



HAL
open science

L'exposition "Sols fertiles, vies secrètes" du Sénat, ses panneaux de sensibilisation, leurs déclinaisons, leur diffusion et leurs impacts

S. Raous, A. Omari, Tiphaine Chevallier, Claire Chenu, Céline Ratié, Sacha Desbourdes, C. Collin Bellier, Michel Brossard, G. Groq, D. Baize, et al.

► To cite this version:

S. Raous, A. Omari, Tiphaine Chevallier, Claire Chenu, Céline Ratié, et al.. L'exposition "Sols fertiles, vies secrètes" du Sénat, ses panneaux de sensibilisation, leurs déclinaisons, leur diffusion et leurs impacts. *Étude et Gestion des Sols*, 2020, 27 (1), pp.73-89. hal-02563932

HAL Id: hal-02563932

<https://hal.science/hal-02563932>

Submitted on 3 Jan 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'exposition « Sols fertiles, vies secrètes » du Sénat, ses panneaux de sensibilisation, leurs déclinaisons, leur diffusion et leurs impacts

S. Raous^(1*), A. Omari⁽²⁾, T. Chevallier⁽³⁾, C. Chenu⁽⁴⁾, C. Ratié⁽⁵⁾, S. Desbourdes⁽⁵⁾,
C. Collin Bellier⁽⁶⁾, M. Brossard⁽³⁾, G. Croq⁽⁷⁾, D. Baize⁽⁸⁾ et D. Arrouays⁽⁵⁾

- 1) ANBDD, L'Atrium, 115 Bd de l'Europe, 76100 Rouen, France.
- 2) AFES, 45075, Orléans, France.
- 3) IRD, UMR Eco&Sols, 34060, Montpellier, France.
- 4) AgroParisTech, UMR Ecosys, 78850, Thiverval Grignon, France.
- 5) INRAE, Unité InfoSol, 45075, Orléans, France.
- 6) SOLENVIE, 33710, Prignac et Marcamps, France.
- 7) Jardins du Luxembourg, Sénat, 75291, Paris, France.
- 8) Retraité de l'INRA.

* : Auteur correspondant : sophieraous@gmail.com

RÉSUMÉ

Cet article présente une exposition, « Sols fertiles, vies secrètes », conçue à l'initiative du Sénat pour sensibiliser le grand public aux enjeux de la connaissance et de la préservation de nos ressources en sol. Exposée pour la première fois dans l'Orangerie des jardins du Luxembourg en 2014, sa conception et sa diffusion a mis à contribution de nombreux organismes, dont l'Association Française pour l'Etude du Sol. Cette exposition d'une grande diversité a touché un public nombreux et très divers avec selon nos estimations plus de 50 000 personnes touchées entre septembre 2014 et décembre 2019. Des panneaux pédagogiques ont été réalisés à cette occasion puis ont ensuite été enrichis grâce à une collaboration avec le CESE par des panneaux complémentaires sur le lien entre le sol et le climat. Ils ont été mis à disposition par le Sénat à l'AFES pour être déclinés sous différentes formes (roll-ups, affiches...) et présentés en de très nombreuses occasions (colloques de sciences du sol, Journée Mondiale des Sols, portes ouvertes de lycées agricoles, bibliothèques, ...), en touchant un public varié (professionnels, étudiants, grand public, élus...). Nous décrivons ici leur diffusion et leur impact. Ces panneaux continuent, et continueront, d'être utilisés et constituent un excellent moyen de découverte des sols et de sensibilisation aux grands enjeux auxquels ils contribuent.

Comment citer cet article :

Raous S., Omari A., Chevallier T., Chenu C., Ratié C., Desbourdes S., Collin Bellier C., Brossard M., Croq G., Baize D. et Arrouays D. - 2020 - L'exposition « Sols fertiles, vies secrètes » du Sénat, ses panneaux de sensibilisation, leurs déclinaisons, leur diffusion et leurs impacts, Etude et Gestion des Sols, 27, 73-89

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-27/>

Comment consulter/télécharger

tous les articles de la revue EGS :
<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/>

Mots clés

Exposition, communication, sensibilisation, découverte, connaissance et préservation des sols, changement climatique.

SUMMARY**THE EXHIBITION « FERTILE SOILS AND SECRET LIVES » AT THE FRENCH SENATE. ITS POSTERS FOR RAISING AWARENESS; THEIR DIVERSITY, IMPLEMENTATION, DISSEMINATION AND IMPACT**

This paper deals with an exhibition: “Fertile soils and secret lives” designed at the initiative of Senat to raise public awareness of the soil resources knowledge and preservation issues. Exhibited for the first time in the Orangeries of the Luxembourg gardens in 2014, its design and diffusion involved the collaboration of numerous organizations, among which the French Soil Science Society. This very diverse exhibition attracted a very large and diverse public, with an estimated 50,000 persons involved between September 2014 and December 2019. The pedagogic posters designed on this occasion were further enriched, thanks to a collaboration with the CESE (Economic, Social and Environmental Council), with complementary posters about the links between soils and climate change. Then, they have been made available by the senate to AFES and declined in various formats (roll-ups, posters...) and presented in very numerous events (scientific congress of soil science, World Soil Day in France, open doors of agricultural high schools, libraries, ...) to a very diverse public including professionals, students, general public and policy-makers. In this paper, we describe their dissemination and impact. These posters are still, and will be again, used. They are very good means to discover soils and to raise awareness about the major issues and challenges to which they contribute.

Key-words

Exhibition, communication, awareness, discovery, soil knowledge and conservation, climate change.

RESUMEN**EXPOSICIÓN “SUELOS FÉRTILES, VIDAS SECRETAS” DEL SENADO FRANCÉS, SUS PANELES DE SENSIBILIZACIÓN, SUS VARIANTES, SU DIFUSIÓN Y SUS IMPACTOS**

Este artículo presenta una exposición, “Suelos fértiles, vidas secretas”, realizada al iniciativa del Senado francés para sensibilizar el público en general a los desafíos del conocimiento y de la preservación de nuestros recursos en suelos. Expuesta por al primera vez en el “Invernadero de Naranjas” del jardín del Luxemburgo en 2014, su concepción y difusión involucró numerosas organizaciones, entre ellas la Asociación francesa para el estudio del suelo (AFES). Esta exposición de grande diversidad atingió un público numeroso y muy variado, nuestras estimaciones son de mas de 30 000 personas entre septiembre de 2014 y diciembre 2019. Los paneles pedagógicos realizados en esta ocasión fueron después enriquecidos por paneles complementares sobre la relación entre le suelo y el clima, en colaboración con el CESE (Consejo Económico, Social y del Ambiente). Ellos fueron puestos a disposición por el Senado al AFES para ser declinados con diferentes soportes (roll-ups, carteles ...) y presentados en numerosas oportunidades (coloquios de ciencia del suelo, Jornadas del Día Mundial del suelo, puertas abiertas de liceos agrícolas, bibliotecas, ...) para un público diverso (profesionales, estudiantes, público en general, elegidos ...). Describimos aquí su difusión y su impacto. Estos paneles continúan, y continuaran, de ser usados y constituyen un excelente medio de descubrimiento de los suelos como de sensibilización a los grandes desafíos a los cuales contribuyen.

Palabras clave

Exposición, comunicación, sensibilización, descubrimiento, conocimiento y preservación de suelos, cambio climático.

Le sol est une ressource naturelle, au même titre que l'air ou les eaux superficielles et souterraines (Amundson *et al.*, 2015; Montanarella *et al.*, 2016). Tous les citoyens sont très attachés à la qualité de l'air qu'ils respirent, comme à celle des eaux qu'ils boivent ou qui abritent la diversité des milieux aquatiques et des espaces piscicoles ou récréatifs. La qualité du sol n'est effectivement, au contraire de l'eau et de l'air, qu'indirectement reliée à notre santé et le sol ne dispose pas d'un cadre réglementaire de protection (comme c'est le cas par exemple pour l'eau avec la directive cadre européenne sur l'eau). Le sol semble ainsi rester le grand absent de la perception des ressources naturelles par le public. Il est pourtant au centre d'enjeux planétaires, comme la sécurité alimentaire, le changement climatique ou la biodiversité, et d'enjeux plus locaux, comme ceux de la planification des espaces péri-urbains, le développement de circuits courts d'alimentation des agglomérations, et la santé humaine, tant pour la qualité nutritionnelle des produits alimentaires que pour leur absence de substances néfastes.

