche de 120 vers au m². Par contre, le non labour affichait 15 anéciques têtes rouge par m² contre 5 en labour, d'où un impact très significatif du non labour sur la biomasse totale.

3. RAISONNER ET RÉDUIRE L'UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

Certaines spécialités, dont des fongicides, peuvent perturber la croissance ou la reproduction des lombriciens sans obligatoirement induire de mortalités directes.

Des travaux de l'INRA de Versailles ont mis en évidence des baisses de 70 à 95% des effectifs de 3 espèces de lombriciens en systèmes conventionnels par rapport à des systèmes biologiques. La réduction de 50% des IFT (Indices de Fréquence de Traitement) a permis d'augmenter certaines populations de facteurs 1,5 à 4,8 (et avec elles les effets bénéfiques induits sur les plans agro-écologiques).

Document 23 - Extrait de fiche parcellaire présentant la culture et son exploitation

Culture (réalisée) : Pommes de terre de consommation (Tonnes)
Objectif de rendement : 40.00
Précédent : Betteraves sucrières

Travail du sol		
Type intervention	Date	Observation
Déchaumage	06/04/2013	
Déchaumage	08/04/2013	
Labour	19/04/2013	
Préparation de semis	20/04/2013	

Culture Intermédiaire Piège à Nitrates (CIPAN)

Implantation

plantation le 23/04/2013 Plants Binyle 840 kg/ha

Reliquat

Engrais et amendements réalisés

Type intervention	Produit	Date	Surf	Qté/ha	N U/ha	P U/ha	K U/ha	Observation
Organique	Fumier de bovins (Tonnes)	05/04/2013	2,73	40,000	220,00	140,00	320,00	
Minéral	11 - 2 - 17 (Kilogrammes)	08/04/2013	2,73	1800,000	198,00	36,00	306,00	
Total				418,00	176,00	626,00		

Traitements phytosanitaires

Type	Produit	Cible	Date	Surf	Qté/ha	DAR (j)	Observation
Herbicide	BASTILLE (Kg)	Non renseignée/non déterminée	15/05/2013	2,73	2,000	90	
Herbicide	AFALON 50L (L)	Non renseignée/non déterminée	17/05/2013	2,73	1,000	90	
Herbicide	METRIPHAR 70 WG (Kg)	Non renseignée/non déterminée	07/06/2013	2,73	0,100	0	
Herbicide	ELDEN (Kg)	Non renseignée/non déterminée	07/06/2013	2,73	0,040	0	
Adjuvant	TREND 90 (L)	Non renseignée/non déterminée	07/06/2013	2,73	0,100	0	
Fongicide	TRIMANOC DG (Kg)	Non renseignée/non déterminée	11/06/2013	2,73	2,500	7	
Fongicide	NANDO (L)	Non renseignée/non déterminée	18/06/2013	2,73	0,400	7	
Fongicide	TRIMANOC DG (Kg)	Non renseignée/non déterminée	24/06/2013	2,73	3,000	7	
Fongicide	INFINITO (L)	Non renseignée/non déterminée	01/07/2013	2,73	1,500	7	
Fongicide	REVUS (L)	Non renseignée/non déterminée	08/07/2013	2,73	0,500	21	
Fongicide	INFINITO (L)	Non renseignée/non déterminée	15/07/2013	2,73	1,500	7	

Document 24 - Extrait du résultat d'analyse d'un échantillon du sol agricole concerné

(les résultats sont exprimés sur la terre séchée à 105° C, sauf indication contraire*)

Intitulé des analyses	Résultat	Unité
Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques		
Préparation de l'échantillon.....		
Humidité résiduelle		
* Humidité résid. exprimée sur le sol séché à l'air.....	6.4	g/kg
Analyses physico-chimiques		
Argile après décarbonatation.....	112	g/kg
Limons fins après décarbonatation.....	205	g/kg
Limons grossiers après décarbonatation.....	530	g/kg
Sables fins après décarbonatation.....	143	g/kg
Sables grossiers après décarbonatation.....	8	g/kg
* Calcaire (CaCO3) total.....	2	g/kg
* pH eau	6.9	
Carbone azote et soufre		
* Carbone (C) organique par oxydation.....	9.9	g/kg
Matière organique (2 x C.org).....	19.8	g/kg
* Azote (N) total Kjeldahl (dosage par colorimétrie).....	0.84	g/kg
Rapport C/N.....	11.7	
Cations échangeables et CEC		
Potassium (K2O) échangeable.....	0.265	g/kg
Magnésium (MgO) échangeable.....	0.189	g/kg
Calcium (CaO) échangeable.....	1.96	g/kg

