

# Etude et Gestion des Sols

Numéro spécial  
« Communiquer et sensibiliser le grand public  
aux sols »



2020

Soutenu par



## ÉTUDE ET GESTION DES SOLS

Étude et Gestion des Sols (E.G.S.) publie des articles en français. Sa vocation première est d'être un lieu d'échange et de transfert en ce qui concerne la science du sol appliquée. Les articles sont soumis à une procédure de relecture critique par des pairs. E.G.S. publie des résultats originaux, des synthèses et des revues bibliographiques, ainsi que des notes techniques et historiques. E.G.S. publie également des numéros ou des dossiers thématiques. E.G.S. peut aussi publier des articles brefs d'opinion scientifique, contribuant à l'avancée des réflexions sur notre champ d'étude et de recherche.

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, "Étude et Gestion des Sol" a cessé de paraître sous sa forme traditionnelle sur papier.

Cette revue est désormais publiée sous forme électronique (fichiers.pdf) avec accès et téléchargement libres et gratuits.

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

Les illustrations peuvent être en couleurs.

### AFES

INRA d'Orléans

2163, avenue de la Pomme de Pin, CS 40001, Ardon

F-45075 Orléans Cedex 02, France

[www.afes.fr](http://www.afes.fr)

### DIRECTEUR DE LA PUBLICATION

Michel Brossard

### RÉDACTEUR EN CHEF

Dominique Arrouays

### RÉDACTEURS EN CHEF ADJOINTS

Denis Baize, Anne Richer-de-Forges

### SECRETARIAT DE RÉDACTION

Florence Héliès, Anne Richer de Forges, Jean-Pierre Rossignol

### COMITÉ ÉDITORIAL

D.	Angers	Sainte Foy	Canada
J.	Balesdent	Aix-en-Provence	France
M.	Bardy	Paris	France
E.	Blanchart	Montpellier	France
W.	Blum	Vienne	Autriche
L.	Bock	Gembloux	Belgique
A.	Bruand	Orléans	France
T.	Chevallier	Montpellier	France
C.	Cheverry	Rennes	France
J.L.	Chotte	Montpellier	France
G.	Colinet	Gembloux	Belgique
S.	Cornu	Aix-en-Provence	France
I.	Cousin	Orléans	France
E.	Dambrine	Chambéry	France
S.	Deckers	Leuven	Belgique
A.	Delaunoy	Albi	France
B.	Delvaux	Louvain-la-Neuve	Belgique
P.	Faivre	Chambéry	France
C.	Feller	Montpellier	France
N.	Filippi	Ispra	Italie
E.	Frossard	Zurich	Suisse
J.C.	Germon	Dijon	France
M.C.	Girard	Paris	France
J.M.	Gobat	Neuchâtel	Suisse
A.	Halitim	Batna	Algérie
B.	Jabiol	Nancy	France
J.L.	Julien	Laon	France
C.	Keller	Aix-en-Provence	France
P.	Lagacherie	Montpellier	France
B.	Laroche	Orléans	France
J.P.	Legros	Montpellier	France
B.	Lemercier	Rennes	France
F.	Macias Vasquez	St-Jacques de C.	Espagne
C.	Mathieu	Paris	France
J.	Meersmans	Cranfield	Royaume Uni
J.P.	Montoro	Bondy	France
R.	Moreau	Montpellier	France
J.L.	Morel	Nancy	France
J.	Moulin	Châteauroux	France
R.	Mrabet	Rabat	Maroc
V.	Parnaudeau	Rennes	France
S.	Recous	Laon	France
G.	Richard	Orléans	France
N.	Saby	Orléans	France
D.	Schwartz	Univ. Strasbourg	France
T.	Sterckeman	Nancy	France
E.	van Ranst	Gand	Belgique
F.	van Oort	Versailles	France
C.	Walter	Rennes	France

---

# Éditorial du numéro spécial

## Communiquer et sensibiliser le grand public aux sols

Richer-de-Forges A.C.<sup>(1)</sup>, Chevallier T.<sup>(2)</sup> et Eglin T.<sup>(3)</sup>

- 1) US1106 InfoSol. INRAE Orléans. Centre Val de Loire, France
- 2) IRD, UMR Eco&Sols, Ecologie Fonctionnelle & Biogéochimie des sols & des Agro-écosystèmes, Campus SupAgro, Bat. 12, 34060 Montpellier Cedex 2, France
- 3) ADEME Direction Productions et Energies Durables, Service Forêts, Alimentation, Bio-économie, 20 av. du Grésillé, 49000 Angers, France

**L**e sol ne se limite pas à une simple surface que l'on foule. Il constitue un écosystème à part entière, essentiel à nos sociétés pour l'approvisionnement en nourriture et en matériaux, la régulation du cycle de l'eau et du climat, le recyclage de déchets organiques, la préservation d'un patrimoine biologique et culturel...

Dans une société où la majeure partie de la population est urbaine, le risque de déconnexion entre les bénéficiaires finaux des services rendus par les sols et la prise de conscience de leur importance sont réels. Le sol, malgré son importance, n'est pas visible et donc mal connu de la plupart de nos concitoyens. L'indifférence de nos sociétés, associée à la pression des activités humaines et au manque de réglementation dédiée à la protection des sols, engendrent d'importantes dégradations, certaines quasi-irréversibles comme l'imperméabilisation liée à l'urbanisation ou la contamination par des polluants persistants.

En réaction à cette déconnexion mal vécue par les urbains, on assiste également à un retour du jardin, des potagers partagés, parfois de composts, des envies de nature, des discours bio, vert et très divers.

Face à ce constat, connecter la science des sols et la société est un enjeu majeur. Les connaissances sur les sols doivent se démocratiser afin de faciliter la protection des sols et des services qu'ils nous rendent. Le besoin de renforcer cette « connectivité » est aussi mis en avant dans le concept de « sécurité des sols » (Richer-de-Forges *et al.*, 2019). Ce transfert de connaissances sur les sols passe par la multiplication des actions de vulgarisation vers le grand public mais aussi dans l'enseignement et auprès des décideurs. Beaucoup d'entre nous en sommes convaincus. Souvent des d'activités pour tel et tel public sont demandées sur nos forums de discussions.

A travers ce numéro spécial, nous avons souhaité porter à connaissance des expériences d'actions de vulgarisation et des ressources pédagogiques afin de favoriser leur multiplication et d'améliorer leur impact. En effet, si intervenir dans une classe d'école, proposer une exposition ou une animation lors de la fête pour la science sont des activités qui font très envie, elles sont souvent source d'interrogations. Comment adapter le discours pour des enfants, du grand public, des décideurs de demain et d'aujourd'hui ? Comment préparer une séance, une exposition, un stand ? Comment ne pas paraître rébarbatif ? Comment présenter notre sujet d'étude noir, sale et à l'apparence si banal comme un milieu riche et mystérieux ? Ce milieu est plus intéressant que les apparences, il mérite d'être creusé un peu. Comment transmettre cette envie de creuser ? C'est ce qu'offre ce numéro spécial.

En proposant l'idée d'un tel numéro, nous ne nous doutions pas du fort engouement de notre communauté scientifique pour mieux faire connaître et sensibiliser les plus jeunes, le grand public, les décideurs et les politiques à la beauté,

l'intérêt et l'utilité du sol. Plusieurs d'entre nous ont réalisé des évènements ou des produits de vulgarisation pour une variété de publics et utilisables ou reproductibles dans divers contextes. Le retour de leur expérience ne fera qu'enrichir les réflexions de ceux qui hésitaient à se lancer.

Sans passer en revue tous les articles, on pourra noter la diversité des approches présentées.

Certaines approches s'adressent délibérément aux plus jeunes au travers de dispositifs, de créations ou d'animations pédagogiques. Il s'agit de dispositifs incluant des aspects ludiques et à destination de publics scolaires principalement (Giot et Seger, Richer-de-Forges *et al.*, Dulaurent et Houben, Hilaire et Sauter, Grégoire et Grenon pour un exemple québécois, et pour partie, Aran *et al.*, Eglin *et al.*, Besnard *et al.*, Ortega *et al.*).

D'autres sont plus largement destinées au grand public, comme la description de certaines expositions (Girard et Arrouays, Raous *et al.*, Crespin *et al.*) ou d'animations, de découvertes et d'outils de sensibilisation (Garrigou *et al.*, Blanchart *et al.*, Schwartz, Besnard *et al.*, Richer-de-Forges *et al.*, et, pour partie, Aran *et al.*, et Eglin *et al.*). Auclerc *et al.* proposent de connecter directement grand public et scientifiques au travers d'une application web de sciences participatives qui permet aux jardiniers amateurs de reconnaître les organismes des sols tout en collectant des données utiles aux scientifiques pour l'évaluation de la biodiversité des sols en ville.

Un seul article est plus particulièrement destiné à la sensibilisation des décideurs (Jones *et al.*). Notons toutefois que les très beaux atlas qui y sont présentés peuvent également passionner le grand public, grâce à leurs qualités pédagogiques et leurs très belles illustrations. Nous saluons ici particulièrement ces auteurs étrangers, plus habitués aux sphères des politiques européennes et mondiales, d'avoir fait l'effort de soumettre cet article à notre revue francophone, article que nous avons spécialement traduit pour eux.

Enfin, un dernier article nous entraîne sur des voies plus philosophiques et culturelles : Feller *et al.* dressent un panorama remarquable de différents modes de perception des sols. Accroître la sensibilité des personnes au sol est une clé pour que les sociétés d'aujourd'hui l'apprécient et en prennent soin.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions ici tous les auteurs et auteures qui ont permis l'élaboration de ce numéro en y soumettant leurs travaux et leurs réflexions. Nous remercions également les très nombreux relecteurs et relectrices, le plus souvent anonymes, qui ont accepté de travailler « dans l'ombre » pour contribuer à améliorer ces manuscrits originaux par leurs remarques et leurs propositions généralement très constructives. Nous remercions également l'ADEME pour son soutien financier à l'édition de ce numéro spécial.

## BIBLIOGRAPHIE

### Référence générale

Richer-de-Forges A.C., Carré F., McBratney A.B., Bouma J., Arrouays D., (eds.), 2019 - Global Soil Security – Towards More Science-Society Interfaces. Taylor & Francis, CRC Press/Balkema, London, UK. 137 p.

### Articles de ce numéro spécial

#### ANIMATIONS PÉDAGOGIQUES

##### DANS LE CADRE SCOLAIRE

Aran D. et 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, p. 163-173

Besnard C., Lépinay A. et 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, p. 153-161

Grégoire I. et Grenon L., 2020 - S.O.S SOLS: Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS. *Etude et Gestion des Sols*, 27, p. 35-44

Dulaurent A.-M. et 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, p. 9-22

Hilaire M., Sauter J., 2020 - « La face cachée du sol », le n°14 de la collection des cahiers d'ariena à destination des élèves et enseignants du troisième cycle (enfants âgés de 9 à 11 ans). *Etude et Gestion des Sols*, Vol. 27, p. 277-287

#### ANIMATIONS ET OUTILS

Giot G. et Seger M., 2019 - Un dispositif pédagogique de mesure de la résistivité électrique: Illustrer par l'expérience l'apport des méthodes géophysiques pour la caractérisation des propriétés du sol. *Note technique. Etude et Gestion des Sols*, 26, p. 125-131

Richer-de-Forges A.C., Courtemanche P., Bertel O., Ortega C., Arrouays D., Bispo A., Cousin I., 2019 - Une boîte de sensation tactile des sols à huit compartiments pour une découverte par le grand public et les enfants. *Note technique. Etude et Gestion des Sols*, 26, p. 133-142

Eglin T., Bispo A., Guellier C., Arrouays D., Blanchart E., Chevallier T., Pierart A., Bardy M., Julliot C., Sapjanskas 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, p. 187-193

Ortega C., Bertel O., Bispo A., 2020 - Crée ton profil de sol - Note technique et retour d'expérience sur la découverte de la 3<sup>e</sup> dimension du sol. *Etude et Gestion des Sols*, 27, p. 45-50

#### POUR LE GRAND PUBLIC

##### EXPOSITIONS

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, p. 93-98

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*, Vol. 27, p. 73-89

Crespin P., Pèrès 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, p. 23-34

##### ANIMATIONS ET SCIENCES PARTICIPATIVES

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, p. 143-152

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, p. 107-113

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, p. 115-123

Richer-de-Forges A.C., Ortolland B., Le Lay C., Soler-Dominguez N., 2020 - Note technique sur la fabrication et l'utilisation de panneaux passe-tête pour sensibiliser le grand public au sol. *Etude et Gestion des Sols*, 27, p. 113-120

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, p. 195-209

##### SENSIBILISATION DES DÉCIDEURS

Jones A., Panagos P., Montanarella L., 2019 - Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication. *Etude et Gestion des Sols*, 26, p. 99-106

##### ARTICLE PHILOSOPHIQUE

Feller C., Blum W., Lahmar R., Patzel N., Ribaut J.-P., 2019 - Le sol des uns n'est pas celui des autres. *Etude et Gestion des Sols*, 26, p. 175-185.



# Table des matières

Editorial	page 3
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	page 93-98*
Jones A., Panagos P., Montanarella L. (2019). Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication. Etude et Gestion des Sols, 26,	page 99-106
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	page 107-113
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	page 115-123
Giot G. et Seger M. (2019). Un dispositif pédagogique de mesure de la résistivité électrique: Illustrer par l'expérience l'apport des méthodes géophysiques pour la caractérisation des propriétés du sol. Note technique. Etude et Gestion des Sols, 26	page 125-131
Richer-de-Forges A.C., Courtemanche P., Bertel O., Ortega C., Arrouays D., Bispo A., Cousin I. (2019). Une boîte de sensation tactile des sols à huit compartiments pour une découverte par le grand public et les enfants. Note technique. Etude et Gestion des Sols, 26	page 133-142
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	page 143-152
Besnard C., Lépinay A. et 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	page 153-161
Aran D. et 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	page 163-173

\* Les articles sont paginés dans leur ordre de publication sur le site internet <https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/>

- 
- Feller C., Blum W., Lahmar R., Patzel N., Ribaut J.-P. (2019).  
Le sol des uns n'est pas celui des autres. Etude et Gestion des Sols, 26 page 175-185
- 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 page 187-193
- 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 page 195-209
- Dulaurent A.-M. et 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 page 9-22
- 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 page 23-34
- Grégoire I. et Grenon L. (2020).  
S.O.S SOLS : Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS.  
Etude et Gestion des Sols, 27 page 35-44
- Ortega C., Bertel O., Bispo A. (2020).  
Crée ton profil de sol - Note technique et retour d'expérience  
sur la découverte de la 3<sup>e</sup> dimension du sol. Etude et Gestion des Sols, 27 page 45-50
- 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, Vol. 27 page 73-89
- Richer-de-Forges A.C., Ortolland B., Le Lay C., Soler-Dominguez N. (2020).  
Note technique sur la fabrication et l'utilisation de panneaux passe-tête pour sensibiliser  
le grand public au sol. Etude et Gestion des Sols, 27 page 113-120
- Hilaire M., Sauter J. (2020).  
« La face cachée du sol », le n°14 de la collection des cahiers d'ariena à destination des élèves et  
enseignants du troisième cycle (enfants âgés de 9 à 11 ans). Etude et Gestion des Sols, Vol. 27 page 277-287



# Note sur l'Exposition SOLS de 1984 au Palais de la Découverte (Paris, France)

M.-Cl. Girard<sup>(1)</sup> et D. Arrouays<sup>(\*,2, 3)</sup>

- 1) Membre émérite de l'Académie d'Agriculture de France, 18 rue de Bellechasse, 75007, Paris, France.
- 2) Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France, 18 rue de Bellechasse, 75007, Paris, France.
- 3) US1106 InfoSol. INRA Orléans. Centre Val de Loire, 45075, Orléans, France

\* : Auteur correspondant : Dominique.Arrouays@inra.fr

## RÉSUMÉ

Cette note synthétise brièvement l'exposition sur les sols qui s'est tenue au Palais de la Découverte de Paris en 1984. Elle en retrace l'historique et les principales composantes. Cette exposition, tenue à l'occasion du cinquantenaire de l'Association Française pour l'Etude du Sol (AFES), fut certainement l'une des plus importantes destinées au grand public sur le territoire français.

## Mots clés

Exposition, sol, Palais de la Découverte, France.

## SUMMARY

### NOTE ON THE SOIL EXHIBITION IN THE « PALAIS DE LA DÉCOUVERTE », PARIS, FRANCE, 1984

*This brief note is a synthesis of a soil exhibition who took place in the "Palais de la Découverte" in Paris, 1984. We briefly describe its history and its main components. This exhibition took place for the jubilee (50th anniversary) of the French soil science society (AFES). It was for sure one of the most important ones dedicated to the general public in the French territory.*

## Key-words

Exhibition, Soil, Palais de la Découverte, France.

Comment citer cet article :

Girard M.-Cl et Arrouays D., 2019 -  
Note sur l'Exposition SOLS de 1984  
au Palais de la Découverte (Paris, France),  
Etude et Gestion des Sols, 26, 93-98

Comment télécharger cet article :

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

tous les articles de la revue EGS :  
[www.afes/egs/](http://www.afes/egs/)

**RESUMEN****NOTA SOBRE LA EXPOSICIÓN SUELOS DE 1984 EN EL "PALACIO DEL DESCUBRIMIENTO" (PARIS, FRANCIA)**

*Esta nota sintetiza brevemente la exposición sobre los suelos que tuvo lugar en el "Palacio del Descubrimiento" de París en 1984. Rastrea su historial y los principales componentes. Esta exposición, que tuvo lugar a la ocasión del cincuentenario de la Asociación Francesa para el Estudio del Suelo (AFES), estuvo ciertamente una de las más importantes destinadas al gran público en el territorio francés.*

**Palabras clave**

*Exposición, suelo, palacio del descubrimiento, Francia.*

En 1937, lors de son inauguration, le Palais de la Découverte de Paris, avait organisé une présentation de la « chimie agricole », c'est-à-dire, à cette époque-là, d'une partie de la science du sol. Dans ce même Palais de la Découverte, à Paris, en 1984, ce fut l'occasion de montrer, pour la France, l'ensemble des connaissances en matière de pédologie. Cette année-là, qui célébrait les 50 ans de la création de l'Association Française pour l'Étude du Sol, a permis aux élèves, aux étudiants, et au grand public de tout âge, de visiter une exposition sur les sols, intitulée : « Podzols, Rendzines et les autres, connaissez-vous les sols ? ».

## L'EXPOSITION

Cette exposition réunit la plupart des acteurs en lien avec les sols : du Ministère de l'Agriculture, du Ministère de l'environnement, de l'INRA, de l'ORSTOM (actuellement IRD), du CIRAD, de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture et avec la participation du CNRS, de l'ACTA, de l'ANPEA, du CEMAGREF (actuellement IRSTEA), de l'ONF, de l'ONIC, du Crédit Agricole, de MATRA, de Renault et d'IBM France. Elle a été réalisée sous la direction de Georges Pédro (Président de l'AFES), Jean Boulaine (Vice-Président) et Jean-Claude Bégon (Secrétaire Général); la coordination générale ayant été assurée par J. Servant, C. Scoupe, V. Eschenbrenner et M.-C. Girard. Lors de l'inauguration, le Ministère de l'Agriculture était représenté par Monsieur Hervé, chargé de missions à la direction de l'aménagement, bureau des sols, Monsieur Bars, conseiller technique au cabinet du ministre, et Monsieur Renard, directeur de l'aménagement au Ministère.

Son succès fut grand, puisque, devant durer 3 mois, elle fut prolongée à 6 mois (25 octobre 1984 - 28 avril 1985), prolongation peut-être en partie due à la diversité des présentations.

En plus des présentations classiques en vitrines d'ouvrages anciens, de minerais et de médicaments provenant du sol, de maquettes de charrue brabant (1870) et de tracteur moderne (1984), on y trouvait :

1) 4 monolithes de Podzols, Rendzine, sol Ferrallitique, et Aridisol;

2) des diaporamas concernant les grands types de sols du monde, et les organismes vivants présents dans les sols;

3) sur un panneau lumineux, on pouvait suivre l'écoulement de l'eau dans un sol drainé;

4) sur des consoles avec dispositif lumineux à touches, on pouvait comprendre les potentialités des sols et les techniques de mise en valeur agricole, et sur une console informatique on découvrait l'utilisation des ordinateurs pour l'analyse cartographique; à noter que cette initiation à l'apport de l'informatique à la cartographie a fait ensuite l'objet d'un article complet dans la Revue du Palais de la Découverte (King, 1985).

5) À partir d'un écran d'ordinateur, on pouvait étudier le rôle

de l'irrigation contrôlée;

6) une expérimentation présentait une altération, à l'image de l'altération de la base d'un sol, l'extraction d'espèces chimiques contenues dans un granite par l'extracteur Soxhelt (Pédro, 1964); Feller, 2012);

7) un mini-laboratoire permettait d'effectuer une caractérisation rapide des terres (pH, calcaire, structure, etc.);

8) une expérience de dispersion et sédimentation des terres était exposée;

9) de très nombreux panneaux pédagogiques présentaient les sols sous différents aspects, nous en avons sélectionnés ici 5 à titre d'illustration.

10) Enfin était présentée, dans une cuve, l'action des vers de terre (pédoturbation) sur une succession de couches de terres durant les 6 mois (durée de l'exposition), (figure 1); ainsi qu'un dispositif expérimental de l'érosion des sols.

Il faut faire une mention spéciale pour la Carte au 1/10 000 sur les principaux ensembles de sols du monde, réalisée spécialement à cet effet, dont la conception revenait à V. Eschenbrenner, B. Volkoff et G. Pédro, et l'élaboration à plusieurs ingénieurs de l'IRD et de l'INRA dont R. Hardy. À noter que cette carte, effectuée avant l'apparition des SIG, fut dessinée sur calque stable à la main, puis coloriée entièrement aux crayons de couleur (Staedler®) au dos d'un calque stable de dimensions 4 x 4 m ce qui a nécessité plusieurs semaines de travail laborieux (figure 2).

Cette carte était accompagnée d'une estimation des ressources en sols de la Planète. Elle remplissait l'espace dès l'entrée de l'exposition.

L'exposition démontrait que les sols constituent une ressource indispensable à l'humanité et que leur étude était une nécessité.

**Figure 1** - Illustration de l'action des vers de terre (pédoturbation) dans des couches de sols après 6 mois d'activité biologique.

**Figure 1** - Illustration of earthworms activity (pedoturbation) after 6 month of biological activity.



**Figure 2** - Personnel de l'ancien Service d'Etude des Sols et de la Carte Pédologique de France ayant colorié la carte mondiale des sols sous la direction de Raymond Hardy. De gauche à droite : Bernard Renaux, Michel Hardy, Dominique Arrouays, Hervé Gaillard, Gérald Yart, Michel Velly, Béatrice Noirtin, Brigitte Le Berre, Lucien Rousset. Allongé : Pierre Courtemanche.

**Figure 2** - Staff from the former French soil survey service having colored the world's soil map under R. Hardy supervision. From left to right: Bernard Renaux, Michel Hardy, Dominique Arrouays, Hervé Gaillard, Gérald Yart, Michel Velly, Béatrice Noirtin, Brigitte Le Berre, Lucien Rousset. Lying on the ground: Pierre Courtemanche.



Et ce d'autant plus que le sens inné de la terre a tendance à complètement disparaître avec plus de la moitié de la population mondiale qui vit actuellement dans les zones urbanisées. On notera à ce sujet que les grands thèmes concernant la protection des sols et leur sensibilité à la dégradation étaient déjà abordés, bien avant la prise de conscience politique que les sols sont au centre de tous les grands enjeux planétaires (McBratney *et al.*, 2014; Koch *et al.*, 2014; Amundson *et al.*, 2015; Montanarella *et al.*, 2016).

## LES 5 THÈMES DE L'EXPOSITION

L'exposition était présentée en 5 thèmes.

**Le thème I, « Le sol épiderme de la Terre »**, était consacré à l'histoire, au développement de la Science du Sol et à sa définition. Il présentait comment, depuis le néolithique, l'Homme était passé du stade de la cueillette à celui de la culture, se rendant compte que les sols étaient diversifiés. Par expérience transmise de génération en génération, les sols choisis étaient ceux les plus faciles à cultiver dans la région où ils se trouvaient.

Ils leur ont donné des noms : Podzols (terres cendreuse) et tchernozem (terres noires) en Russie, Rendzines en

Pologne, Terra rossa en Italie, Tirs au Maroc, Boulbènes, groies, Varennes... en France, etc. L'étude scientifique des sols, qui a démarré vers les années 1880, a développé des concepts qui regroupent ces noms vernaculaires : ainsi Smonitza (Serbie et Bulgarie), Tirs (Maroc) et Regurs (Inde) sont des sols équivalents.

**Le thème II, La « Formation des sols: altération et pédogénèse »**, montrait que le sol est un corps naturel situé à l'interface « lithosphère-atmosphère-biosphère-hydrosphère ». Son individualisation résulte de différents phénomènes de décomposition, de transferts, d'accumulations, de redistributions de matières, et où la grande biodiversité de sa faune intervient. Nous l'illustrons ici par le poster suivant (figure 3).

**Le thème III, « Distribution des sols dans l'espace »**, appréhendait le sol de manière globale et naturaliste. Étaient ainsi traités :

- de la caractérisation des principaux types de sols de la Planète, et
- de leur distribution à différents niveaux : latitudinale (bioclimatique), régionale, parcellaire.

Cela implique la prise en compte de différentes échelles spatiales et temporelles, ce qui nécessite une évolution dans les modes d'approche. Il apparaissait ainsi que la notion d'individu sol tendait à disparaître au profit de la notion de couverture pédologique continue, partie intégrante de l'écosystème.

**Le thème IV, La « Caractérisation analytique de la terre arable »**, un peu plus « réductionniste », était basée sur l'étude de :

- la taille des éléments constitutifs,
  - leur nature minéralogique,
  - leur organisation structurale,
  - et leur réactivité physicochimique ;
- ce qui avait conduit à un certain nombre de dénominations différentes et à de nombreuses appellations vernaculaires (boulbènes, terreforts, rougettes, groies...).

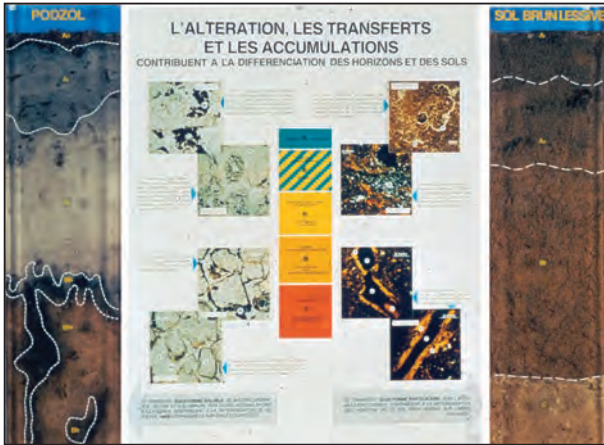
**Le thème V, « La Gestion et utilisation des Sols »**, dernière partie de l'Exposition, traitait de la Gestion rationnelle des ressources en sols de la Planète : un grand nombre d'aspects était nécessairement abordé. Il en ressortait que :

- L'occupation des sols est très diversifiée. Elle varie naturellement en fonction des contraintes et des potentialités du milieu ; elle découle aussi de la pression humaine.

- La mise en valeur des sols doit être raisonnée ; raisonnement qui n'est pas le même suivant les caractéristiques générales des zones pédo-bioclimatiques.

**Figure 3** - L'altération, les transferts et les accumulations contribuent à la différenciation des horizons et des sols.

**Figure 3** - *Weathering, transfer and accumulation process control the formation of soils and horizons.*



- Le sol présente aussi des usages non agricoles: matériaux de construction et minerais, applications géotechniques et système épurateur de la Planète (mis en valeur avec l'accroissement de l'urbanisation).

- L'utilisation agricole des sols doit se faire dans le respect des grands équilibres biogéodynamiques.

Il en ressortait également qu'un certain nombre de techniques étaient assez bien maîtrisées en ce qui concerne la fertilisation, le travail du sol, le drainage, la lutte contre l'érosion et l'irrigation. Mais les nouveaux problèmes d'environnement émergents devaient faire l'objet de nouvelles études qui étaient en cours.

On notera à ce sujet que cette exposition de 1984 constitue l'amorce d'un virage environnemental pris par l'étude des sols dans les années 1990 et qui se poursuit encore de nos jours avec les problématiques des contaminations et de la réhabilitation des sols pollués, celles du traitement et du recyclage des effluents organiques, le rôle des sols dans le cycle du carbone et dans l'épuration des eaux, la gestion des sols urbains et péri-urbains (figure 4), et l'émergence de l'agro-écologie et la prise en compte de l'importance des sols dans les objectifs de développement durable (Keesstra *et al.*, 2016; Bouma, 2019).

La couverture pédologique, avec ses transformations, son fonctionnement dans les écosystèmes, était donc présentée dans cette exposition comme un système complexe en interaction avec toutes les autres composantes de l'environnement, mais: « Tout ce qui est complexe est incompréhensible et tout ce qui est clair est inexact » comme le rappelait Georges Pédro en citant Paul Valéry.

**Figure 4** - La compétition pour l'occupation du sol en région parisienne.

**Figure 4** - *Competition and trade-off for land use in Paris peri-urban area.*



## LE COÛT DE L'EXPOSITION ET SES RETOMBÉES

L'exposition a disposé d'un budget de l'ordre de 800 000 F, ce qui, compte tenu de l'érosion monétaire (<https://www.insee.fr/fr/information/2417794>) et de la conversion du Franc en Euro, représente un coût actualisé que l'on peut estimer à environ 230 000 €. À ce chiffre, il faut ajouter les nombreuses heures de travail et de mise au point qui ont été réalisées, en relation avec les services du Palais de la Découverte, par un grand nombre de chercheurs, ingénieurs et techniciens rattachés à tous les organismes et établissements français de recherche, d'enseignement et de développement.

Cette exposition, après avril 1985, a circulé dans diverses villes, accueillie par divers organismes s'intéressant aux sols, en France ou à l'étranger et particulièrement à l'école polytechnique de Lausanne. Compte tenu du nombre très important de visiteurs au Palais de la Découverte, il est difficile d'évaluer le pourcentage de ceux qui ont consacré un temps important à l'exposition temporaire sur les sols. Mais elle a été vue certainement par plus de 10 000 visiteurs, ce qui est certainement très significatif.

Cette exposition a été le résultat (mais aussi l'occasion) d'une intense réflexion à propos des sols par de nombreux chercheurs. C'est ainsi qu'a été développé un nouveau paradigme: il y a une continuité spatiale (à trois dimensions) et temporelle en matière de sols. Cela s'est traduit par les concepts: de « couverture pédologique », de « sols épiderme de la terre », de « pédopaysage » mis en valeur à cette occasion-là. Cela a débouché sur le renouveau de la classification des sols qui a été reprise mais sous forme d'un référentiel pédologique dont la première édition a été présentée en 1990 au congrès international de Science du sol à Kyoto (Baize *et al.*, 1990).

Cette date de 1984 peut marquer symboliquement un changement de manière d'aborder les études et recherches sur les sols, basées sur les fonctionnements, les transferts de flux dans les pédopaysages et la prise en compte systématique des liens avec les écosystèmes ainsi qu'avec l'action de l'homme (figure 5).

Elle fut aussi la première exposition d'envergure nationale réalisée sur les sols. Il aura en effet fallu attendre 30 ans pour qu'une nouvelle exposition d'envergure nationale, « Sols fertiles, vies secrètes », soit réalisée sur les sols du monde du 11 au 24 septembre 2014 dans l'Orangerie des jardins du Sénat.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFES référentiel Pédologique, 2008 - D. Baize et M-C Girard: éditeurs scientifiques, éd. Quae, deuxième édition, 405 p.
- Amundson R., Berhe A.A., Hopmans J.W., Olson C., Sztein A.E., Sparks D.L., 2015 - Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348, (6235).
- Anonyme, 1984. Une exposition au Palais de la Découverte: Podzols, rendzines et les autres... connaissez-vous les sols ? Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXI, nm 2/3, 1984-85: 176-197, pp. 133-217.
- Baize D., Girard M.-C., Ruellan A., Boulaïne J., Cheverry C., 1990 - Le «Référentiel Pédologique» français. Concepts de base et caractères particuliers. 14<sup>e</sup> Congrès International de la Science du Sol. vol 5, pp 16 - 21, Kyoto.
- Feller C., 2012. Georges Pédro, du soxhlet aux académies. *Etude et Gestion des Sols*, 19, 3 et 4, pp. 2005-2009.
- Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tittonell P., Smith P., Cerda A., Montanarella L., Quinton J.N., Pachepsky Y., van der Putten W.H., Bardgett R.D., Moelenaar S., Mol G., Jansen B., Fresco, L.O., 2016 - The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals, *SOIL*, 2, 2, pp. 111-128.
- King D., 1985 - Informatique et Cartographie. Application à l'étude des sols. *Revue du Palais de la Découverte*, 13 (128), pp. 21-33.
- Koch A., McBratney A., Adams M., Field D., Hill R., Crawford J., Minasny B., Lal R., Abbott L., O'Donnell A., Angers D., Baldock J., Barbier E., Binkley D., Parton W., Wall D.H., Bird M., Bouma J., Chenu C., Butler Flora C., Goulding K., Grunwald S., Hempel J., Jastrow J., Lehmann J., Lorenz K., Morgan C.L., Rice C.W., Whitehead D., Young I., Zimmermann M.,

**Figure 5** - Le sol, milieu dynamique au rythme des saisons et de l'action de l'homme.

**Figure 5** - Soil dynamics through seasonal variations and human action.



2014. Soil Security: Solving the Global Soil Crisis. *Global Policy*; 4(4) pp. 434-441.

- McBratney A.B., Field D.J., Koch A., 2014 - The dimensions of soil security. *Geoderma*, 213, pp. 203-213.
- 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 Arbestain M., Nachtergaele F., Vargas R., 2016. World's soils are under threat. *SOIL*, 2, pp. 79-82.
- Pédro G., 1964 - Contribution à l'étude expérimentale de l'altération géochimique des roches cristallines. Thèse d'Etat. Sc. Nat. Paris. Inra publications. 345 p.
- Pédro G., 1984 - Une exposition au Palais de la Découverte: « podzol, rendzine et les autres... connaissez-vous les sols ». Séance du 5 décembre 1984 de l'Académie d'Agriculture de France. *Compte-Rendu Acad. Agr.* 70 (12) pp.1589-1591.
- Véron J., 2007 - La moitié de la population mondiale vit en ville. *Population & Sociétés* n° 435, juin 2007 - Bulletin mensuel d'information de l'Institut national d'études démographiques.

# Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication

A. Jones, P. Panagos et L. Montanarella\*

European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Italy.

\* : Auteur correspondant : [luca.montanarella@ec.europa.eu](mailto:luca.montanarella@ec.europa.eu)

## RÉSUMÉ

Comme reconnue par la Stratégie Européenne sur les Sols, la prise de conscience de l'importance des sols pour le bien-être de l'humanité et pour le développement durable reste très limitée auprès du grand public. Pourtant, cette prise de conscience doit être augmentée si l'on souhaite obtenir un consensus politique sur la nécessité de protéger les sols. La série des Atlas développée par le JRC a constitué un outil très efficace pour la communication vers les parties prenantes hors de la sphère scientifique. Après la publication de l'Atlas des Sols d'Europe en 2005, le JRC a engagé au cours des 15 dernières années une démarche collaborative afin de produire une série de onze atlas, dont certains traduits en différentes langues, et couvrant la question des sols des régions arctiques, de l'Afrique, de l'Amérique Latine et de la biodiversité des sols (l'Atlas des sols d'Asie est en préparation). Des textes aisément compréhensibles et des notes explicatives, appuyées par des cartes, des photographies et des schémas, permettent aux lecteurs novices de comprendre des principes de base de la science du sol et la diversité fascinante des sols de la planète.

## Mots clés

Atlas des sols, accroissement de la sensibilisation, implication publique, Stratégie thématique sur les sols de l'UE, JRC.

Comment citer cet article :

Jones A., Panagos P. et Montanarella L., 2019 - Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication, *Etude et Gestion des Sols*, 26, 99-106

Comment télécharger cet article :

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

tous les articles de la revue EGS :  
[www.afes/egs/](http://www.afes/egs/)

**SUMMARY****A SOIL ATLAS AS A TOOL FOR AWARENESS RAISING AND COMMUNICATION**

As recognised by the EU Soil Thematic Strategy, awareness of the importance of soils for human well-being and sustainable development is very limited among the general public. Yet this has to be overcome if political consensus has to be made aware of the need for soil protection. A successful tool in communicating with non-scientific stakeholders has been the JRC's Soil Atlas series. Following the publication of the Soil Atlas of Europe in 2005, the JRC has engaged in a collaborative processes which produced a series of eleven atlases, including language variants, over the past 15 years covering soil issues in the Arctic, Africa, Latin America and soil biodiversity (the Soil Atlas of Asia is currently in preparation). Easily readable texts and explanatory notes, supplemented by maps, photographs and diagrams, allow also the non-experienced reader to understand basic soil science principles and the fascinating diversity of the soils across the planet.

**Key-words**

Soil atlas, awareness raising, public engagement, EU Soil Thematic Strategy, JRC.

**RESUMEN****UN ATLAS DE SUELOS COMO UNA HERRAMIENTA DE SENSIBILIZACIÓN Y DE COMUNICACIÓN**

Como reconocida por la Estrategia Europea sobre los Suelos, la toma de conciencia de la importancia de los suelos para el bienestar de la humanidad y por el desarrollo sostenible queda muy limitada ante el gran público. Sin embargo, esta toma de conciencia debe ser aumentada si queremos obtener un consenso político sobre la necesidad de proteger los suelos. La serie de los Atlas desarrollada por el JRC constituyó una herramienta muy eficaz para la comunicación hacia las entidades interesadas fuera de la esfera científica. Tras la publicación del Atlas de los Suelos de Europa en 2005, el JRC emprendió en el transcurso de los 15 últimos años un enfoque colaborativo para producir una serie de once atlas, cuyos algunos son traducidos en diferentes idiomas, y que cubren la cuestión de las regiones árticas, de África, de América Latina y de la biodiversidad de los suelos (el Atlas de los suelos de Asia está en preparación). Textos fácilmente comprensibles y notas explicativas apoyadas por mapas, fotografías y esquemas, permiten comprender los principios de base de la ciencia del suelo y la diversidad fascinante de los suelos del planeta.

**Palabras clave**

Atlas de suelos, aumento de la sensibilización, implicación pública, Estrategia temática sobre los suelos del UE, JRC.



La prise de conscience de l'importance des sols pour le bien-être de l'humanité et le développement durable est encore très limitée chez le grand public. La plupart des citoyens se soucient fortement de la qualité de l'air et de l'eau, du changement climatique, de la biodiversité, de la sécurité et de qualité alimentaire, mais ils ignorent le rôle fondamental que jouent les sols dans ces enjeux sociétaux. Expliquer au grand public l'importance des services rendus à tous par les sols reste un travail majeur si nous voulons mobiliser le consensus nécessaire en faveur de la protection des sols. Ce point était déjà bien reconnu dès 2006 dans la stratégie européenne pour les sols (COM/2006/0231 final.), dont l'un des principaux piliers d'action était un investissement substantiel dans l'éducation et la sensibilisation aux sols.

Ce constat fait par l'Union Européenne (UE) incluait une référence explicite à l'Atlas des Sols d'Europe, publié en 2005 par le Centre Commun de Recherche européen (Joint Research Centre, JRC), en appui à cette stratégie, comme un exemple de modèle de sensibilisation aux enjeux liés aux sols. Suite aux réactions très positives provoquées par cette publication, le JRC s'est engagé dans un programme ambitieux de réalisation d'une série d'Atlas des sols afin de fournir des documents et d'expliquer au grand public l'importance des sols et la nécessité de les protéger pour les générations futures. Cette note technique décrit le processus qui a conduit à la réalisation d'une série de 11 atlas par le JRC sur une période de presque 15 ans, débutant en 2005 par la publication de l'Atlas des Sols d'Europe.

## POURQUOI CETTE SÉRIE D'ATLAS ?

Comme mentionné en introduction, l'objectif principal des atlas est de sensibiliser et d'éduquer le grand public à l'importance des sols. Cet objectif fut de fait formalisé par la stratégie thématique européenne sur les sols, présentée par la Commission Européenne (CE) en 2006, mais le premier atlas, celui des sols d'Europe, fut publié en 2005 comme outil de communication en soutien des efforts de la CE pour promouvoir l'adoption d'un cadre législatif global pour la protection des sols européens. Cet atlas constituait le résultat final de plus de 10 ans de travaux des institutions nationales en charge de la gestion des données sur les sols, regroupées au sein du réseau du bureau européen des sols (European Soil's Bureau Network, ESNB). Ce réseau fournit les données et les informations nécessaires pour l'élaboration de la carte des sols d'Europe à 1/1 000 000, qui constitue l'ossature de la base cartographique de cet atlas. Dès le début, l'élaboration de cette série d'atlas a été régie par quelques principes de base :

- Une approche collective et participative, ouverte à toutes les parties prenantes ;

- Une dimension transfrontalière et internationale afin d'éviter une succession de contributions nationales et des chapitres séparés par pays ou par auteurs ;
- Un auteur entièrement ouvert et collectif pour l'ensemble de l'atlas afin d'éviter des contributions et des sources de données fragmentées.

Le résultat est une œuvre qui devint immédiatement une référence pour de nombreux autres atlas et publications similaires. Son format A3 a permis de présenter la base de données géographique commune des sols d'Europe sous forme d'une série de planches détaillées, ne suivant pas les découpages frontaliers, et fournissant une représentation réellement européenne de la distribution des sols sur le continent. Un texte facile à comprendre et des notes explicatives permettent à des non spécialistes du sol de s'approprier les principes de base de la science du sol et de comprendre l'extraordinaire diversité des sols d'Europe. Ce fut bien entendu au prix d'une simplification de la rigueur scientifique qui provoqua quelques critiques d'une part de la communauté plus « orthodoxe ». La production d'un document de sensibilisation de ce type, simplifiant parfois la complexité scientifique des sols, attira des critiques de la part de quelques scientifiques. En particulier, les défauts liés à la difficulté d'harmoniser les données et les informations aux frontières furent sévèrement critiqués par quelques experts de la classification des sols. Néanmoins, l'atlas fut très bien reçu par le grand public, le secteur relatif à l'éducation, les organisations non gouvernementales, et de nombreux spécialistes du sol qui y virent un excellent moyen de communication. La publication fut également très appréciée par les acteurs de la politique, et par toutes les parties prenantes intéressées. Elle permit un appui certain à la proposition de la CE d'une stratégie thématique pour les sols.

## PRODUCTION, DISTRIBUTION ET IMPACT DE L'ATLAS

L'Atlas des Sols d'Europe fut le premier d'une longue série d'atlas similaires, tous fondés sur le même principe qui avait conduit à l'énorme succès de sa publication. La participation d'un très large groupe de contributeurs, tant pour la cartographie que pour le texte et les autres éléments graphiques, fut une des clés de sa réussite. Non seulement les membres de l'ESNB, mais aussi de nombreux experts et spécialistes des sujets traités, furent impliqués et dûment reconnus pour leur contribution. La coordination d'un tel effort impliquant des centaines de contributeurs réclama un effort considérable de coordination de la part du JRC. Une équipe complète de l'unité dévolue au sol fut placée sur ce projet et financée pour les réunions régulières, l'édition et l'impression finale de l'atlas. Tous les auteurs apportèrent leur contribution sur une base volontaire, sans financement additionnel de la CE, démontrant ainsi l'engagement

**Figure 1** - Exemples de la série d'atlas des sols publiés depuis 2005.

**Figure 1** - Some of the series of JRC soil atlases published since 2005.



très fort de la communauté européenne de science du sol pour achever ce travail collectif. Une approche similaire fut conduite pour tous les autres atlas de la série.

Après sa publication, des milliers d'atlas furent distribués dans toute l'Europe, et au-delà, afin d'être distribués par l'ESBN. Des exemplaires à coût réduit purent être achetés au distributeur de livres du bureau des publications de l'UE au Luxembourg. En parallèle, une version pdf de haute définition pouvait être téléchargée gratuitement depuis le portail du bureau européen des publications du JRC. En quelques années, plusieurs milliers d'exemplaires furent vendus. Le stock initial de 5 000 exemplaires fut rapidement épuisé et une deuxième édition de 5 000 exemplaires supplémentaires fut réalisée. Malheureusement, les stocks sont à présent épuisés.

Un nouvel impact de l'atlas est constitué par l'événement accompagnant son lancement, qui, au fil du temps, a permis une progression sensible de la sensibilisation aux sols et des opportunités politiques. La sortie de l'Atlas des Sols d'Europe

fut officiellement annoncée par une conférence de presse du Commissaire Janez Potočnik, qui fut complétée par un événement spécial coïncidant avec l'avènement de la présidence de l'UE par le Royaume-Uni, organisé au siège de l'Institut des Ingénieurs Civils de Londres. Cet emplacement était parfaitement approprié, car étant le lieu ayant accueilli la signature de la charte de l'UNESCO, institution ayant œuvré pour le développement de la carte des sols du Monde. Le lancement de l'atlas a fourni ainsi une plate-forme pour décrire les progrès de la stratégie thématique pour les sols, et provoqua de nombreux articles de presse à grand tirage, comme le « Financial Times » et « Die Welt ».

L'atlas suivant celui des sols d'Europe fut celui des régions circumpolaires. Il fut publié en 2010 et constitue un produit de l'année internationale polaire 2007-2008. Initié en 2008, à l'occasion du Congrès Mondial de Science du Sol à Philadelphie (USA), il visait spécialement des questions spécifiques liées aux sols des régions boréales et de toundra. En se fondant sur

l'expérience réussie de l'Atlas des Sols d'Europe, une approche semblable fut adoptée, réunissant un large groupe d'experts et d'institutions d'Amérique du Nord, d'Asie et d'Europe. Le résultat fut encore une publication originale, présentant les sols de cette région circumpolaire, en produisant une base géographique commune des surfaces situées au nord du 50<sup>e</sup> parallèle Nord, à l'échelle de 1/3 000 000. Le grand succès de cet atlas fut la collaboration étroite menée avec des institutions de cartographie des sols au-delà de l'Europe, en particulier avec les organisations nationales de cartographie des sols des USA, du Canada et de la Russie. L'objectif de prise de conscience de l'importance capitale des sols de climats froids pour le changement climatique fut atteint, et la publication de cet atlas suscita un intérêt grandissant sur le rôle des permafrosts et des grandes quantités de tourbes pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique. Une opération de lancement fut organisée à ma conférence européenne sur le permafrost (EUCOP III) à Longyearbyen, Svalbard. 5 000 copies furent imprimées et il n'en reste que quelques centaines.

Une retombée intéressante de cet Atlas des sols circumpolaires fut l'adaptation du référentiel mondial « World Reference Base for Soil Resources (WRB) » pour répondre à la demande croissante de produire des cartes utilisant ce WRB comme légende. Ceci aboutit à la publication d'un guide, 'Guidelines for constructing small-scale map legends using the WRB', qui définit les types de qualificatifs et les règles pour développer des légendes pour des cartes d'échelles plus petites que celle du 1/250 000.

La publication suivante fut celle de l'Atlas Européen de la Biodiversité du Sol. Egalement publié en 2010, cet atlas fut la contribution de la CE à l'année internationale de la biodiversité 2010. Officiellement lancé à Bruxelles lors de la conférence 'Soil, Climate Change and Biodiversity – Where do we stand?', il fut aussi présenté à la Conférence des Parties (COP) de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) à Nagoya en octobre 2010. En dévoilant une partie jusque-là négligée des débats sur la biodiversité, il attira fortement l'attention sur l'importance de considérer la biodiversité souterraine au même titre que la biodiversité présente au-dessus des sols, et très largement étudiée. L'atlas, tiré à 5 000 exemplaires, fut un grand succès et déclencha de nombreuses initiatives et programmes de recherches sur la biodiversité dans les sols. Les initiatives les plus importantes furent certainement l'établissement « Global Soil Biodiversity Initiative (GSBI) (<https://www.globalsoilbiodiversity.org/>) » le projet de recherches européen ECOFINDERS (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/ecoFinders>).

Dans le cadre du programme GESSOL du Ministère français en charge de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, plus de 30 personnes appartenant à plus d'une douzaine d'organismes en traduisirent une version française qui fut publiée en 2013. Cette édition fut lancée lors d'une réunion dédiée à la journée mondiale des sols, organisée par

l'Association Française pour l'Étude du Sol, et qui s'est tenue dans l'auditorium de la société Française d'Horticulture, à Paris, en décembre 2013.

Avec la mise en place du partenariat mondial sur les sols, en 2012, l'attention de la CE s'est naturellement tournée vers les ressources globales en sols du monde. Ainsi, suivant le modèle de l'Atlas Européen des Sols, plusieurs atlas furent publiés, celui des sols d'Afrique (2013) puis celui de l'Amérique latine et des Caraïbes (2014) dans le cadre du programme de l'EC EUROCLIMA. Les deux atlas furent le résultat de collaborations fructueuses avec les sociétés de science du sol d'Afrique, d'Amérique latine et des Caraïbes, ainsi qu'avec de nombreux contributeurs européens. Afin de mieux cibler les audiences et les parties prenantes, l'atlas d'Amérique Latine fut d'abord publié en espagnol, puis traduit en anglais et en portugais. De même que pour les autres atlas, leurs lancements respectifs au Kenya et au Pérou permirent d'attirer l'attention sur les enjeux concernant les sols de ces deux continents. Lors du lancement des versions anglaise et portugaise, à l'occasion d'un sommet réunissant l'UE et la communauté des États d'Amérique latine et des Caraïbes (CELAC), 61 atlas furent offerts aux responsables des délégations, dont des chefs d'États ou de gouvernements des pays membres de la CELAC et de l'UE représentés à ce sommet. Une version révisée de l'atlas en portugais fut destinée aux lecteurs brésiliens et distribuée au 21<sup>e</sup> Congrès Mondial de Science du Sol au Brésil en 2018.

La publication de la version française de l'Atlas des Sols d'Afrique, lors de la journée mondiale des sols 2015, fut programmée pour la clôture de l'Année Internationale des Sols, 2015. L'Atlas fut annoncé par Herman Van Rompuy, le premier Président permanent du Conseil de l'Europe lors d'une conférence spécialement dédiée aux enjeux des sols d'Afrique, et lança l'ouverture d'une exposition spéciale publique très appréciée qui fut organisée par l'Université Catholique de Louvain la Neuve, l'ISRIC et le JRC.

Suite au grand succès de l'Atlas Européen de la Biodiversité des Sols, et à l'établissement de l'initiative globale sur la biodiversité des sols, l'Atlas Global de la Biodiversité des Sols fut publié en 2016. Produisant la première vue d'ensemble complète de la biodiversité souterraine à l'échelle globale, son lancement lors de l'Assemblée Environnementale des Nations Unies, à Nairobi, provoqua une extraordinaire réaction des media et du public. Plus de 50 000 téléchargements ont été effectués depuis le site web du JRC et entraînèrent de très nombreux articles dans les media, dont une revue très positive dans *National Geographic*. Sa publication généra également d'importantes retombées politiques, en particulier au sein de la Convention des Nations Unies sur la Biodiversité (CBD), afin de mieux prendre en compte ce réservoir de biodiversité à l'échelle globale. Un rapport spécifique sur la biodiversité dans les sols fut soumis à la COP de la CBD en 2020, appelant à une décision par les parties de mieux prendre en compte ce réservoir menacé de biodiversité,

tandis que la stratégie européenne Post-2020 sur la biodiversité prend maintenant également en compte les organismes du sol.

Finalement, l'Atlas Mondial de la Désertification parut en 2018. Réalisé sur une durée de 10 ans, commencé en 2007, sur la base d'une recommandation de la Convention des Nations Unies pour Combattre la Désertification (UNCCD), il représente l'achèvement d'une série d'atlas de la désertification initiée par l'UNEP en 1992, avec la publication du premier Atlas Mondial de la Désertification. Bien que relié à la série des atlas des sols, il couvre un thème plus étendu en abordant la dégradation des terres et la désertification à une échelle globale.

## LES PROCHAINS ATLAS

Dans l'objectif d'obtenir une couverture globale des Atlas des sols, l'Atlas des Sols d'Asie a été initié en 2018. Dans un effort conjoint avec la FAO, son extension géographique inclura des contributeurs des partenariats régionaux d'Asie, de l'Eurasie, de l'Afrique du Nord et du Proche Orient. Actuellement en gestation, sa sortie est prévue pour la journée mondiale des sols de 2021.

En parallèle, des traductions chinoise et espagnole de l'Atlas Global de la Biodiversité sont en cours, avec pour objectif que le premier puisse être lancé lors de la COP de la CBD en Chine en 2020. Finalement, et sans doute aussi "esthétiquement", l'Atlas des Sols d'Europe original est en cours de révision, à la fois pour être conforme à la lignée du style actuel des séries, mais aussi pour y intégrer les énormes progrès en matière de connaissance et de politique réalisés depuis sa publication, il y a maintenant presque 15 ans.

Après la publication de l'Atlas des sols d'Asie, seuls une partie de l'Amérique du Nord et l'Océanie resteront à réaliser.

## DISCUSSION/CONCLUSION

Le contenu des atlas produisit aussi du matériel dérivé pour un grand nombre de produits de sensibilisation à l'importance des sols, allant de publications par des tiers, en passant par des posters, des puzzles, des magnets, etc.

Reconnaissant l'influence de "l'Atlas de la contamination en Cs137 the influence of the "Atlas of Caesium-137 en Europe après l'accident de Chernobyl" (incidemment produit par l'un des auteurs de cet article) l'une des meilleures reconnaissances est sans doute le nombre d'autres atlas ayant adopté le même format et un style identique pour couvrir d'autres thèmes. Ceux-ci incluent, par exemple, l'Atlas des Sols de la République Tchèque (2010), l'Atlas Européen des Espèces Forestières (2016), l'Atlas des eaux Urbaines d'Europe (2017) et l'Atlas Européen de la Radioactivité Naturelle à paraître.

Une autre réflexion concerne le volume toujours plus épais de chaque atlas car ils cherchent à traiter de questions connexes,

qui traduisent l'aspect cross-sectoriel des sols et l'augmentation des connaissances. Cela pose un sérieux défi en termes de diffusion, tout spécialement pour les pays hors d'Europe. Pour y répondre, le JRC a développé des versions de l'Atlas des Sols d'Afrique et de la Biodiversité Globale des Sols compatibles avec des techniques d'e-publication afin que ces documents puissent être facilement téléchargés de partout sur la plate-forme ESDAC (European Soil Data Centre) du JRC avec une connexion internet utilisant des fichiers beaucoup moins volumineux que des fichiers pdf équivalents.

## REMERCIEMENTS

En plus des centaines de collaborateurs scientifiques et des milliers de contributeurs individuels, le JRC tient à remercier les contributions précieuses des relecteurs des épreuves (tout spécialement Bob Jones and Grainne Mulhern) qui ont contrôlé et amélioré la lisibilité des atlas. Nous devons aussi remercier la compréhension et le professionnalisme de l'équipe de Lovell Johns Ltd (UK), (spécialement Ian Dewsbery) pour produire ces très beaux ouvrages. Finalement, nous sommes reconnaissants pour toute l'aide technique et administrative de nos collègues de l'Office des Publications Européennes pour l'impression de ces atlas.

## BIBLIOGRAPHIE

European Commission, 2005. Soil Atlas of Europe, European Soil Bureau Network. Office for Official Publications of the European Communities, L-2995 Luxembourg 128 pp EUR 21676 EN, Catalogue Number LB-37-01-744-EN-C

**Principle Editors:** Arwyn Jones, Luca Montanarella and Robert Jones

**Authors and Contributors:**

Erhan Akça, University of Çukurova, Adana, Turkey

Saturnino de Alba, Consejo Superior De Investigaciones Cientificas, Spain

Avelino García Álvarez, Consejo Superior De Investigaciones Cientificas, Spain

Stanislaw Bialousz, Warsaw University of Technology, Poland

Bernhard Berger, European Commission, DG Environment

Pavol Bielek, Soil Science and Conservation Research Institute, Slovakia

Winfried Blum, Universität für Bodenkultur Wien, Austria

Henrik Breuning-Madsen, University of Copenhagen, Denmark

Vanda Valerija Buivydaite, Lithuanian University of Agriculture, Lithuania

Cemil Cangir, University of Thrace, Tekirdag, Turkey

Joel Daroussin, Institut National de la Recherche Agronomique, France

Ural Dinç, University of Harran, Sanliurfa, Turkey

Raoul Dudal, Institute of Land and Water Management, Belgium

Olaf Düwel, Bundesanstalt Für Geowissenschaften und Rohstoffe, Germany

Wolf Eckelmann, Bundesanstalt Für Geowissenschaften und Rohstoffe, Germany

Alexandra Freudenschuß, Umweltbundesamt GmbH, Austria

Steffen Fritz, European Commission Joint Research Centre, Italy

Andrew Hartley, European Commission Joint Research Centre, Italy

- Reinhard Hartwich, Bundesanstalt Für Geowissenschaften und Rohstoffe, Germany
- Roland Hiederer, European Commission Joint Research Centre, Italy
- John Hollis, National Soil Resources Institute, United Kingdom
- Beata Houskova, European Commission, Joint Research Centre
- Sigbert Huber, Umweltbundesamt GmbH, Austria
- Marcel Jamagne, Institut National de la Recherche Agronomique, France
- Jonas Jasinskas, State Land Survey Institute, Lithuania
- Selim Kapur, University of Cukurova, Turkey
- Aldis Karklins, Latvia University of Agriculture, Latvia
- Mark Kibblewhite, National Soil Resources Institute, United Kingdom
- Dominique King, Institut National de la Recherche Agronomique, France
- Nikola Kolev, Institute of Soil Science, Bulgaria
- Josef Kozak, Czech University of Agriculture, Czech Republic
- Christine Le Bas, Institut National de la Recherche Agronomique, France
- Donatello Magaldi, Università Di L'Aquila, Italy
- Juan José Ibáñez Martí, Consejo Superior De Investigaciones Científicas, Spain
- Erika Micheli, Szent Istvan University, Hungary
- Freddy Nachtergaele, Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Jan Nemecek, Czech University of Agriculture, Czech Republic
- Åge Nyborg, Norwegian Institute of Land Inventory, Norway
- Claudia Olazabal, European Commission, DG Environment
- Jiri Presler, Arbeitsgruppe für Bodenklassifikation und Nomenklatur der Bodenkundlichen
- Gesellschaft der Schweiz, Switzerland
- Loit Reintam, Estonian Agricultural University, Estonia
- Karl Ritz, National Soil Resources Institute, United Kingdom
- José-María García Ruíz, Consejo Superior De Investigaciones Científicas, Spain
- Otto Spaargaren, ISRIC - World Data Centre for Soils, Wageningen, The Netherlands
- Vladimir Stolbovoi, International Institute For Applied Systems Analysis, Austria
- Dick Thompson, National Soil Resources Institute, United Kingdom
- Jan J.H. Van Den Akker, Alterra Wageningen University and Research Centre, The Netherlands
- Eric Van Ranst, Laboratory of Soil Science, Ghent University, Belgium
- György Várallyay, Research Institute for Soil Science And Agricultural Chemistry, Hungary
- Henk Wösten, Alterra Wageningen University and Research Centre, The Netherlands
- Pandi Zdruli, Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes - Istituto Agronomico Mediterraneo di Bari, Italy  
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-atlas-europe>
- EC (2006). Soil Thematic Strategy. COM (2006) 231
- Jones A., Stolbovoy V., Tarnocai C., Broll G., Spaargaren O., Montanarella L. (eds.). 2009. Soil Atlas of the Northern Circumpolar Region. European Commission, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. 142 pp. EUR 23499, Catalogue number LB-NA-23499-EN-C
- Editorial Board:**
- Arwyn Jones, Soil Action, JRC (Lead Editor)
- Luca Montanarella, Soil Action Leader, JRC
- Vladimir Stolbovoy, Institute of Geography, Russian Academy of Sciences (ex-JRC VS)
- Prof. Gabriele Broll, University of Osnabruck (D)
- Charles Tarnocai, Agriculture and Agri-Food Canada
- Otto Spaargaren, ISRIC – World Soils Data (NL)
- Prof. Chien-Lu Ping, University of Alaska Fairbanks (USA)  
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/soil-atlas-northern-circumpolar-region>  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Circumpolar/Documents/Circumpolar\\_atlas.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Circumpolar/Documents/Circumpolar_atlas.pdf)
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J., van der Putten W.H. (eds.). 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 128 pp EUR 24375 EN, Catalogue number LB-NA-24375-EN-C
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J., van der Putten W.H. (eds.). 2010. Atlas européen de la biodiversité du sol. Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne, Luxembourg. EUR 24375 FR, Numéro de catalogue LB-NA-24375-FR-C
- Editorial Board:**
- Simon Jeffery, Ciro Gardi, Arwyn Jones, Luca Montanarella, Luca Marmo, Ladislav Miko,
- Karl Ritz, Guénola Pérès, Jörg Römbke and Wim H. van der Putten.  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Biodiversity\\_Atlas/Documents/Biodiversity\\_Atlas.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Biodiversity_Atlas/Documents/Biodiversity_Atlas.pdf)  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Biodiversity\\_Atlas/Documents/Biodiversity\\_atlas\\_FR.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/Library/Maps/Biodiversity_Atlas/Documents/Biodiversity_atlas_FR.pdf)
- Gardi C., Angelini M., Barceló S., Comerma J., Cruz Gaistardo C., Encina Rojas A., Jones A., Krasilnikov P., Mendonça Santos Brefin M.L., Montanarella L., Muñoz Ugarte O., Schad P., Vara Rodríguez M.I., Vargas R. (eds). 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe, Comisión Europea - Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, L-2995 Luxembourg, 176 pp EUR 25402 ES, Número de catálogo LB-NA-25402-ES-C
- Gardi C., Angelini M., Barceló S., Comerma J., Cruz Gaistardo C., Encina Rojas A., Jones A., Krasilnikov P., Mendonça Santos Brefin M.L., Montanarella L., Muñoz Ugarte O., Schad P., Vara Rodríguez M.I., Vargas R., Ravina da Silva M. (eds). 2015. Soil Atlas of Latin America and the Caribbean, European Commission – Publications Office of the European Union, L-2995 Luxembourg, 176 pp. EUR 25402 EN, Catalogue number: LB-NA-25402-EN-C
- Gardi C., Angelini M., Barceló S., Comerma J., Cruz Gaistardo C., Encina Rojas A., Jones A., Krasilnikov P., Mendonça-Santos M.L., Montanarella L., Muñoz Ugarte O., Schad P., Vara Rodríguez M.I., Vargas R., Ravina da Silva M. (eds). 2015. Atlas de Solos de América Latina e do Caribe, Comissão Europeia – Serviço de Publicações da União Europeia, L-2995 Luxembourg, 176 pp. EUR 25402 PT, Número de catálogo: LB-NA-25402-PT-C
- Editorial Board:**
- Ciro Gardi (Coordinador), Marcos Angelini, Sara Barceló, Juan Comerma, Carlos Cruz Gaistardo, Arnulfo Encina Rojas, Arwyn Jones, Pavel Krasilnikov, Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin, Luca Montanarella, Olegario Muñoz Ugarte, Peter Schad, Maria Isabel Vara Rodríguez, Ronald Vargas  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/library/maps/LatinAmerica\\_Atlas/Documents/LAC.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/library/maps/LatinAmerica_Atlas/Documents/LAC.pdf)  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/library/maps/LatinAmerica\\_Atlas/Documents/LAC\\_atlas\\_EN.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/library/maps/LatinAmerica_Atlas/Documents/LAC_atlas_EN.pdf)  
[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/LatinAmerica\\_Atlas/JRC\\_LAC\\_atlas\\_maps\\_PT\\_reduced.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/LatinAmerica_Atlas/JRC_LAC_atlas_maps_PT_reduced.pdf)

Orgiazzi A., Bardgett R.D., Barrios E., Behan-Pelletier V., Briones M.J.I., Chotte J.-L., De Deyn G.B., Eggleton P., Fierer N., Fraser T., Hedlund K., Jeffery S., Johnson N.C., Jones A., Kandeler E., Kaneko N., Lavelle P., Lemanceau P., Miko L., Montanarella L., Moreira F.M.S., Ramirez K.S., Scheu S., Singh B.K., Six J., van der Putten W.H., Wall D.H. (eds.). 2016. Global Soil Biodiversity Atlas. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 176 pp. EUR 27236 EN, Catalogue number: LB-NA-27236-EN-C

**Editorial Board:**

Alberto Orgiazzi, Richard D. Bardgett, Edmundo Barrios, Valerie Behan-Pelletier, María J. I. Briones, Jean-Luc Chotte, Gerlinde B. De Deyn, Paul Eggleton, Noah Fierer, Tandra Fraser, Katarina Hedlund, Simon Jeffery, Nancy C. Johnson, Arwyn Jones, Ellen Kandeler, Nobuhiro Kaneko, Patrick Lavelle, Philippe Lemanceau, Ladislav Miko, Luca Montanarella, Fatima M. S. Moreira, Kelly S. Ramirez, Stefan Scheu, Brajesh K. Singh, Johan Six, Wim H. van der Putten, Diana H. Wall

[https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/JRC\\_global\\_soilbio\\_atlas\\_online.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/JRC_global_soilbio_atlas_online.pdf)

# Le sol comme support de partage de connaissances auprès des habitants du territoire guyanais

P. Garrigou<sup>(1\*)</sup>, J. Devillechabrolle<sup>(2)</sup> et M. Brossard<sup>(3)</sup>

- 1) Réserve naturelle des Nouragues, GEPOG, 431 route d'Attila Cabasou, 97354 Rémire-Montjoly, France
- 2) Réserve naturelle des Nouragues, ONF, Colline de Montabo, 97300 Cayenne, France
- 3) Institut de Recherche et Développement, Route de Montabo, 97300 Cayenne, France

\*: Auteur correspondant : pauline.garrigou@gepog.org

## RÉSUMÉ

En 2017-2018, en Guyane française, la réserve naturelle des Nouragues a collaboré avec l'équipe du projet LongTime (Labex CEBA) pour favoriser le partage des recherches en cours auprès des habitants du territoire. Suivi de missions, échanges avec les chercheurs, organisation de rencontres, création d'outils pédagogiques et réalisation d'un documentaire ont permis la diffusion des avancées du projet pluridisciplinaire auprès de la population locale. Nous montrons comment nous avons organisé notre approche en utilisant le sol pour le partage de connaissances.

## Mots clés

Guyane française, réserve naturelle des Nouragues, écologie historique - LongTime - projet pédagogique, outils pédagogiques, rencontre.

## SUMMARY

### THE SOIL AS A SUPPORT FOR SHARING KNOWLEDGE TOWARDS INHABITANTS OF FRENCH GUIANA

In 2017-2018, in French Guiana, the Nouragues natural reserve worked with the LongTime team project (Labex CEBA) to facilitate ongoing researches with local inhabitants. Common missions, exchanges with researchers, meetings, pedagogical tools creation, creation of a documentary

Comment citer cet article:

Garrigou P., Devillechabrolle J. et Brossard M., 2019 - Le sol comme support de partage de connaissances auprès des habitants du territoire guyanais, *Etude et Gestion des Sols*, 26, 107-113

Comment télécharger cet article:

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

enabled the dissemination of the advances of a multidisciplinary project to the local population. We show how we organised our approach by using soil as a tool for sharing knowledge.