La communication sur ce que sont les sols (leurs diversités, leurs fonctions, les services et donc les enjeux qu'ils représentent) et sur les menaces qui pèsent sur eux, fait l'objet d'actions internationales au sein de la commission européenne (voir

par exemple Jones *et al.*, 2019). Cette nécessité de sensibiliser le public sur l'importance des sols est également l'un des piliers fondamentaux du partenariat mondial sur les sols de la FAO (le pilier 2 des 5 piliers d'action de ce partenariat : <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/2-awareness-raising/fr/>). Pour autant, les actions d'envergure nationale ou régionale semblaient encore limitées en France, depuis la première exposition réalisée au Palais de la Découverte de Paris en 1984 (Girard et Arrouays, 2019), bien que de nombreux articles de ce numéro spécial d'EGS nous en fassent découvrir de multiples facettes, même à l'étranger (e.g., Jones *et al.*, 2019; Garrigou *et al.*, 2019; Blanchart *et al.*, 2019; Schwartz, 2019; Besnard *et al.*, 2019; Aran *et al.*, 2019; Eglin *et al.*, 2019; Auclerc *et al.*, 2019; Dulaurent et Houben, 2020; Crespin *et al.*, 2020; Grégoire et Grenon, 2020).

Dans ce contexte, cet article présente le contenu (cf. Section I) et les différentes manières dont l'exposition « Sols fertiles vies secrètes » a été diffusée avec l'appui de l'Association Française pour l'Étude du Sol (Afes) et de nombreux organismes (voir l'ensemble des soutiens dans la section I de cet article) depuis sa conception par le Sénat en 2014. Le titre de cette exposition reflète bien le message principal qu'elle véhicule de faire prendre conscience au public que le caractère précieux

Figure 1 - Photo de l'exposition Sols Fertiles Vies secrètes dans l'Orangerie des jardins du Luxembourg (© Sénat - Direction du patrimoine et des jardins).

Figure 1 - Picture of the initial exhibition in the Orangeries of the Luxembourg gardens.

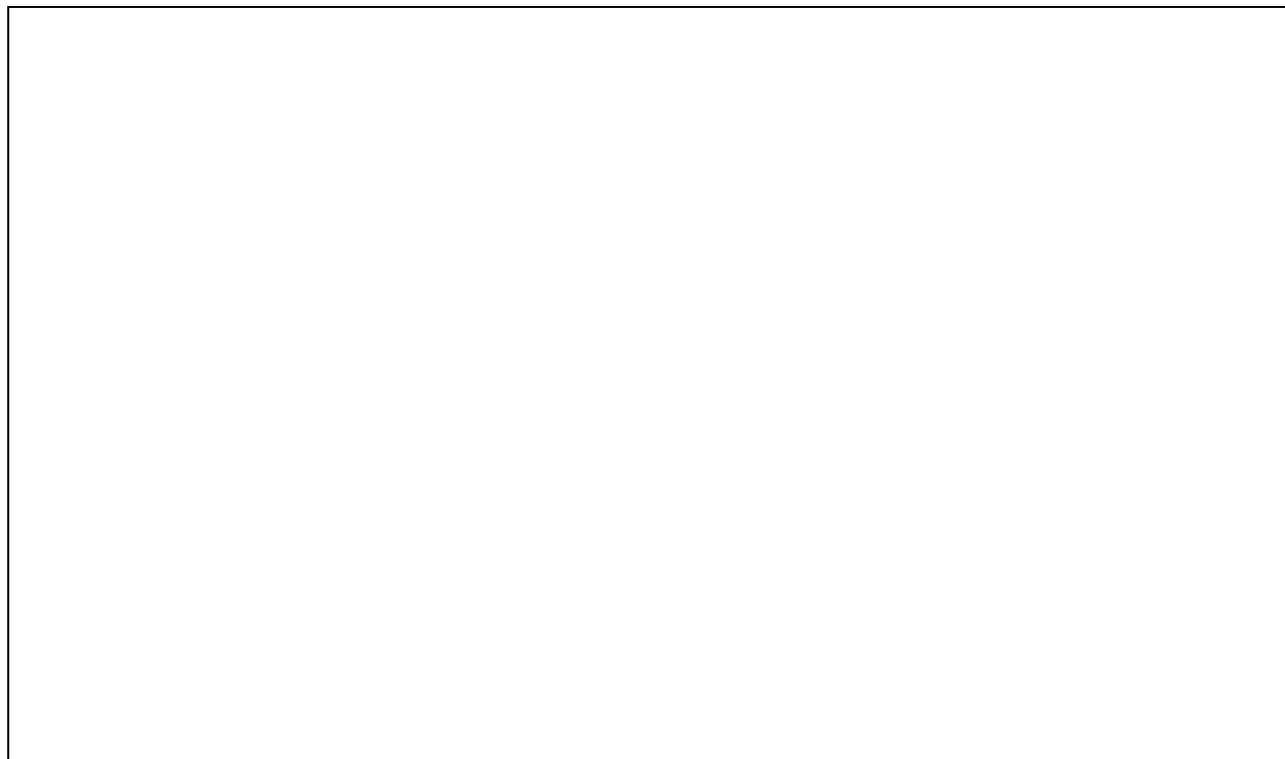
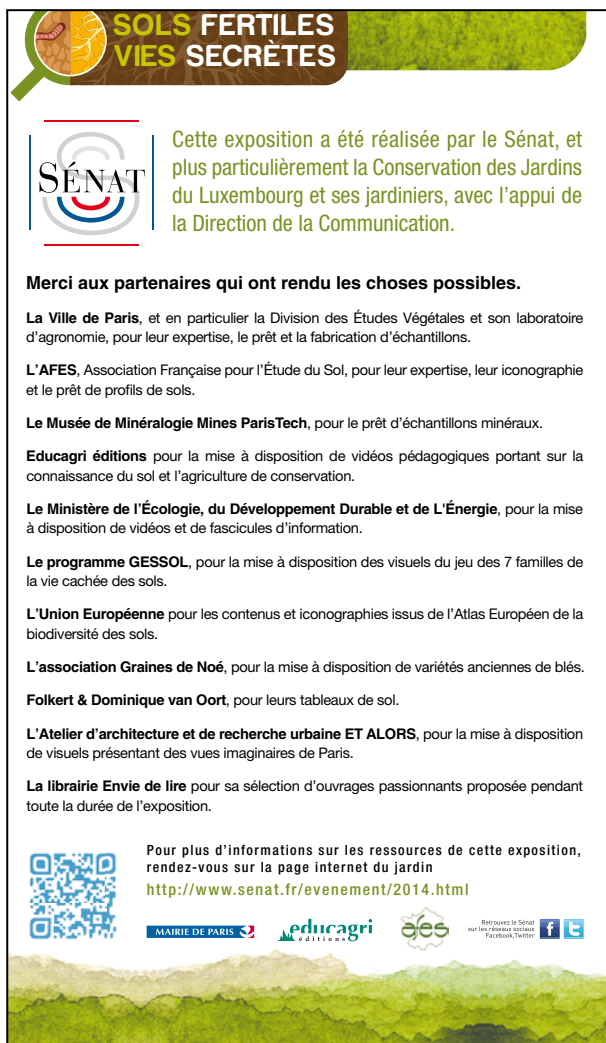


Figure 2 - Photographie du panneau remerciant l'ensemble des contributeurs à l'exposition originale (© Sacha Desbourdes).

Figure 2 - Picture of the acknowledgements to the contributors to the initial exhibition.



de nos sols repose grandement sur la biodiversité qu'ils renferment, biodiversité qui reste encore à l'heure actuelle bien méconnue. Cet article permet ainsi de découvrir le contenu des onze panneaux constitutifs de l'exposition initiale. Ces premiers panneaux permettent d'aborder de manière très pédagogique les principaux enjeux de la connaissance et de la préservation des sols et d'avoir un bon aperçu de la diversité biologique qu'ils renferment. Suite au lancement de l'initiative 4 pour mille lors de la COP21 en décembre 2015, ces panneaux ont été enrichis par quatre panneaux portant spécifiquement sur les sols et le changement climatique.

Cette exposition, destinée au grand public, s'est tenue pour la première fois dans l'Orangerie des jardins du Palais du

Luxembourg (Paris) du 11 au 24 septembre 2014 et a reçu environ 18 500 visiteurs.

Consciente de l'importance de cet investissement de qualité pour la sensibilisation sur les sols, l'Afes, en accord avec le Sénat, a récupéré les panneaux de cette exposition et a accompagné leur déclinaison sous différentes formes transportables dans différents lieux, ou téléchargeables (voir modalités de mise à disposition dans la partie 4.5).

1- L'EXPOSITION ORIGINALE « SOLS FERTILES - VIES SECRÈTES »

L'exposition originale a été réalisée par le Sénat, et plus particulièrement par la Direction des Jardins et du Patrimoine du Sénat, avec l'appui de la Direction de la Communication. L'Afes a été particulièrement active par son expertise scientifique pour la relecture des panneaux et pour la fourniture d'iconographies. Des monolithes de sols ont été mis à disposition par l'INRA d'Orléans pour enrichir cette première exposition (figure 1).