Document 25 - Propos de l'exploitante agricole recueillis par les élèves de la classe de seconde 6.

« Chaque parcelle possède une carte d'identité et de suivi : on y note tous les éléments concernant l'état de la parcelle avant plantation (ce qu'il y avait, la qualité du sol, les apports antérieurs à la plantation). Y sont consignés les éléments introduits durant la période de croissance de la culture comme les reliquats d'azote ajoutés à la sortie de l'hiver, les apports pour minéraliser l'humus... Les effets de ces apports sur les plantes sont aussi notés. On visite la parcelle régulièrement (Observation directe et analyse de données satellitales). Tout est consigné. Cela permet d'ajuster au mieux les apports d'engrais... »

Les fiches parcellaires nous permettent de connaître et de prévoir les quantités d'intrants à utiliser. L'exemple de 2013 sur la culture de pommes de terre montre les évolutions de nos pratiques. Ce qui est présent sur cette fiche (le nombre de traitements phytosanitaires, les engrais, les amendements) est désormais limité.

Plusieurs techniques sont désormais envisagées pour limiter les intrants. Entre deux cultures, on sème des CIPAN « Culture Intermédiaire Piège à Nitrates ». L'idée est d'obtenir un développement suffisant de la plante pour piéger l'azote du sol présent. On choisit des espèces qui sont faciles à faucher. (la moutarde ou l'avoine). D'autres espèces telles que la phacélie permettent de casser des cycles de maladie. Les CIPAN sont efficaces pour piéger l'azote, exercent une bonne couverture des sols limitant l'érosion, et structurent, par le développement racinaire, l'horizon travaillé du sol.

On expérimente également le semis mixte sans labour. On sème plusieurs cultures en même temps : par exemple un rang de colza et un rang de plantes compagnes gélives. Les plantes compagnes enrichissent le sol pour le colza et vont être détruites dès les premières gelées sans traitements supplémentaires. Cela demande des investissements financiers pour moderniser les tracteurs. »

Document 26 - Extraction d'analyse d'une image satellitale de la parcelle exploitée.



L'exploitation par satellite permet d'observer la parcelle au cours du temps : la densité de la végétation est ici représentée par un code de couleur.

Document 27 - Des tracteurs de nouvelle génération

Document 27 a : système de réservoirs multiples adaptés à la fertilisation.



Le logiciel à bord du tracteur utilise les données satellites de la parcelle et le système GPS pour distribuer de façon différentielle les engrais.

Document 27 b : système de réservoirs multiples adaptés au semis.



(Crédit Photo : David Campagne)

Ce système permet de semer plusieurs espèces dans un même champ. Le semoir est divisé en compartiments d'où partent des tuyaux jusqu'aux fourches de semis. En fonction des graines choisies (taille, poids, densité de semis), le logiciel adapte la puissance de plantation des compartiments. Le tracteur, équipé d'un système GPS, enregistre la nature et la position exacte des graines semées.

Document 28 - Extrait du programme de SVT de la classe de seconde

Structure et fonctionnement des agrosystèmes

Connaissances

Les agrosystèmes terrestres ou aquatiques sont gérés afin de produire la biomasse nécessaire à l'humanité pour ses différents besoins (alimentaires, textiles, agrocarburants, pharmaceutiques, etc.).

Les caractéristiques des systèmes agricoles varient selon le modèle de culture (agriculture vivrière, extensive ou intensive).

Dans plusieurs modèles agricoles, l'exportation d'une grande partie de la biomasse produite réclame l'apport d'intrants pour fertiliser les sols.