**Key-words**

French Guiana, Nouragues natural reserve, LongTime, historical ecology, pedagogical project, pedagogical tools, meetings.

**RESUMEN**

**EL SUELO COMO HERRAMIENTA DE INTERCAMBIO DE CONOCIMIENTOS CON LOS HABITANTES DEL TERRITORIO GUYANÉS**

En 2017-2018, en la Guyana francesa, la reserva natural « Nouragues » colaboró con el grupo científico multidisciplinar del proyecto LongTime (Labex CEBA) con fines de intercambiar las investigaciones en andamiento con los habitantes del territorio. El acompañamiento de misiones de investigadores, intercambios con ellos, la organización de encuentros, la creación de herramientas pedagógicas y la realización de una película documental han permitido difundir los avances de un proyecto multidisciplinar para la población local. Mostramos en este texto nuestro enfoque que utiliza el suelo como denominador común para compartir los conocimientos.

**Palabras clave**

Guyana francesa, reserva natural « Nouragues », ecología histórica, LongTime, proyecto pedagógico, herramientas pedagógicas, encuentros.

**RESUMO**

**O SOLO COMO FERRAMENTA DE TROCA DE CONHECIMENTOS COM OS HABITANTES DO TERRITÓRIO GUIANÊS**

Em 2017-2018, a reserva natural « Nouragues », Guiana francesa, colaborou com o grupo científico multidisciplinar LongTime (Labex CEBA) afim de intercambiar os resultados das investigações em andamento com à população do território. Organizado em acompanhamentos das missões de pesquisadores, intercâmbios com eles, organização de encontros, criação de ferramentas pedagógicas e a realização de um filme documental, a abordagem permitiu a difusão dos andamentos de um projeto multidisciplinar para à população local. Mostramos em este texto nossa abordagem que utiliza o solo como linha temática para compartilhar os conhecimentos.

**Palabras clave**

Guiana francesa, reserva natural « Nouragues », ecologia histórica, LongTime, projeto pedagógico, ferramentas pedagógicas, encontros.



En 2017, la réserve naturelle des Nouragues, co-gérée par le Groupe d'Etude et de Protection des Oiseaux de Guyane (GEOG) et l'Office National des Forêts (ONF), en Guyane française, s'est lancée dans le partage des travaux du projet LongTime (Labex CEBA) auprès des habitants de Régina, commune d'où les scientifiques prennent la pirogue pour rejoindre la réserve (figure 1).

Depuis 2016, le projet LongTime (<http://www.labex-ceba.fr/longtime-test/>; <http://www.guyane.ird.fr/recherche/projets-de-recherche/biodiversite/projet-longtime-long-term-impact-of-ancient-amerindian-settlements-on-guyanese-forests->), coordonné par les unités AMAP et LEEISA ainsi que la Direction des Affaires Culturelles (DAC) et financé par le Labex CEBA et la DAC, étudie l'impact des populations amérindiennes précolombiennes sur le fonctionnement de la forêt actuelle (Molino *et al.*, 2017; Odonne *et al.*, 2018). La question est abordée à l'échelle du paysage, sur deux sites, dont une montagne couronnée, site collinaire entouré d'un fossé au sommet (Mestre, 2016), récemment découverte aux Nouragues. Le projet réunit une équipe pluridisciplinaire : ethnobotanistes, pédo-

logues, archéologues, anthropologues, statisticiens, modélisateurs, archéobotanistes, archéoécologues, anthracologistes, botanistes, écologues, mycologues, zoologues, entomologues et experts appartenant à divers groupes amérindiens guyanais allient leurs forces autour du sujet.

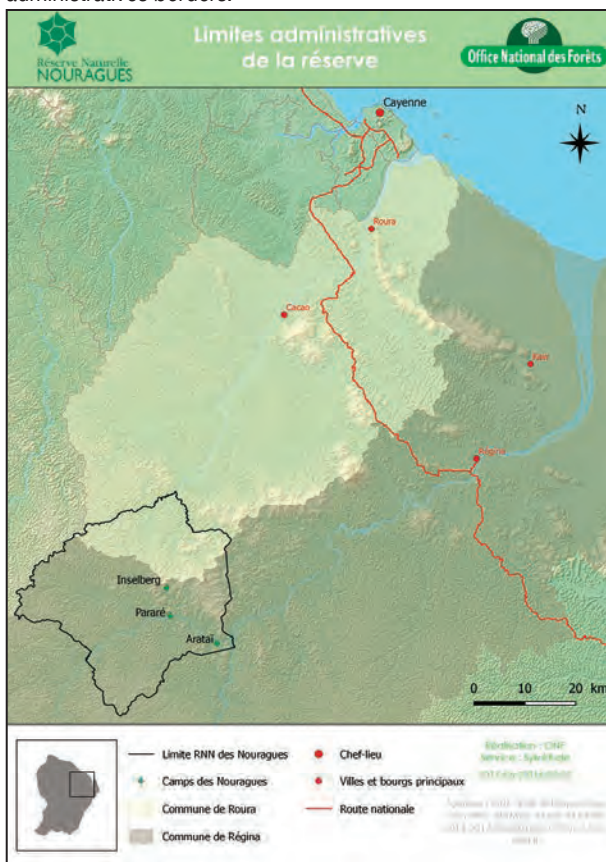
## LA DÉMARCHE DE LA RÉSERVE NATURELLE DES NOURAGUES

Le partage des connaissances est un élément clé pour atteindre les objectifs de conservation de la Réserve naturelle des Nouragues (Plan de gestion 2017-2022, Tome 1). Ainsi, la Réserve a décidé de mettre en place des actions de vulgarisation scientifique sur son territoire. Le fait que l'un des deux coordinateurs du projet LongTime soit basé en Guyane et la thématique du projet ont favorisé le rapprochement des équipes.

La vulgarisation des travaux du projet LongTime s'est principalement construite autour d'un parcours pédagogique à destination des élèves de CM1-CM2 de l'école Maurice Léanville de Régina. Ce parcours a été élaboré à partir de temps d'échange entre agents de la réserve et chercheurs du projet de recherche. L'ensemble a également permis la tenue d'événements à destination du grand public, de façon à partager avec le plus grand nombre les avancées du projet. Les grandes étapes de la démarche sont présentées dans le tableau ci-après :

**Figure 1** - Carte des limites administratives de la réserve naturelle des Nouragues.

**Figure 1** - Maps of the Nouragues natural reserve administrative borders.



## CONSTRUCTION ET CONTENU DU PARCOURS PÉDAGOGIQUE

Afin de s'imprégner de la démarche pluridisciplinaire en cours, Pauline Garrigou, agent de la réserve naturelle des Nouragues, a suivi l'équipe LongTime lors de trois missions terrain et effectué des entretiens individuels avec les chercheurs (figure 2). À partir de ce partage de connaissances, la réserve a construit un parcours pédagogique de six séances à destination des élèves de CM1-CM2 de l'école Maurice Léanville de Régina. Les élèves se sont mis dans la peau des chercheurs du projet: ils se sont rendus sur un site de montagne couronnée accessible en bus, sur lequel ils ont pu effectuer des prélèvements de sol (figure 3). Une fois revenus en classe, ils ont déterminé la couleur des différents sols prélevés grâce aux chartes Munsell mises à disposition par l'IRD. Les enfants ont également étudié le magnétisme de leurs échantillons, grâce à un système de bascule aimanté imaginé par un chercheur du projet (F. Lévêque, Univ. de La Rochelle) (figure 4). En effet, les propriétés magnétiques naturelles des oxyhydroxides de fer peuvent être altérées par les feux. Une comparaison a eu lieu avec des échantillons prélevés aux Nouragues par les chercheurs: un sol soumis à l'action des feux et l'autre non. La séance suivante, M. Brossard a fait réaliser

**Tableau 1** - Grandes étapes de la démarche de vulgarisation par la réserve naturelle des Nouragues.**Table 1** - Principal steps of the Nouragues natural reserve's popularization process.

		Type d'action	Contenu	Public cible	Produit(s) attendu(s)
Dates	Du 9 au 14 octobre 2017	Collaboration Conservation-Education-Recherche	Suivi de la mission LongTlme par un agent de Réserve à l'occasion du conseil scientifique du projet.	Sans objet	Définition du partenariat entre le CNRS et la Réserve; Prises de vues et interviews des chercheurs avec réalisation d'un court film de présentation du projet.
	17 octobre 2017	Journée scolaire	Journée spéciale « Nouragues » à l'Ecomusée municipal de l'Approuague-Kaw (EMAK), avec ateliers de découverte du projet LongTlme et projection du film d'introduction.	Elèves de l'école Élémentaire Maurice Léanville et du collège Pierre Ardinet de Régine	Face-à-face pédagogiques avec l'ensemble des scolaires du village du CP à la 3 <sup>e</sup> , sur des créneaux d'une heure et demi à l'Ecomusée municipal de l'Approuague-Kaw.
	5 décembre 2017	Parcours pédagogique	Première séance: Introduction du parcours, à l'occasion de la journée internationale des sols.	Elèves de CM1-CM2 de l'école Élémentaire Maurice Léanville	Récolte des représentations et questionnements des élèves et organisation des séances à venir.
	16 janvier 2018	Parcours pédagogique	Sortie terrain: Initiation à la recherche de traces humaines dans le sol forestier sur une montagne couronnée.	Elèves de CM1-CM2 de l'école Élémentaire Maurice Léanville	Prises de mesures du fossé au sommet de la colline; Récoltes d'échantillons de sol; Lecture de paysages et analyse de la végétation.
	30 janvier 2018	Parcours pédagogique	Rencontre avec un pédologue: venue de Michel Brossard (IRD) à l'école.	Elèves de CM1-CM2 de l'école Élémentaire Maurice Léanville	Réalisation d'un sondage; Manipulation d'un décanteur; Dialogue avec un scientifique.
	7 février 2018	Collaboration Conservation-Education-Recherche	Formation d'un agent de la réserve au protocole de récolte simplifié de la macro-faune du sol par Michel Brossard à l'IRD.	Agent de la réserve	Acquisition du protocole par l'agent de réserve; Remise de clé de détermination à l'agent par l'IRD.
	Du 9 au 11 février	Collaboration Conservation-Education-Recherche	Suivi de la mission « entomologie et mycologie » du projet LongTlme	Sans objet	Acquisition de connaissances sur les volets d'étude par les agents de la réserve; Prêt de matériel de récolte aux agents réserve par les chercheurs; Réalisation d'imagiers sur les champignons avec les chercheurs.
	27 février 2018	Parcours pédagogique	Sortie terrain: Initiation à la reconnaissance de la macro-faune du sol.	Elèves de CM1-CM2 de l'école Élémentaire Maurice Léanville	Application d'un protocole de récolte; Utilisation d'une clé de détermination.
	13 mars 2018	Parcours pédagogique	Séance de clôture: Synthèse des apprentissages.	Elèves de CM1-CM2 de l'école Élémentaire Maurice Léanville	Réalisation d'une maquette d'une montagne couronnée; Finalisation des prises de vues pour le webdocumentaire.
	25 et 26 mai 2018	Evènement grand public	Fête de la nature.	Habitants de Régina	Projection du webdocumentaire à l'EMAK; Sortie de découverte d'une montagne couronnée en présence de Guillaume Odonne (CNRS), coordinateur du projet LongTlme et deux agents de la réserve; Conférence de présentation du projet par Guillaume Odonne à l'EMAK.
	Du 21 au 26 août 2018	Collaboration Conservation-Education-Recherche	Suivi de la mission archéologie et botanique de LongTlme par un agent réserve et un volontaire du service civique	Sans objet	Acquisition de connaissances sur les fouilles archéologiques en cours par le personnel réserve; Prises de mesures et d'informations pour la construction d'un four à herbier.
	15 et 16 novembre 2018	Evènement grand public	Fête de la Science.	Habitants de Régina	Face à face pédagogique avec l'ensemble des scolaires du village du CP à la 3 <sup>e</sup> , sur des créneaux d'une heure et demie à l'Ecomusée municipal de l'Approuague-Kaw; Soirée grand public avec conférence introductive par Jeanne Brancier, archéologue du projet.

**Figure 2** - Suivi d'une fouille du projet LongTime par l'équipe de la réserve naturelle.

**Figure 2** - Following of a LongTime project archeological dig by the Nouragues natural reserve team.



**Figure 3** - Sortie scolaire dans le fossé d'une montagne couronnée.

**Figure 3** - Scholar field trip in the gap of a crowned mountain.



des sondages à la tarière aux enfants dans la partie gazonnée de la cour de l'école afin de percevoir l'organisation verticale du sol (distinction des horizons, humidité, couleurs, racines, toucher du sol) (figure 5). Ces derniers ont ensuite pu manipuler un décanteur, leur permettant de mieux appréhender les différentes tailles de particules du sol. Par la suite, une deuxième sortie a eu lieu sur un layon forestier à proximité de l'école. Les élèves y ont cette fois étudié la macro-faune du sol (figure 6). Chaque élève a identifié les animaux prélevés grâce à une clé de détermination de la macro-faune du sol (Blanchart, 2015). La méthode de prélèvement des échantillons avait été préalablement discutée avec M. Brossard. L'observation à la loupe binoculaire d'invertébrés du sol et la réalisation d'un terrarium a conclu les activités (figure 7).

L'ensemble du parcours s'est fait en lien avec le contenu du programme scolaire de cycle 3, notamment en sciences et

**Figure 5** - Réalisation d'un sondage à l'école avec M. Brossard.

**Figure 5** - Trial pit at school with M. Brossard.



**Figure 7** - Observation de macro-faune à la loupe binoculaire.

**Figure 7** - Observation of macrofauna with binocular magnifying glass.



**Figure 8** - Maquette d'une montagne couronnée réalisée par les élèves.

**Figure 8** - Model of a crowned mountain made by the students.



**Figure 9** - Atelier de peinture à base de différents types de sol lors de la Fête de la Science.

**Figure 9** - Painting workshop based on different types of soil during the Science Days.



technologie, à savoir : « Pratiquer des démarches scientifiques et technologiques » ; « classer les organismes, exploiter les liens de parenté pour comprendre et expliquer l'évolution des organismes » ; en histoire « Et avant la France ? Quelles traces d'une occupation ancienne du territoire français ? » et en géographie « Découvrir le(s) lieu(x) où j'habite ; mobiliser un vocabulaire de base lié à la fois à la description des milieux (relief, hydrologie, climat, végétation) et à celle des formes d'occupation humaine (ville, campagne, activités...) ».

## DIVULGATION DES ACTIONS ET ÉLÉMENTS DE CONCLUSION

Tout au long du projet, le Réseau Canopé, établissement public de ressources pédagogiques, a accompagné la classe dans la réalisation d'un webdocumentaire. Ce dernier est aujourd'hui en ligne et accessible par tous, notamment les enseignants : <https://www.reseau-canope.fr/raconte-ta-ville/webdoc/webdoc-single/webdocId/grande-enquete-aux-nouragues.html>. Une projection du webdocumentaire a eu lieu à l'écomusée municipal de l'Approuague-Kaw, à Régina, à l'occasion de la Fête de la nature 2018. Un des coordinateurs du projet LongTIme, Guillaume Odonne (CNRS), s'est alors rendu au village pour y présenter le projet au grand public, lors d'une conférence. L'évènement fut l'occasion d'exposer la maquette d'une montagne couronnée construite par les élèves de CM2 (figure 8). Enfin, la réserve naturelle a organisé un nouveau temps grand public quelques mois plus tard, pour la Fête de la Science. Des archéologues du projet y ont proposé des ateliers de reconstitution d'objet et de peintures à bases de sols plus ou moins anthropisés (figure 9).

Outre les apports théoriques sur le fonctionnement du sol, le projet a avant tout permis aux élèves de comprendre la démarche scientifique que suivent les chercheurs du projet. Leurs découvertes leur ont permis de toucher du doigt comment l'étude du sol peut apporter des réponses sur le fonctionnement des éco-sociosystèmes passés et actuels. Le fait de mettre les élèves dans la peau de chercheurs a facilité leur implication dans le projet. Ils se sont montrés curieux et réceptifs, retenant les notions abordées d'une séance à l'autre. L'enseignante a mesuré l'intérêt de collaborer avec les agents d'un espace naturel protégé, ce qui a facilité la prise de contact et l'organisation de venue de chercheurs sur Régina. Quant aux chercheurs, la collaboration avec la réserve leur a ouvert les portes du village sur lequel ils mènent leurs travaux. Une expérience ressentie comme précieuse et importante pour les scientifiques.

Les outils développés dans le cadre du projet permettent aujourd'hui à la réserve naturelle des Nouragues de présenter un autre projet aux habitants : Imbalance-P, dans lequel Laëtitia Bréchet, chercheuse de l'UMR EcoFog, étudie la respiration des sols des forêts tropicales et leur lien avec les changements climatiques. En effet, les outils d'identification et de prélèvement de sol sont maintenant stockés au GEPOG. Ils sont destinés à être utilisés sur d'autres projets. Les sols se révèlent donc un sujet de choix pour la vulgarisation des sciences par les gestionnaires d'espaces naturels protégés, mais certainement pas qu'eux !

## REMERCIEMENTS

La Réserve naturelle des Nouragues remercie l'ensemble de l'équipe du projet LongTime, notamment Guillaume Odonne, l'équipe de la station de recherche du CNRS des Nouragues, l'équipe enseignante de l'école Maurice Léanville, le personnel de l'Ecomusée de l'Approuague-Kaw de Régina et l'équipe du Réseau Canopé Guyane, sans lesquels le projet n'aurait pas pu se faire.

## BIBLIOGRAPHIE

- Blanchart E., 2015 - Clé d'identification de la macrofaune du sol (d'après Ruiz et Lavelle, FAO, 2008, et Eggleton *et al.*). Ronéo EcoetSols\_IRD-
- Mestre M., 2016 - Au temps de montagnes couronnées, Une saison en Guyane n°17
- Molino J.-F., Mestre M., Odonne G., 2017 - La biodiversité de l'Amazonie, héritage des Précolombiens?. *La Recherche*, 2017, 527, p. 67-71. ISSN 0029-5671
- Odonne G., Molino J.-F., 2018 - Ecologie historique amazonienne, une interdisciplinarité nécessaire: quand l'archéologue est perdu dans les bois.... In: Rostain S. (coord.), Saulieu Geoffroy de (coord.), Salpeteur Matthieu (coord.). *Ecologie historique. Nouvelles de l'Archéologie*, 2018, 152, p. 11-15. ISSN 0242-7702
- Plan gestion 2017-2022, Tome 1 – État des lieux et diagnostic pour le plan de gestion de la réserve naturelle des Nouragues 2017-2021, 153 p.



# « 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

E. Blanchart<sup>(1\*)</sup>, S. Raharijaona<sup>(2)</sup>, M. Razafindrakoto<sup>(2)</sup>, T. Becquer<sup>(1)</sup>, L. Bernard<sup>(1)</sup>, J. Trap<sup>(1)</sup>  
et T. Razafimbelo<sup>(2)</sup>

1) Eco&Sols, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, IRD, Montpellier SupAgro, Montpellier, France

2) Laboratoire des Radiosotopes, Univ Antananarivo, Madagascar

\* : Auteur correspondant : eric.blanchart@ird.fr

## RÉSUMÉ

L'année 2015 a été déclarée Année Internationale des Sols par les Nations Unies. A cette occasion, un événement de sensibilisation du grand public et du jeune public, à la connaissance des sols, a eu lieu à Madagascar du 8 au 19 décembre 2015. Cette opération a été co-organisée par l'IRD (UMR Eco&Sols) et le LRI (laboratoire des Radiosotopes de l'Université d'Antananarivo), en partenariat avec l'IFM (Institut Français de Madagascar) et avec le concours de l'AMPS (Association Malgache pour la Promotion de la Science et de la Technologie).

Il s'agissait de mettre en avant la grande importance des sols au niveau mondial et de rappeler combien ils rendent de services fondamentaux pour le bien-être de l'humanité. En effet, les sols permettent des services d'approvisionnement tels que la fourniture de nourriture, de bois, de coton et de laine, de fibres et d'eau potable. Les sols, c'est la vie : ils sont le support des plantes à qui ils apportent l'eau et les nutriments dont elles ont besoin. Mais la valeur des sols est encore plus grande car ils occupent une place centrale dans la régulation du climat, dans la qualité de l'air ou de l'eau, dans l'érosion et l'envasement des bassins. Les sols, généralement peu considérés dans les politiques internationales, sont pourtant nécessaires à la vie et au bien-être humain. Depuis 2015, l'importance des sols vis-à-vis des grands enjeux planétaires n'a cessé de croître.

L'animation à Madagascar, intitulée « Les sols et notre environnement » avait pour but de sensibiliser le grand public aux sols, à ce qu'ils renferment comme biodiversité et à ce qu'ils représentent pour le bien-être de l'humanité.

### Comment citer cet article :

Blanchart E., Raharijaona S., Razafindrakoto M., Becquer T., Bernard L., Trap J. et 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, 115-123

### Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

### Comment consulter/télécharger

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

Elle associait à la fois une exposition présentant des posters, des animations sur les sols, des films mais aussi un cycle de 4 conférences scientifiques. Cette exposition a été un grand succès.

### **Mots clés**

Communication, éducation, biodiversité des sols, fonctions des sols, services écosystémiques, grand public.

### **SUMMARY**

#### **'SOILS AND OUR ENVIRONMENT', A DIVERSIFIED AND INTERACTIVE EXHIBITION ON SERVICES PROVIDED BY SOILS, IN THE FRAME OF THE INTERNATIONAL YEAR OF SOILS, IN MADAGASCAR**

*The year 2015 was declared the International Year of Soils by the United Nations. On this special occasion, an event of public awareness of soil importance was organized in Madagascar, from 8th to 19th December 2015. This was co-organized by IRD (UMR Eco&Sols) and LRI (Laboratoire des Radiosotopes, University of Antananarivo), in partnership with IFM (Institut Français de Madagascar) and with the help of AMPS (Malagasy Association for the Promotion of Science and Technology).*

*The aim of this exhibition was to highlight the great value of soils at the global level and their strong importance in delivering provisioning services such as food, wood, cotton, wool, fibers and drinking water. Soils are life: they support plants for which they provide water and nutrients they need. But the value of soil is much more important because they hold a central place in climate regulation, in air and water quality, in erosion and siltation of rivers. At that time, soils were poorly present in international policies despite their importance for life and human wellbeing. Since 2015, soils are more and more considered regarding their link with planetary challenges.*

*The exhibition in Madagascar, entitled 'Soils and our environment' aimed to raise awareness of larger audience to soils, their biodiversity and their importance for humanity. It presented poster displaying, playful manipulations of soils, an interactive quiz, movies and 4 oral conferences. This exhibition was a great success!*

### **Key-words**

Communication, education, soil biodiversity, soil functions, ecosystem services, large audience.

### **RESUMEN**

#### **« LOS SUELOS Y NUESTRO MEDIO AMBIENTE » UNA ANIMACIÓN DIVERSIFICADA E INTERACTIVA SOBRE LOS SERVICIOS PRESTADOS POR LOS SUELOS, EN EL CUADRO DEL AÑO INTERNACIONAL DE LOS SUELOS, EN MADAGASCAR.**

*El año de 2015 fue declarado Año Internacional de los Suelos por las Naciones Unidas. En esta ocasión, se organizó en Madagascar un evento de sensibilización del público en general y del público joven, al conocimiento de los suelos, del 8 al 19 de Diciembre de 2015. Esta operación fue organizada por el IRD (UMR Eco&Sols) y el LRI (laboratorio de radioisótopos de la Universidad de Antananarivo), en colaboración con el IFM (Instituto Francés de Madagascar) y con el apoyo del AMPS (Asociación Malgache para la Promoción de la Ciencia y de la Tecnología).*

*Se trataba de destacar la gran importancia de los suelos al nivel mundial y de recordar cuantos servicios fundamentales son prestados para el bien-estar de la humanidad. En efecto, los suelos permiten servicios de abastecimiento como el suministro de comida, de madera, de algodón y de lana, de fibras y de agua potable. Los suelos, es la vida: son el soporte de las plantas a las que aportan agua y nutrientes que necesitan. Pero el valor de los suelos es aún más grande porque ocupan un lugar central en la regulación del clima, en la calidad del aire o del agua, en la erosión y en el encenagamiento de las cuencas. Los suelos, generalmente poco considerados en las políticas internacionales, son no obstante necesarios a la vida y al bienestar humano. Desde 2015, la importancia de los suelos frente a los grandes desafíos planetarios no ha dejado de aumentar.*

*La animación en Madagascar, intitulada "los suelos y nuestro medio ambiente" tenía como objetivo sensibilizar el público en general a los suelos, a lo que contienen como biodiversidad y a lo que representan para el bienestar de la humanidad.*

*Asociaba a la vez una exposición presentando pósteres, animaciones sobre los suelos, películas, pero también un ciclo de 4 conferencias científicas. Esta exposición estuvo un gran éxito.*

### **Palabras clave**

Comunicación, Educación, biodiversidad de los suelos, funciones de los suelos, servicios ecosistémicos, público en general.



L'Assemblée Générale des Nations Unies a fait de 2015 l'année internationale des sols. Cette décision était motivée par la volonté de faire prendre conscience à tout un chacun de l'importance des sols dans les grands enjeux planétaires : sécurité alimentaire, mitigation du changement climatique, qualité de l'eau, etc. Cette action internationale a permis de préciser le rôle particulièrement important des sols dans la réalisation des objectifs du développement durable (Keesstra *et al.*, 2016) mais aussi de promouvoir des actions de vulgarisation auprès du grand public et notamment des plus jeunes. De telles actions ont été entreprises dans le monde entier. Avec leurs partenaires de la zone intertropicale, des chercheurs de l'IRD ont soutenu et réalisé divers types d'action à destination du grand public et des scolaires. À Madagascar, les chercheurs IRD de l'unité Eco&Sols, avec les chercheurs du Laboratoire des Radio-Isotopes LRI de l'Université d'Antananarivo, ont proposé une exposition. Cette idée a reçu le soutien de l'Institut Français de Madagascar (IFM) et de l'Association Malgache pour la Promotion de la Science et de la Technologie (AMPS). L'objectif était de réaliser une exposition la plus interactive possible permettant au public, et notamment aux plus jeunes, de voir et de manipuler diverses composantes du sol, d'avoir des réponses rapides, simples et éclairées au plus grand nombre de questions. Après près d'une année de préparation, l'exposition s'est tenue en décembre 2015 et a consisté en divers supports : une animation sur les sols pour manipuler et comprendre les sols, une série de posters destinée à montrer l'importance des sols dans les grands enjeux internationaux, un quizz simple et amusant et un cycle de conférences. Nous présentons dans cet article le contenu de cette exposition.

## L'EXPOSITION

### LES ANIMATIONS SUR LES SOLS

L'exposition a principalement consisté en des activités pédagogiques interactives, avec la présence de nombreux étudiants-animateurs formés par l'AMPS, le LRI et l'IRD (*figure 1*).

### Profils de sol

Il s'agissait ici de photos et de profils de sol reconstitués montrant la superposition de couches depuis la roche-mère jusqu'à la surface, la couleur et la profondeur d'un sol...

### Capacité d'un sol à retenir des colorants

Cette petite expérience consistait à faire couler un sirop de menthe dilué sur deux colonnes de sol, l'une remplie de sable et l'autre d'argile, et montrer que l'eau qui s'écoule est plus claire que l'eau qui a été versée, ceci seulement pour les argiles.

**Figure 1** - Vue sur une partie de l'exposition : animations, posters et quizz sur écran géant.

**Figure 1** - View of a part of the exhibition: animations, posters and quiz on a large screen.



### Capacité d'un sol à fournir des nutriments aux plantes

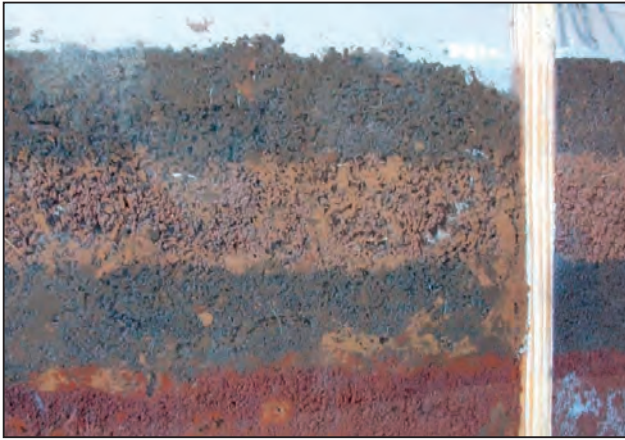
Le principe de cette expérience était de comparer la croissance de jeunes plants de riz semés dans différents milieux : un sol sableux sec, un sol sableux humide, un sol sableux humide avec engrais, un sol argileux riche en matière organique et humide. Ceci démontrait clairement que les plantes, pour pousser, doivent pouvoir trouver dans les sols l'eau et les nutriments dont elles ont besoin.

### Vérodrome (terrarium à vers de terre)

Le vérodrome est un dispositif de 40 x 20 cm présentant du sol placé entre deux plaques de plexiglas espacées au maximum d'1 cm et permettant de voir des vers de terre se déplacer, manger du sol, incorporer de la matière organique, creuser des galeries (*figure 2*). Au départ, on superpose des couches de sol de différentes couleurs. Puis on réhumidifie le sol. Deux compartiments sont séparés par une planchette de bois : à gauche avec des vers de terre, à droite sans vers de terre. Avec le temps, en présence de vers de terre, on voit la structure du sol se transformer, des agrégats et des macropores se former, et les couches se mélanger.

### Rhizobox

Il s'agit d'un dispositif permettant de voir les racines dans une mince couche de sol placée derrière une plaque de plexiglas.

**Figure 2 - Vérodrôme.****Figure 2 - Verodrome.**

### Bassines d'eau avec vers de terre vivants

Afin que les enfants (et les adultes !) puissent manipuler des vers de terre vivants et comprennent comment se déplacent ces animaux sans pattes.

### Bassine avec du lombricompost et des vers de terre

Nous avons notamment présenté des espèces épigées rencontrées naturellement à Madagascar et pouvant être utilisées pour la fabrication de lombricompost (*Eudrilus eugeniae*, *Amyntas corticis*, *Amyntas minimus* et *Dichogaster bolau*)

### Tubes avec des organismes du sol fixés dans de l'alcool

Ces tubes sont accompagnés de fiches explicatives. Le « ver de terre géant » de Madagascar (*Kynotus giganteus*, 2 m de long) a eu un énorme succès comme on pouvait s'y attendre! (figure 3)

Exemple de fiche explicative pour le ver de terre *Pontoscolex corethrurus*: *Espèce exotique (introduite à Madagascar) appartenant à la famille des Glossoscolecidae. C'est un ver de terre que l'on peut trouver dans tout type de milieu et partout dans l'île. L'espèce a fait l'objet de nombreuses études comme matériel biologique de recherche car elle montre beaucoup d'intérêt d'un point de vue agronomique vis-à-vis de la fertilité du sol. Ce ver de terre mesure 60 à 80 mm de longueur et 4 à 6 mm de diamètre. Il est sans pigmentation mais par transparence, on a l'impression qu'il présente une coloration rougeâtre; c'est pourquoi beaucoup de malgaches le connaissent sous le nom de Kanka-mena (ver de terre rouge).*

**Figure 3 - La star de l'exposition : le ver de terre géant de Madagascar.****Figure 3 - The star of the exhibition: the giant earthworm from Madagascar.**

### Loupe binoculaire

Cette loupe permet de voir des petits organismes du sol (acariens, collemboles...)

### Une animation

Le Jeu Gessol des 7 familles de la biodiversité du sol (Chevallier et al., 2013)

### Les documentations

- Des ouvrages sur les sols et notamment les atlas de la biodiversité des sols (Jeffery et al., 2010), et des sols d'Afrique (Jones et al., 2013) réalisés par l'Union Européenne, mais aussi la plaquette « La vie cachée des sols » (Eglin et al., 2010).
- Une plaquette en malgache, à destination des agriculteurs sur les organismes bénéfiques et nuisibles du sol (Autray et al., 2015)

### Vidéos

Projection de films en boucle sur les sols, les terres, l'agriculture, etc. (disponibles pour certains sur le site de l'UMR

Eco&Sols – <https://www.umr-ecosols.fr> - ou sur le site du projet SECuRE, Fondation Agropolis - <https://www.secure.mg>

lus par les sols: Sols, Sols de Madagascar, Sols et biodiversité, Sols et agriculture (croissance des plantes, pratiques agro-écologiques), Sols et changement climatique (séquestration du carbone), Sols et érosion (figure 4).

### L'EXPOSITION – LES POSTERS

Dix posters (200 x 80 cm) ont été préparés pour l'exposition, avec l'idée de présenter les services écosystémiques ren-

**Figure 4 -** Les 10 posters présentés lors de l'exposition (format 200 x 80 cm).  
**Figure 4 -** Set of ten posters presented during the exhibition (format 200 x 80 cm).



## L'EXPOSITION – LE QUIZZ

### « QUE SAVEZ-VOUS VRAIMENT DES SOLS ? »

Composé de quinze questions pour célébrer l'Année internationale des sols 2015 et tester ses connaissances sur les sols, ce quizz est inspiré de celui réalisé par la FAO dans le cadre de cette année des sols. Les questions étaient projetées sur un écran géant interactif. Les réponses étaient à chercher dans l'exposition (les bonnes réponses sont soulignées ci-dessous) :

1) **Qu'est-ce qu'un sol sain ?** (i) Un sol inerte, (ii) Un sol vivant, (iii) Un sol rocheux

**Réponse:** Un sol sain est un sol vivant! Les sols en bonne santé maintiennent en leur sein une diversité d'organismes qui contribuent à combattre les maladies des plantes, les insectes et les adventices, et s'associent de façon bénéfique et symbiotique aux racines. Ils structurent le sol et facilitent la libération des nutriments pour les plantes.