Les partenaires impliqués dans cette action ont été très actifs et nombreux. Plutôt que de les citer tous un par un, nous trouvons plus illustratif de présenter ici le panneau général de remerciements qui figurait à l'entrée de cette exposition. La liste des partenaires et de leurs contributions illustre parfaitement leur diversité et leur grande implication.

Sans prétendre à l'exhaustivité de nos exemples, cette exposition propose, de manière très pédagogique, une progression dans la compréhension des enjeux de connaissance et de préservation des sols en partant de la définition du sol (panneau 1) et des menaces qui pèsent sur cette ressource (panneau 2). L'exposition amène ensuite le lecteur à se poser la question d'une vie possible sans sol et des transformations urbaines à l'œuvre pour mieux préserver cette ressource (panneaux 3 et 4). Les panneaux suivants sont ainsi attendus par le lecteur puisqu'ils arrivent en réponse aux questions posées dans les panneaux introductifs. Ils permettent de mieux comprendre en quoi les sols constituent effectivement une ressource vitale pour nos écosystèmes, notamment de par la biodiversité qu'ils renferment dont la description constitue le cœur de cette exposition (panneaux 5, 6, 7, 8 et 9). L'exposition se termine sur des pistes de solutions à explorer pour mieux gérer nos ressources en sols (panneaux 10 et 11).

La première exposition de ces onze panneaux aux Jardins du Luxembourg a été accompagnée d'autres éléments (figure 1): des espaces végétalisés, des sols artificiels intégrés dans des grilles de grandes dimensions, des monolithes de sols, des plantes et leurs systèmes racinaires, des présentations de bacs de sols soumis à différentes pressions (tassement, érosion, etc.), des tableaux de sols, de vastes cloisons illustrant différents aspects des sols et permettant de guider

Figure 3 - Photo montage illustrant la diversité de contenus et supports de l'exposition au Sénat (© Sacha Desbourdes).

Figure 3 - Photo editing showing the diversity of the contents of the Senate's exhibition.



la circulation dans l'exposition, des exemples de sols comme matériaux de construction et des vitrines présentant différents sols et minéraux. La *figure 2* présente un montage de différentes photographies prises par Sacha Desbourdes (INRAE Orléans) lors de l'inauguration de cette exposition.

Le vernissage de l'exposition a eu lieu après deux courtes présentations de Mme Gisèle Croq (Conservatrice des jardins de Luxembourg), de Dominique Arrouays (alors Président de l'Afes) et un discours officiel d'inauguration de Jean-Pierre Bel (alors Président du Sénat).

2- LES PANNEAUX PÉDAGOGIQUES

Les panneaux pédagogiques ont été conçus pour pouvoir être compréhensibles par le grand public. Ils sont abondamment illustrés par des photographies et des iconographies fournies, pour la plupart, par les organismes cités en *figure 1*. La difficulté principale fut de concilier un message simple destiné au grand public avec une information aussi exacte que possible au plan scientifique. C'est sur ce plan que la collaboration avec

l'Afes a été essentielle. Nous résumons ci-après brièvement le contenu des panneaux de l'exposition d'origine, et nous en donnons des exemples en *figures 4, 5 et 6*.

Panneau 1: Qu'est-ce qu'un sol fertile?

Visuel et présentation page 78.

Panneau 2: Les sols fertiles: essentiels mais menacés

Les sols fertiles forment une ressource naturelle non renouvelable à l'échelle humaine. Indispensables aux êtres humains et aux écosystèmes, ils sont au cœur d'enjeux essentiels et pourtant parfois contradictoires. Une illustration de ces contradictions est, par exemple, l'enjeu de la planification de l'occupation des sols, qui doit concilier, sur des surfaces en quantité finie, les nécessités de se loger, de disposer d'infrastructures de transport, d'espaces récréatifs, de zones d'activités commerciales ou industrielles, d'espaces naturels, et de surfaces agricoles et forestières pour subvenir à nos besoins en nour-

Panneau 1 : Qu'est-ce qu'un sol fertile ?

Le sol est l'épiderme des continents. Il est constitué de combinaisons complexes d'éléments minéraux et d'éléments organiques.

Il faut plusieurs milliers d'années pour que se forme un sol fertile (au sens de la capacité d'un sol à assurer différents services écosystémiques : stockage et épuration de l'eau, fertilité agronomique, stockage de carbone, ...). Il ne faut que quelques années, voire quelques minutes pour le détruire. Ce panneau donne une description complète des différents compartiments qui assurent les différentes fonctionnalités des sols.

CARACTÉRISTIQUES

Qu'est-ce qu'un sol fertile ?

Le sol est l'épiderme des continents. Il est constitué de combinaisons complexes d'éléments minéraux et d'éléments organiques. Il faut plusieurs milliers d'années pour que se forme un sol fertile. Il ne faut que quelques années voire quelques minutes pour le détruire.

Une multitude de sols

Les conditions climatiques, la nature de la roche-mère, le type de végétation, l'action de l'homme, donnent naissance à des sols très différents. En zone tropicale, par exemple, les sols peuvent atteindre une épaisseur de plusieurs mètres alors qu'en France, l'épaisseur varie entre 20 cm et 1 mètre. Certains sols peuvent être quasi exclusivement organiques (tourbières) ou au contraire très minéraux (zones désertiques). Ils peuvent être riches en calcaire, en fer (sols rouges tropicaux), en argile. Les sols sont en perpétuelle évolution. L'eau et l'activité biologique contribuent à accélérer ce processus.

Des éléments plus ou moins gros

Les agronomes caractérisent les terres cultivables, selon leur texture, c'est-à-dire la grosseur des éléments minéraux qui la constituent. Selon la proportion de graviers, de sables, de limons et d'argiles, un sol sera dit « sablo limoneux », « limono sablo argileux » ou « argilo sableux ».

Ce sol limono-argilo-sableux comprend 22 % de sables, 59 % de limons et 19 % d'argiles.

Une organisation structurée

Les agrégats mesurent quelques millimètres de diamètre et rassemblent les particules du sol entre elles.

De quelques millimètres ou de mottes plus grossières. Les agrégats structurent, stabilisent et aèrent les sols. En outre, argiles et matières organiques sont un véritable garde-manger pour les plantes grâce à leur grande capacité de stockage de l'eau et les éléments minéraux.

En évoluant, les particules des sols s'amenuisent. Les graviers deviennent sables qui deviennent limons puis argiles. Les sols devraient donc devenir toujours plus fins et compacts. C'est sans compter sur le secret qui rend ces sols fertiles : le couple argile-matières organiques, appelé complexe argilo-humique. Formant une sorte de colle, les argiles et les matières organiques assemblent et maintiennent les particules entre elles sous forme d'agrégats, sortes de grumeaux de quelques millimètres ou de mottes plus grossières. Les agrégats structurent, stabilisent et aèrent les sols. En outre, argiles et matières organiques sont un véritable garde-manger pour les plantes grâce à leur grande capacité de stockage de l'eau et les éléments minéraux.

Un milieu chimique complexe

Les racines des plantes absorbent l'eau du sol et les sels minéraux qui y sont dissouts. L'azote est fourni par la transformation de la partie organique du sol. La plupart des autres sels minéraux proviennent de la partie minérale du sol qui sous l'effet de l'eau et de l'activité biologique est transformée en sels solubles. L'acidité du sol joue un rôle primordial dans ce processus. Elle favorise l'altération des roches mais nuit à l'activité biologique. Un sol très acide est souvent un sol où les réserves minérales ont été lessivées et où les réserves organiques s'accumulent sans se transformer.

Bien que très riche en matière organique, une tourbière acide est un milieu nutritif généralement pauvre.

Un milieu vivant

Le sol est peuplé de petits organismes dont beaucoup sont invisibles à l'œil nu.

Il n'existe pas de sol fertile sans une vie intense. Cette activité, peu visible, repose essentiellement sur de petits organismes, dont le plus connu est le ver de terre. Les autres, encore plus discrets, sont souvent invisibles à l'œil humain : acariens, collembolles, bactéries, nématodes, champignons. Pourtant certains chiffres permettent de mieux cerner l'importance de ce biotope. Une cuillère à café de terre de jardin peut accueillir plus d'un million d'organismes de plusieurs milliers d'espèces différentes !

Des vides

Les éléments solides des sols cultivables ne représentent en moyenne que 50 % du volume. Les 50 % restants sont des vides de différentes dimensions (micro et macroporosité) qui permettent de stocker l'eau et l'air, indispensables à l'activité biologique des sols (racines, vers de terre, microorganismes).

À gauche, un sol structuré. À droite le même sol après déstructuration. Le volume perdu ne représente qu'une partie des vides du sol. Il subsiste encore une microporosité dans l'échantillon de droite.

Figure 4 - Aperçu du panneau 1 de l'exposition : Qu'est-ce qu'un sol fertile ?