Notions fondamentales : système ; agrosystème ; intrants (dont engrais et produits phytosanitaires) ; exportation ; biomasse ; production ; rendement écologique.

Capacités

- Recenser, extraire et organiser des informations issues du terrain (visite d'une exploitation agricole, par exemple), pour caractériser l'organisation d'un agrosystème : éléments constitutifs (nature des cultures ou des élevages), interactions entre les éléments (interventions humaines, flux de matière (dont l'eau) et d'énergie dans l'agrosystème), entrées et sorties du système (lumière, récolte, etc.).
- Comprendre que l'organisation d'un agrosystème dépend des choix de l'exploitant et des contraintes du milieu, et que ces choix tendent à définir un terroir.
- Comprendre comment les intrants ont permis de gérer quantitativement les besoins nutritifs de la population, tout en entraînant des conséquences qualitatives sur l'environnement et la santé.
- Réaliser des mesures et/ou utiliser des bases de données de biomasse et de production agricole pour comprendre la différence entre la notion de rendement agricole (utilisée en agriculture en lieu et place de production) et la notion de rendement écologique.

Précisions : l'étude de tous les types d'agrosystème ainsi que des écosystèmes naturels n'est pas attendue.

Caractéristiques des sols et production de biomasse

Connaissances

En dehors des agents érosifs, la nature et la composition des sols résultent aussi de l'interaction entre les roches et la biosphère, par le biais de plantes, d'animaux et de microbes. La biosphère prélève dans les sols des éléments minéraux participant à la production de biomasse.

En consommant localement la biomasse morte, les êtres vivants du sol recyclent cette biomasse en éléments minéraux, assurant la fertilité des sols.

Notions fondamentales : notion de biomasse ; réseaux trophiques ; décomposeurs ; cycle de matière.

Objectifs : l'organisation, la composition et l'origine des sols sont étudiées à partir d'un exemple local. L'influence de la nature du sous-sol sur les caractéristiques du sol est établie.

Capacités

- Comprendre (manipulation, extraction, organisation d'informations) les modalités de la formation des sols.
- Utiliser des outils simples de détermination d'espèces pour découvrir la diversité des êtres vivants du sol et leur organisation en réseaux trophiques.
- Expérimenter pour comprendre (à partir de la composition des engrais) l'importance des éléments minéraux du sol dans la production de biomasse.
- Concevoir et mener des expériences pour comprendre le recyclage de la biomasse du sol.

Précisions : l'étude exhaustive des conditions de formation des sols n'est pas attendue.

Vers une gestion durable des agrosystèmes

Connaissances

Les agrosystèmes ont une incidence sur la qualité des sols et l'état général de l'environnement proche de façon plus ou moins importante selon les modèles agricoles.

L'un des enjeux environnementaux majeurs est la limitation de ces impacts. La recherche agronomique actuelle, qui s'appuie sur l'étude des processus biologiques et écologiques, apporte connaissances, technologies et pratiques pour le développement d'une agriculture durable permettant tout à la fois de couvrir les besoins de l'humanité et de limiter ou de compenser les impacts environnementaux.

Objectifs : par la démarche scientifique, les élèves appréhendent une problématique liée à l'impact environnemental d'un agrosystème et envisagent des solutions réalistes et valides.

Capacités

- Étudier, dans le cadre d'une démarche de projet, des modèles d'agrosystèmes pour comprendre leurs intérêts et leurs éventuels impacts environnementaux (fertilité et érosion des sols, choix des cultures, développement de nouvelles variétés, perte de biodiversité, pollution des sols et des eaux, etc.).
- Adopter une démarche scientifique pour envisager des solutions réalistes à certaines de ces problématiques.
- Comprendre les mécanismes de production des connaissances scientifiques et les difficultés auxquelles elle est confrontée (complexité des systèmes, conflits d'intérêts, etc.).

Précisions : ce thème permet, à partir d'exemples choisis par le professeur, d'identifier des impacts liés aux agrosystèmes et les solutions mises en œuvre pour les réduire, sans chercher à être exhaustif.