2) **Dans quelle couche du sol se trouve l'essentiel des matières organiques ?** (i) La couche superficielle, (ii) Le sous-sol, (iii) La roche mère.

**Réponse:** L'essentiel des matières organiques se trouve dans la couche superficielle du sol. La matière organique du sol est vitale pour l'aération, l'humidité et la rétention des nutriments. Elle joue un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols, et par conséquent dans la production agricole durable. Non seulement elle fournit des éléments nutritifs pour les végétaux, comme l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), mais elle améliore les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol.

3) **Combien de bactéries peut-on trouver dans un gramme de sol ?** (i) Environ 1 000, (ii) Environ 1 000 000, (iii) Environ 1 000 000 000.

**Réponse:** Les outils moléculaires montrent qu'un gramme de sol peut contenir jusqu'à 1 milliard de bactéries appartenant à plusieurs milliers d'espèces.

4) **L'équivalent d'une cuillère à café de sol contient...** (i) Des centaines d'espèces, (ii) Des millions d'espèces, (iii) Des milliers d'espèces.

**Réponse:** Une petite quantité de sol sain contient des milliers d'espèces, notamment des animaux vertébrés, des vers de terre, des nématodes, 20-30 espèces d'acariens, 50-100 espèces d'insectes, des centaines d'espèces de champignons et des milliers d'espèces de bactéries et d'actinomyètes.

5) **Les sols aident à lutter contre le changement climatique et à s'adapter à ses effets ?** (i) VRAI, (ii) FAUX.

**Réponse:** C'est vrai! Les sols aident à lutter contre le changement climatique et à s'adapter à ses effets, car ils jouent un rôle essentiel dans le cycle du carbone, en le piégeant et en régulant les émissions de gaz à effet de serre (GES).

6) **Quel compartiment de la planète (parmi ces 3) contient**

**le plus de carbone ?** (i) La végétation des forêts, (ii) Le sol, (iii) L'eau.

**Réponse:** Une très grande quantité du carbone est stockée dans les sols, plus que dans la végétation et même plus que dans l'atmosphère. Les sols offrent donc des perspectives pour freiner l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

7) **Combien de temps faut-il, en moyenne, pour former un centimètre de sol ?** (i) De quelques centaines à quelques milliers d'années, (ii) De cinquante à cent ans, (iii) Quelques mois.

**Réponse:** Il faut en moyenne des centaines, voire des milliers, d'années pour qu'un centimètre de sol se forme. Les principaux facteurs contribuant à la formation des sols sont : le climat, la topographie, le matériau de base, le temps et des facteurs biologiques (plantes, animaux, micro-organismes et humains). Les combinaisons et l'intensité de ces facteurs varient et aboutissent à la formation de types de sols différents.

8) **Quel jour célèbre-t-on la Journée mondiale des sols ?** (i) Le 5 décembre, (ii) Le 8 décembre, (iii) Le 20 décembre.

**Réponse:** Le 20 décembre 2013, la soixante-huitième Assemblée générale de l'ONU a proclamé le 5 décembre 2014 Journée mondiale des sols et l'année 2015 Année internationale des sols.

9) **Quelle est la composition moyenne des sols ?** (i) 5 % matières organiques, 25 % air, 25 % eau, 45 % matières minérales, (ii) 25 % air, 5 % eau, 70 % matières minérales, (iii) 50 % matières organiques, 15 % air, 35 % eau, 10 % matières minérales.

**Réponse:** Le sol se compose en moyenne de 5 % de matières organiques, 25 % d'air, 25 % d'eau, 45 % de matières minérales.

10) **Quels sont les sols les mieux représentés à Madagascar ?** (i) Les sols ferrallitiques, (ii) Les vertisols, (iii) Les andosols.

**Réponse:** Les sols qui couvrent la plus grande surface à Madagascar sont les sols ferrallitiques ; ils recouvrent presque la totalité des Hautes Terres de l'île.

11) **Les sols fournissent des services écosystémiques essentiels qui permettent la vie sur terre** (i) VRAI, (ii) FAUX.

**Réponse:** C'est vrai! Les sols fournissent des services écosystémiques essentiels tels que production de denrées alimentaires, de combustible, d'énergie et de plantes médicinales, eau et air salubres, échanges gazeux et fixation du carbone, et bien d'autres encore. En conclusion, la vie est possible grâce aux sols!

12) **Les sols émettent des gaz vers l'atmosphère** (i) VRAI, (ii) FAUX.

**Réponse:** C'est vrai! Les réactions biochimiques exercées par les organismes du sol sont responsables de l'émission par les sols, vers l'atmosphère, de différents composés gazeux, certains participants à l'effet de serre comme le gaz car-

**Figure 5** - Invitation aux conférences données dans le cadre de l'exposition « Les sols et notre environnement ».

**Figure 5** - Invitation to conferences given in the frame of the exhibition 'Soils and our environment'.



bonique CO<sub>2</sub>, le méthane CH<sub>4</sub> ou l'oxyde nitreux N<sub>2</sub>O. De bonnes gestions du sol permettent de limiter ces émissions.

### 13) Pourquoi l'eau des rivières à Madagascar est-elle rouge ?

(i) Parce qu'elle contient du sol issu de l'érosion, (ii) Parce qu'elle contient des algues rouges, (iii) Parce qu'elle est remplie de poissons rouges.

**Réponse:** Les rivières et fleuves de Madagascar sont généralement très rouges en raison de l'importante concentration en sol qu'ils renferment. Ce sol est principalement issu de l'érosion des sols ferrallitiques des Hautes Terres qui contiennent des oxydes de fer qui donnent cette couleur rouge aux eaux de surface.

14) Que prélèvent les plantes dans le sol? (i) Des éléments nutritifs appelés nutriments, (ii) De la chlorophylle, (iii) Du gaz carbonique.

**Réponse:** Si les plantes prélèvent leur énergie dans l'air sous forme de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), elles prélèvent leurs éléments nutritifs et l'eau, dans le sol, grâce à leurs racines.

15) Quel animal est utilisé pour faire du lombricompost? (i) Des bactéries, (ii) Des insectes, (iii) Des vers de terre.

**Réponse:** Le lombricompost est le résultat d'une transformation de matière organique sous l'effet de vers de terre. Les lombricomposts sont reconnus comme étant de très bons fertilisants.

## LES CONFÉRENCES

Un cycle de 4 conférences a permis au grand public d'améliorer leurs connaissances des sols et notamment ceux de Madagascar (figure 5). Ces conférences ont été animées par des chercheurs; leurs résumés sont disponibles sur le site de l'IRD

Madagascar: <http://www.madagascar.ird.fr/toute-l-actualite/l-actualite/vernissage-exposition-et-conferences-sur-les-sols>

- Prof. Hery Razafimahatratra, École Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo, sur le thème: Les sols, leur formation et leur distribution à Madagascar (Razafimahatratra, 2015);

- Dr. Eric Blanchart, IRD, sur le thème: Les sols et la biodiversité (Blanchart, 2015);

- Dr. Herintsitohaina Razakamanarivo, Laboratoire des Radiosotopes de l'Université d'Antananarivo, sur le thème: Les sols et le changement climatique (Razakamanarivo, 2015);

- Dr. Bodovololona Rabary, FOFIFA, sur le thème: Les sols et l'agriculture (Rabary, 2015)

## UN RAPPORT DE STAGE

Sariaka Raharijaona, une étudiante de l'ENS d'Antananarivo a réalisé un stage d'étude dans le cadre de cette exposition sur les sols (Raharijaona, 2016). Le principal objectif était le montage de cette exposition, nécessitant des connaissances en science du sol mais aussi en animation culturelle. A la suite de l'exposition, pour laquelle elle a été l'une des pièces maîtresses, elle a rédigé un rapport de stage présentant une partie scientifique sur les sols, très illustrée, avec cette volonté de vulgariser les connaissances sur les sols, et une deuxième partie axée sur la tenue de l'exposition. Les diverses animations de l'exposition y ont été décrites en détail.

## L'ÉVÉNEMENT

Le vernissage de l'évènement a eu lieu le mardi 8 décembre à 18h dans le hall d'exposition de l'IFM; celui-ci a été inauguré par Monsieur Andrzej Rogulski, Conseiller de Coopération et d'Action Culturelle COCAC de l'Ambassade de France, et en présence de :

- M. Panja Ramanoelina, Président de l'Université d'Antananarivo,
- M. Vincent Baron, COCAC adjoint,
- Mme Claude-Anne Gauthier, Représentante de l'IRD à Madagascar,
- Jean Trap, Malaladiana Razafindrakoto, Eric Blanchart, chercheurs

Le vernissage de l'exposition est présenté plus en détail sur : <http://www.madagascar.ird.fr/toute-l-actualite/l-actualite/vernissage-exposition-et-conferences-sur-les-sols>

De nombreux articles sont parus dans la presse locale, par exemple un article publié dans l'Express de Madagascar, en date du 11 décembre 2015, sous le titre « Programme 4 pour 1000, séquestrer le carbone dans le sol ».

Le public est venu nombreux : 824 personnes pour 9 jours d'ouverture. Parmi ces visiteurs, de nombreuses classes de collèges (La Farandole par exemple) et de lycées (Jean-Joseph Rabearivelo), des étudiants de l'Université d'Antananarivo (faculté des sciences) et de l'Université privée IESTIM. Enfin, notons la présence d'agriculteurs venus à Antananarivo spécialement pour l'exposition.

## LES IMPRESSIONS DU PUBLIC

Le public a apprécié de nombreux points de l'exposition : les informations scientifiques décrites sur les posters, accessibles à tous, la projection ludique du quizz sur l'écran interactif, le vérodrome, le ver de terre géant... Par-dessus tout, le public a été impressionné d'apprendre que les sols jouent des rôles très importants dans la protection de l'environnement et la lutte contre le changement climatique, et qu'ils renferment une biodiversité extraordinaire.

Enfin, certains ont appris la différence entre un ver de terre et un ver parasite, mais également que les cigales ne proviennent pas des vers de terre (une personne pensait que les vers de terre qui disparaissent à la saison sèche se transformaient en cigales qui apparaissent à cette période de l'année) et que les vers de terre sont capables de mélanger le sol (le vérodrome en a apporté une preuve irréfutable).

## CONCLUSION

En guise de conclusion, voici ce qu'écrivait Sariaka Raharijaona à la fin de son rapport de stage consacré à l'exposition :

*« La vie sur terre ne peut se passer des sols : garde-manger pour presque tous les êtres vivants, habitats pour certains, supports physiques pour toutes infrastructures que l'Homme construit, etc. Or beaucoup des gens ignorent ce que sont vraiment les sols et leurs rôles. On les enseigne peu - ou pas - aux enfants et dans les universités et les citoyens ne les connaissent que très mal, comme c'est le cas à Madagascar, raisons pour lesquelles leur destruction va très vite. Heureusement que cette exposition a été réalisée. Elle a permis à presque un millier de gens à connaître davantage les sols : leur formation, fonction, biodiversité, caractéristiques... et les menaces qui pèsent sur eux. Un millier de visiteurs, ce n'est presque rien par rapport aux millions du peuple malgache mais c'est très important pour sauver quelques centimètres seulement de sols, formés en millier d'années. La bonne gestion durable des sols, c'est une grande nécessité à prioriser dans le monde ».*

Enfin, rappelons ce proverbe malgache qui montre le lien étroit liant le sol et les sociétés humaines et qui met en exergue la valeur des sols : « Ny hazo no vanon-ko lakana, ny tany nani-riany no tsara » qui veut dire : « c'est grâce à la fertilité du sol sur lequel il a poussé qu'un arbre est bon pour fabriquer une pirogue ».

## REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'Institut Français de Madagascar (IFM) et à l'Ambassade de France à Madagascar en la personne de Vincent Baron (alors Conseiller Adjoint de Coopération et d'Action Culturelle) qui nous a fortement soutenus dans la réalisation de cette exposition. Nous remercions également chaleureusement le Prof. Charles Ratsifaritana, directeur de l'Association Malgache pour la Promotion de la Science et de la Technologie pour avoir partagé sa grande connaissance de l'organisation de ce type d'évènements. Nous remercions également les orateurs des conférences : Dr. Bodovololona Rabary, chercheur au FOFIFA, Dr. Herintsitohaina Razakamanarivo, chercheur au Laboratoire des Radiosotopes et Dr. Hery Razafimahatratra, enseignant-chercheur à l'ESSA (École Supérieure des Sciences Agronomiques).

## BIBLIOGRAPHIE

- Autfray P., Blanchart E., Rabary B., Rakotomanga D., Randriamanantsoa R. et Razafindrakoto M., 2015 - Sensibilisation à la connaissance de la macrofaune des sols (en malgache). Réalisé dans le cadre du projet CAMES (financement AIRD, coord. E. Blanchart). <https://www.umr-ecosols.fr/implantations/madagascar>
- Blanchart E., 2015 - Les sols et la biodiversité. Conférence donnée à l'IFM dans le cadre de l'exposition « Les sols et notre environnement », 8 décembre 2015.
- Chevallier T., Blanchart E., Sapjanskas J., Guellier C., Bispo A. et Arrouays D., 2013 - Jeu des 7 familles, la vie cachée des sols. Programme GESSOL,

- MEDDE, ADEME, IRD, AFES. Disponible sur le site GESSOL : <http://www.gessol.fr/content/le-jeu-de-7-familles-la-vie-cach-e-des-sols>
- Eglin T., Blanchart E., Berthelin J., de Cara S., Grolleau G., Lavelle P., Richaume-Jolion A., Bardy M. et Bispo A., 2010 - La vie cachée des sols, MEDDTL. 20 pp. Disponible sur <https://www.ademe.fr/vie-cachee-sols>
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Pérès G., Römbke J. and van der Putten W.H., 2010 - Atlas européen de la biodiversité des sols. Commission européenne, Bureau des Publications de l'Union européenne, Luxembourg.
- Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Michéli, E., Montanarella, L., Spaargaren, O., Thiombiano, L., Van Ranst, E., Yemefack, M. and Zougmore, R., 2013 - Atlas des sols d'Afrique. Commission européenne, Bureau des Publications de l'Union européenne, Luxembourg.
- Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tittone P., Smith P., Cerda A., Montanarella L., Quinton J.N., Pachepsky Y., van der Putten W.H., Bardgett R.D., Moolenaar S., Mol G., Jansen B. and Fresco L.O., 2016 - The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. *Soil*, 2, pp. 111-128.
- Rabary B., 2015 - Les sols et l'agriculture. Conférence donnée à l'IFM dans le cadre de l'exposition « Les sols et notre environnement », 10 décembre 2015.
- Raharijaona S., 2016 - Mise en place d'une exposition à propos des sols. Rapport de stage, École Normale Supérieure d'Antananarivo, IRD Madagascar.
- Razafimahatratra H., 2015 - Les sols, leur formation et leur distribution à Madagascar. Conférence donnée à l'IFM dans le cadre de l'exposition « Les sols et notre environnement », 8 décembre 2015.
- Razakamanarivo H., 2015 - Les sols et le changement climatique. Conférence donnée à l'IFM dans le cadre de l'exposition « Les sols et notre environnement », 10 décembre 2015.





NOTE TECHNIQUE

# Un dispositif pédagogique de mesure de la résistivité électrique :

## Illustrer par l'expérience l'apport des méthodes géophysiques pour la caractérisation des propriétés du sol

G. Giot<sup>(\*)</sup> et M. Seger

UR0272 SOLS. Science du Sol. INRA Orléans. Centre Val de Loire, CS 40001 Ardon 45075 Orléans cedex 2. France

\* : Auteur correspondant : guillaume.giot@inra.fr

### RÉSUMÉ

La méthode géophysique de mesure de la résistivité électrique est utilisée en science du sol pour aider à la caractérisation des propriétés des sols. L'expérience ludique conçue à l'occasion du Salon International de l'Agriculture de Paris 2009 par l'Inra d'Orléans permet aux visiteurs de découvrir cette technologie. Par le biais d'une manipulation d'un dispositif de mesure miniaturisé sur une maquette de sol, le public acquiert des notions sur la variabilité spatiale de la couverture pédologique et prend conscience de l'intérêt d'utiliser la mesure de résistivité électrique pour détecter des états différenciés du sol.

### Mots clés

Communication grand public, sol, géophysique, résistivité électrique, expérimentation.

### SUMMARY

**AN EDUCATIONAL DEVICE FOR MEASURING ELECTRICAL RESISTIVITY: Illustrating through experience the contribution of geophysical methods for the characterization of soil properties**

*The electrical resistivity is a geophysical method commonly used in soil science to help characterize soil properties. The fun experience offered at the International Agricultural Show in Paris by INRA Orleans in 2009 allows visitors to discover a technology used in soil studies. Through*

Comment citer cet article :

Giot G. et Seger M., 2019 - Un dispositif pédagogique de mesure de la résistivité électrique : Illustrer par l'expérience l'apport des méthodes géophysiques pour la caractérisation des propriétés du sol, *Etude et Gestion des Sols*, 26, 125-131

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

*the manipulation of a miniaturized measuring device on a soil model, the public acquires basic knowledge on spatial variability of soil cover and understand the interest of using the electrical resistivity measurement to detect soil spatial heterogeneities.*

**Key-words**

*Public communication, soil, geophysics, electrical resistivity, experiment.*

**RESUMEN**

**UN DISPOSITIVO PEDAGÓGICO DE MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA: ilustrar por la experiencia el aporte de los métodos geofísicos para la caracterización de propiedades del suelo**

*Se usa el método geofísico de medida de la resistividad eléctrica en ciencia del suelo para ayudar en la caracterización de las propiedades de los suelos. La experiencia lúdica concebida con motivo del Salón Internacional de Agricultura de París en 2009 por el INRA de Orleans permite a los visitantes descubrir esta tecnología. Por medio de una manipulación de un dispositivo de medida miniaturizado sobre una maqueta de suelo, el público adquiere nociones sobre la variabilidad espacial de la cobertura pedológica y toma conciencia del interés usar la medida de resistividad eléctrica para detectar estados diferenciados del suelo.*

**Palabras clave**

*Comunicación gran público, suelo, geofísica, resistividad eléctrica, experimentación.*

Depuis les années 1980, la science du sol utilise des technologies issues de la géophysique appliquée pour détecter des variations spatiales et temporelles de propriétés du sol à des échelles allant de l'horizon pédologique à la parcelle. Ce sont des méthodes qui ont la capacité de produire rapidement des données quasi-exhaustives et non destructives. Parmi ces méthodes, la mesure de résistivité électrique est utilisée car sensible à plusieurs caractéristiques du milieu (Samouëlian *et al.*, 2005) : la nature du sol (texture et pierrosité), stable à l'échelle de temps d'observation et des variables conjoncturelles telles que sa structure, sa température et sa teneur en eau. Elle est notamment utilisée comme outil d'aide à la cartographie de parcelles hétérogène par le pédologue (Buvat *et al.*, 2014). Cette méthode est mise en œuvre pour des solutions en agriculture de précision, en particulier pour identifier des zones de fonctionnement homogène à l'intérieur des parcelles (Morari *et al.*, 2009).

Pour illustrer cette méthode auprès du grand public, l'Unité de Sciences du Sol de l'Inra d'Orléans a conçu en 2009, pour le Salon International de l'Agriculture, un dispositif miniaturisé permettant de faire la mesure de la résistivité électrique sur une maquette de sol présentant des états contrastés. Ce dispositif peut être manipulé par le grand public et permet à la fois de s'approprier les concepts théoriques de la mesure et d'observer, par la pratique, les réponses de la résistivité électrique en fonction des caractéristiques du sol.

## 1- RAPPELS SYNTHÉTIQUES SUR LA RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

### Définition

La résistivité électrique est la propriété physique du sol qui caractérise sa capacité à s'opposer au passage d'un courant électrique. La circulation du courant électrique à l'intérieur du sol dépend de la nature de ce dernier (granulométrie, présence d'éléments grossiers) et de son état au moment de la mesure (teneur en eau, structure, température). On peut donc utiliser cette mesure comme méthode indirecte pour caractériser le fonctionnement des sols et leur organisation.

### Mesure

Pour mesurer la résistivité électrique du sol, il faut injecter dans le sol un courant électrique d'intensité connue ( $I$ ), via deux électrodes (A et B) et mesurer la différence de potentiel qui en résulte ( $\Delta U$ ) via deux autres électrodes (M et N). Cela revient à intégrer le sol dans un circuit électrique tel qu'il est décrit dans la figure 1.

On peut alors calculer la résistivité électrique selon l'équation (1).

$$\rho = K \frac{(\Delta U_{MN})}{I_{AB}} \quad (1)$$

Où  $\rho$  est la résistivité électrique en ohm.mètre ( $\Omega.m$ ),  $\Delta U_{MN}$  la différence de potentiel mesurée (V),  $I_{AB}$  l'intensité électrique injectée (A) et K un facteur géométrique qui dépend de la configuration géométrique des électrodes.

Pour assurer une bonne qualité de la mesure, il est essentiel qu'il y ait un contact physique de bonne qualité entre le sol et les électrodes, c'est pourquoi on parle de méthode galvanique (à l'inverse, par exemple, de la méthode électromagnétique qui ne nécessite pas de contact entre les sols et l'appareil de mesure). Le volume prospecté augmente avec l'écartement entre les électrodes. Dans un milieu hétérogène tel que le sol, la mesure de résistivité électrique résulte de la contribution volumique de toutes les hétérogénéités traversées par le courant, c'est pourquoi l'interprétation du signal n'est pas aisée et nécessite des étapes de traitement.

### Les dispositifs de mesure classiques

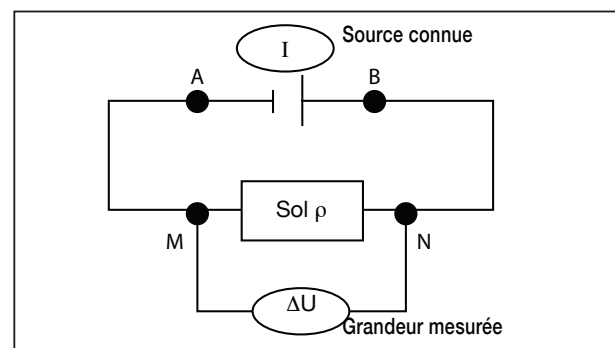
Étant donné le principe de mesure basé sur l'utilisation de 4 électrodes (figure 2), il est possible de concevoir n'importe quelle configuration selon l'objectif recherché : il suffit d'agir sur les écartements entre les électrodes. Quel que soit le dispositif employé, il est caractérisé par une certaine profondeur d'investigation et un certain pouvoir de résolution. Le pouvoir de résolution et la profondeur d'investigation varient en sens inverse.

Les dispositifs les plus courants sont les suivants :

- Les dispositifs 4 électrodes : il s'agit de la mise en œuvre de mesures grâce à 4 électrodes que l'on déplace successivement :
  - Autour d'une position centrale (méthode du sondage 1D) afin de mesurer les variations de la résistivité en fonction de la profondeur, pour une position donnée.

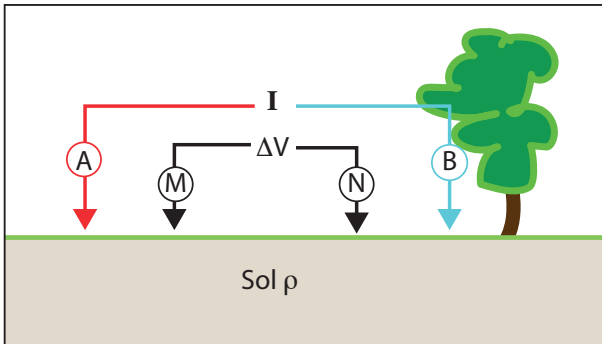
**Figure 1** - Schéma électrique représentant la mesure de résistivité électrique quand elle est appliquée au sol.

**Figure 1** - Electric scheme for resistivity measurement when applied to soil.



**Figure 2** - Principe de base de la mesure de résistivité électrique du sol à 4 électrodes.

**Figure 2** - Basic principle of soil resistivity measurement using 4 electrodes.



**Figure 3** - Dispositif multiélectrodes pour tomographie 2D (Seger M., 2016).

**Figure 3** - Multi-electrodes device for 2-D tomography (Seger M., 2016).



- Le long d'un transect (méthode du profil électrique) afin de mesurer les variations latérales de la résistivité à une profondeur d'investigation constante.

- Les dispositifs multiélectrodes (méthodes de tomographie 2D ou 3D): il s'agit de dispositifs permettant de multiplier les mesures de résistivités via l'utilisation de nombreuses électrodes (figure 3) afin de réaliser des imageries 2D ou 3D du sous-sol.

Les dispositifs mobiles (figure 8, dispositif MuCEP): il s'agit de dispositifs tractés permettant de réaliser des mesures spatialisées de la résistivité électrique dans des parcelles. Ces mesures sont exhaustives et permettent de produire des cartographies intra-parcellaires de la résistivité électrique à plusieurs profondeurs d'investigation.

## 2 - LE DISPOSITIF PÉDAGOGIQUE

### La maquette de sol

La maquette de sol a été réalisée dans un bac composé d'éléments en PVC transparent de 5 mm d'épaisseur collés entre eux. Il est important de choisir un matériau non électriquement conducteur pour ne pas perturber la mesure électrique. Le bac (figure 4) mesure 30 cm de largeur, 40 cm de longueur et 20 cm de hauteur.

Le bac a été rempli à mi-hauteur avec de la terre fine issue d'un sol argilo-limoneux tamisé à 5 mm de manière à s'affranchir des effets de macro-structure lors de la démonstration.

Plusieurs états de sol ont été créés à l'intérieur de ce bac (figure 5):

- Un état « compacté »: il s'agit d'une bande de sol volontairement compactée, représentant le phénomène de tassement de sols observé dans les parcelles agricoles suite aux passages répétés d'engins agricoles. Pour symboliser ce phénomène, un engin miniature a été placé sur le bac.

- Un état « caillouteux »: il s'agit d'une zone où des cailloux calcaires ont été placés sous la surface du sol. Les éléments grossiers sont volontairement dissimulés sous la surface du sol mais visibles si l'on observe le bac sur le côté.

- Un état « témoin »: il s'agit de la terre fine en place, ni compactée, ni caillouteuse.

**Figure 4** - Bac accueillant la maquette de sol (Giot G., 2009).

**Figure 4** - Soil container (Giot G., 2009).

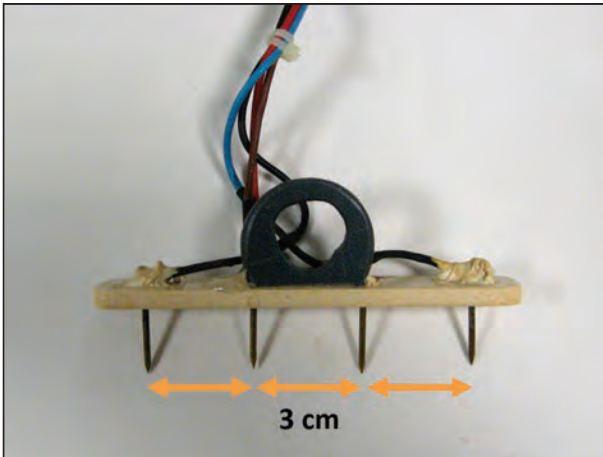


**Figure 5** - Structure du sol à l'intérieur du bac (Giot G., 2009).  
**Figure 5** - Soil structure inside the container (Giot G., 2009).



**Figure 6** - Quadripôle d'électrode fabriqué pour le dispositif pédagogique avec écartement de 3cm entre les électrodes (Giot G., 2009).

**Figure 6** - Electrode quadri-pole built for the pedagogic device with a distance of 3 cm between electrodes (Giot G., 2009).



## Le dispositif de mesure de la résistivité électrique

### Le quadripôle

Pour réaliser la mesure électrique, un dispositif miniaturisé de quatre électrodes a été spécialement fabriqué (figure 6). Les électrodes sont des pointes en inox de 1.5 cm disposées en ligne le long d'une plaque en PVC avec des écartements inter-électrodes réguliers ( $a = 3$  cm).

Dans notre cas, nous avons utilisé un dispositif de type Wenner ( $AM = MN = NB = a$ ) qui permet une prospection électrique à une profondeur de  $AB/3$  soit 3 cm. Cette configuration est pertinente pour mettre en évidence des bandes tassées et des zones caillouteuses à l'échelle de la maquette.

Chacune des électrodes est soudée à un fil électrique se terminant par une fiche banane afin d'être reliée à l'appareil de mesure de la résistivité électrique.

Le coût pour la réalisation de la maquette et du quadripôle miniature (achat des matériaux, découpe et collage des différents éléments en PVC) est d'environ 200 €.

### L'appareil de mesure: le résistivimètre

Pour réaliser la mesure de résistivité électrique, nous avons utilisé un résistivimètre Syscal Junior ( $\approx 10$  k€) commercialisé par la société Iris Instrument (figure 7). Cet appareil permet de gérer l'injection du courant à une intensité contrôlée et de mesurer la différence de potentiel. En lui spécifiant un indicateur sur l'espacement entre les électrodes, l'utilisateur obtient directement le résultat de la mesure de résistivité électrique. Le quadripôle d'électrodes est branché au résistivimètre. Le câblage et la configuration de la mesure sont réalisés avant le lancement de l'expérimentation par le grand public.

## Réalisation de l'expérience

### Explications théoriques simples

En préambule de l'expérimentation, les concepts théoriques essentiels de la mesure de résistivité électrique sont présentés. Pour cela, deux cartels ont été fabriqués comme support de communication (figure 8).

**Figure 7** - Résistivimètre et câblage utilisés pour la mesure de résistivité électrique sur la maquette de sol (Giot G., 2009).

**Figure 7** - Resistivity measurement apparatus and cables used for the pedagogic device (Giot G., 2009).



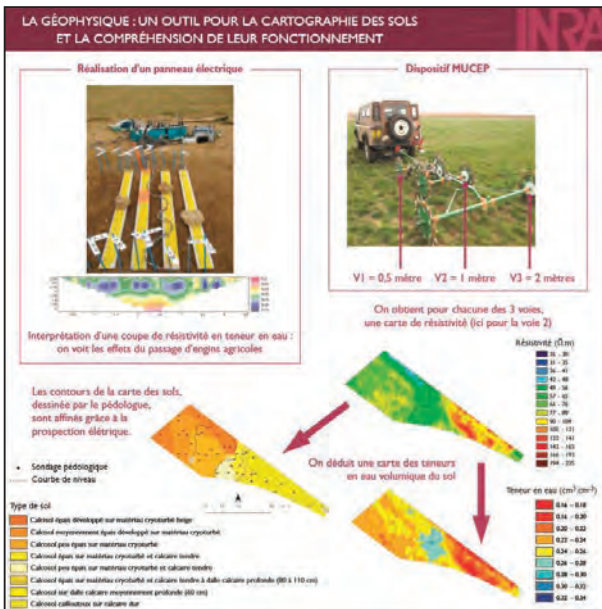
**Figure 8** - Présentation des concepts théoriques de la mesure de résistivité électrique à l'aide des cartels au Salon International de l'Agriculture de Paris (INRA, 2009).

**Figure 8** - Theoretical explanations of the concept of the electrical resistivity measurement shown in the International Agriculture exposition in Paris (France) (INRA, 2009).



**Figure 9** - Cartel de présentation d'applications de la mesure de la résistivité électrique en science du sol (INRA, 2009).

**Figure 9** - Examples of applications of resistivity measurements in soil science (INRA, 2009).



Le premier cartel permet d'expliquer le principe de mesure de la résistivité électrique décrit dans la *partie 1*. Pour cela, une analogie a été faite avec un circuit électrique dans lequel le sol est considéré comme une résistance. Cette analogie permet de remobiliser dans la plupart des cas des connaissances acquises

au cours de la scolarité pour les adultes. Pour les jeunes enfants, l'explication et le vocabulaire sont adaptés.

Le deuxième cartel (*figure 9*) présente des applications et des dispositifs de mesure de résistivité électriques utilisés en science du sol. L'exemple sur la cartographie intraparcellaire de ce cartel permet d'amener le propos vers la maquette qui peut être présentée comme une parcelle agricole miniature.

## Manipulation

Tout au long de l'expérience, le manipulateur est soumis aux consignes de sécurité. L'expérience est guidée suivant 4 étapes :

### Étape 1: Observation de la maquette de sol

Dans un premier temps, la personne qui réalise l'expérience est invitée à observer le sol afin de prendre conscience des différents états. Pour cela, les bandes de sols tassées sont apparentes à la surface du sol et matérialisées par la présence de l'engin agricole. Pour la zone de sol enrichie en éléments grossiers, les cailloux ont été rendus visibles sur les parois latérales du bac. L'apparence de la surface du sol dans cette zone caillouteuse a été laissée volontairement homogène de manière à montrer l'intérêt des observations pédologiques et géophysiques. Cette première phase d'observation permet d'introduire les notions de variabilité spatiale de la couverture pédologique.

### Étape 2: Choix de l'emplacement du quadripôle d'électrodes

Le manipulateur est ensuite invité à choisir des positions dans le bac pour positionner le quadripôle électrique et ainsi faire la mesure de résistivité électrique. L'objectif est de lui faire faire la mesure au droit des trois états créés (témoin – tassé – caillouteux).

### Étape 3: Réalisation de la mesure

Une fois le quadripôle bien positionné, le manipulateur peut réaliser la mesure en utilisant le résistivimètre, selon les consignes du présentateur.