Figure 4 - Overview of the first exhibition panel : What's a fertile soil ?

riture, en fibres et en énergie... Ce panneau fait le point sur les huit principales menaces qui pèsent actuellement sur les sols d'Europe (imperméabilisation des sols, perte de matière organique, perte de biodiversité, érosion, tassement, pollution, salinisation et glissements de terrain).

Panneau 3 : Vivre sans sol ?

Visuel et présentation page 79.

Panneau 4 :

La ville fertile : une ville rêvée

En Europe, 80 % de la population vit en zone urbanisée. Cette situation génère des préoccupations en matière de développement durable, qui ont fait naître le concept de ville fertile, sorte de cité idéale pourvoyeuse de nature, de biodiversité, mais aussi de denrées alimentaires. Quelle est la part de rêve dans ce concept ?

Panneau 5 : Le sol : un continent à explorer

Un simple mètre carré de sol accueille souvent, sur quelques centimètres de profondeur, des centaines de milliers, voire des millions d'espèces différentes dont beaucoup nous sont encore inconnues. Ce premier panneau sur la faune du sol fait une introduction sur les microorganismes du sol et leur extraordinaire diversité.

Panneau 6 : La microfaune et les microorganismes du sol

Visuel et présentation page 81.

Panneau 7 : Indispensables champignons

Un seul gramme de sol comprend des centaines de mètres d'hyphes de champignons. Apporter des nutriments aux plantes, s'allier aux racines pour former des mycorhizes ou structurer le sol en consolidant ses agrégats, les champignons jouent des rôles variés et indispensables dans les sols.

Panneau 3: Vivre sans sol?

Puisque le sol fertile est une ressource rare et menacée, est-il envisageable de produire sans sol ou de le remplacer? Même si certaines plantes peuvent pousser sans sol ou que différents travaux de recherche se penchent sur la possibilité de construire des sols fertiles (à partir de matériaux organiques et minéraux de recyclage comme des boues de stations d'épuration, des composts, des déchets de papeterie et de l'industrie du bois...), ce panneau (figure 5) met en avant le caractère encore peu durable des techniques visant à remplacer les sols. Des travaux de recherche restent effectivement encore à mener pour pouvoir reconstituer la multifonctionnalité des sols naturels à partir de reconstitution de sols.

SOLS FERTILES VIES SECRÈTES **VIVRE SANS SOL ?**

Vivre sans sol ?

Certains déchets peuvent être utilisés pour créer des sols artificiels.

Puisque le sol fertile est une ressource rare et menacée, est-il envisageable de produire sans sol ou de le remplacer ?

Fabriquer des sols fertiles ?

De nombreux chercheurs tentent de fabriquer des sols parfaitement adaptés à des problématiques particulières comme la plantation d'arbres en milieu urbain, ou les mélanges allégés pour la végétalisation des toitures. Ces sols peuvent être constitués de matériaux de recyclage, comme des boues d'épuration, des composts, des déchets de papeterie et de l'industrie du bois, du caoutchouc ou encore des gravats.

Si les plantes épiphytes n'ont pas besoin de sol, elles ne constituent pas une piste crédible en terme de ressource alimentaire.

Attention à l'excès de matière organique

Comme pour les terreaux, certaines formules, très riches en matières organiques produisent de bons résultats les premières années puis s'avèrent de plus en plus déséquilibrées au fil des ans. Leur attraction massive produit des structures fragiles et compactes qui à termes influencent négativement la fertilité du substrat.

Et la mer ?

Les plantes aquatiques, et notamment les algues, sont beaucoup plus prometteuses. Beaucoup se révèlent d'excellents aliments. Riches en vitamines, minéraux, fibres et même protéines, leur consommation est traditionnelle en Asie. Au Japon, elles représentent 10 % des rations alimentaires. La production d'algues progresse régulièrement et aujourd'hui, environ 11 millions de tonnes d'algues sont consommées annuellement. Une micro-algue, appelée Spiruline, à haute valeur nutritionnelle, est utilisée comme complément alimentaire, en particulier dans la lutte contre la malnutrition.

La spiruline est une micro-algue particulièrement nutritive qui peut aisément être cultivée dans des bassins fortement éclairés et maintenus à 35°C.

Remplacer les sols ? Des techniques peu durables

Le terreau n'est pas du sol

Parce qu'ils ont démontré leur aptitude à la croissance des plantes, on considère souvent que les substrats organiques de type terreau peuvent avantageusement remplacer les sols naturels. C'est une erreur car ils s'avèrent peu durables. Un sol correctement cultivé produit durant des centaines d'années. À l'inverse, un terreau devra être intégralement remplacé après quelques mois. Pourquoi une telle différence ? Les terreaux sont majoritairement constitués de matières organiques végétales (tourbes, fibres, composts) qui évoluent très vite dans un milieu cultivé. En l'absence d'une fraction minérale stable, et notamment d'argiles, le terreau se décompose sans former le complexe argilo-humique. Il se déstructure, devient compact, imperméable et impropre à la culture.

Préférer la stabilité et la pauvreté

Les sols fabriqués les plus prometteurs semblent ceux qui privilégient une structure poreuse stable, souvent au détriment de la fertilité immédiate. Une forte proportion de matériaux inertes à granulométrie grossière, assortie d'une couche supérieure à l'activité organique intense permettrait d'espérer que ces mélanges évoluent vers des organisations durables. Le mélange terre-pierre fait partie de ces sols fabriqués. Très utilisé pour planter les arbres en milieu urbain, il est constitué à 70 % de gros cailloux de type pouzzolane et de 30 % de terre végétale. Il est particulièrement résistant au compactage, mais pauvre au niveau de ses réserves nutritives et hydriques.

Laines de roche et fibres de coco

D'autres techniques misent sur les supports inertes, de type laine de roche ou fibre de coco. Ces matériaux fournissant aux plantes un support aéré propice au développement de leurs racines mais n'apportent aucune substance nutritive rendant indispensables les systèmes de fertilisation intensive. Beaucoup de fraises, de concombres et de tomates sont ainsi produits sans n'avoir jamais été en contact avec le moindre sol. Outre la consommation intensive d'engrais chimiques propres à ces techniques, se pose la question du recyclage de ces matériaux à très courte durée de vie. Les techniques de production hors sols sont particulièrement efficaces mais très consommatrices d'engrais et productrices de nombreux déchets.

Mairie de Paris **educagri** **des**

Figure 5 - Aperçu du 3^e panneau de l'exposition : Vivre sans sol ?

Figure 5 - Overview of the third exhibition panel : Living without soil ?

Panneau 8: La mésofaune du sol

Une multitude de petits organismes peuple les sols. Ceux dont la taille avoisine le millimètre sont classés dans la mésofaune. Tardigrades, acariens, collemboles ou enchytréides, de nombreuses espèces de la mésofaune des sols restent encore à découvrir, tout comme les fonctions qu'elles assurent dans les sols.

Panneau 9: La macrofaune du sol

Vers de terre, mille-pattes, cloportes, sont souvent mal considérés, voire craints par le jardinier amateur alors qu'ils sont indispensables au bon état des sols. Du ver de terre « ingénieur des sols » aux termites « rois du recyclage », ce panneau explore les fonctions assurées par cette macrofaune qui peuple nos jardins.

Panneau 10: L'union sol-plante

Les plantes sont intimement dépendantes du sol qui leur fournit eau et substances nutritives. Mais elles influent également sur leur milieu, en modifiant notamment le sol, de manière physique, chimique et même biologique. L'observation de la végétation peut aussi donner des indications très pertinentes sur la qualité des sols; ces plantes, attachées à un biotope restreint, sont appelées plantes indicatrices.

Panneau 11: Préserver les sols

Aujourd'hui, l'agriculture intensive est montrée du doigt, accusée de provoquer érosion, pollutions, tassement, lessivage, perte de matière organique et fragilisation des biotopes. Suite à ce constat, d'autres modèles émergent plus économes et plus durables, comme l'agriculture de conservation, l'agriculture biologique ou l'agroécologie.

Panneau 6: La microfaune et les microorganismes du sol

Les bactéries et les nématodes, bien que microscopiques, sont des grands transformateurs de la matière organique. Au travers de l'exemple des bactéries, des nématodes et des rotifères, ce panneau décrit le rôle crucial de cette microfaune et microorganismes dans la transformation de la matière organique et dans la fertilité des sols.

**SOLS FERTILES
VIES SECRÉTÉS**

UN MILIEU VIVANT



Microfaune et microorganismes

Les bactéries, des organismes tout terrain

Grâce à leur grande variabilité génétique, les bactéries sont des organismes unicellulaires particulièrement adaptables, que l'on retrouve dans tous les types de milieux y compris les plus extrêmes. Lorsque l'environnement change, leur population peut diminuer brutalement. Mais ces organismes ont développé des formes de dormance très résistantes qui leur permettent de renaitre dès que les conditions leurs sont à nouveau favorables. Il existe une multitude d'espèces de bactéries du sol, dont la plupart sont encore inconnues.