### Étape 4: Questionnement sur le résultat escompté et discussion

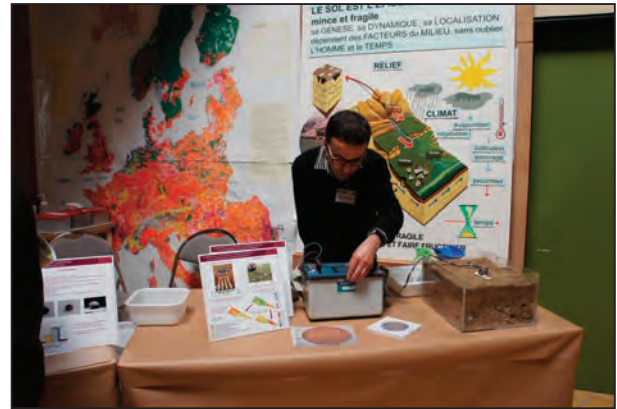
Pendant la réalisation de la mesure qui dure quelques secondes, le manipulateur est interrogé sur les résultats escomptés : le sol sera-t-il plus ou moins résistant par rapport au témoin dans la zone tassée et dans la zone caillouteuse ?

## Résultats et interprétation

Le *tableau 1* décrit les résultats obtenus pour les mesures réalisées sur les trois états de sols et les explications données.

**Figure 10** - Réalisation de l'expérience : a) positionnement du quadripôle d'électrodes à la surface du sol b) mesure et lecture de la résistivité électrique avec le résistivimètre (INRA, 2011).

**Figure 10** - Experimental steps : a) installing the quadri-pole in the soil surface b) measurements.



**Tableau 1** - Résultats de résistivité en ohm.mètre ( $\Omega.m$ ) obtenus sur les trois états de sols créés et explications fournies.

**Table 1** - Results obtained (in  $\Omega.m$ ) for three different status of the created soils and accompanying explanations.

Etat du sol	Résistivité moyenne mesurée ( $\Omega.m$ )	Explication
Témoin	20	Il s'agit de la valeur de résistivité de la zone témoin, cohérente avec les ordres de grandeurs de la résistivité électrique des sols argilo-limoneux. On explique au public que cette valeur aurait pu être différente dans un autre état d'humidité : lorsque la teneur en eau du sol augmente en période hivernale, la valeur de la résistivité diminue. Au contraire, en période estivale, sur des sols secs, la résistivité est plus importante. La résistivité peut donc être utilisée comme un indicateur de l'état hydrique du sol.
Sol tassé	10	A teneur en eau du sol égale, la résistivité est plus faible que dans la zone témoin (non tassée) car le sol présente une porosité moindre et le courant électrique circule mieux. En effet, l'air contenu dans les pores du sol est un isolant électrique : plus il y a d'air dans la porosité du sol plus celui-ci est résistant.
Sol caillouteux	50	La résistivité est supérieure à la zone témoin (sans cailloux) car les cailloux ont pour effet de perturber le passage du courant électrique dans le sol générant un milieu plus résistant. Par ailleurs le calcaire qui compose les cailloux est un matériau plus résistant que la terre fine argilo-limoneuse.

### 3 - CONCLUSION

À travers l'utilisation de cette maquette pédagogique, nous avons pu démontrer facilement et à moindre coût au grand public l'intérêt des méthodes géophysiques et en particulier celui de la méthode électrique. La conception de la maquette et le déroulé de l'expérimentation permettent au visiteur d'être sensibilisé à la notion de variabilité spatiale des propriétés du sol et de découvrir une technologie géophysique utilisée dans le domaine de la pédologie et de l'agriculture. Le fait de participer par la manipulation et de se questionner rend l'expérience attractive et ludique.

### BIBLIOGRAPHIE

- Buvat S., Thiesson J., Michelin J., Nicoulaud B., Bourennane H., Coquet Y., Tabbagh A., 2014 - Multi-depth electrical resistivity survey for mapping soil units within two 3 ha plots. *Geoderma*, 2014, 232/234 : 317-327.
- Morari, F., Castrignano, A., Pagliarin, C., 2009 - Application of multivariate geostatistics in delineating management zones within a gravelly vineyard using geo-electrical sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68, 97-107.
- Samouëlian, A., Cousin, I., Tabbagh, A., Bruand, A., Richard, G., 2005 - Electrical resistivity survey in soil science: a review. *Soil & Tillage Research*, 83, 173-193.





**NOTE TECHNIQUE**

# Une boîte de sensation tactile des sols à huit compartiments pour une découverte par le grand public et les enfants

A.C. Richer-de-Forges<sup>(1\*)</sup>, P. Courtemanche<sup>(2)</sup>, O. Bertel<sup>(3)</sup>, C. Ortega<sup>(1)</sup>, D. Arrouays<sup>(1)</sup>, A. Bispo<sup>(1)</sup> et I. Cousin<sup>(2)</sup>

1) US1106 InfoSol. INRA Orléans. Centre Val de Loire, France

2) UR0272 SOLS. Science du Sol. INRA Orléans. Centre Val de Loire, France

3) UAR0081 SDAR. Services déconcentrés d'appui à la recherche. INRA Centre Val de Loire, France

\* : Auteur correspondant : anne.richer-de-forges@inra.fr

**RÉSUMÉ**

La proportion de population d'origine urbaine est en continuelle augmentation. Actuellement 53 % de la population mondiale est urbaine et elle devrait atteindre 65 % en 2050. En conséquence, cette population est de moins en moins connectée avec son environnement naturel, en particulier avec le sol. Ce dernier est donc de moins en moins perçu par les acteurs de la société. Pourtant, les sols jouent un rôle essentiel via l'ensemble des services qu'ils nous rendent. Un effort de communication important est à donc fournir de la part des spécialistes du sol vers la société afin de renforcer ce lien.

Dans le cadre de la Fête de la science, nous avons proposé une reconnaissance en aveugle de différents sols par le toucher. Le sens du toucher est complexe et favorise l'apprentissage par les sensations tactiles. Par le toucher, il est possible, par exemple, d'appréhender la texture du sol, son humidité, ainsi que la forme et la friabilité de ses agrégats. Le toucher offre ainsi une source d'informations qualitatives sur le sol, qu'il est possible de comprendre, même sans l'apprentissage des bases de la science du sol, ni même de la lecture. Dans le cadre d'une action de communication et de sensibilisation, une boîte à toucher le sol a été proposée en animation ludique pour sensibiliser le grand public - et en particulier les plus jeunes - aux sols. Cet article présente pas-à-pas la conception et la réalisation de cette boîte, ainsi que le retour sur expérience que nous avons obtenu lors de son utilisation.

Cette réalisation originale s'adresse en particulier aux plus jeunes et est complémentaire d'autres outils de communication sur les sols, dont un grand nombre seront regroupés dans ce numéro spécial virtuel.

Comment citer cet article :

*Richer-de-Forges A.C., Courtemanche P., Bertel O., Ortega C., Arrouays D., Bispo A. et Cousin I., 2019 - Une boîte de sensation tactile des sols à huit compartiments pour une découverte par le grand public et les enfants, Etude et Gestion des Sols, 26, 133-142*

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

**Mots clés**

Communication, sol, éducation, vulgarisation, toucher.

**SUMMARY****SOIL TOUCH-SENSITIVE BOX WITH EIGHT COMPARTMENTS FOR THE GENERAL PUBLIC AND CHILDREN DISCOVERY**

*The urban population is continuously increasing. Currently, 53% of the world's population is urban, and this value is expected to reach 65% in 2050. Therefore, the human beings are less and less connected with its natural environment, including the soil. Soils are consequently less and less understood by the actors of society. However, they play a vital role, especially by providing services. Soil specialists should then improve their communication towards the society actors, in order to reinforce their connectivity to soils and their soil awareness.*

*At the festival of science, we have proposed an activity consisting in a blind recognition of different soils by touch. The sense of touch is complex and promotes learning through tactile sensations. By using touching, it is then possible to describe the soil texture, the soil moisture, the soil aggregates shape and resistance. Indeed, touching soil provides qualitative information about soil, which are easy to understand without having learned the basis of soil science, or even without knowing how to read. As a communication action, we proposed a blind box enabling to touch the soil, as a ludic activity for raising soil awareness of people, especially of children. This paper details step-by-step the conception and the building of this soil-touching blind box, and gives some feedbacks on its use during the Festival of Science.*

*This original achievement is particularly aimed at the youngest and is complementary to other soil communication tools, many of which will be grouped together in this special virtual issue.*

**Key-words**

Communication, soil, soil awareness, education, soil perception, soil touching.

**RESUMEN****UNA CAJA DE SENSACIÓN TÁCTIL DE LOS SUELOS CON OCHO COMPARTIMIENTOS PARA UN DESCUBRIMIENTO POR EL GRAN PÚBLICO Y LOS NIÑOS**

*La proporción de población de origen urbano es en constante aumento. Actualmente 53% de la población mundial es urbana y debería llegar a 65% en 2050. En consecuencia, esta población está cada vez menos conectada con su medio ambiente natural, en particular con el suelo. Este último está cada vez menos percibido por los actores de la sociedad. Sin embargo, los suelos juegan un papel esencial vía el conjunto de los servicios que nos prestan. Se debe realizar un esfuerzo de comunicación importante de parte de los especialistas del suelo hacia la sociedad para fortalecer este vínculo.*

*En el cuadro de la fiesta de la ciencia, propusimos un reconocimiento a ciegas de diferentes suelos por el tacto. El sentido del tacto es complejo y favorece el aprendizaje por las sensaciones táctiles. Por el tacto, es posible, por ejemplo, abordar la textura del suelo, su humedad, así como la forma y la friabilidad de los agregados. El tacto ofrece así una fuente de informaciones cualitativas sobre el suelo, que es posible comprender, mismo sin el aprendizaje de las bases de la ciencia del suelo, ni mismo de la lectura. En el cuadro de una acción de comunicación y de sensibilización, se propuso una caja para tocar el suelo con animación lúdica para sensibilizar el gran público- y en particular los más jóvenes - a los suelos. Este artículo presenta paso a paso la concepción y la realización de esta caja, así como el retorno de experiencia que tuvimos durante su uso.*

*Esta realización original se dirige en particular a los más jóvenes y está complementaria a otras herramientas de comunicación sobre los suelos, cuyas un gran número está agrupado en esta publicación especial virtual.*

**Palabras clave**

Comunicación, suelo, educación, vulgarización, tacto.

Dans un monde qui sera de plus en plus dominé par la population urbaine, il existe un risque important d'une déconnexion entre les bénéficiaires finaux des services rendus par les sols et la prise de conscience de leur importance, voire de leur existence même. Cette importance est en partie occultée par la nature même du sol et par sa difficulté de perception. Le sol ne se consomme pas directement, comme l'air, l'eau ou les aliments, il est caché, opaque à notre vision. Tout au plus peut-on le plus souvent en apercevoir la surface.

Parmi les dimensions du concept de « sécurité des sols » (McBratney *et al.*, 2013; Richer-de-Forges *et al.*, 2019a), le développement de la « connectivité », c'est-à-dire du rapport qu'ont les acteurs de la société avec le sol, est reconnu comme une priorité à combler pour assurer l'interface entre la science du sol et la société (Richer-de-Forges *et al.*, 2019b). Le transfert de connaissances sur les sols vers le grand public est donc devenu aujourd'hui un enjeu majeur pour la protection des sols et des services écosystémiques qu'ils nous rendent. L'année du sol, 2015, a initié de nombreuses actions de par le monde pour sensibiliser le grand public aux sols. L'Union Internationale de Science du Sol a proclamé la période 2015-2024 comme la décennie internationale des sols. Les initiatives de l'année 2015 se poursuivent et s'enrichissent donc un peu partout à travers des expositions (Sénat, 2014; INRA, Sénat et CESE, 2015), des créations artistiques (FAO, 2018; McBratney et Wersche, 2018) et dans l'enseignement (Soil Science Society of America, 2018; AQSSS, 2017; Muggler, 2015). En France, les sols font également l'objet de vulgarisation. Des efforts de diffusions d'informations et de sensibilisation du grand public ont été réalisés dans ce sens (Antoni *et al.*, 2019) avec des jeux (Gessol, 2010; OFEV, 2010) et des documents d'enseignement (FRAPNA; Collectif, 2015; Collectif, 2017). Ainsi, beaucoup de supports pédagogiques sont maintenant disponibles pour la sensibilisation des plus jeunes.

Parmi les actions mises en place, les fêtes de la science constituent un événement propice à sensibiliser le grand public et les plus jeunes aux sols. Dans ce cadre, des animations sont proposées régulièrement pour intéresser le grand public aux sols. L'originalité et l'attractivité des animations sont fondamentales.

Faire appel aux 5 sens pour sensibiliser les plus jeunes à l'importance et à la diversité des sols semble une idée simple et naturelle: montrer la diversité des couleurs des horizons profonds et la beauté de leurs contrastes, faire sentir l'odeur de l'humus lors d'une promenade d'automne en forêt, faire observer en gros plan des « montagnes » de turricules de vers de terre ou la beauté des lames minces de sol. Dans l'exemple que nous présentons, une boîte à toucher le sol a été proposée comme animation ludique. Le concept de boîte à toucher n'est pas nouveau (Pierson, 2013; Berthold *et al.*, 2017) mais il est plaisant et en ce qui concerne le sol tout à fait original. Nous présentons ici sa conception et sa réalisation ainsi que quelques retours d'expérience.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette boîte de sensation tactile des sols a été conçue pour être attractive au grand public et aux enfants afin de leur faire découvrir par un toucher en aveugle les différents éléments du sol. Comme la boîte développée par Berthold *et al.* (2017), elle présente 8 emplacements où passer sa main pour toucher un sol ou un élément de composition du sol (texture, cailloux...).

### Réalisation de la boîte

Le plan de la boîte a d'abord été dessiné. La boîte mesure 21 cm de haut pour 52 cm de large sur 70 cm de long (*figure 1*).

Un schéma en 3D a ensuite été réalisé pour aider à la conception (*figure 2*).

Huit emplacements de « toucher » - ou de « test » - de sol sont prévus. Ils correspondent chacun à un trou (de 9,2 cm de diamètre) réalisé sur le côté de la boîte et permettant de passer la main. Chaque emplacement est recouvert sur le dessus par une trappe permettant au testeur de tester en aveugle puis de vérifier son hypothèse (*figure 3*).

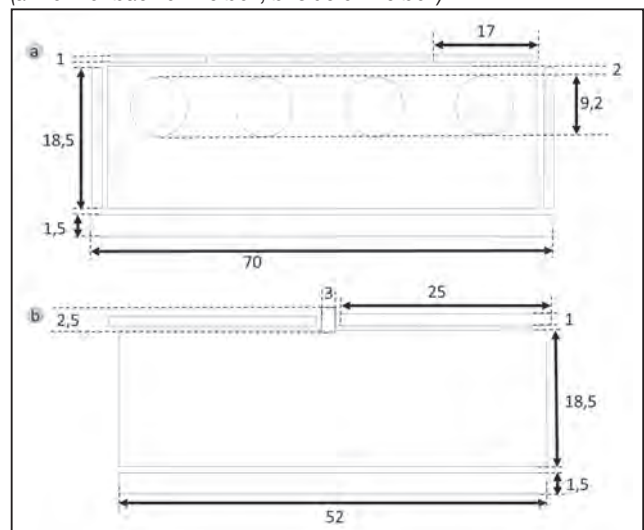
Cette boîte a été réalisée en contre-plaqué (de 10 et 15 mm avec un tasseau de 25x30 mm). L'ensemble est vissé / collé. À l'intérieur, huit bacs en plastique alimentaire contiennent les éléments du sol à deviner.

### Habillage et décoration

Une fois la boîte réalisée, différentes idées d'habillages ont été proposées. Cet habillage a pour but de rendre la boîte

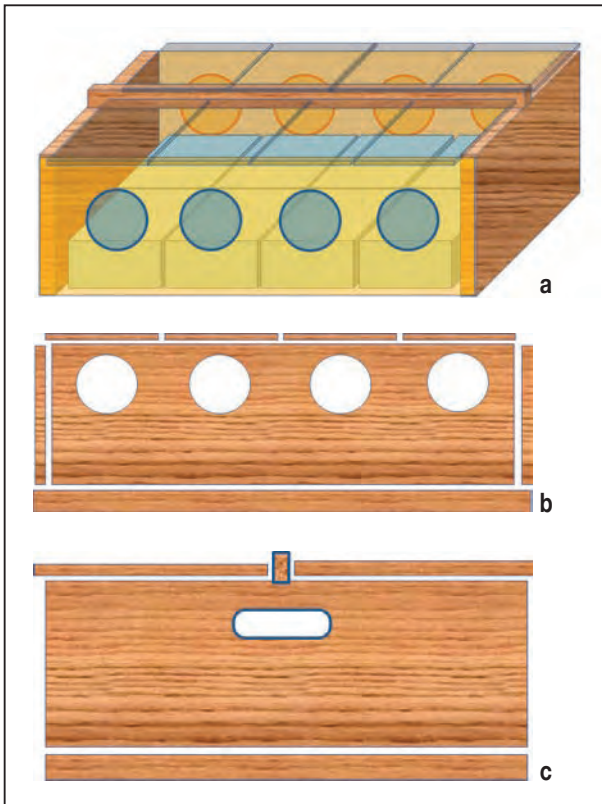
**Figure 1** - Schéma de la boîte avec les cotes en cm (a : façade avant ou arrière de la boîte ; b : côté de la boîte).

**Figure 1** - Diagram of the box with the dimensions in cm (a: front or back of the box, b: side of the box).



**Figure 2** - Schéma de la boîte de sensation tactile des sols à 8 compartiments (a : vision 3D de la boîte ; b : face comportant les trous pour passer la main ; c : côté de la boîte avec poignée de transport finalement non réalisée).

**Figure 2** - Diagram of the tactile sensation box of soil with 8 compartments (a: 3D vision of the box, b: face with the holes to pass the hand, c: side of the box with handle finally not realized).



attractive et plus ludique. Il a fallu faire le tri parmi les idées, et les croquis préparatoires ont permis de mieux visualiser les différentes propositions. Peu à peu, le projet de décoration s'est affiné et une étude plus détaillée de l'ensemble de la boîte a validé le motif final (figure 4). Les détails se sont perfectionnés en cours de réalisation en fonction des contraintes techniques rencontrées ou de nouvelles idées d'amélioration.

La décoration de la boîte a été effectuée à la peinture acrylique diluable à l'eau puis vernie avec un vernis mat incolore. Le décor retenu montre un sol en coupe.

Pour plus de réalisme, les trappes ont été recouvertes de gazon artificiel pour imiter l'herbe d'une prairie. Les poignées ont été réalisées avec une corde de nylon rougeâtre de 8 mm de diamètre terminée chacune par une tête de lombric réalisée en pâte polymère de marque FIMO®. Ces poignées ont

**Figure 3** - Photographie de la boîte réalisée (avant habillage).

**Figure 3** - Picture of the box (before final dressing).



été positionnées afin de représenter des vers de terre sortant du sol (figure 5). De faux cailloux en mousse polyuréthane peinte ont été collés sur les parois pour donner plus de relief à l'ensemble (figure 6). Une fois la boîte terminée, les bacs intérieurs ont été positionnés.

### Contenu des bacs

Le contenu des bacs a dû être choisi avec soin car les matériaux devaient être différents au toucher. En aucun cas, ils ne devaient constituer un danger pour l'utilisateur.

Le contenu des bacs finalement retenu est occupé par :

- une litière forestière de la commune d'Ardon (Loiret) avec des feuilles de chênes de l'année,
- un sol du Berry de la commune d'Osmoy (Cher) avec des éléments grossiers calcaires,
- un sol de tourbière de la commune de Neuvy-sur-Barangeon (Cher) riche en matières organiques. Cet échantillon a volontairement été laissé humide pour surprendre l'utilisateur,

Figure 4 - Etude préparatoire à l'habillage de la boîte.

Figure 4 - Preparatory study for dressing the box.

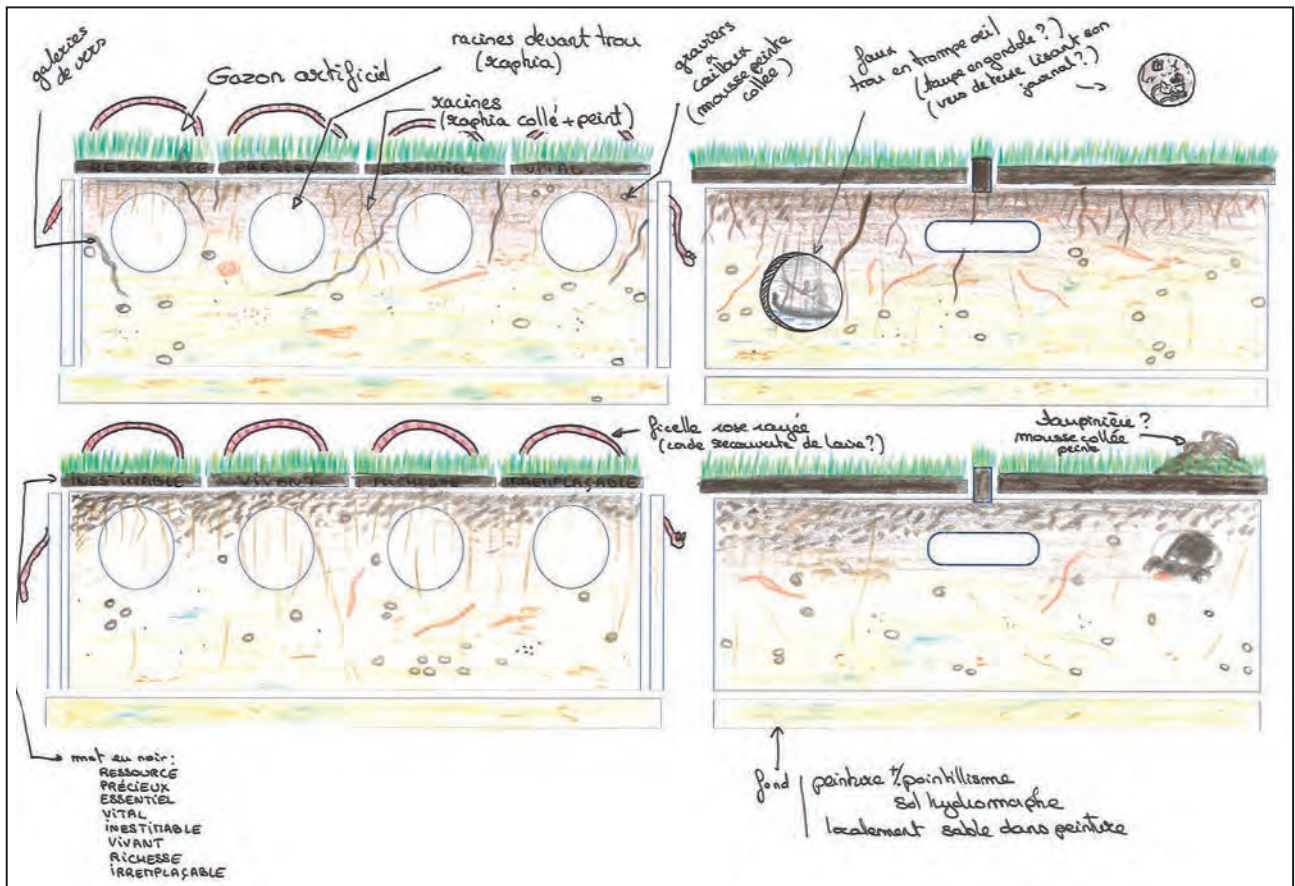


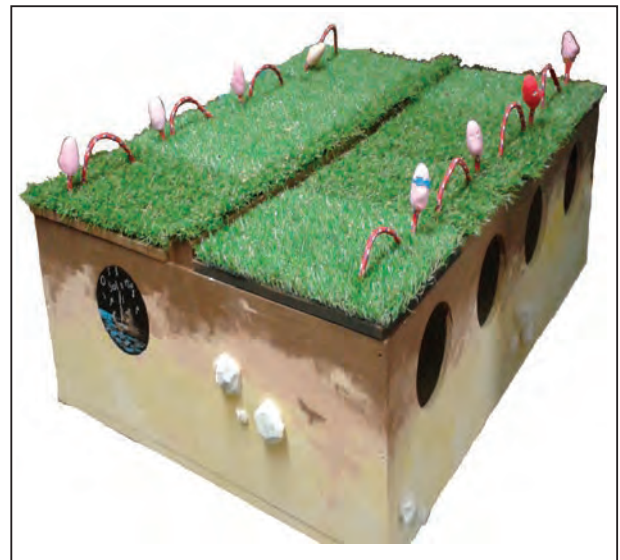
Figure 5 - Photographie des têtes de vers de terre en pâte polymère.

Figure 5 - Picture of the polymer earthworms' heads.



Figure 6 - Photographie de la boîte à la fin de son habillage.

Figure 6 - Picture of the box after its final dressing.



**Figure 7** - Fiches accompagnatrices.**Figure 7** - Accompanying sheets.

- un humus de la commune d'Ardon (Loiret) riche en matières organiques et en fragments de feuilles et brindilles,
- un sol alluvial très caillouteux (petits galets) de la commune de Livron-sur-Drôme (Drôme),
- un sol de Beauce de la commune de Toury (Eure-et-Loir) avec quelques résidus de pailles,
- un sol de Sologne sableux de la commune de Vouzon (Loir-et-Cher),
- un « intrus » composé de châtaignes, de glands et de pommes de pin.
- Des fiches accompagnent la boîte afin d'aider à la découverte de ce que contiennent les bacs (*figure 7*). Le but du jeu est de positionner la bonne fiche sur le bon emplacement.

### Son coût de réalisation

Nous estimons dans cette section le coût de réalisation de la boîte ainsi que le temps consacré à sa réalisation.

L'ensemble du matériel utilisé est listé dans le *tableau 1*. Le coût du matériel est estimé car nous avons chiffré également le matériel récupéré (comme les seaux en plastique alimentaire ou la mousse polyuréthane). Le *tableau 1* prend en compte le coût estimé du matériel récupéré (colonne 2).

En plus du matériel, le temps passé à concevoir et réaliser la boîte est estimé dans le *tableau 2*.

### RETOURS SUR EXPÉRIENCE

La présentation de la boîte à toucher est accompagnée d'explications sur les sols pour les reconnaître mais aussi pour les comprendre (*figures 8 et 9*). La boîte à toucher a été un franc succès à la fête de la science, à Orléans en 2018. Attractive et ludique, elle a su susciter un intérêt pour les sols. Curieusement, les enfants ont eu plus de facilité à décrire les différents sols que les adultes. Elle a déjà fait l'objet de nouvelles demandes pour d'autres manifestations (*tableau 3*).

**Tableau 1** - Liste du matériel utilisé et son coût.**Table 1** - List of equipment used and their costs.

	Coûts estimés (en euros)
Contre-plaqué de 10 et 15 mm	39,69
Corde multi-usages rouge	5,99
Gazon artificiel	35,80
Peinture blanche + colorants	70,00
Vernis « marin »	35,90
Pâte polymère	4,00
Colle néoprène	10,00
Seaux en plastique alimentaire	16,00
Mousse polyuréthane	2,00
Raphia	4,10
Pinceau	5,20
Equerres	2,70
Charnières (25)	7,20
TOTAL	238,58

Concernant les matériaux choisis, l'expérience acquise lors de la fête de la science où un public nombreux et divers a pu échanger avec des animateurs spécialistes du sol montre :

- l'intérêt d'avoir une tourbe car le toucher spongieux et humide surprend et interroge. Il permet d'aborder la biodiversité des sols et le rôle de la tourbe comme réservoir d'eau et de carbone;
- la confusion possible entre la litière forestière et l'humus lorsque de nombreuses mains ont touché et émietter les feuilles et brindilles constituant la litière... Il s'agit donc d'avoir un stock

**Tableau 2** - Estimation du temps passé à la réalisation de la boîte.**Table 2** - Estimates of the time spent on the realization of the box.

	Temps passé (en heures)
Conception des plans	4
Achat du matériel	2
Fabrication	7
Décoration	6
Recherche des éléments à mettre dans les bacs	2
Finalisation	2
Réalisation des fiches accompagnatrices	2
TOTAL	25

de litière pour la changer assez souvent sinon, les 2 matériaux finissent par se ressembler et entraîner des confusions;

- l'importance d'avoir des cailloux différents (ici anguleux et lisses) pour aider, au toucher, à différencier les sols (ex: comment sont les cailloux: doux ou pointus) mais également expliquer leurs origines (ex: sol alluvial);

Par ailleurs, dans le cas présenté, les matériaux sont tous issus de la région Centre (à l'exception du sol alluvial) ce qui permet d'évoquer, notamment avec les parents et les accompagnants, la diversité des sols, à une échelle régionale. Ils en sont parfois les témoins car jardiniers et promeneurs.

**Figure 8** - Photographies de l'utilisation de la boîte aux fêtes de la science.**Figure 8** - Pictures of the use of the box during the science exhibition.

**Figure 9** - Photographie de l'intérieur de la boîte à toucher en service aux fêtes de la science.

**Figure 9** - Inside picture of the touch box in service at the science exhibition.



## DISCUSSION

### Réaliste ou ludique ?

La boîte, telle qu'elle est présentée, essaie de présenter les sols sous un aspect relativement réaliste. Les sols sont couverts d'une représentation de la végétation. Ils montrent sur le côté de la boîte une vision en coupe qui illustre leur organisation, la présence de racines, de cailloux, etc. Ils restent néanmoins cachés à la vue, ce qui correspond à une réalité qui touche la plupart du grand public et des enfants issus d'un milieu urbain.

Certains aspects de la boîte sont en revanche volontairement peu réalistes. L'objectif est d'augmenter l'aspect ludique de la boîte et de présenter les vers de terre sous un aspect proche d'une représentation de personnages de films d'animation, sous un aspect sympathique et attirant pour les enfants. Ce type de représentation de la faune du sol est aussi utilisé dans d'autres documents éducatifs destinés aux enfants. Par exemple, dans les Cahiers d'Ariena « La face cachée du sol » (Collectif, 2015) destinés aux enfants du cycle 3 des écoles primaires. Dans une revue sur les sols, dans la bande dessinée et les cartoons, Richer-de-Forges et al. (2010) fournissent également de très nombreux exemples où des animaux du sol sont ainsi représentés de façon peu réaliste.

Les « intrus » de la boîte pourraient aussi paraître curieux. Il n'est pas forcément incongru d'associer des châtaignes, des glands et des pommes de pin à la surface du sol. Donc pourquoi sont-ils présentés comme des intrus ? L'objectif est de présenter des éléments facilement identifiables au toucher, mais dont la présence peut amener des questions sur leur véritable caractère « d'intrus », voire de permettre d'expliquer que ces « intrus » ne sont finalement pas étrangers au sol. Au travers des arbres qui y ont poussé, ils n'existeraient pas sans sol. Mieux encore, ils finissent par y retourner et par en devenir partie intégrante lorsque leurs graines y prennent racine pour s'y développer et donner ensuite naissance à des arbres qui produiront à leur tour des « intrus » similaires.

Il en est un peu de même pour la litière forestière de l'année présentée comme un « sol ». Sans entrer dans l'une des questions, objet de fréquents débats au sein de la communauté des pédologues travaillant sur des classifications, des guides de description ou des référentiels (e.g. AFES, 2009; Baize et Jabiol, 1995; IUSS Working Group WRB, 2014) ainsi que des personnes comptabilisant ou cartographiant des stocks d'éléments (par exemple le carbone organique, e.g. Arrouays et al., 2014) dans le sol: « la litière fait-elle partie du sol? », on voit que la classification des « objets » présents dans la boîte peut amener à des questions de la part du grand public et des enfants. Qu'on la considère comme partie intégrante du sol ou non, sans sol, il n'y aurait pas de litière. De plus, la litière est une entrée d'éléments organiques et minéraux qui finissent par s'incorporer au sol. On voit ainsi que selon le niveau d'éducation du public, la présence de cette litière peut amener à des questions aussi simples que: « c'est quoi la litière? D'où vient la litière? Pourquoi y a-t-il différentes sortes de litières? Que devient-elle? Comment se décompose-t-elle? », jusqu'à des discussions sur le cycle des éléments dans les écosystèmes forestiers. C'est tout l'intérêt d'avoir, à proximité de la boîte, des spécialistes qui pourront répondre à ces questions et adapter leur réponse aux questions du public.

### Originalité et complémentarité par rapport à d'autres outils de communication

L'originalité première est de faire appel à un sens particulier « le toucher » pour communiquer sur les sols. Pour une fois, on a le droit de toucher avant de voir, ce qui est très attractif pour les enfants et s'oppose aux injonctions classiques du style: « ne touche pas, c'est sale », « ne touche pas, tu vas casser ». Cet appel au toucher véhicule le message: le sol n'est pas « sale », on peut mettre les mains dedans. On peut même prendre le risque de les mettre « en aveugle », c'est-à-dire sans réellement savoir ce qu'il contient. Il convient toutefois d'accompagner la boîte de matériel permettant de se laver les mains ensuite: le sol n'est pas « sale » a priori, mais il peut néanmoins contenir des éléments indésirables, et il est préférable d'enseigner aux enfants qu'il faut aller se laver les mains après les avoir mises



**Tableau 3** - Manifestations ayant utilisé la boîte à toucher le sol, et estimation de leur affluence et de la composition du public et des spécialistes du sol mobilisés pour l'animation (de la création de la boîte à fin juin 2019).

**Table 3** - Manifestations having used the box to touch the soil, and estimation of their attendance, the composition of the public and the soil specialists mobilized for the animation (from the creation of the box to end of June 2019).