Gourmandes en sucres et généreuses en azote

Dans les sols, les bactéries sont souvent associées à la matière organique et aux racines de végétaux. Elles y trouvent les sucres dont elles ont besoin. Elles sont donc généralement plus abondantes dans les horizons superficiels. Elles transforment les matières organiques déjà bien fragmentées mais sont également championnes de la symbiose. Elles peuvent s'allier à toutes sortes d'organismes. Les lichens sont ainsi le résultat d'une alliance entre une algue, un champignon et une cyanobactérie. Certaines bactéries s'associent aux racines des plantes. Elles captent alors l'azote atmosphérique et le mettent à disposition des plantes qui leur fournissent des sucres en retour.

Capables de photosynthèse ?

Certaines bactéries appelées cyanobactéries présentent la particularité d'être capables de photosynthèse ce qui leur permet de capter le carbone atmosphérique et de pourvoir à leurs besoins en sucres. Particulièrement résistantes aux conditions extrêmes de sécheresse et d'éclairement, elles sont présentes à la surface de la plupart des sols de la planète. Ces micro-organismes jouent un rôle important dans la fertilité des sols. Ils améliorent sensiblement la structure des sols et leur capacité de rétention d'eau. Par ailleurs, ils jouent un rôle fertilisant non négligeable puisque leur apport annuel en azote est évalué à environ 10 à 25 kg par hectare. Elles sont par exemple connues pour jouer un rôle fondamental dans la fertilité des rizières.

Les nématodes, maillons de la chaîne alimentaire

Les nématodes ont la forme de minces tubes multicellulaires, tels des vers filiformes. Hormis certains parasites d'animaux, ils sont petits voire microscopiques et vivent dans l'eau du sol. Après les bactéries, ce sont les organismes les plus abondants du sol : jusqu'à 10 millions d'individus par m² de sol cultivé. Leur diversité est également remarquable, puisqu'on estime qu'environ 30 000 espèces, soit seulement 5% des nématodes, sont actuellement décrites. On retrouve ces organismes dans les environnements les plus variés et les plus extrêmes, y compris en Antarctique, dans les déserts ou dans la mer.

Des alliés contre les ravageurs des cultures

Les nématodes ont développé de multiples stratégies alimentaires. Certains brotent les bactéries, participant à la régulation de ces populations. D'autres brotent les champignons, ce qui peut avoir un effet positif sur les plantes lorsqu'il s'agit de champignons pathogènes, ou négatif lorsqu'il s'agit de champignons mycorhiziens. D'autres sont phytophages et sont alors connus comme des ravageurs. Quelques-uns sont même des parasites.

Les rotifères, pour épurer l'eau

Les rotifères sont également très représentés dans les couches supérieures des sols. On peut dénombrer des populations supérieures à 2 millions d'individus au m² dans certains sols humides. Ces animaux aquatiques de moins d'un demi millimètre de long sont munis de cils qui leur permettent d'être mobiles. Ils sont souvent microphages, se nourrissant de films bactériens ou de particules, notamment des vers de terre. En général, ils sont la proie de beaucoup de microorganismes, nématodes, vers plats ou tardigrades et ne sont pas considérés comme un groupe clé du fonctionnement éco-systémique du sol. En revanche, ils sont fréquemment utilisés pour maintenir ou rétablir la pureté de l'eau, par exemple en aquariophilie ou dans les bassins de décantation des stations d'épuration.










Figure 6 - Aperçu du 6^e panneau de l'exposition : « microfaune et micro-organismes. Figure 6 - Overview of the sixth exhibition panel: "micro-fauna and micro-organisms".

En 2015, grâce à un partenariat avec le CESE (Conseil économique, social et environnemental) et en lien avec la COP21 organisée à Paris, ces onze premiers panneaux ont alors été complétés par quatre panneaux supplémentaires permettant de mettre davantage en lumière les interactions entre les caractéristiques des sols et le climat.

Panneau 1: Les sols peuvent atténuer le changement climatique en stockant du carbone

Ce panneau (figure 7) explique comment la végétation et les sols peuvent piéger du carbone de l'atmosphère pour le stocker et contribuer ainsi à l'atténuation du changement climatique. Une augmentation relative annuelle de 4 pour mille des stocks de carbone dans les sols permettrait effectivement de compenser les émissions annuelles actuelles de carbone.

Panneau 2: Les matières organiques des sols sont précieuses

Les matières organiques des sols sont diverses et recherchées, les usages des sols et pratiques agricoles qui tendent à augmenter ces taux de matières organiques sont bénéfiques à la fois pour éviter l'érosion et la désertification, pour atténuer les changements climatiques et pour améliorer la fertilité des sols et la biodiversité.

Panneau 3: Stocker du carbone en agriculture est possible au Nord comme au Sud

Il faut aujourd'hui réfléchir autrement les systèmes agricoles selon ce que les sols et leurs contextes pédo-climatiques peuvent supporter pour adopter les pratiques les plus appropriées. Ceci implique

Figure 7 - Aperçu du premier panneau du complément d'exposition sur les sols et le changement climatique.

Figure 7 - Overview of the first complementary panel of the exhibition on soil and climate change.

LES SOLS
PUITS DE
CARBONE

Les sols et le changement climatique

Les sols peuvent atténuer le changement climatique en stockant du carbone

IL Y A URGENCE À AGIR POUR RÉDUIRE L'EFFET DE SERRE

Réduire les émissions d'un facteur 4, améliorer l'efficacité énergétique dans le bâtiment, les transports... Et augmenter les puits naturels de carbone, comme ceux des sols.

LE CYCLE DU CARBONE PASSE PAR LES SOLS

Les sols stockent du gaz carbonique (CO₂) pris dans l'atmosphère.

Le CO₂ de l'atmosphère est transformé par la photosynthèse des plantes en matières organiques qui restent ensuite piégées dans les sols.

Les sols émettent aussi naturellement des gaz à effet de serre (GES).

Les organismes du sol consomment les débris végétaux, respirent et émettent du CO₂. D'autres gaz à effet de serre, méthane (CH₄) et protoxyde d'azote (N₂O), peuvent être émis par les sols selon leurs conditions d'humidité et de fertilisation.

L'usage des sols joue sur les entrées et sorties de carbone des sols

La végétation et les sols sont capables de « pomper » le CO₂ en trop de l'atmosphère

UN OBJECTIF GLOBAL DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE CO₂

La quantité de CO₂ dans l'atmosphère augmente chaque année de 4,3 gigatonnes de carbone (Gt C). Pour annuler cette augmentation, il suffirait de stocker chaque année 4,3 Gt C dans les sols.

Stockier 4,3 Gt C dans les sols du monde est égal à une augmentation annuelle de 4 pour mille (4 ‰) des stocks actuels de carbone dans les 30 premiers centimètres de sol.

En France, avec un stock moyen de 50 tonnes de carbone par hectare, une augmentation annuelle de l'ordre de 0,2 à 0,3 tonne de carbone par hectare, sur 30 cm de profondeur, suffirait à **atteindre localement l'objectif de 4 ‰**.

Flux de carbone entre la terre et l'atmosphère en Gt C par an (gigatonne ou milliard de tonnes de carbone)

| | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| +8,9 ± 0,4 | +0,9 ± 0,3 | +4,3 ± 0,3 | -2,9 ± 0,3 | -2,6 ± 0,3 |
| Industrie et transport | Déforestation | Atmosphère | Eco et agroécosystèmes terrestres | Océans |
| Carbone fossile 15 000 Gt de carbone | | 820 Gt de carbone | 100-600 Gt de carbone | |

Valeurs moyennes pour 2004-2013 (Le Quéré et al. 2014)

OUI, le stockage de carbone dans les sols est possible, les bonnes pratiques d'usage des sols le permettent.

Conception : Tiphaine Chevallier, IRD et Claire Chenu, AgroParisTech, Ambassadrice spéciale de la FAO pour 2015, Année internationale des sols

Stopper les dégradations des sols qui réduisent le puits à carbone

Panneau 4: Les sols sont affectés par le changement climatique

Si le stockage de carbone dans les sols peut contribuer à l'atténuation du changement climatique, les sols sont également impactés par ces changements climatiques. Érosion, sécheresse, inondations et baisse de fertilité sont aujourd'hui préoccupantes dans de nombreuses régions du globe.

3 - QUELLE VIE DES PANNEAUX PÉDAGOGIQUES APRÈS L'EXPOSITION?

Les panneaux en « dur » de l'exposition initiale, difficilement transportables, ont été transférés au Conservatoire Européen des Échantillons de Sols d'INRAE d'Orléans, siège social de l'Afes, où ils sont exposés en permanence (voir section IV).