Manifestation	Nombre de visiteurs	Durée	Type de public	Nombre d'animateurs	Lieu
Fête de la science (Orléans, décembre 2018)	5000	2 jours	Grand public	14	Loiret
Journées Scientifiques de l'Unité BioForA (INRA) (Orléans, janvier 2019)		2 jours	Scientifiques	0	Loiret
Forum de l'orientation d'Orléans Pôle Agri. et forêt (Orléans, janvier 2019)	1000	3 jours	Collège, lycée et G. Public		Loiret
Forum de l'orientation d'Orléans Pôle Agri. et forêt (Tours, janvier 2019)	1000	3 jours	Collège, lycée et G. Public		Indre-et-Loire
Séminaire du projet scientifique Muse (Orléans, janvier 2019)	15	1 jour	Scientifiques	1	Loiret
Accueil de chercheurs de Waneningen (Wur et ISRIC) (Orléans, janvier 2019)	4	1 jour	Scientifiques	1	Loiret
Séminaire du projet scientifique SoilServ (Orléans, janvier 2019)	10	2 jours	Scientifiques	1	Loiret
Visite chercheurs (Orléans, janvier 2019)	3	1 jour	Scientifiques	1	Loiret
Rendez-vous RMQS2 (Orléans, février 2019)		2 jours	Pédologues	2	Loiret
Accueil d'élèves de 3 <sup>e</sup> (Orléans, février 2019)	14	1 jour	Collège	1	Loiret
Séminaire final du projet scientifique RUEdesSOLS (Orléans, mars 2019)		2 jours	Scientifiques		Loiret
Maison pour la science 2019 (Biodiversité de forêts, Inra Orléans)	30	1 jour	Enseignants		Loiret
Colloque forestier Franco-Allemand (Orléans, mai 2019)	25	1 jour	Scientifiques		Loiret
Comice agricole (Salbris, juin 2019)	15-20 000	2 jours	Grand public		Loir-et-Cher

en contact avec le sol, surtout avant de passer à table ou de sucer son pouce!

La boîte peut s'utiliser à tout âge, elle ne nécessite aucune connaissance préalable. Elle ne nécessite a priori aucun pré-requis. Elle est toutefois plus utile si une personne est présente pour questionner les « expérimentateurs » (ex : est-ce qu'on sent des cailloux, du sable, des feuilles, de la paille ?) afin de les orienter puis donner des explications complémentaires. Ceci, souligne, s'il en était besoin, la nécessité pour les spécialistes du sol de se former en communication auprès d'un public le plus large possible, et d'adopter des langages simples et compréhensibles par tous. Elle se différencie en cela des communications sous forme de posters qui ne nécessitent souvent qu'une simple lecture. Encore faut-il savoir lire!

D'autres outils de communication font également appel au sens du « toucher ». Le plus connu est sans doute un triangle de tex-

**Figure 10** - Photographie du triangle de texture en bois réalisé pour expliquer la texture des sols au grand public (Moulin J., 2000).

**Figure 10** - Picture of the wooden texture triangle created to explain the texture of the soils to the general public (Moulin J., 2000).



ture plus ou moins simplifiée, et dont les cases sont remplies de sols de textures typiques : « sableuse », « limoneuse », « argileuse » ou « équilibrée » (figure 10).

## CONCLUSION

Simple et peu onéreuse à construire, la boîte à toucher le sol permet de sensibiliser le grand public et les enfants aux sols et de faire découvrir leurs diversités. Les éléments de cet article, notamment les plans de la boîte, vous aideront pour sa réalisation. Le sens du toucher permet d'appréhender le sol d'une façon inhabituelle pour le grand public, excepté le jardinier, et le réconcilie avec le contact de l'objet. Peu d'entre eux avaient déjà touché un sol pour en deviner ses caractéristiques. L'idée, novatrice pour le grand public, et à la condition d'être accompagnée d'explications adaptées au public, peut initier un intérêt pour le sol, en particulier vis-à-vis de la population urbaine et de sa prise de conscience de l'importance des sols.

La décoration de la boîte permet d'augmenter son attractivité notamment auprès des enfants. Une fois construite, elle est pérenne et on espère qu'elle participera à de nombreuses manifestations. Depuis sa présentation à la fête de la science, elle est empruntée régulièrement pour d'autres manifestations. Elle fait partie des éléments susceptibles de promouvoir un intérêt du grand public, de la population urbaine et des enfants pour les sols et de faire prendre conscience de l'importance des sols dans notre environnement. Elle est bien entendu complémentaire d'autres outils de communication et de sensibilisation présentés dans ce numéro spécial.

Cette boîte à toucher est disponible en prêt sur simple demande. La condition est de veiller à la rendre en bon état avec ses échantillons. Il est aussi possible de profiter de la boîte pour présenter des sols de la région de la manifestation. Cette personnalisation devra être réalisée par l'emprunteur qui conservera proprement les échantillons d'origine afin de les rendre avec la boîte. On peut aussi simplement copier l'idée et réaliser sa propre boîte en s'inspirant de celle-ci.

## BIBLIOGRAPHIE

- AFES, 2009 - Référentiel pédologique 2008. Baize et Girard (coord), QUAE Editions, Collection Savoir Faire. 405 p.
- Antoni V., Soubelet H., Rayé G., Eglin T., Bispo A., Feix I., Slak M.-F., Thorette J., Fort J.-L. et Sauter J., 2019 - Contribution of knowledge advances in soil science to meet the needs of French state and society. (p. 33-40). *In*: Global Soil Security – Towards More Science-Society Interfaces. Richer-de-Forges, Carré, McBratney, Bouma, Arrouays (Eds.). CRC Press (Taylor & Francis Group).
- AQSSS, 2017 - Le programme éducatif SOL'ERE : À la découverte de l'univers fascinant des sols... C'EST PARTI! 8 ateliers documentés prêts à enseigner. <http://www.aqsss.com> (dernier accès le 27/06/2019).
- Arrouays D., Grundy M.G., Hartemink A.E., Hempel J.W., Heuvelink G.B.M., Hong S.Y., Lagacherie P., Lelyk G., McBratney A.B., McKenzie N.J., Mendonça-Santos M.D.L.L., Minasny B., Montanarella L., Odeh I.O.A., Sanchez P.A., Thompson J.A., Zhang G.-L. 2014 - GlobalSoilMap: towards a fine-resolution global grid of soil properties. *Advances in Agronomy* 125: 93-134.
- Baize D. et Jabiol B., 1995 - Guide pour la description des sols. INRA Editions, collection Techniques et pratiques. 375 p.
- Berthold H., Birli B., Foldal C., Englisch M., Schwarz S., 2017 - Raising Soil Awareness. ENSA - JRC Workshop - Giving soils a voice (Bratislava, 28-29 September 2017). [https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public\\_path/shared\\_folder/ENSA/ENSA\\_Bratislava\\_2017\\_ASSSS\\_HeleneBerthold\\_et\\_al.pdf](https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/shared_folder/ENSA/ENSA_Bratislava_2017_ASSSS_HeleneBerthold_et_al.pdf) (dernier accès le 30/06/2019)
- Collectif 2015 - Cahier d'ariena n°14 et son guide pédagogique "la face cachée du sol". 21 pages. <http://ariena.org/project/cahier-dariena-n14-la-face-cachee-du-sol/> (dernier accès le 27/06/2019).
- Collectif 2017 - Manuel pédagogique intitulé "Les cartes et les données pédologiques, des outils au services des territoires". RMT Sols&Territoires. <https://www.sols-et-territoires.org/> (dernier accès le 27/06/2019).
- FAO 2018) - <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/2-awareness-raising/soil-art-exhibit/en/> (dernier accès le 27/06/2019).
- FRAPNA. Kit pédagogique "Le sol m'a dit". Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature <https://www.fne-aura.org/notre-offre/region/la-collection-des-kits-pedagogiques/> (dernier accès le 27/06/2019).
- Gessol 2010 - Le jeu de 7 familles « La vie cachée des sols » : <http://www.gessol.fr/content/le-jeu-de-7-familles-la-vie-cach-e-des-sols> (dernier accès le 27/06/2019).
- INRA, Sénat et CESE 2015 - Exposition "Les sols et le changement climatique". AFES. [www.afes.fr](http://www.afes.fr) (dernier accès le 27/06/2019).
- IUSS Working Group WRB, 2014 - World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports N° 106. FAO, Rome.
- McBratney A.B. et Wersche E. (2018) - Pedometrics, Poetry, Pictures. *In* Toland A.R., Noller J.S., Wessolek G. (2018). Field to Palette, dialogues on Soil and Art in the Anthropocene. Taylor&Francis Group.
- McBratney A.B., Field D.J., Koch A., 2013 - The dimensions of soil security. *Geoderma*. 213:203-213.
- Moulin J., 2000 - Triangle de texture en bois réalisé pour expliquer la texture des sols au grand public lors de la Foire Expo 2000.
- Muggler C.C., 2015 - Soil and Education. *GeoEcology Essays, Task Force: Soil Matters. Solutions under Foot*. pp. 147-150.
- OFEV, 2010 - Ascenseur francophone d'accès sous terre: <http://bodenreise.ch/fr/> (dernier accès le 27/06/2019).
- Pierson J., 2013 - L'apprentissage par les sens. Suscitez la curiosité et l'engagement chez vos élèves en mettant tous leurs sens à profit. Traduction par J. Langlais de "Sensory Learning". <http://profsverts.com/lapprentissage-par-les-sens/> (dernier accès le 27/06/2019).
- Richer-de-Forges A.C., Verheijen F., Arrouays D., Blanchart E., Bernoux M., 2010 - Soil in comics trips and cartoon. (p. 439-452). *In*: Soil and Culture. Landa and Feller (Eds). Springer, London.
- Richer-de-Forges A.C., Arrouays D., Carré F., Bouma J., McBratney A.B. (Eds). (2019a) - Global Soil Security – Towards More Science-Society Interfaces. CRC Press (Taylor & Francis Group). 137 p.
- Richer-de-Forges A.C., Arrouays D., Carré F., Bouma J., McBratney A.B., 2019b - Conclusions and prospects. (p. 133-135). *In*: Global Soil Security – Towards More Science-Society Interfaces. *In*: Richer-de-Forges, Carré, McBratney, Bouma, Arrouays (Eds.). CRC Press (Taylor & Francis Group).
- Sénat, 2014 - Exposition "Sols fertiles vie secrète". AFES. [www.afes.fr](http://www.afes.fr) (dernier accès le 27/06/2019).
- Soil Science Society of America, 2018 - <https://www.soils4teachers.org/> (dernier accès le 27/06/2019).

# Le sentier des sols de la Vallée Noble à Osenbach (68)

## Dix ans au service de la découverte des sols

Dominique Schwartz

LIVE, UMR 7362, Faculté de Géographie et d'Aménagement, 3 rue de l'Argonne, 67000 Strasbourg - France

\* : Auteur correspondant : [schwartz.dominique@wanadoo.fr](mailto:schwartz.dominique@wanadoo.fr)

### RÉSUMÉ

Le Sentier des Sols de la Vallée Noble, créé en 2009, est situé à Osenbach (68). Il bénéficie d'un cadre géologique, géomorphologique et botanique très diversifié, ce qui offre une gamme de sols variée. Treize monolithes de sols et 42 panneaux pédagogiques permettent au visiteur d'avoir une vision relativement complète de la Science des Sols, ainsi qu'un bon aperçu des sols du secteur et de leurs potentialités. Nous présentons ici les principales caractéristiques du sentier, du public qui le fréquente et quelques perspectives de développement..

### Mots clés

Action pédagogique, sentier pédagogique, monolithe de sol, Sentier des Sols, Osenbach.

### SUMMARY

**THE SENTIER DES SOLS DE LA VALLÉE NOBLE AT OSENBACH (FRANCE, ALSACE).  
A ten years old educational path for soil discovering**

*The Sentier des Sols de la Vallée Noble is an educational path created in 2009 and located at Osenbach in Alsace (68). This trail crosses various geologies, geomorphological settings and flora, that led to the formation of different kinds of soils. Thirteen soil monoliths and 42 posters offer to the visitor a comprehensive overview of the soils of the area and a general approach of the Soil Science. We present here the main characteristics of the path and its visitors. We also suggest some developments for the future.*

Comment citer cet article :

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, 143-152

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

**Key-words**

Soil education, educational path, soil monolith, Sentier des Sols, Osenbach.

**RESUMEN****EL CAMINO DE LOS SUELOS DEL VALLE NOBLE A OSENBACH (68 - ALSACIA)****Diez años al servicio del descubrimiento de los suelos**

El Camino de los Suelos del Valle Noble, creado en 2009, se sitúa a Osenbach (68 - Alsacia). Tiene un cuadro geológico, geomorfológico y botánico muy diversificado, lo que ofrece una diversa gama de suelos. Trece monolitos y 42 carteles pedagógicos permiten al visitante tener una visión relativamente completa de la Ciencia del Suelo, así como una buena visión general de los suelos del sector y de sus potencialidades. Presentamos aquí las principales características del camino, del público que visitalo y algunas perspectivas de desarrollo.

**Palabras clave**

Acción pedagógica, camino pedagógico, monolito de suelo, Camino de Suelos, Osenbach.

Dans la plupart des régions françaises (et européennes) les sentiers botaniques, géologiques, viticoles, paysagers ou à thématique très spécifique sont légions. Dans ce concert, toutefois, un absent ou presque : le sol. Rares, en effet, sont les sentiers de découverte qui y sont consacrés. Le *tableau 1* donne les quelques éléments que nous avons pu compiler après consultation de collègues sur la liste de diffusion Sols-AFES. Le Sentier des Sols de la Vallée Noble,

inauguré en 2009, est un des premiers sentiers pérennes consacrés aux sols en France, peut-être en Europe. Depuis, d'autres projets ont été réalisés. Mais le Sentier des Sols que nous présentons ci-dessous reste une initiative originale par son ampleur (*tableau 1*).

**Tableau 1** - Recensement non exhaustif d'initiatives pédagogiques de type sentier ou fosses pérennes consacrées au sol. Nous remercions les personnes qui ont fourni ces renseignements (dernière colonne du tableau).

**Table 1** - *Exemples of pedagogical actions concerning soil discovering.*

Pays	Lieu	Type	Caractéristiques	Renseignements
Allemagne	Divers	Sentiers de découverte	Sous "Bodenlehrpfad" on trouve des sites en allemand sur des sentiers de découverte pas forcément ciblés sols, malgré leur nom	
Allemagne	Bodenlehrpfad Boberg Hambourg	Sentier de découverte axé sur différents aspects du sol	voir : <a href="https://www.hamburg.de/bodenlehrpfad-boberg/">https://www.hamburg.de/bodenlehrpfad-boberg/</a>	B. Stroulahova
Autriche	Bodenlehrpfad Roter Berg Vienne (Wien)	Sentier de découverte pédologique	13 panneaux avec posters. Pas de profils ? Ouvert en octobre 2017. Voir : <a href="https://www.bodeninfo.net/produkte-und-informationsmedien/bodenbildungsnavigator/lehrpfade/bodenlehrpfad-roter-berg/">https://www.bodeninfo.net/produkte-und-informationsmedien/bodenbildungsnavigator/lehrpfade/bodenlehrpfad-roter-berg/</a>	B. Stroulahova
Belgique	Province de Namur	Guides de randonnées géologiques et pédologiques	Parus aux presses universitaires de Namur. Voir : <a href="http://pun.be/fr/collections/?collection_id=35">http://pun.be/fr/collections/?collection_id=35</a>	P. Engels
France	Forêt de Chabrières 23000 Guéret	1 fosse pédologique avec panneaux	Fosse permanente, entretenue par le CPIE Creusois et A. Sanchez ; ouverture aux scolaires, grand public,...	A. Sanchez
France	Forêt départementale de Tilleroyes 25000 Besançon	3 fosses pédologiques avec panneaux explicatifs	Sentier de découverte, avec partie pédologique	E. Lucot
France	Forêt de Chailluz 25000 Besançon	1 grande fosse pédologique avec panneaux explicatifs	Site des Grandes Baraques, à proximité de locaux de découverte du milieu destinés aux scolaires et grand public	E. Lucot
France	Jardin botanique quai de Queyries 33000 Bordeaux	profils rapportés ou reconstitués	Présentés sous des îlots d'écosystèmes	O. Damas
France	Ille-et-Vilaine	fosses pédologiques pérennes	Entretenues par Agrocampus pour ses enseignements de pédologie et mises à disposition des enseignants d'autres structures, y compris lycées agricoles ; non ouvertes au grand public	C. Walter
France	Domaine de Restinclières Maison du Département 34730 Prades-le-Lez	Fosses pédologiques sur transect ; complété par 8 monolithes	Créé pour le Congrès Mondial des Sciences du sol de Montpellier en 1998. N'est plus fonctionnel	M. Dosso F. Van Ort
France	Musée de la vie rurale Alteyrac 48000 Mende	Monolithes	??? Non documenté sur internet ; informations F. Van Ort qui a réalisé les monolithes	F. Van Ort
France	Parc de Rambouillet 78	fosses pédologiques	Ouvert en 2010 à l'occasion des 11° JES. Projet de rendre les fosses permanentes, avec accès à des groupes scolaires, sur réservation. Devenir ?	O. Sauzet D. Schwartz
France	Sentier des sols de la Vallée Noble à 68570 Osenbach	Sentier présentant 13 sols différents	13 monolithes et 40 panneaux explicatifs sur un tracé de 5,5 km	D. Schwartz
France	Orsay 91400	Toposéquence présentant plusieurs fosses		O. Sauzet

## HISTORIQUE

L'idée de créer à Osenbach un sentier pédagogique consacré aux sols est née d'un constat : la difficulté de plus en plus grande à trouver des sites pour observer les sols, notamment lorsqu'il s'agit de déplacer des groupes importants tels que des promotions d'étudiants. Les bords de route sont dangereux, et y rafraîchir des profils n'est pas toujours possible... ou souhaité. Les carrières sont de plus en plus difficiles d'accès et souvent végétalisées. Les bords de chemins forestiers peuvent constituer une alternative en zone montagneuse, mais nécessitent parfois une marche d'approche longue. Laisser une fosse ouverte en permanence pose des problèmes d'entretien, mais aussi de sécurité, de plus en plus prégnants à une époque où tout le monde craint les responsabilités liées à de potentiels accidents. Quant aux observations faites à la tarière, elles ne permettent pas d'appréhender toutes les propriétés des sols (Baize et Jabiol, 1995). Cette situation nous a poussés à rechercher des solutions plus pérennes. C'est ainsi qu'a germé l'idée de réaliser un sentier pédagogique autour du thème général des sols. Rapidement, l'idée de départ a évolué vers une optique plus large que celle de la simple fonction de support universitaire, afin de toucher un public bien plus large. Le village d'Osenbach, par la variété de milieux qui le caractérise, a semblé d'emblée être un site intéressant à cet effet<sup>1</sup>.

Contacté en 2002 par D. Schwartz, le maire d'Osenbach, Monsieur Léon Burcklen, a approuvé l'idée d'effectuer une étude de faisabilité. Celle-ci a été réalisée par une étudiante en géographie, Julie Mahler, dans le cadre de son mémoire de maîtrise (Mahler, 2003).

L'étude ne se résumait pas à la simple recherche du tracé le plus pédagogique. Un cahier des charges simple, mais strict, avait été donné par ailleurs à l'étudiante : (1) ne pas rajouter de nouveaux sentiers au réseau de chemins locaux, déjà très dense, (2) optimiser les aspects spécifiques liés à la gestion des groupes (parking, notamment), (3) éviter les zones écologiquement sensibles comme l'unique station alsacienne à *Orchis pallens*, (4) proposer un tracé permettant d'intégrer et valoriser les autres ressources locales (activités agricoles et viticoles, beauté des paysages, camping, commerces,...) et donc (5), dans la mesure du possible, faire du sentier un outil de développement local.

L'étude a été présentée à l'automne 2003 au Conseil municipal d'Osenbach, qui a décidé de transmettre le dossier à la Communauté des Communes (ComCom) de la Vallée Noble. Le Président de cette ComCom, Monsieur Diringer, également Conseiller Général du canton, a compris l'intérêt que pouvait représenter ce sentier et organisé une réunion de travail le

24 mai 2004 avec la participation de partenaires potentiels du projet (Conseil Général, PNR des Ballons des Vosges, LEGTA de Rouffach, Région). Cette réunion s'est terminée sur un consensus quant à l'intérêt du projet, et la nécessité d'en rechercher des sources de financement, les moyens de la ComCom ne permettant pas la prise en charge totale du coût du sentier, soit près de 40 000 euros.

Le projet a ensuite lentement mûri, ce qui a permis de mieux finaliser le tracé du sentier, de concevoir le contenu pédagogique des panneaux explicatifs, de prélever et analyser les sols qui seront exposés sous formes de monolithes. La ComCom a pris en charge la maîtrise d'ouvrage, ce qui a facilité la recherche de financements, mais également les avances de trésorerie. Des financements ont été trouvés auprès de l'Etat (réserve parlementaire) et du Département. Un partenariat a été élaboré avec la SADEF, laboratoire privé d'analyses de sols qui a pris en charge sous forme de sponsoring l'intégralité des analyses de sols. La municipalité d'Osenbach a pris en charge l'installation des panneaux supports en régie communale (par les employés municipaux), et l'Université de Strasbourg a également apporté son écot, en autorisant D. Schwartz à réaliser les posters qui ornent le sentier pendant ses heures de travail. Le travail des employés communaux et celui de D. Schwartz ont été budgétisés, de façon à ce que les subventions (qui sont attribuées sous forme de pourcentage du coût total) couvrent le reste des dépenses, à savoir l'achat des panneaux de bois supports des posters et l'impression. L'université de Strasbourg a également financé en 2012 une réimpression des posters, dont la première édition n'était pas d'une qualité durable. Le sentier a par ailleurs bénéficié de la caution morale et scientifique de l'AFES. Il a obtenu en 2008 le label UNESCO « Planète Terre » décerné par le Comité Français de l'Année Planète Terre. Le sentier a été inauguré en 2009, de façon officielle avec les acteurs locaux, puis, scientifiquement, lors d'une sortie de terrain dans le cadre des 10<sup>èmes</sup> Journées d'Etude des Sols, organisées par l'AFES à Strasbourg.

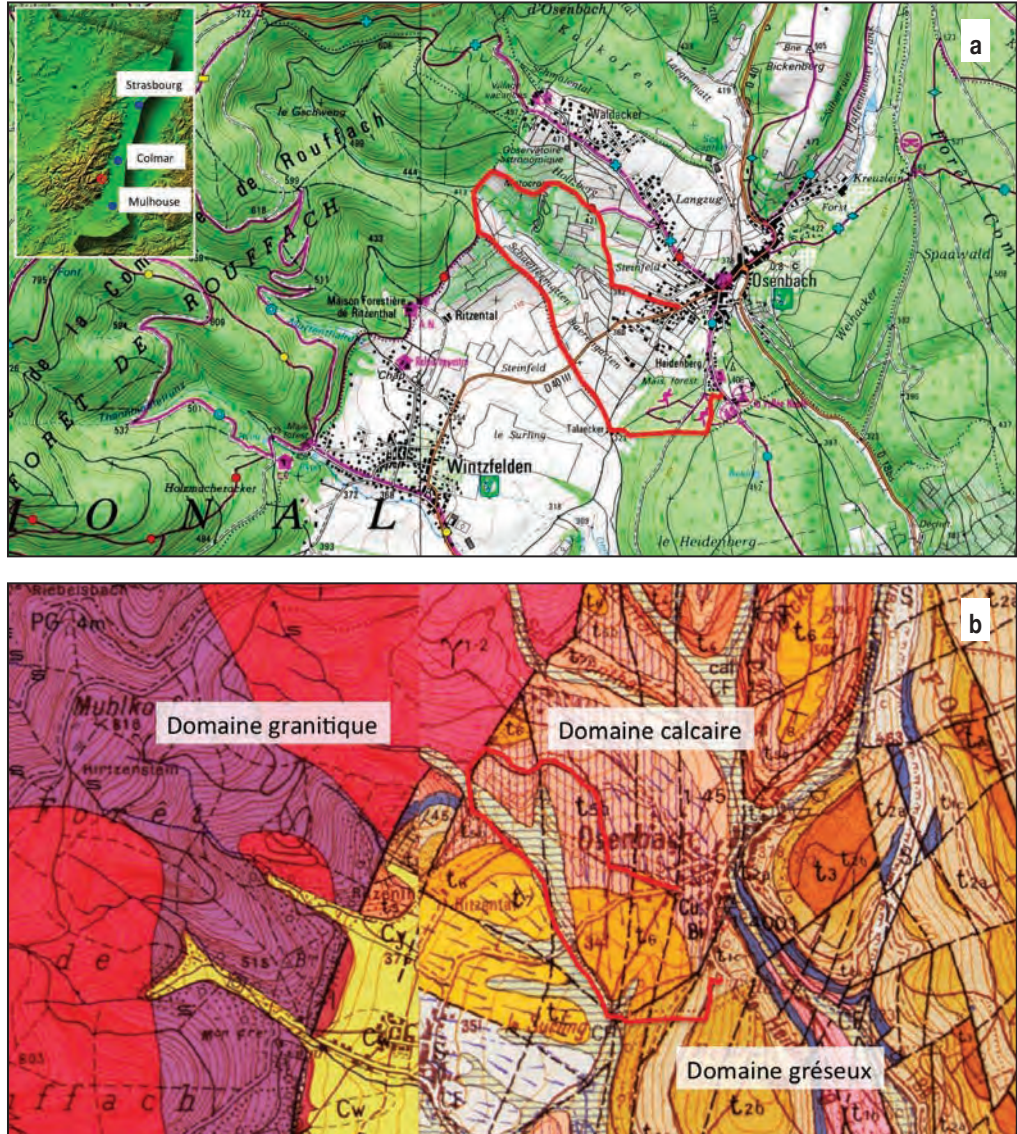
## LES CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DU SITE

Le tracé du sentier des sols s'étend sur une bonne partie de la dépression de Wintzfelden-Ostenbach (*figure 1a*). Celle-ci est d'origine tectonique. Elle correspond à un petit graben secondaire, formé à l'arrière-plan de l'accident tectonique majeur qu'est le fossé rhénan. Cette origine tectonique a pour conséquence directe la mise à l'affleurement d'un cortège géologique varié (Théobald, 1977), expliquant la grande diversité de sols, de végétation et d'occupations du sol, raison majeure du choix de l'endroit pour établir le sentier.

<sup>1</sup> Considérer que le fait que D. Schwartz réside à Osenbach ait pu jouer un rôle dans ce choix ne serait pas fairplay, mais malgré tout exact (n. de l'a.).

**Figure 1** - La dépression de Wintzfelden-Osenbach. (A) : topographie (extrait de la carte IGN 1/25000) ; (B) contexte géologique (extrait de la carte BRGM 1/50000 en ligne sur geoportail). En surcharge rouge, le tracé du sentier.

**Figure 1** - The Wintzfelden-Osenbach basin. (A) : topographical map (from IGN 1/25000 map) ; (B) : geological map (from BRGM, www.geoportail.fr). The red lines correspond to the path layout.



### Contexte géologique

Le tracé du sentier recoupe trois domaines géologiques différents (figure 1b) :

- sur la frange Ouest et Nord-Ouest, se rencontrent les granites porphyroïdes hercyniens, qui marquent le début des Hautes-Vosges. Leur limite NNE-SSO correspond à la faille vosgienne, qui les sépare des collines sous-vosgiennes ;
- sur les pourtours Est, Sud et Sud-Ouest affleurent différents types de grès du Bundsanstein. Le grès vosgien *stricto sensu* et le conglomérat principal sont peu représentés, à l'inverse du grès intermédiaire et du grès à Voltzia ;
- la dépression centrale est occupée par les calcaires du Muschelkalk et de la base du Keuper.

Sur la carte géologique, les formations quaternaires ne sont

représentées que dans la partie centrale (figure 1b). Cependant, l'ensemble de la zone est recouvert de formations superficielles : localement des altérites en place, mais surtout des formations de pente et aussi, dans la partie centrale, des formations colluvio-alluviales du Pléistocène supérieur et des colluvions agricoles historiques.

### Contexte pédologique

Cette diversité géologique détermine la nature des sols du secteur. Sur les grès, granites et formations superficielles dérivées prédominent les aloccrisols ; sur calcaires, les calcosols et rendosols ; sur les formations superficielles d'origine mixte, les calcisols. Podzosols et reductisols existent également, mais de manière très localisée. La rareté des podzosols, dans un

contexte géologique et écologique pourtant favorable à leur présence, s'explique par la relative abondance des limons dans les aloctisols. Ceux-ci sont des « limons soufflés », d'origine éolienne. Ils ont été apportés par les vents, mais en quantité insuffisante pour former des loëss. Quelques rares placages de loëss (versant est du Bickenberg ; sommet du Heidenberg, où ils sont décarbonatés) témoignent de la réalité de ces apports éoliens périglaciaires. La gamme de pH des sols les plus courants varie de 4,5 à 8 dans les horizons de surface, de 5,5 à 8,9 en profondeur. L'épaisseur des sols est très variable, d'une dizaine de cm pour certains rendosols à plus de 1,5 m pour les calcisols. La granulométrie est également très variable, avec des sols sableux à plus de 65 % sur grès et granites, des sols limono-argileux ou argilo-limoneux sur calcaires et des granulométries plus équilibrées pour les calcisols.

### Occupation du sol et types de végétation

L'occupation du sol reflète la diversité géomorphologique, géologique et pédologique ; les zones les plus pentues, soit la plupart des versants gréseux et granitiques, sont occupées par des forêts. La végétation qu'on y rencontre est typiquement celle des chênaies-hêtraies acides, avec des sous-bois riches en espèces telles que la canche flexueuse (*Deschampsia flexuosa*, Poacées), les myrtilles et bruyères (*Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, Ericacées), l'oxalis petite oseille (*Oxalis acetosella*, Oxalidacées)... S'y ajoutent des espèces arborées telles que le châtaignier (*Castanea sativa*, Fagacées), le sapin (*Abies alba*, Abiétacées) et des pins (*Pinus* spp., Pinacées). Dans les zones calcaires, on rencontre plus fréquemment du charme (*Carpinus betulus*, Bétulacées) et, en sous-bois ou en lisière, du

troène (*Ligustrum vulgare*, Oléacées), et du cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*, Cornacées). Ces deux dernières espèces deviennent particulièrement abondantes dans les fruticées, fourrés impénétrables, qui se développent rapidement sur les espaces ouverts à l'abandon (friches, prés sous-pâturés, quelques vignes) en milieu calcaire. Ils y côtoient entre autres les prunelliers (*Prunus spinosa*, Rosacées), aubépines (*Crataegus monogyna*, Rosacées), fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*, Celastracées), Eglantier (*Rosa canina*, Rosacées), Viorne aubier (*Viburnum opulus*, Caprifoliacées), épine-vinette (*Berberis vulgaris*, Berberidacées) et d'innombrables plantes herbacées. La vigne se concentre sur les versants calcaires et parfois gréseux exposés à l'est, en contrebas du domaine granitique. Le reste de l'espace, soit principalement la dépression centrale, est occupé par des pâtures, des prés de fauche, quelques vergers relictuels et des cultures annuelles (maïs-ensilage pour l'essentiel). La taille modeste des champs, l'isolement de la dépression de Wintzfelden par rapport aux zones de grandes cultures de la plaine et la structure des exploitations, souvent tenues par des doubles actifs, engendrent des coûts d'exploitation importants pour les récoltes, sous-traitées à des entreprises spécialisées disposant d'un matériel adéquat. Ceci explique que les cultures ont fortement régressé au profit des espaces prairiaux depuis 20-30 ans. Trois exploitations laitières se partagent l'essentiel de la surface agricole.

La zone offre donc une gamme de paysages extrêmement riche, tant pour l'aspect purement visuel (figure 2) que du point de vue des différentes approches naturalistes que l'on peut aborder sur le terrain.

**Figure 2** - Panorama de la dépression de Wintzfelden-Osenbach, vu depuis le sentier au niveau des panneaux 31 et 32.

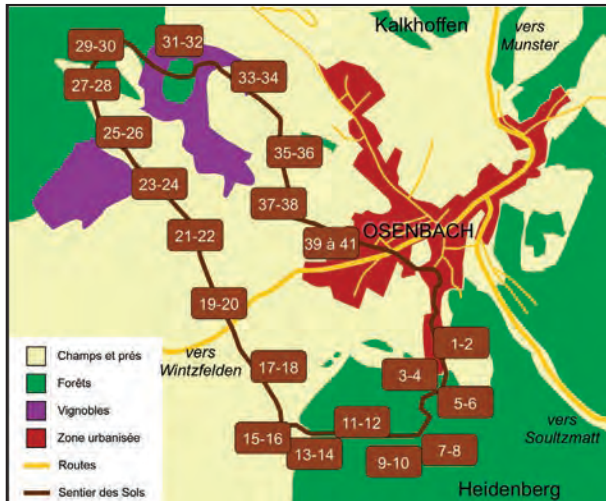
**Figure 2** - A view from the landscape which can be seen at posters number 31 and 32.





**Figure 3** - Implantation des panneaux sur le Sentier des Sols. Légende des n° : voir tableau 2.

**Figure 3** - The place of the posters of the Sentier des Sols. Legend is given on table 2.



## TRACÉ ET CONTENU

### Tracé

Le tracé du sentier forme quasiment une boucle, l'arrivée étant située à environ 700 m du point de départ (figure 3). Toutes les zones pédologiques et géologiques, tous les types d'occupation du sol sont présents sur le trajet, long d'environ 5,5 km. Le point de départ est situé en face du terrain de camping. Ce choix n'est pas dû au hasard, mais obéit à deux raisons complémentaires. C'est en premier lieu l'endroit le plus pratique pour gérer des groupes, l'endroit disposant de places de stationnement en grand nombre et permettant de parquer des autocars. Ce choix permet aussi une synergie entre le camping et le sentier : les touristes en villégiature disposent ainsi d'un sentier de découverte à proximité immédiate, alors que les personnes venant spécifiquement pour le sentier découvrent un hébergement accueillant pour qui aime le tourisme vert.

### Les panneaux : types, contenus et répartition

Ce sont 42 panneaux, répartis en 26 stations (en moyenne, donc une station tous les 200 m) que l'on peut découvrir tout au long du trajet (figure 3). Treize posters sont couplés à des sols, présentés sous forme de monolithes, solution plus durable et moins contraignante que la gestion de fosses pédologiques. Les panneaux ressortent de 4 catégories différentes, chacune identifiée par un cartouche triangulaire de couleur différente, situé en haut à gauche du poster (tableau 2, figure 4).