Sous l'impulsion de J-C. Marcus, alors membre du Conseil d'Administration de l'Afes, et avec l'aide technique de Didier Kessler, ces panneaux difficilement transportables ont été déclinés sous forme de rouleaux plus faciles à déplacer. Ils ont été notamment exposés dans les 3 chambres parlementaires (Sénat, Assemblée nationale, Conseil Économique, Social et Environnemental), en particulier à l'occasion des Journées Mondiales des Sols (JMS), organisées à Paris en 2014, 2015 et 2016 puis en région à partir de 2017.

Sous cette forme, cette exposition est devenue itinérante en étant mise à disposition de nombreux événements avec une estimation de plus de 30 000 personnes touchées (tableau 1).

Les panneaux ont également été rendus disponibles sous format numérique et sont téléchargeables sur le site de l'Afes sous condition que les expositions les utilisant en citent correctement la source (<https://www.afes.fr/expositions-sur-les-sols/>). Ces formats numériques ont permis de décliner les panneaux sous différentes formes physiques (afiches, structures légères, etc.).

de développer des recherches pour évaluer et comprendre l'effet des pratiques et usages agricoles sur les stocks de carbone des sols, en fonction des types de sol, et ainsi élaborer des pratiques innovantes. Ce projet ne peut réussir sans concevoir des politiques publiques qui en facilitent l'adoption.

Etude et Gestion des Sols, 27, 2020

Tableau 1 - Principaux événements au cours desquels l'exposition a été présentée.**Table 1** - Main events where the exhibition has been presented.

| Organisateur | Contexte | Lieu | Nombre de personnes concernées | Type de public | Date |
|--|--|--|---|---|--|
| Sénat - Jardins du Luxembourg | Exposition d'automne | Orangerie du jardin du Luxembourg - Paris 6 ^e | 18 500 | Grand public | 11 au 24 septembre 2014 |
| Institut Régional du Développement Durable de Normandie (IRD2) | Rencontres nationales « Sol contre tous ? » | Université de Caen Normandie - 14032 Caen | 400 | Grand public | 13 et 14 octobre 2014 |
| AFES-CPPEs | Journée mondiale des sols | Assemblée nationale - Paris 7 ^e | 100 | Professionnels du sol et élus | 5 décembre 2014 |
| Communauté de Communes Eure Madrie Seine | Rencontre organisée par la mairie | Gaillon - Salle annexe de la Mairie - 27600 | 50 | Elus et techniciens de collectivité | 26 février 2015 |
| ESITPA École d'Ingénieurs en Agriculture | Bibliothèque de l'École | Mont Saint Aignan - 76130 | 300 (estimation) | Étudiants | 6 au 13 mars 2015 |
| Lycée agricole du Robillard | Dans le cadre de la semaine développement durable organisée par le lycée | L'Oudon - 14170 | 150 (estimation) | Étudiants | du 13 mars au 1 ^{er} avril 2015 |
| Association Eco - Errance | Dans le cadre du Festival « L'heureux tour du sol » | Radon - 61341 | 1 500 | Grand public | 12 et 13 juin 2015 |
| Parc Naturel Régional du Perche | Programmation estivale | Perche-en-Courboyer - 61340 | 500 (estimation) | Grand public | du 9 juillet au 22 septembre 2015 |
| Association des anciens de l'IRD et du Cirad | Journée de conférence Salle Rabelais à Montpellier organisée à l'occasion de l'année internationale « Sol, un patrimoine de l'humanité » | Montpellier | 50 | Grand public | 21 novembre 2015 |
| AFES - CPPES | Journée mondiale des sols | Palais du Luxembourg - Paris 6 ^e | 150 | Professionnels du sol et élus | 3 décembre 2015 |
| Muséum des sciences naturelles d'Angers | Exposition temporaire | Angers - 49100 | 1 000 (estimation) | Grand public | Du 16 septembre 2015 au 26 juin 2016 |
| SAFER Normandie | Dans le cadre de la journée annuelle VIGISOL | Caen - 14000 | 200 | Acteurs agricoles | 23 novembre 2015 |
| Muséum National d'Histoire Naturelle | Exposition temporaire | Paris - 75005 | Donnée non communiquée. Probablement plusieurs milliers | Grand public | 11 janvier au 16 mars 2016 |
| Arboretum de Versailles Chèvreloup | Exposition temporaire | Versailles - 78000 | Donnée non communiquée | Grand public | du 1 ^{er} mai au 15 novembre 2016 |
| Jardin des Marettes | Dans le cadre d'ALTERNATIBA | Ponts sur Seulles - 14480 | 70 | Grand public | 19 septembre 2016 |
| AFES - CPPES | Journée mondiale des sols | Assemblée Nationale - Paris 7 ^e | 150 | Professionnels du sol, grand public et élus | 8 décembre 2016 |

| Organisateur | Contexte | Lieu | Nombre de personnes concernées | Type de public | Date |
|---|--|---|--------------------------------|--|--------------------------|
| CFA / CFPPA de l'Eure | Exposition au sein du lycée agricole et accessible à tous les étudiants | Le Neubourg - 27110 | 500 (estimation) | Étudiants | 25 avril au 12 mai 2017 |
| Afes | Assemblée Générale de l'Afes | Bergerie de Rambouillet - 78120 | 50 | Adhérents Afes | 2 septembre 2017 |
| AFES - CPPES | Journée mondiale des sols | Hôtel de Région, Poitiers - 86000 | 150 | Professionnels du sol, élus, étudiants, autres. | 4 décembre 2017 |
| Canop'Terre | Lors du troc de semences réalisé par l'association Canop'Terre. Dans le cadre de la Journée Mondiale des Sols (JMS) en région Grand Est. | Erstein - 67150 | 100 | Jardiniers amateurs et professionnels, certains maraîchers étant venus chercher des semences | 18/02/2018 |
| Canop'Terre | Exposition au sein de l'établissement. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Lycée Enseignement General et Technologique Agricole (Obernai - 67210) | 800 | Enseignants et élèves Lycée agricole | 12/03/2018 au 22/03/2018 |
| Canop'Terre | Exposition au sein de l'établissement. Exposition également présentée lors des portes ouvertes du lycée le 17 mars, au troc plantes du 24 mars et à la conférence de la SNHF du 17 avril. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Établissement d'enseignement professionnel général et technologique agricole (Rouffach - 68250) | 360 | Enseignants et élèves Lycée agricole | 23/03/2018 au 20/04/2018 |
| Canop'Terre | Exposition dans le hall d'entrée en libre accès. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Chambre d'agriculture (Schiltigheim - 67300) | Non communiqué | Professionnels du domaine agricole | 23/04/2018 au 29/05/2018 |
| Canop'Terre | Dans le cadre d'un salon organisé dans un établissement d'enseignement agricole. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Lycée Enseignement General et Technologique Agricole (Obernai - 67210) | 1 500 | Etudiants du lycée, techniciens du monde agricole et agriculteurs | 30/05/2018 au 31/05/2018 |
| Canop'Terre | Exposition dans le hall d'entrée en libre accès. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Chambre d'agriculture du Haut-Rhin (Sainte Croix en Plaine - 68127) | Non renseigné | Professionnels du domaine agricole | 01/06/2018 au 03/09/2018 |
| Conservatoire d'Espaces Naturels Normandie Seine - AFES | Journées d'Etude des Sols - JES Exposition pendant toute la durée des JES 2018 à l'Université de Rouen | Université de Rouen - Site de Mont Saint Aignan - 76130 | 215 personnes | Enseignants chercheurs et étudiants | 9 au 12 juillet 2018 |
| Canop'Terre | Réunions des apiculteurs de la vallée organisée par le Syndicat des apiculteurs de la vallée de saint Amarin. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | Saint-Amarin - 68550 | 80 | Apiculteurs | 27/07/2018 au 30/07/2018 |

| Organisateur | Contexte | Lieu | Nombre de personnes concernées | Type de public | Date |
|---|---|--|--------------------------------|--|--------------------------|
| Canop'Terre | Exposition dans le hall d'entrée en libre accès. Dans le cadre de la JMS en région Grand Est. | CFA et LEGTA (Rouffach - 68250) | 600 | Enseignants et élèves Lycée agricole | 04/09/2018 au 21/09/2018 |
| Canop'Terre | Exposition temporaire «Le Sol» au Musée interactif Terra-memoria, accompagnée de conférences sur les sols et d'une exposition ludique interactive sur les sols « Sols, la vie de la Terre » (http://www.terramemoria.fr/animation-evenement/expositions-temporaires/) | Terra-memoria (Bozouls - 12340) | Non renseigné | | 26/09/2018 au 22/11/2018 |
| Centre culturel municipal de la Ville d'Argentan | Dans le cadre de la journée mondiale des sols | Argentan - 61000 | 200 (estimation) | Grand Public | 3 au 13 décembre 2018 |
| AFES - CPPES | Journée mondiale des sols | Musée de l'aquarium de Nancy - 54000 | 150 | Professionnels sol | 3 décembre 2018 |
| Association les hommes fourmillent | Dans le cadre du festival annuel « Dédé fait son ciné » sur le thème « Biosphère ... Je t'aime moi non plus ! » - | L'Aigle - 61300 | 1 500 | Grand Public | 19 au 21 octobre 2019 |
| EPLEFPA LE ROBILLARD | Dans le cadre de la Journée mondiale des sols et plus spécifiquement de l'évènement « La vie des sols » organisé par le lycée agricole | L'Oudon - 14170 | 200 (estimation) | Étudiants | 5 décembre 2019 |
| IRD - AFES ; les 4 panneaux supplémentaires introduisant les sols de Guyane | Fête de la science | Cayenne, Campus de Troubiran, Université de Guyane - 97300 | 300 (estimation) | Tout public | 9 novembre 2019 |
| AFES - CPPES | Journée mondiale des sols | Palais des arts de Vannes - 56000 | 170 | Professionnels du sol et grand public dans le Palais | 6 décembre 2019 |

4 - RETOURS D'EXPÉRIENCE

4.1 - L'exemple normand

L'Institut Régional du Développement Durable de Normandie a accueilli une première fois l'exposition « sols fertiles, vies secrètes » en octobre 2014 à l'occasion de l'évènement « Sols contre tous ? ». Suite à cette première expérience qui a accueilli 400 participants, le conseil d'administration de l'IRD2 a demandé l'autorisation au Sénat d'éditer une version « normande » de l'exposition sous la forme de panneaux forex plus facilement transportables. L'exposition a ainsi tourné en Normandie sur

une douzaine de sites depuis 2015 et a pu profiter à des publics variés. Au total, ce sont plus de 6 000 personnes qui ont pu voir les 15 panneaux de l'exposition (*voir tableau 1*).

Des illustrations de ce circuit de l'exposition sont indiquées dans la suite du document (*figures 8, 9, 10 et 11*).

4.2 - Le Conservatoire Européen des échantillons de Sols (Inrae d'Orléans)

Le Conservatoire Européen des Échantillons de sols abrite et conserve en conditions contrôlées plus de 30 000 échantillons provenant du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols

Figure 8 - Espace Aula MAGNA - Université of Caen Basse Normandie - 13 et 14 octobre 2014. Dans le cadre des rencontres nationales « Sol contre tous ? » - 400 participants (© Sophie RAOUS).

Figure 8 - Indoor space Aula MAGNA. University of Caen Basse Normandie - 13-14 October 2014 in the framework of the national meeting "Sols contre tous" (untranslatable play on words) - 400 attendees.

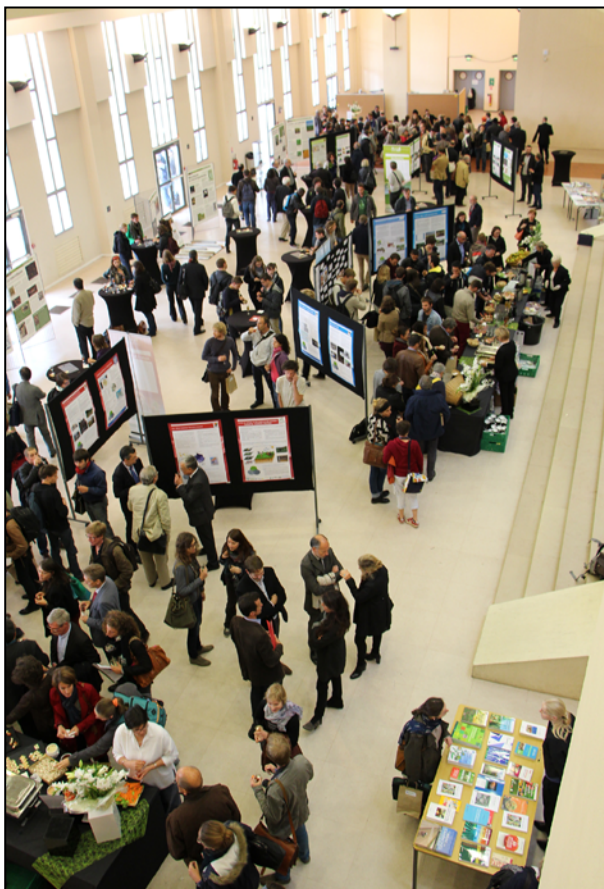


Figure 9 - Exposition dans le cadre d'une rencontre organisée par la Communauté de Communes Eure Madrie Seine - 26 février 2016 - 50 participants (© Sophie RAOUS).

Figure 9 - Exhibition in the framework of an event organized by the municipalities of Eure Madrie Seine - 26 February 2016 - 50 attendees.



Figure 10 - Exposition Sols fertiles vies secrètes Bibliothèque de l'Ecole d'Ingénieurs en Agriculture ESITPA du 6 au 13 mars 2015 (© Sophie RAOUS).

Figure 10 - Exhibition "Soils and secret lives" - Library of the school of Agricultural Engineers ESITPA. 6-13 March 2015.



Figure 11 - Exposition Sols fertiles vies secrètes au lycée agricole du Robillard du 13 mars au 1er avril 2015 - 150 étudiants mobilisés (© Sophie RAOUS).

Figure 11 - Exhibition "Soils and secret lives" at the agricultural high school of Robillard - 13 March to 1st April 2015 - 150 students.



Figure 12 - L'exposition, au Conservatoire Européen d'Echantillons de Sols, INRAE Orléans (©Sacha Desbourdes).

Figure 12 - The exhibition, at the European soil sample archive building, INRAE Orléans.



(Arrouays *et al.*, 2002; Jolivet *et al.*, 2006), de campagnes de profils réalisés lors d'opérations parfois anciennes, et de nouvelles campagnes concernant des sites instrumentés suivant les flux de gaz à effet de serre sur l'ensemble de l'Europe (Franz *et al.*, 2019; Arrouays *et al.*, 2019). A ce conservatoire est adossée une salle de conférences permettant d'accueillir de nombreux événements. Les panneaux de l'exposition sont affichés dans un lieu de passage très fréquenté, reliant la salle de conférences au conservatoire proprement dit (*figure 12*). Le bâtiment est essentiellement construit en pisé, qui présente des qualités thermiques adaptées, notamment à la conservation des échantillons de sol, et qui porte en outre plusieurs messages importants: « conserver les sols dans du sol », « les sols sont aussi un matériau de construction », « le circuit-court » et le « gaspillage » des sols sont « optimisés » puisque l'essentiel du matériau utilisé pour le pisé a été extrait du sol excavé pour les fondations du bâtiment.

Environ 1 000 personnes, majoritairement des professionnels, sont venues spécifiquement visiter le conservatoire et

cette exposition depuis son installation en septembre 2015. Lors des dernières fêtes de la Science, environ 900 personnes (dont beaucoup de jeunes publics) ont également spécifiquement visité l'exposition et le conservatoire. A ceci, il faut ajouter de nombreuses visites sur rendez-vous, principalement lors de la visite de délégations françaises (Académie d'agriculture, DDT, Conseil général, Chambres d'Agriculture, Associations diverses...) et étrangères (délégations chinoises, Coréennes, Sud-Africaines, Sénégalaises...). A ces estimations, il convient d'ajouter également les passages réguliers des publics venus occuper la salle de conférences pour de nombreux événements et qui ont, pour nombre d'entre eux, consulté les panneaux disposés dans un endroit stratégique reliant la salle de conférences, le conservatoire, les toilettes, et la proximité immédiate de la salle servant pour les pauses-café et déjeuner... Il est donc difficile de réaliser une comptabilisation précise de la consultation de ces panneaux, mais un chiffre de l'ordre de 10 000 constitue sans doute l'estimation la plus probable.

4.3 - Impact politique

Ces panneaux, ainsi que les Journées Mondiales des Sols au sein desquelles ils ont été et sont encore exposés, ont permis de toucher la sphère des décideurs des politiques publiques présents, avec leurs attachés parlementaires, lors de ces journées. Ces journées, et l'aspect très didactique des panneaux, ont ensuite entraîné des séries de consultations de spécialistes et des rapports de commissions des différentes chambres parlementaires sur la nécessité de mieux prendre en compte et de protéger les sols, sur le rôle des sols par rapport au changement climatique (et en particulier sur l'initiative 4 pour mille proposée par la France lors de la COP21 de 2015, <https://www.4p1000.org/fr/>), sur la problématique de l'artificialisation des sols, etc. Ils ont été le « creuset » sur lequel a été fondé le Club Parlementaire pour la Protection et l'Étude des Sols (CPPES). En ce sens, ils ont permis à l'AFes d'élargir son influence au-delà de la stricte communauté scientifique et de « faire remonter » l'importance des sols dans l'agenda politique.