- 6 panneaux « généraux » (cartouche violet) donnent des informations introductives (posters 1a, 1b, 2), conclusives (40) ou diverses (34, 41).
- 10 panneaux (cartouche vert olive) présentent ce que nous considérons être les fondamentaux de la science des sols. Ceux qui fournissent des connaissances indispensables (la pédogenèse, l'organisation des sols en horizons, le rôle de la phase vivante du sol,...) font en bonne logique partie des premiers panneaux exposés. Les autres sont répartis tout au long du tracé.
- 13 panneaux (cartouche brun) présentent des sols. Chaque monolithe est doublé par un poster (figure 4) sur lequel sont donnés une description du profil, les caractéristiques physico-chimiques du sol, son utilisation potentielle, les processus de pédogenèse et une photo du monolithe avec les limites d'horizon. S'y ajoute une rubrique « focus », où est développé un point particulier. Huit sols ont été prélevés sur le sentier ou à proximité immédiate ; cinq monolithes correspondent à des sols absents du sentier, mais emblématiques à divers titres de la région (podzsol du Mont Sainte-Odile, rankosol-ranker cryptopodzolique des Hautes-Chaumes vosgiennes, réductisol humifère du Ried noir, luvisol érodé au stade calcosol d'érosion des zones de loess, fersialsol de la Hardt rouge).
- 13 panneaux (cartouche bleu) sont des « focus » sur des points particuliers, considérés comme des approfondissements. Certains de ces approfondissements concernent des aspects de la science des sols en général (la solution des sols, la fertilité des sols,...), d'autres sont ancrés dans des opportunités locales : la présence de rideaux de culture sur le versant ouest du Heidenberg est l'occasion de faire un point sur la formation des rideaux et l'érosion agraire, sur le changement d'usage des sols (autrefois cultivé, ce versant est actuellement enforesté), sur le fait que l'activité humaine change la morphologie et les caractères physico-chimiques des sols, sur la notion d'anthroposol, qui en découle et sur le fait que ces changements peuvent rester inscrits dans les sols et les paysages pendant très longtemps. La pente abrupte de ce versant est également l'occasion d'évoquer le rôle de la pente dans la formation des sols. Plus loin, le passage dans le vignoble permet d'introduire les concepts de terre, terrain et terroir, et de proposer un point sur les relations sol-vigne. La présence de murgers provenant de l'épierrement de champs à la fin d Moyen-Age est le prétexte pour discuter de l'intérêt de la pédo-archéologie dans les études d'archéologie des paysages.

La diversité et le nombre de thèmes traités ont nécessité une réflexion poussée sur la localisation des panneaux, entre objectifs pédagogiques et contraintes liées à des implantations impératives, conditionnées par des caractéristiques du milieu (les « focus » et monolithes de sols locaux). La localisation de ces derniers et celle des panneaux généraux et des fondamentaux indispensables à la bonne compréhension de la suite ont donc été fixées en premier. Celle des fondamentaux moins utiles,

**Tableau 2** - Liste et numéro des posters du Sentier des Sols.**Table 2** - List and number of the posters who can be studied on the Sentier des Sols.

n°	Contenu	Type	Logo	n°	Contenu	Type	Logo
1a	Introduction, tracé	général	[Logo]	21	Les archives pédologiques	approfondissements	[Logo]
1b	Récapitulatif de l'ensemble des panneaux en miniature	général		22	calcosol - le passé enregistré dans les sols	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
2	A chacun son sol	général		23	Les relations sols plantes	approfondissements	[Logo]
3	Le matériau géologique	fondamentaux	[Logo]	24	Du micron à la planète, les échelles d'étude	fondamentaux	[Logo]
4	La formation des sols	fondamentaux		25	Calcosol d'érosion	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
5	Alocrisol sur grès	monolithe + panneau explicatif	[Logo]	26	Reductisol humifère	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
6	L'horizon, unité de base	fondamentaux	[Logo]	27	La solution du sol	approfondissements	[Logo]
7	Les constituants du sol	fondamentaux		28	Redoxisol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
8	La vie dans les sols	fondamentaux		29	Le rôle central du sol dans les cycles biogéochimiques	fondamentaux	[Logo]
9	Anthroposol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]	30	Alocrisol sur granite	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
10	L'empreinte de l'utilisation passée des sols	approfondissements	[Logo]	31	Terre, terrain, terroir	approfondissements	[Logo]
11	Podzosol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]	32	Sols, vignes et vins	approfondissements	[Logo]
12	Le rôle de la topographie dans la formation des sols	approfondissements	[Logo]	33	Rendosol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
13	L'eau du sol	fondamentaux	[Logo]	34	Panneau sponsor (SADEF)	général	[Logo]
14	La physique du sol	fondamentaux		35	Archéopédologie - les murgers	approfondissements	[Logo]
15	L'érosion des sols cultivés	approfondissements	[Logo]	36	Géographie des sols	approfondissements	[Logo]
16	Calcosol sur colluvions et alluvions	monolithe + panneau explicatif	[Logo]	37	Rankosol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
17	La chimie des sols	fondamentaux	[Logo]	38	Fersialsol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]
18	La fertilité des sols	approfondissements	[Logo]	39	Sols et environnement	approfondissements	[Logo]
19	L'occupation des sols	approfondissements		40	Conclusion : le sol vivant et évolutif	général	[Logo]
20	Calcosol	monolithe + panneau explicatif	[Logo]	41	Appel à dons (n'existe plus)	général	[Logo]

des autres « focus » et des sols provenant d'autres régions alsaciennes a été fixée ensuite seulement, en essayant de répartir ces posters de manière équilibrée. Cette deuxième catégorie de panneaux sert donc aussi d'étapes de liaison pour relier les uns aux autres les panneaux de la première catégorie.

## Contenu

Le contenu des posters est très riche. Il correspond *grosso modo* à un « digest » des connaissances que l'on peut attendre

d'un étudiant en Sciences de la Vie, Sciences de la Terre ou Géographie à la fin de son cycle de licence. Mais qui peut le plus peut le moins. Il n'est pas indispensable de lire la totalité du texte des posters. Une lecture des figures, de l'ensemble des titres et de certains paragraphes suffit pour se faire une idée du message véhiculé sur les panneaux. Il est également possible de se livrer à un parcours thématique, consacré par exemple aux seuls monolithes, ou aux panneaux dont le contenu est axé sur l'histoire locale...

**Figure 4** - Un exemple de poster accompagnant les monolithes de sols. Ici, un sol hydromorphe des prairies humides (ried) de la plaine d'Alsace, prélevé à Mussig (67).

**Figure 4** - An exemple of posters which describe the soil monoliths. This one corresponds to a gleysol from the Rhine plain (Mussig, department 67)..

**26 Sol hydromorphe du Ried noir**  
Réductisol humifère (RP95), gleysol (WRB)

**La formation du réductisol du Ried noir**

**Caractéristiques morphologiques**

**Analyses physico-chimiques**

**Le focus...**

**Utilisation des réductisols du Ried noir**

## LE PUBLIC

Le sentier s'adresse à un public varié. En premier lieu, on relèvera l'existence d'un public adulte amateur diversifié. Les habitants du village et des proches environs y trouvent un motif de balade dominicale qui leur permet de mieux s'approprier leur cadre de vie. Les naturalistes y voient le moyen d'accroître leurs connaissances sur les sols, mais aussi de replacer leurs connaissances botaniques ou zoologiques dans un cadre plus systémique. Ainsi, l'Association Philomathique d'Alsace et de Lorraine y organise régulièrement une sortie. Enfin, les locataires du camping d'Osenbach ont à leur disposition un circuit thématique aux portes même de leur lieu de villégiature.

Nous avons pu discuter avec plusieurs d'entre eux, qui sont conscients du petit « plus » apporté par le sentier à leur séjour au vert.

Le second type de public est constitué par les scolaires et étudiants. Les scolaires sont principalement représentés par les classes de 2<sup>o</sup>, dont le programme comprend des rudiments de pédologie abordée *via* l'environnement. Lorsque les sols sont revenus au programme des classes de 2<sup>o</sup>, l'APBG (Association des Professeurs de Biologie et Géologie) a demandé à D. Schwartz une visite guidée du Sentier, car l'énorme majorité d'entre eux s'estimait mal armée pour enseigner les sols. Cette visite a débouché sur une demande de l'APBG auprès du rectorat afin d'organiser une session de formation pour les professeurs, avec une matinée de cours en salle jointe à une sortie sur le sentier dans l'après-midi. Une quarantaine de professeurs de SVT s'était inscrite à cette formation, et une trentaine l'a suivie effectivement. Depuis, le Sentier a été largement adopté par ces enseignants, qui ont mis en ligne sur internet, *via* le rectorat et l'APBG, des informations très utiles sur le parcours et son contenu (voir : <http://www.lithotheque.site.ac-strasbourg.fr/hommes/les-sols/le-sentier-pedologique-dosenbach>). Pour leur part, les étudiants proviennent essentiellement de l'université de Strasbourg. La visite du sentier est au programme des étudiants de L2 de Géographie et de L3 (L2 à compter de 2020) de Géologie, d'étudiants de masters de Géographie et (sur la base du volontariat) d'Ecologie des Plantes. Dès l'année prochaine, il le sera en master de Sciences de la Terre. En revanche, il ne semble pas que les étudiants de BTSA du lycée agricole de Rouffach, pourtant très proche (9 km), visitent le Sentier de manière régulière. De même, les étudiants d'universités proches (aller-retour Université-Sentier réalisable dans la journée) comme Besançon, Dijon, Nancy-Metz, Fribourg, Karlsruhe ou Bâle ne semblent pas venir sur le sentier, sans doute par méconnaissance de son existence de la part des enseignants susceptibles de l'utiliser.

Un dernier type de public est constitué par les professionnels. Il s'agit ici essentiellement de stagiaires suivant des formations continues. Ainsi, les viticulteurs qui suivent la formation de 2 jours sur la géologie et les sols du vignoble alsacien offerte par le CFPPA (Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricoles) de Rouffach ont à leur programme une visite d'une demi-journée du sentier. Une visite du sentier d'une journée complète est également au programme des stagiaires du Diplôme Universitaire « Vers le terroir viticole par la dégustation géosensorielle » (Université de Strasbourg), qui a ouvert ses portes le 28 octobre 2019.

## PERSPECTIVES

L'objectif est de pérenniser le Sentier des Sols. Cet objectif passe par un développement de la fréquentation et la mise en place de

supports plus durables. Quatre actions sont ainsi identifiées à l'heure actuelle, à des échéances plus ou moins proches.

En premier lieu, la ballade du Sentier des Sols figure depuis cette année 2019 au catalogue des sorties accompagnées proposées par la Maison de la Géologie de Senheim. Cette association, qui gère entre autres le musée géologique et le sentier géologique de Senheim joue un rôle important dans la sensibilisation aux Sciences de la Terre, aussi bien en accompagnement de sorties scolaires qu'auprès d'un public d'adultes curieux. Nous avons, dans cet esprit, formé plusieurs accompagnateurs de l'association. Cette initiative est clairement susceptible d'accroître le nombre de visiteurs et d'apporter un surcroît de notoriété au Sentier.

La seconde initiative découle d'une proposition spontanée de Rolf Weidemann, un universitaire de Fribourg-en-Brigau à la retraite. Monsieur Weidemann a découvert le Sentier des Sols par hasard, lors d'un séjour au camping. Sa proposition est d'offrir au public un audioguide en Français et en Allemand dans un premier temps, *via* des codes QR à apposer sur les panneaux, permettant à tout un chacun d'écouter sur son smartphone un texte enregistré, plus simple que les textes des panneaux, mais les introduisant. L'élaboration des textes, leur traduction en allemand et la mise en place à titre expérimental des 5 premiers panneaux du sentier est prévue dans les prochains mois, pour être opérationnel d'ici le printemps 2020.

A plus long terme, il est également nécessaire de réfléchir à la qualité technique des posters. A l'usage, il apparaît que les encres résistent mal au soleil. Depuis la création du sentier, tous les posters ont été remplacés après 3 ans d'exposition. Cette deuxième impression a tenu 5 ans sur les emplacements les plus ensoleillés (sous forêt, les posters résistent bien). Six posters ont été remplacés en juillet 2019 sur le budget de la Faculté de Géographie et d'Aménagement de Strasbourg, avec, selon l'imprimeur, des encres qui devraient résister au moins 10 ans au soleil. Il est prévu d'en remplacer encore 5 ou 6 début 2020 en fonction de l'attribution d'une subvention sollicitée auprès de l'AFES. Cependant, sur le long terme, ces solutions ne semblent pas viables, d'autant plus que les supports en bois commencent aussi à vieillir. L'idéal serait de remplacer supports en bois et posters imprimés sur papier par des impressions sur acier émaillé. Le coût de cette solution est cependant élevé : l'impression d'un support en acier émaillé au format A<sub>0</sub> coûte environ 1 500 euros, contre 150 pour une impression classique. C'est donc un budget de l'ordre de 63 000 euros qu'il s'agit de mobiliser. La mairie d'Osenbach a été sensibilisée à la question. Il sera nécessaire pour résoudre ce problème de monter un dossier sérieux, en relation avec la ComCom du pays de Rouffach et peut-être avec l'Université de Strasbourg *via* un IDEX pédagogique.

En attendant, nous ne pouvons qu'inciter les lecteurs de cet article à faire un arrêt sur le Sentier des Sols lors d'un séjour dans le secteur, voire de venir spécialement, et de le découvrir en même temps qu'une province attachante.

## BIBLIOGRAPHIE

- Baize D. et JABIOL B., 1995 - Guide pour la description des sols. INRA, Paris, 375 p.
- Mahler J., 2003 - Méthodologie de mise en place d'un sentier pédagogique de découverte du milieu naturel. L'exemple du sentier des sols d'Osenbach. Mém. Maîtrise Géogr. phys., 151 p. + dossier de présentation du projet auprès des collectivités
- Théobald N., 1977 - Carte géologique de la France à 1/50000. Neuf Brisach – Obersaasheim. BRGM Orléans, 1 carte + notice, 43 p.

# Module de sensibilisation sur le sol et les pollutions diffuses le long du continuum terre-mer

## Retour d'expérience

C. Besnard<sup>(1\*)</sup>, A. Lépinay<sup>(1)</sup> et D. Bouquet<sup>(2)</sup>

- 1) Observatoire des Sciences de l'Univers Nantes Atlantique, UMS 3281 de soutien à l'OSUNA, 2 rue de la Houssinière, 44000 Nantes, France.
- 2) Institut de Recherche en Sciences et Techniques de la Ville (IRSTV), 1 rue de la Noë, 44000 Nantes, France.

\* : Auteur correspondant : chloe.besnard@univ-nantes.fr

### RÉSUMÉ

Cet article présente un module de sensibilisation donné à des collégiens et lycéens entre 2017 et 2019 dans le cadre du projet POLLUSOLS, financé par la Région Pays de la Loire. Ce module a pour but de sensibiliser les élèves à l'importance de protéger les sols au travers d'exemples de pollutions diffuses des sols et sédiments le long du continuum terre-mer sur la partie aval du bassin versant de la Loire. Ce module est illustré avec des exemples issus de recherches menées par des laboratoires du consortium POLLUSOLS. Un retour d'expérience accompagne la description du module..

### Mots clés

Sol, pollution, sources, transferts, gestion, phytoextraction, bioremédiation, conférence, ateliers, film, médiation, pédagogie.

### SUMMARY

#### **AWARENESS MODULE ON SOIL AND DIFFUSE POLLUTION ALONG THE LAND-SEA CONTINUUM - Feedback**

*This article presents a module directed at secondary-school pupils and sixth-form students. It was organized between 2017 and 2019, as part of the POLLUSOLS project, which was funded by the Pays de la Loire Region (France). This module aims to raise awareness among younger*

Comment citer cet article :

Besnard C. , Lépinay A. et 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, 153-161

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

generations of the importance of protecting our soil, using examples of pollution from land to sea. This module is illustrated by various examples from researches at POLLUSOLS's consortium laboratories. Feedback received on the implementation of this module is also included in the description.

**Key-words**

Soil, pollution, sources, transfers, management, phytoextraction, bioremediation, conference, workshops, movie, popularization, education.

**RESUMEN****MÓDULO DE SENSIBILIZACIÓN SOBRE EL SUELO Y LAS CONTAMINACIONES DIFUSAS - Retroalimentación**

Este artículo presenta un módulo de sensibilización destinado a los estudiantes de secundaria y de liceo, organizado entre 2017 y 2019 en el marco del proyecto POLLUSOLS, financiado por la Region Pays de la Loire (Francia). El objetivo de este módulo es el de concienciar a los estudiantes sobre la importancia de proteger los suelos, a través de ejemplos de contaminaciones difusas de suelos a lo largo del continuo tierra-mar. Este módulo es ilustrado con ejemplos tirados de los resultados de investigaciones llevadas a cabo por laboratorios del grupo científico POLLUSOLS. La descripción del módulo incluye también observaciones sobre la experiencia adquirida..

**Palabras clave**

Suelo, polución, contaminaciones, orígenes, transferencia, gestión, fitoextracción, biorremediación, conferencia, talleres, película, divulgación, pedagogía.

« La pollution des sols affecte la nourriture que nous mangeons, l'eau que nous buvons, l'air que nous respirons et la santé de nos écosystèmes. (...) La capacité des sols à faire face à la pollution est limitée, la prévention de la pollution des sols devrait être une priorité dans le monde entier ». C'est en ces termes que Madame Maria Helena Semedo, directrice générale adjointe de la FAO, a introduit le Colloque International sur la Pollution du Sol (GSOP18), qui s'est tenu à Rome en mai 2018.

Si ce constat est largement partagé par la communauté scientifique, ces enjeux restent encore insuffisamment connus du grand public. Sensibiliser les générations futures aux problématiques de pollutions des sols est indispensable, tant pour faire évoluer les mentalités et les pratiques vis-à-vis de cette ressource insuffisamment considérée, que pour susciter des vocations parmi les scientifiques de demain.

Le projet de recherche POLLUSOLS, financé par la Région des Pays de la Loire (2015-2020), s'intéresse aux pollutions diffuses des sols et sédiments sur le continuum terre-mer, à l'échelle de la partie aval du bassin-versant de la Loire. En parallèle des recherches scientifiques, le consortium développe un volet sociétal, qui comprend notamment un module de sensibilisation de publics scolaires. Ce module a été développé car les problématiques de pollutions des sols et sédiments peuvent s'insérer dans plusieurs sections des programmes scolaires.

## LE MODULE DE SENSIBILISATION

Plusieurs formats de présentation ont été utilisés pour ce module, qui s'adresse aux élèves de collèges et lycées :

- une conférence intitulée « De la terre à la mer : Sur les traces des polluants invisibles » avec un diaporama et un bref film d'animation comme support à la communication orale. Cette confé-

rence a été donnée en français et en anglais selon la demande des enseignants,

- des ateliers de type « travaux pratiques » autour du sol, de la pollution des sols et de solutions de remédiations. Ces ateliers avaient pour but de faire manipuler les élèves ou de leur faire des démonstrations (petites expériences, observations, mesures).

Ces supports ont été créés afin d'être les plus interactifs possibles.

## La conférence

### « De la terre à la mer : Sur les traces des polluants invisibles »

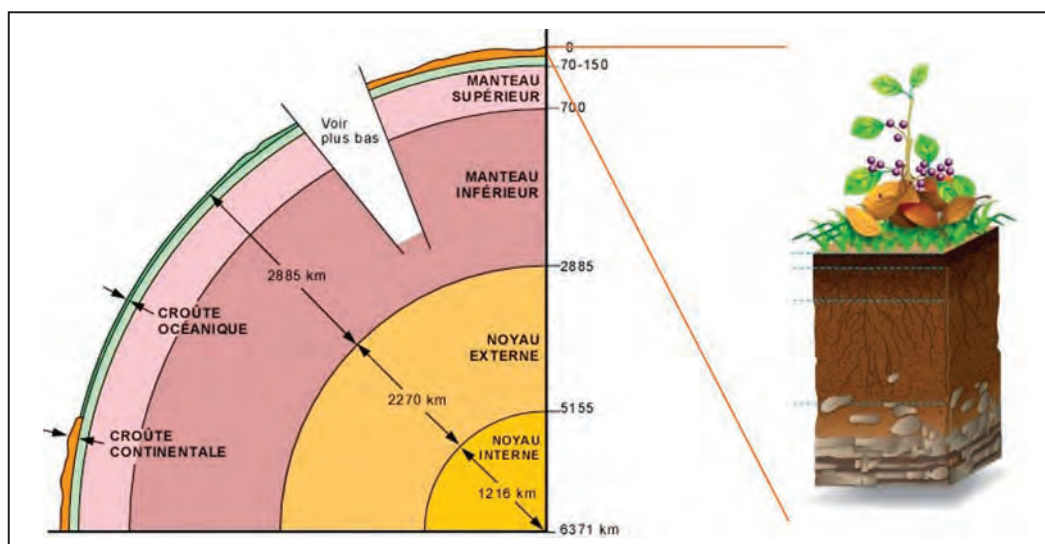
Cette conférence est construite dans une optique de dialogue, chaque partie débute par une question adressée aux élèves, afin de les pousser à réfléchir par eux-mêmes (et de maintenir leur attention!). Ce temps d'échanges est aussi l'occasion pour les intervenantes de sonder le niveau de connaissances des élèves afin d'adapter leur propos par la suite. Après ces temps d'échanges interviennent les temps d'explications. Chaque partie est illustrée, dans la mesure du possible, avec des exemples issus de recherches menées par des laboratoires partenaires de POLLUSOLS.

#### Question n° 1 : Pour vous qu'est-ce qu'un sol ?

Suite au premier temps d'échanges, la conférence démarre par quelques notions générales sur le sol, cette ressource indispensable, accompagnées d'illustrations : l'épiderme de la terre, la formation du sol, les horizons (*figure 1*), les nombreux services que rendent les sols (FAO, Infographie Fonctions du sol, 2015), les menaces, le temps de formation *versus* le temps de sa détérioration.

**Figure 1** - Le sol : épiderme de la terre (modifié de Ademe, 2018 et Université de Laval, Canada, 2013).

**Figure 1** - The soil: the earth's skin (adapted from Ademe 2018 and Laval University, Canada, 2013).



**Question n°2: Pour vous qu'est-ce que la pollution ?**

Les mots « contamination » (Mench et Baize, 2004) et « pollution » (définition du ministère de la transition écologique et solidaire) sont définis. Les types de pollutions (localisées/diffuses) et de polluants (organiques/inorganiques) sont présentés à l'aide d'exemples concrets: cas de l'ancienne usine MetalEurop et du cuivre dans les sols viticoles français (Andrivot et al., 2017; Gis Sol, 2011). Le tout est illustré avec des photographies, un graphique et une carte (figure 2).

La suite de la présentation est construite en suivant la méthodologie du projet POLUSOLS c'est-à-dire:

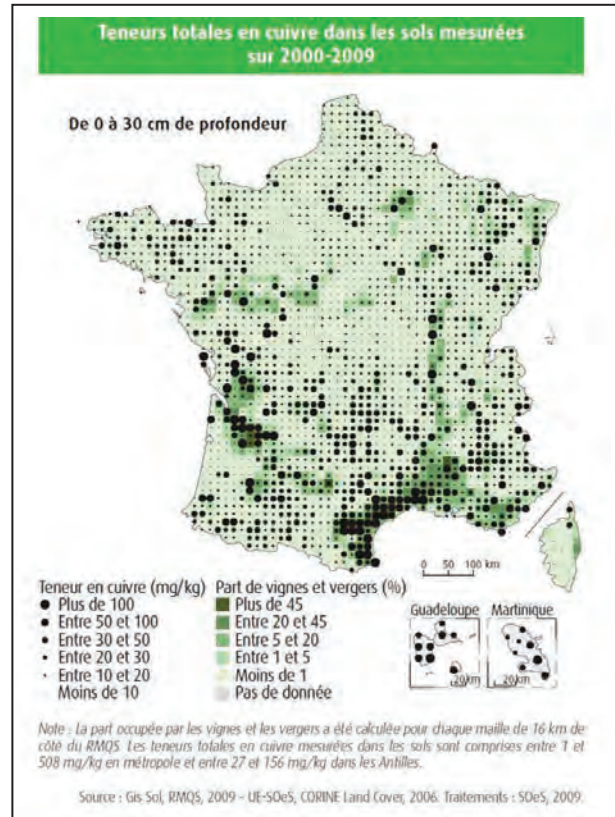
- 1/ les sources de pollutions diffuses,
- 2/ les transferts de polluants,
- 3/ leurs impacts et la gestion patrimoniale qui en découle, incluant les possibilités de remédiation.

**Question n° 3: Pour comprendre d'où provient une pollution, que peut-on faire ?**

Cette première partie, intitulée « retour aux sources », présente la manière dont sont identifiées et caractérisées les sources de pollution des sols: prise en compte des caractéristiques naturelles du site (fond géochimique local, Mench et Baize, 2004) et du contexte historique de la pollution. Différents types de sources de pollution (Amiard, 2017, Ramade, 2011) sont décrits: urbaines et domestiques (transport routier, ordures ménagères, stations de traitement des eaux), agricoles (pesticides, épandage, engrais), industrielles et minières (garages automobiles, fonderies, anciennes décharges de déchets), marines (peintures antifouling, relargages sédimentaires, épaves de navires). Les outils utiles à la réalisation d'études historiques sont présentés: archives, entretiens, bases de données BASIAS (sites et sols potentiellement pollués en France) et

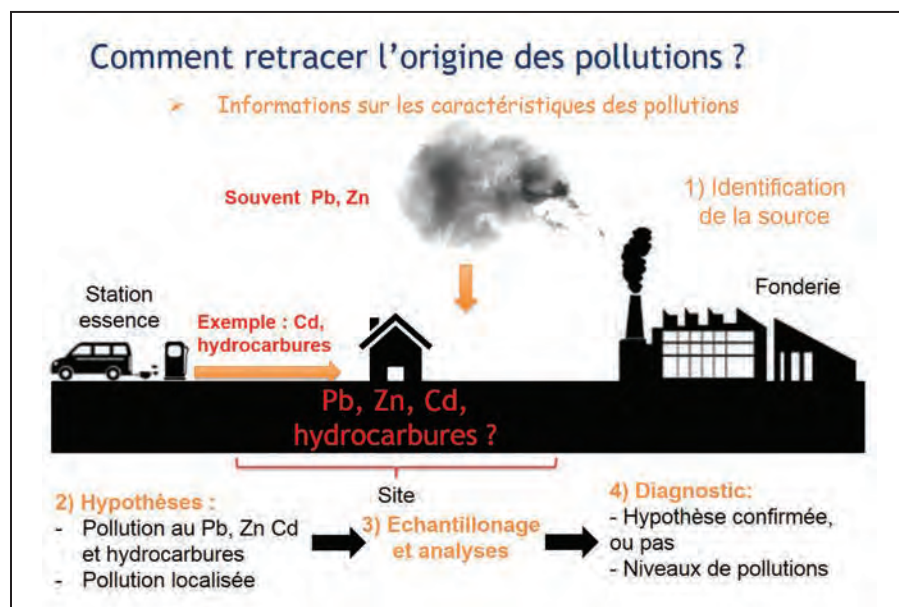
**Figure 2** - Illustration des pollutions diffuses à l'aide de la carte des teneurs en cuivre dans le sol (0-30 cm) superposées à la part de vignes et vergers (Gissol, RMQS, 2009).

**Figure 2** - Demonstration of non-point source pollution, based on the map of vineyards and orchards and copper content in soils (0-30 cm) (Gissol, RMQS, 2009).



**Figure 3** - Première partie du schéma de mise en situation, étapes à suivre pour découvrir la présence ou non de polluants.

**Figure 3** - First part of the illustration, steps to be followed to investigate the presence of pollutants.





BASOL (sites et sols pollués en France) regroupées sur le site internet Géorisques, ainsi que les sites internet Géoportail et outils « IGN Remonter le temps ». Avec l'outil « IGN Remonter le temps », des photographies aériennes de l'emplacement de leur établissement au siècle dernier et aujourd'hui sont présentées aux élèves.

Une mise en situation simple débute à la fin de cette partie, qui permet de construire avec eux un schéma récapitulatif animé.

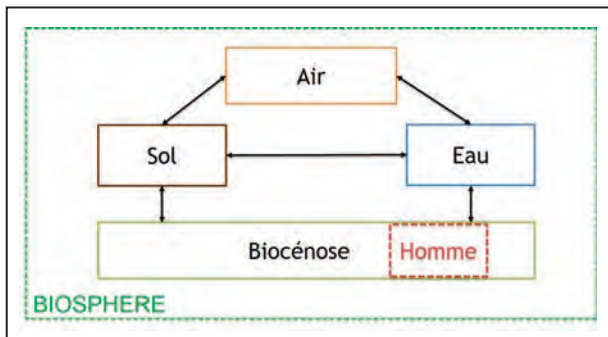
Il est indiqué aux élèves qu'ils viennent d'acquérir une maison, et il leur est demandé d'expliquer quelles sont les étapes à suivre pour découvrir s'il y a, ou non, présence de polluants. Dans l'exemple imaginé (figure 3), il y a présence de pollutions multiples (Pb, Zn, Cd, hydrocarbures), dues à d'anciennes activités à proximité du site (fonderie et station essence).

**Question n° 4: « Transferts des polluants » qu'est-ce que cela évoque pour vous ?**

La seconde partie, intitulée « chacun sa route », permet d'expliquer les transferts et/ou la dégradation des polluants dans l'environnement et entre les différents compartiments de l'environnement (figure 4).

**Figure 4 -** Les compartiments environnementaux.

**Figure 4 -** The environmental compartments.



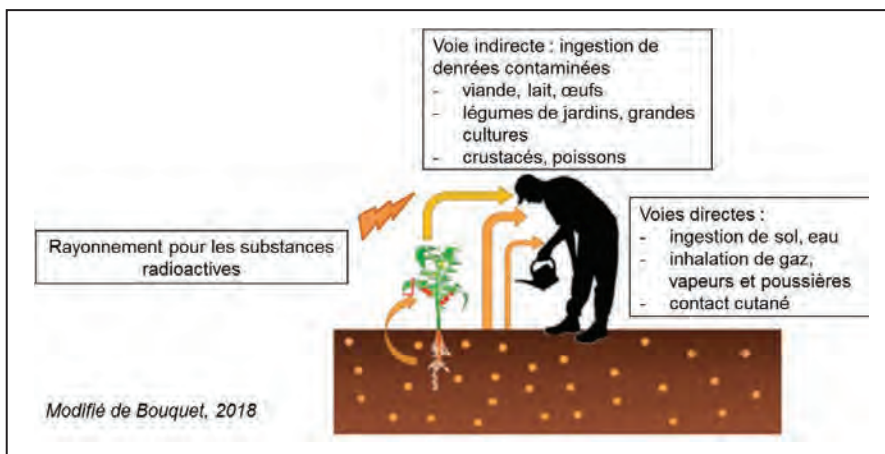
Il est expliqué aux élèves que ces transferts sont complexes et dépendent des caractéristiques des sols et des polluants. Le cadmium dans le bassin de Decazeville, et son transfert jusqu'à l'estuaire de la Gironde, illustre cette partie (Blanc, 2015). La notion de polluants émergents est aussi introduite (platinoïdes, perturbateurs endocriniens). Les outils à disposition pour comprendre ces transferts leur sont présentés: échantillonnage sur site, analyses (détection, quantification des polluants). L'importance de la caractérisation des pollutions est mise en évidence car elle permet de connaître l'étendue spatiale d'une contamination, les voies de transfert et d'exposition, les milieux d'exposition et les cibles à protéger. Les risques et surtout les voies de transferts liés à une pollution du sol sont exposés aux élèves sous forme d'un schéma (figure 5).

À la fin de cette partie, les élèves sont remis en situation avec l'exemple de leur maison nouvellement acquise. Il leur est demandé d'identifier les voies de transferts possibles des polluants mis en évidence précédemment: air, eau, sol, et l'impact éventuel sur la biocénose (figure 6).

À l'issue de cette partie, le film d'animation pédagogique est montré aux élèves pour récapituler les notions préalablement évoquées.

**Question n° 5: Que peut-on faire ?**

Enfin, la partie intitulée « de quoi demain sera-t-il fait ? » permet, après la présentation des faits scientifiques illustrés par des exemples concrets, de sensibiliser les élèves à la préservation des sols. Cette partie est divisée en 4 thèmes: prévenir, fuir, reconverter, réduire la pollution. Dans ce dernier thème, plusieurs méthodes de dépollution traditionnelles des sols sont présentées avec leurs avantages et inconvénients, en fonction des types de pollutions (localisées ou diffuses). Un focus est fait sur des travaux développés dans le cadre du projet POLLUSOLS: la phytoextraction couplée à la bioaugmentation comme méthode écologique d'extraction des polluants métalliques du sol à l'aide de plantes et de bactéries

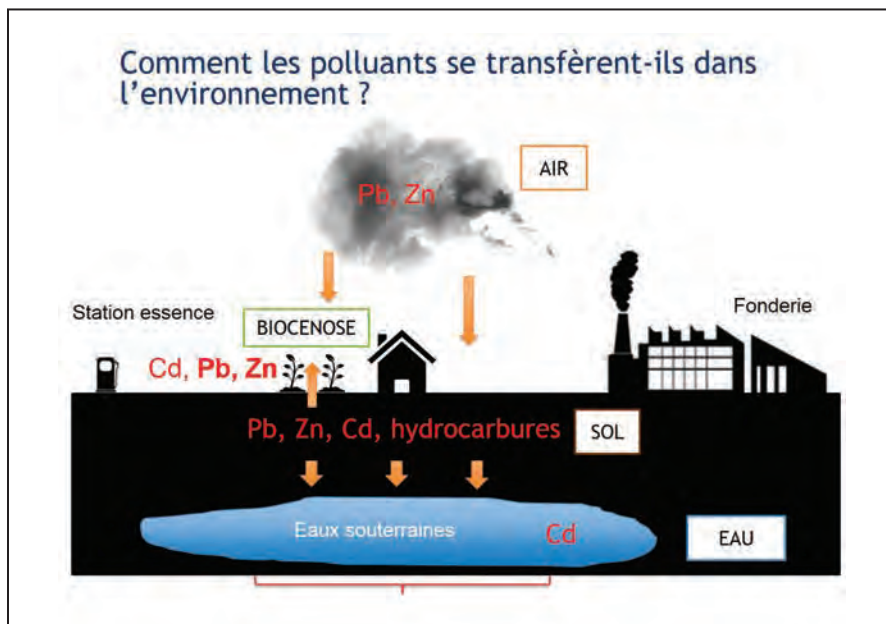


**Figure 5 -** Les voies de transferts des polluants (modifié de Bouquet, 2018).

**Figure 5 -** Polluants transfer pathways (adapted from Bouquet, 2018).

**Figure 6** - Deuxième partie du schéma de mise en situation, les voies de transferts possibles des polluants identifiés précédemment et les impacts éventuels sur la biocénose.