4.4 - Diversité des expositions et des publics touchés

Au total, sachant que le *tableau 1* n'est pas exhaustif, ce sont plus de 50 000 personnes qui ont été touchées par cette exposition à ce jour. Le *tableau 1* montre la diversité des contextes dans lesquels cette exposition a été proposée du milieu étudiant au milieu professionnel agricole en passant par le grand public. Cette diversité de publics potentiellement intéressés par l'exposition reflète bien la diversité d'enjeux au cœur desquels sont les sols aujourd'hui.

4.5 - Modes de diffusion

Pour l'AFES :

Depuis la Journée Mondiale des Sols (JMS) de 2017, l'exposition circule chaque année sur une nouvelle Région correspondant à la Région d'accueil de la Journée Mondiale des Sols. Une convention de mise à disposition de l'exposition est ainsi signée chaque année avec une nouvelle structure qui se charge de la faire circuler sur le territoire régional. En 2018, l'exposition a ainsi été gérée par l'association Canopterre et a circulé sur le territoire de la Région Grand Est. En 2019, l'exposition circule en Région Bretagne avec une gestion par l'association Clim'actions. Pour 2020 l'exposition sera confiée à une association d'éducation à l'environnement et au développement durable de la Région PACA.

Toutes les informations relatives à la diffusion de l'exposition sont consultables sur le site de l'AFES (*figure 13*) en suivant le lien :

<https://www.afes.fr/expositions-physiques-gerees-par-lafes/>

Encadré 1 : Mise à disposition de l'exposition

Vous souhaitez rééditer vous-même les posters de l'exposition ? Merci de contacter la Direction de l'architecture du patrimoine et des jardins du Sénat pour obtenir l'autorisation :

Contact : Mme Gisèle CROQ, Ingénieur des Jardins du Luxembourg : g.croq@senat.fr

Vous souhaitez des informations sur les conditions de prêt de l'exposition ? Merci de contacter l'AFES

Contact : Mme Sophie RAOUS : sophie.raous@afes.fr

Figure 13 - Aperçu de la page du site de l'AFES dédiée aux expositions.

Figure 13 - Overview of the AFES website dedicated to the exhibition.



5 - CONCLUSION

Une telle action mérite quelques points de satisfaction ! Tout d'abord la création de cette exposition a mobilisé un collectif significatif qui, d'un point de vue didactique, a conduit à une homogénéisation du discours destiné à un public large. En effet, si les éléments contextuels et sémantiques scientifiques des thématiques traitées ont une large acceptation dans le domaine scientifique de la science du sol, nous sommes conscients que leur déclinaison doit être bien articulée pour que le message, avec son caractère répétitif, finisse par passer. Ensuite, les réactions d'un public diversifié sont intéressantes car elles montrent qu'une exposition qui est, somme toute, une voie très classique de transmission est aussi un puissant outil pour créer de l'échange et apporter d'autres informations et susciter le débat. Enfin, une telle exposition a créé une demande pour d'autres supports et outils de transmission, tant de connaissances sur les sols, que de communications variées sur tous les sujets qui touchent les sols. Avec cette exposition, l'Afès a débuté un cycle important de communication qui devra être soutenu pendant toute la « décennie des sols ». Souhaitons que les germes que cette action a disséminés porteront leur fruit, et qu'avant la fin de la décennie, en 2025, nous puissions faire évoluer les contenus et la forme de nos discours afin de les faire encore mieux passer auprès du grand public et des décideurs.

REMERCIEMENTS

Nous remercions ici tout le personnel technique de la Direction du Patrimoine et des Jardins du Sénat pour tous leurs efforts et leur contribution à la réussite de cette exposition. Bien qu'ils ne soient pas co-auteurs de cet article, nous tenons à remercier également Jean-Claude Marcus et Didier Kessler pour toute l'énergie et la détermination dont ils ont fait preuve pour la diffusion et la dissémination de ces panneaux auprès de différents publics.

Nous remercions enfin Anne Blanchart et Apoline Auclerc pour leurs relectures détaillées et leurs suggestions qui ont largement contribué à la pertinence de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- Amundson R., Berhe AA., Hopmans JW., Olson C., Sztein AE., Sparks DL., 2015 - Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348, (6235).
- Aran D., Maunoury-Danger F., 2019 - Un voyage à travers le sol - Récit d'une animation destinée à faire découvrir la pédologie aux scolaires et au grand public. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 163-173.
- Arrouays D., Jolivet C., Boulonne L., Bodineau G., Saby N., Grolleau E., 2002 - Une initiative nouvelle en France: la mise en place d'un Réseau multi-institutionnel de Mesures de la Qualité des Sols (RMQS). *C. R. Acad. Agr. Fr.* 88(5) : 93-105.
- Arrouays D., Saby N., Boukir H., Jolivet C., Ratié C., Schrupf M., Merbold L., Gielen B., Gogo S., Delpierre N., Vincent G., Klumpp K., Loustau D., 2018 - Soil sampling and preparation for monitoring soil carbon. *International Agrophysics*. 32, 633-643.
- Auclerc A., Blanchart A., Vincent Q., 2019 - Jardibiodiv, un outil de sciences participatives sur la biodiversité des sols urbains. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 195-209.
- Besnard C., Lépinay A., Bouquet D., 2019 - Module de sensibilisation sur le sol et les pollutions diffuses le long du continuum terre-mer. Retour d'expérience. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 153-161.

- Blanchart E., Raharijaona S., Razafindrakoto M., Becquer T., Bernard L., Trap J., Razafimbelo T., 2019 - « Les sols et notre environnement », une animation diversifiée et interactive sur les services rendus par les sols, dans le cadre de l'Année Internationale des Sols, à Madagascar. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 115-123.
- Crespin P., Pérès J., Sinagra J-P., Lacassin J-C., Blanchart E., Chevallier T., Darche M., Dosso M., Feller C., 2020 - Une exposition sur le Sol à Alès (2018-2019) pour les jeunes et le grand public : faire du jeune avec du vieux, de l'imagination et de la passion ! *Etude et Gestion des Sols*, 27 (1), pp. 23-34.
- Dulaurent A-M., Houben D., 2020 - Sensibiliser les jeunes au sol à l'aide de la démarche scientifique : retour d'expérience d'un atelier conduit dans le cadre de la Fête de la Science. *Etude et Gestion des Sols*, 27 (1), p. 9-22.
- Eglin T., Bispo A., Guellier C., Arrouays D., Blanchart E., Chevallier T., Pierart A., Bardy M., Julliot C., Sapijanskas J., 2019 - Brochure et Jeu de cartes « La vie cachée des sols » : retour d'expérience sur deux outils de sensibilisation du jeune public à la biodiversité des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 187-193.
- Franz D., Acosta M., Altimir N., Arriga N., Aubinet M, Aurela M., Arrouays, D., [...121 co-auteurs...] Vesala E.T., 2018 - Towards long-term standardised carbon and greenhouse gas observations for monitoring Europe's terrestrial ecosystems. *International Agrophysics*, 32, 439-455.
- Garrigou P., Devillechabrolle J., Brossard M., 2019 - Le sol comme support de partage de connaissances auprès des habitants du territoire guyanais. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 107-113.
- Girard M-C., Arrouays D., 2019 - Note sur l'Exposition SOLS de 1984 au Palais de la Découverte (Paris, France). *Etude et Gestion des Sols*, 26, 93-99.
- Grégoire I., Grenon L. 2020 - S.O.S SOLS: Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS Article de journal. *Etude et Gestion des Sols*, 27 (1), pp. 35-44.
- Jolivet C., Boulonne L., Ratié C., 2006 - Manuel du réseau de mesures de la qualité des sols. INRA InfoSol, Orléans, France.
- Jones A., Panagos P., Montanarella L., 2019 - Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 99-106.
- Montanarella L., Pennock D.J., McKenzie N.J., Badraoui M., Chude V., Baptista I., Mamo T., Yemefack M., Singh Aulakh M., Yagi K., Young Hong S., Vijarnsorn P., Zhang G.-L., Arrouays D., Black H., Krasilnikov P., Sobocká J., Alegre J., Henriquez C.R., Mendonça-Santos M.L., Taboada M., Espinosa-Victoria D., AlShankiti A., AlaviPanah S.K., Elsheikh E.A.E., Hempel J., Camps Arbertain M., Nachtergaele F., Vargas R., 2016 - World's soils are under threat. *SOIL*, 2, 79-82.
- Schwartz D., 2019 - Le sentier des sols de la Vallée Noble à Osenbach (68). Dix ans au service de la découverte des sols. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 143-152.