**Figure 6** - Second part of the illustration, possible transfer pathways of identified pollutants, and their potential impact on biocenosis.



dans le cas de pollutions diffuses. Un exemple de la mise en place d'un dispositif de culture de légumes accumulant très peu le plomb sur un sol très modérément contaminé au plomb leur est également présenté ainsi que les recommandations qui s'imposent lors de la pratique du jardinage dans ce type de contexte (amendements organiques et calciques pour bloquer la mobilité, couverture de sols, lavage des mains après jardinage, éviter le contact main-bouche de jeunes enfants voire interdiction de l'accès des enfants au jardin), (Bouquet, 2018).

La conférence est conclue par un récapitulatif des informations à retenir sous forme d'une « boîte à mots-clés ».

## Les ateliers

Trois ateliers ont été mis en place.

### Atelier 1 : « Le sol : analyse de terre »

Cet atelier permet de présenter aux élèves comment faire une caractérisation rapide de la terre (nuances de couleur d'un sol, texture, pH, vie du sol). Des sols avec différentes nuances de bruns leur sont montrés. Il leur est expliqué que ces nuances donnent de premières indications sur la composition du sol (plus ou moins de matière organique, de fer, de calcaire). Une des planches de la Charte de couleur Munsell (Munsell soil-color charts, 2009) est utilisée comme support. Ensuite, il est proposé aux élèves de déterminer la texture du sol c'est-à-dire la proportion des différents éléments du sol en fonction de leur taille : éléments grossiers (> 2000 µm), sables (50 - 2000 µm), limons (2 - 50 µm), argiles (0 - 2 µm) (Baize, 2018) avec les « tests du boudin » (*figure 7*) et du bocal (Test de sédimentation) puis de

**Figure 7** - Photographie d'un élève en train de réaliser le « test du boudin ».

**Figure 7** - Picture of a pupil performing the « sausage shape test ».

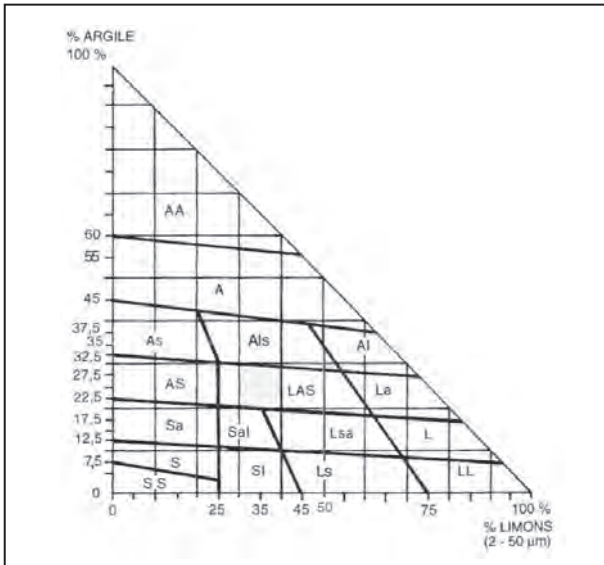


déterminer sa classe texturale à l'aide du triangle de texture GEPPA (1963, Baize, 2018) (*figure 8*). Ils peuvent palper différents types de sols puis mesurer l'épaisseur des différentes couches qui se sont déposées dans les bocaux préparés quelques jours avant l'atelier. Ils mesurent le pH du sol à l'aide de bandelettes indicatrices (pH-Fix 2.0-9.0 Macherey-Nagel) plongées dans une solution de sol.

La dernière partie de cet atelier est consacrée à « la vie du sol ». Les organismes qui habitent dans le sol leur sont présentés (Jeffery et al., 2010) ainsi que leurs rôles (fertilité du sol, protection des cultures, régulation du cycle de l'eau, lutte contre

**Figure 8** - Triangle de texture GEPPA (Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée, 1963 et Baize, 2018).

**Figure 8** - Soil texture triangle-GEPPA (Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée, 1963 et Baize, 2018).



l'érosion, décontamination eaux et sols) (Eglin *et al.*, 2010). En pratique, il leur est proposé de rechercher et d'observer, dans des boîtes de Pétri, avec des loupes, les organismes vivant dans du sol, préalablement collectés dans un jardin à l'aide d'un piège réalisé avec une bouteille en plastique selon la méthode décrite par Eglin *et al.*, (2010).

### Atelier 2 : « La pollution des sols : analyse d'un polluant (méconnu), le cuivre »

Cet atelier présente la problématique de la pollution des sols aux éléments en trace dont les métaux lourds (présentation des métaux lourds sur le tableau périodique des éléments) avec un focus sur l'accumulation du cuivre dans les sols viticoles français de par l'utilisation de la bouillie bordelaise pour le traitement d'un champignon de la vigne, le mildiou. Cet atelier permet de réaliser une petite expérience devant les élèves. La teneur en cuivre dans un extrait de sol viticole est mesurée à l'aide d'un kit colorimétrique semi-quantitatif (MColorTest™ Test Cuivre, Merck). Ils peuvent ainsi observer l'apparition d'une coloration bleue de l'extrait de sol et déterminer à quelle concentration en cuivre cette couleur, plus ou moins intense, correspond (figure 9).

### Atelier 3 : « La dépollution des sols avec des plantes et des bactéries »

Cet atelier permet de présenter aux élèves un des thèmes de recherche du projet POLLUSOLS. Il leur est expliqué le prin-

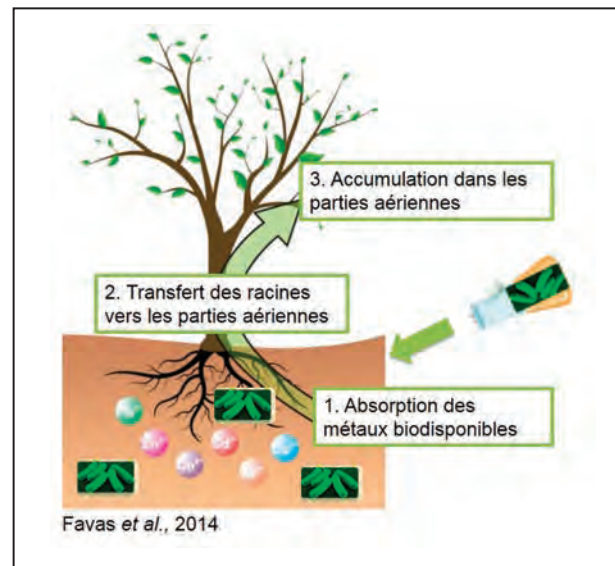
**Figure 9** - Démonstration de la mesure de la teneur en cuivre d'un extrait de sol viticole à l'aide du kit colorimétrique Merck.

**Figure 9** - Demonstration of copper content measurement in a vineyard soil extract, based on Merck colorimetric kit.



**Figure 10** - Illustration de la phytoextraction couplée à la bioaugmentation (modifié de Favas *et al.*, 2014).

**Figure 10** - Illustration of phytoextraction coupled with bioaugmentation (adapted from Favas *et al.*, 2014).



cipe de la phytoextraction et de la bioaugmentation à l'aide d'un schéma (figure 10).

Des exemples de plantes qui accumulent les métaux et utilisées comme modèle pour des expériences au laboratoire leur sont présentés puis sous forme d'un petit jeu, ils doivent associer les plantes et leurs graines (figure 11).

Des bactéries utilisées pour les expérimentations en laboratoire leur sont également montrées sous forme de colonies sur boîtes de Pétri et sur photographies.

Les ateliers se concluent par un temps d'échanges puis la présentation d'ouvrages sur les sols qu'ils peuvent consulter librement.

**Figure 11** - Photographie de graines et plantes présentées aux élèves lors de l'atelier « dépollution des sols ».

**Figure 11** - Picture of seeds and plants shown to pupils during the workshop "soils remediation".



## RETOUR D'EXPÉRIENCE DES AUTEURES

La mise en place de ce module a demandé quelques heures de réflexion, de préparation et d'entraînement. Elle a demandé des efforts de synthèse et de pédagogie pour rendre compréhensible des notions complexes, sachant qu'il n'est pas facile pour des « néophytes en enseignement » d'évaluer le niveau de connaissance de collégiens et lycéens.

Ensuite, il a fallu rendre visible cette proposition de module aux enseignants et parfois les contacter directement, ce qui s'est avéré le plus fructueux.

Les enseignants concernés étaient des enseignants de sciences de la vie et de la terre ou de physique-chimie. Il est intéressant de proposer le module en début d'année scolaire afin que les enseignants aient le choix, soit de l'intégrer à leurs enseignements en cours d'année soit de le proposer en fin d'année en guise de rappels de notions évoquées dans l'année. La présentation des parcours des intervenants a parfois été demandée. À la demande des enseignants, la conférence a pu être adaptée en anglais.

Les retours des élèves et enseignants sur le module ont permis de l'améliorer, de pointer du doigt les éléments à simplifier, d'ajouter des questions à poser au cours de la présentation et des schémas animés pour rendre le module plus interactif afin que les élèves soient acteurs et non pas seulement spectateurs de ce module.

Lors des 2 premières conférences, qui se sont déroulées dans de grandes salles regroupant plusieurs classes de lycéens, il y a eu peu de questions. Les questions des élèves portaient surtout sur les effets des pollutions des sols sur leur santé. Cette question du risque des pollutions sur la santé semble préoccupante pour eux mais il est complexe d'y apporter une réponse rapide et simple. En réponse à ce questionnement et après une étude approfondie de la question à l'aide des ouvrages d'Amiard (2017) et de Ramade (2011), une diapositive a été ajoutée à la communication orale avec une explication des effets doses/ré-

ponses en fonction de l'exposition, du polluant et de la personne exposée, des exemples de maladies telles que le saturnisme à cause du plomb, les organes le plus souvent touchés, et l'importance des effets cocktails.

Les interventions suivantes ont été réalisées face à des groupes d'élèves plus petits, en salle de classe ou de travaux pratiques, ce qui a rendu les échanges plus faciles. De plus avec l'ajout de questions au cours de la présentation et de la mise en situation, l'intérêt et la compréhension des élèves étaient plus perceptibles.

## IMPACTS ET FINANCEMENT

Ce module de sensibilisation a été organisé auprès de 13 classes de lycéens et collégiens sur la période 2017-2019, et sera proposé aux établissements jusqu'à la fin du projet POLLUSOLS, en 2020. Le film d'animation pédagogique est intégré dans un film de présentation global du projet, et restera accessible après la fin de celui-ci (cf. Vidéo de présentation du projet POLLUSOLS: 0'24 à 1'09", accessible depuis le site internet du projet POLLUSOLS).

Ce module de sensibilisation a eu lieu grâce aux moyens financiers octroyés au projet POLLUSOLS par la Région des Pays de la Loire. Ils ont notamment permis de financer le film d'animation pédagogique, ainsi que le temps et les déplacements des ingénieures d'études ayant travaillé sur ce module.

## REMERCIEMENTS

Le consortium POLLUSOLS remercie les établissements et les enseignants qui l'ont accueilli et lui ont permis d'améliorer la dimension pédagogique de ce module par leurs retours constructifs. Les auteures remercient Thierry Lebeau, coordinateur du projet POLLUSOLS, enseignant-chercheur au sein du

Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de l'Université de Nantes (LPG), et Directeur de l'OSUNA, ainsi que Pierre Gaudin, assistant-ingénieur au LPG de l'Université de Nantes pour leurs relectures et conseils sur le contenu de la conférence.

Enfin, les auteures remercient la Région des Pays de la Loire, pour avoir financé le projet POLLUSOLS, sans lequel ce module n'aurait pas pu voir le jour.

## BIBLIOGRAPHIE

- Ademe, 2018 - Les sols en danger. Article mis à jour le 04/07/2018. [<https://www.ademe.fr/particuliers-eco-citoyens/dossiers-comprendre/dossier/sols-tresor-a-proteger/sols-danger>].
- Amiard J-C., 2017 - Les risques chimiques environnementaux. Méthodes d'évaluation et impacts sur les organismes. Editions Tec&Doc Lavoisier, 2<sup>e</sup> édition.
- Andrivon D., Bardin M., Bertrand C., Brun L., Daire X., Fabre F., Gary C., Montarry J., Nicot P., Reignault P., Tamm L., Savini I., 2017 - Peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ? Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective. INRA, 66 p.
- Baize D., 2018 - Guide des analyses en pédologie. Editions Quae, pp. 75, 84.
- Blanc G., 2015 - Les Cahiers Métalliques. Cahier n°1 : le cadmium (Etat de l'art 2015 en Gironde).
- Bouquet D., 2018 - Thèse de doctorat - Gestion in situ des sols de jardins potagers modérément contaminés en plomb.
- Eglin T., Blanchart E., Berthelin J., de Cara S., Grolleau G., Lavelle P., Richaume-Jolion A., Bardy M., Bispo A., 2010 - La vie cachée des sols. MEDDTL, 20 p.
- FAO, Infographie Fonctions du sol, 2015. [<http://www.fao.org/soils-2015/fr/>]. Dernier accès le 22/03/2018.
- Favas Paulo J.C., Pratas J., Varun M., D'Souza R., Paul M. S., 2014 - Phytoremediation of Soils Contaminated with Metals and Metalloids at Mining Areas: Potential of Native Flora. Environmental Risk Assessment of Soil Contamination. 17, pp. 485-517. DOI: 10.5772/57469.
- GEPPA, 1963. Travaux de la commission cartographie. Annexe 4. Expression de la texture des sols, détermination et dénomination de classes en relation avec un diagramme granulométrique. 5 p.
- Gis Sol, RMQS, 2009 - UE-SOeS, CORINE Land Cover, 2006. Traitements : SOeS, 2009. Carte extraite de : Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques, 2010 - « L'environnement en France », p. 36.
- Gis Sol, 2011 - L'état des sols de France. Groupement d'intérêt scientifique sur les sols. 188 p.
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J. et van der Putten W. H. (eds.), 2010 - Atlas européen de la biodiversité du sol. Commission européenne, Bureau des publications de l'Union européenne, Luxembourg.
- Mench M. et Baize D., 2004 - Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en traces mesures pour réduire l'exposition. Courrier de l'environnement de l'INRA n°52, septembre 2004, pp. 31-56.
- Munsell soil-color charts, 2009. Munsell soil color charts. Revised edition. Newburgh, New York, USA.
- Ramade F., 2011 - Introduction à l'écochimie. Les substances chimiques de l'écosphère à l'homme. Editions Tec&Doc Lavoisier.
- Touyre P., 2015 - Le sol, un monde vivant. Formation, faune, flore. Delachaux et Niestlé.

Université de Laval, Canada, 2013 - La structure interne de la terre. [<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/img.communes.pt/str.interne.terre.html>]. Dernier accès le 22/03/2018.

## Sites et bases de données

- Géoportail : <https://www.geoportail.gouv.fr/> (dernier accès le 22/03/2018).
- Géorisques : <http://www.georisques.gouv.fr/> (dernier accès le 22/03/2018).
- IGN Remonter le temps : <https://remonterletemps.ign.fr/> (dernier accès le 18/04/2019).
- POLLUSOLS : <https://osuna.univ-nantes.fr/recherche/projets-de-recherche/pollusols/pollusols-pollutions-diffuses-de-la-terre-a-la-mer-1304013.kjsp> (dernier accès le 17/04/2019).



# Un voyage à travers le sol

## Récit d'une animation destinée à faire découvrir la pédologie aux scolaires et au grand public

D. Aran<sup>(\*)</sup> et F. Maunoury-Danger

Université de Lorraine, Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux CNRS UMR 7360,  
8 rue du Général Delestraint, 57070 Metz, France

\* : Auteur correspondant : delphine.aran@univ-lorraine.fr

### RÉSUMÉ

Créé lors de l'année internationale des sols en 2015, l'atelier pédagogique « Voyage à travers le sol » a été pensé pour promouvoir l'étude des sols auprès d'un public varié, des élèves de primaire jusqu'au grand public. Cet atelier se décline en quatre thèmes : un premier thème aborde la notion de définition du sol *via* un jeu de questions-réponses entre l'animateur de l'atelier et le public. Grâce à des observations ou à de petites expériences, le deuxième thème s'intéresse aux différents constituants du sol et à son organisation, et le troisième thème aux organismes vivant dans le sol et leurs fonctions. Enfin, le dernier thème est centré sur les services rendus par le sol et les dangers le menaçant, au moyen d'une animation autour d'objets symbolisant ces notions. Depuis 2015, cet atelier reçoit des élèves de cycle 3 des écoles de Moselle sur deux journées et le grand public sur une journée. L'atelier est animé par les auteurs et les étudiants volontaires des formations de l'Université de Lorraine (site de Metz). Si les manipulations diverses (sol, organismes, chimie...) sont largement appréciées par les enfants, le public adulte préfère plutôt discuter avec les animateurs des grands enjeux environnementaux concernant les sols (changements climatiques, imperméabilisation, pollution...). Cet atelier est également l'occasion, pour les étudiants qui l'encadrent, d'exercer leurs compétences tant en pédologie qu'en animation et en pédagogie. Enfin, l'atelier « Voyage à travers le sol » a été conçu pour pouvoir évoluer chaque année et ainsi intégrer au mieux les questions d'actualité et les enjeux sociétaux concernant le sol.

Comment citer cet article :

Aran D. et 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, 163-173

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

**Mots clés**

Pédologie, sol, vulgarisation scientifique, pédagogie, public scolaire, grand public.

**SUMMARY****A JOURNEY THROUGH THE SOIL. A story of an educational activity proposed for soil discovery**

Within a resolution adopted on the 20th of December 2013, the United Nation General Assembly declared 2015 the International Year of Soils. The public education about the crucial ecosystem services ensured by soils and the promotion of sustainable management and protection of soil resources are among the specific objectives of the UN resolution. For this purpose, the "Fête de la science" event, supported by the French Ministry of Education, provides an appropriate framework for the creation of an educational activity named "A journey through the soil". The aim of this workshop is to contribute to a better knowledge of soils by pupils (from local schools) and by a non-scientific audience. The student volunteers (Bachelor or Master degree) of the Lorraine University (Metz location) and the authors have created the various activities proposed in the workshop, and are both still involved in workshop facilitation since 2015.

Organized in four themes (table 1), the workshop guides pupils through a travel within the soil (figure 1). In the first theme (figure 2), students discuss with pupils to define soil by asking questions (what is a soil? the floor of the classroom? the garden soil?) and clarify them with posters. Theme 2 corresponds to the soil components and organization (figure 3), which are studied by various experiments (HCl test, soil texture by feel) or observations (thin section). The observation of soil living organisms (figure 4) in theme 3 allows explaining their role in organic matter recycling and illustrates soil biodiversity. Finally, the last theme (figure 5) shows services provided by the soil and threats affecting its quality through a game where pupils place objects related with services or threats on a carpet representing various soil environments.

For the last four years, the workshop "A journey through the soil" has received about 750 pupils, 250-300 persons during the wide audience action, both under the supervision of 30 students. Experimentations are pupils' favorite activities, while adults prefer to debate with the workshop coordinators (students or authors). Students have enjoyed working with children. Furthermore, their involvement in this workshop allows them to practice soil science and develop their skills in public speaking or group facilitation. Finally, this workshop may evolve according to current issues concerning soils and environment.

**Key-words**

Pedology, soil, science communication, pedagogy, school audience, non-scientific audience.

**RESUMEN****UN VIAJE A TRAVÉS DEL SUELO: Relato de una animación destinada para hacer descubrir la pedología a los escolares y al gran público**

Creado durante el año internacional de los suelos en 2015, el taller pedagógico "viaje a través de los suelos" se pensó para promover el estudio de los suelos ante un público diverso, desde alumnos de primaria hasta el gran público. Este taller se declina en cuatro temas: un primer tema aborda la noción de definición del suelo vía un juego de cuestiones-repuestas entre el animador del taller y el público. Gracias a observaciones o a pequeñas experiencias, el segundo tema se interesa a los diferentes constituyentes del suelo y a su organización, y el tercero tema a los organismos vivos en el suelo y a sus funciones. En fin, el último tema se centra sobre los servicios prestados por el suelo y los peligros que lo amenazan, por medio de una animación en torno a objetos que simbolizan estas nociones. Desde 2015, este taller recibe alumnos de ciclo 3 de las escuelas del departamento de Mosela en dos días y el gran público en un día. El taller está animado por los autores y los estudiantes voluntarios de las formaciones de la Universidad de Lorena (sitio de Metz). Si las manipulaciones diversas (suelo, organismos, química...) son muy apreciadas por los niños, el público adulto prefiere más bien discutir con los animadores de grandes desafíos ambientales que conciernen los suelos (cambios climáticos, impermeabilización, contaminación...). Este taller es igualmente la ocasión, para los estudiantes que lo encuadran, de desempeñar sus competencias tanto en pedología que en animación y en pedagogía. En fin, se concibió el taller "viaje a través del suelo" para poder cambiar cada año y así integrar mejor las preguntas de actualidad y los desafíos sociales que conciernen los suelos.

**Palabras clave**

Pedología, suelo, divulgación científica, pedagogía, público escolar, gran público.



Lors de son assemblée générale du 20 décembre 2013, l'Organisation des Nations Unies a proclamé l'année 2015 « Année Internationale des Sols » (ONU, 2013), dans le but notamment de contribuer à sensibiliser le public sur les fonctions et les services rendus par les sols, ainsi que sur les risques qu'ils encourent et leur gestion durable. À cette occasion, un atelier pédagogique centré sur les sols et intitulé « Voyage à travers le sol » a été créé à l'Université de Lorraine, avec le soutien de l'Unité de Formation et de Recherches « Sciences Fondamentales et Appliquées » (UFR SciFA) et le Département « Sciences de la Vie et de la Terre » (SVT), afin de participer à cette action de sensibilisation à destination d'un jeune public (âgé en moyenne de 8 à 11 ans), mais ouvrant également à un public plus large (parents, enseignants de l'école primaire et du collège, habitants autour du campus).

Cet atelier a été réalisé dans le cadre de la Fête de la Science, événement national organisé par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, dont le but est de promouvoir la science auprès du grand public (<https://www.education.gouv.fr/cid57216/fete-de-la-science.html&xtmc=biodiversiteacute&xtnp=1&xtr=1>). Cet événement se décline à l'UFR SciFA de l'Université de Lorraine (site de Metz), sous l'intitulé « Jardin des enfants de la science », classé comme « Village des sciences » par le comité régional. Cette manifestation, gratuite, est organisée tous les ans depuis 2003 par l'UFR SciFA, en partenariat avec les écoles primaires du département. Les élèves de primaire (principalement les classes de cycle 3), ainsi que le grand public, sont conviés sur le site de l'UFR SciFA durant trois jours (jeudi, vendredi et samedi) pendant la semaine annuelle de la fête de la science afin de participer à différents ateliers ou conférences en lien avec les sciences (programme disponible sur le site de l'UFR SciFA <http://scifa.univ-lorraine.fr/content/fete-de-la-science>).

Les objectifs de l'atelier « Voyage à travers le sol » sont multiples.

- 1) L'objectif principal est de faire découvrir le sol, son organisation et ses constituants, la diversité biologique qu'il abrite et ses fonctions écologiques auprès d'élèves d'écoles primaires, le cycle 3 étant plus particulièrement ciblé lors des deux premières journées (les jeudi et vendredi) du « Jardin des enfants de la science ».
- 2) La troisième journée de l'évènement (le samedi) étant ouverte à tous, l'atelier a également été pensé afin de promouvoir la connaissance des sols et l'importance de les préserver auprès du grand public.
- 3) Enfin, le troisième objectif de cet atelier est de constituer un support pédagogique pour les étudiants en sciences de l'environnement qui participent chaque année à son animation. En effet, il a été conçu en 2015 par les auteurs, toutes deux maîtres de conférence en sciences du sol au Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (Université de Lorraine) avec la participation active des étudiants

volontaires des filières de Licence « Sciences de la Vie » et de Master « Environnement, Écotoxicologie, Écosystèmes » (Master « Gestion de l'Environnement » depuis 2018-19). Depuis, il évolue chaque année au gré des discussions avec le nouveau groupe d'étudiants qui vient en soutien de l'animation.

## ORGANISATION DE L'ATELIER

L'atelier « Voyage à travers le sol » a d'abord été pensé pour un public de scolaires de cycle 3 (CM1 et CM2 principalement, voire 6<sup>e</sup>) dans le cadre du « Jardin des enfants de la science » : chaque classe est accueillie pendant une demi-journée sur le Campus Bridoux (UFR SciFA-Metz) puis est répartie par groupes d'une quinzaine d'élèves pour participer à 3 ateliers (parmi la quarantaine proposée lors de l'évènement), d'une durée de 30 minutes chacun. L'organisation de l'atelier a donc été conçue pour répondre à ces contraintes, en proposant un déroulé et un plan adéquats. L'atelier est organisé autour de 4 thèmes, qui sont présentés dans une salle de Travaux Pratiques (mise à disposition par l'UFR SciFA) de façon à faire « voyager » les élèves autour des différents aspects du sol (*tableau 1 et figure 1*). La journée du samedi étant ouverte au grand public, cette organisation est modifiée en fonction des différents types de publics accueillis, avec des adaptations sur le circuit suivi dans la salle ou les durées consacrées à chaque thème. La suite de cette section présente l'organisation de l'atelier sur la base du format adapté à l'accueil des élèves de primaire ; les ajustements de ce format pour le grand public sont traités en fin de section.

À leur arrivée, les élèves sont accueillis par la mascotte de l'atelier, « Patrick le Lombric », autour du premier thème « Qu'est-ce qu'un sol ? » (*figure 2a et b*). Par un jeu de questions ouvertes, ils sont amenés à réfléchir et à débattre sur ce que représente le mot « sol » (le sol de la classe, celui de la cour d'école, la terre du jardin, etc.). Les différents avis sont recensés au tableau afin d'aboutir finalement à la définition pédologique, expliquée au moyen d'affiches (*figure 2c et d*). Puis, le groupe est divisé en deux afin de permettre à chaque élève de manipuler, et réparti respectivement dans les thèmes 2 « Quels sont les ingrédients du sol ? » et 3 « Qui se cache sous nos pieds ? » (*figure 1*).

Pour le thème 2 « Quels sont les ingrédients du sol ? », l'objectif visé est d'aborder quelques notions de base de pédologie autour de l'organisation du sol et de ses constituants, afin de montrer aux élèves la grande diversité des sols et les propriétés essentielles qui les caractérisent. Différentes petites expériences ou observations sont proposées pour illustrer ces notions (*figure 3*). Deux bacs contenant des sols de textures contrastées sont proposés aux élèves pour réaliser une évaluation « au toucher » de la texture (*figure 3b*) : le sol doux et collant, pouvant se façonner en boudin, est un sol argileux, tandis

**Tableau 1** - Présentation synthétique des objectifs et de l'organisation générale en quatre thèmes.**Table 1** - Presentation of the main objectives and organization of the workshop into 4 themes.

Thèmes	Objectifs	Organisation du groupe de participants	Durée prévue	Manipulations / participation du public
1. Qu'est-ce qu'un sol ?	Introduire l'atelier et expliquer son déroulement. Donner les différentes définitions d'un sol. Permettre aux participants de prendre conscience qu'un sol peut se définir par son organisation et les fonctions qu'il assure.	Groupe entier	5 minutes	Débat sur la/les définitions du mot « sol ». Animations à l'aide de la mascotte « Patrick le lombric » et d'illustrations aimantées ( <i>figure 2</i> ).
2. Quels sont les ingrédients du sol ?	Aborder quelques notions de pédologie. Le sol contient des composés variés. Le sol retient certaines substances mais pas d'autres. Le sol est organisé à différentes échelles.	Demi-groupes (A et B)	10 minutes	Manipulation de sols aux textures contrastées. Expériences de rétention. Observation du sol à l'œil nu et au microscope ( <i>figure 3</i> ).
3. Qui se cache sous nos pieds ?	Aborder quelques notions de biologie et d'écologie du sol. Le sol abrite une grande diversité d'organismes. Ces organismes sont en interactions et assurent des fonctions.	Demi-groupes (A et B)	10 minutes	Fouiller dans le terrarium à la recherche des habitants du sol. Observer à la loupe différents spécimens et les relier à leurs fonctions dans le sol ( <i>figure 4</i> ).
4. Le sol nous rend service... et nous en échange ?	Aborder les différents services écosystémiques rendus par les sols. Aborder les différentes contraintes liées aux activités anthropiques sur les sols. Conclure avec quelques exemples de gestes pour protéger les sols.	Groupe entier	5 minutes	Débat sur les services écosystémiques et risques pour les sols mondiaux. Placer les différentes notions sur un tapis présentant différents sols au sein d'un paysage ( <i>figure 5</i> ).

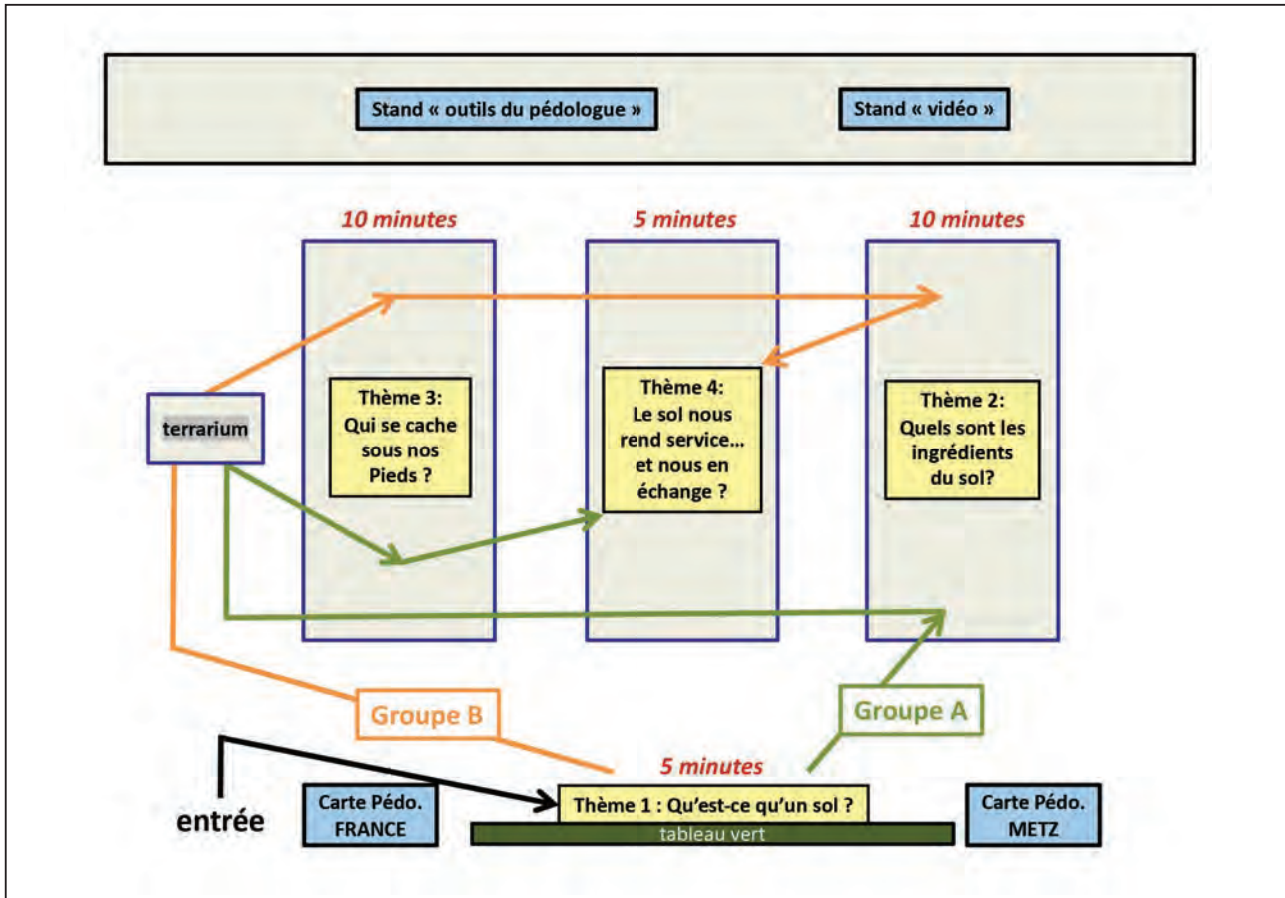
que le sol dont les grains peuvent être sentis sous les doigts (« le sol gratte ») est un sol sableux. Le lien avec la taille des particules et la nature des constituants est expliqué au moyen de fiches présentant les différentes classes granulométriques et texturales, leur composition, et des échantillons de minéraux sont observés. De la même façon, la relation entre ces différentes textures et certaines propriétés du sol (rétention en eau et en nutriments) est expliquée. Les élèves réalisent alors une expérience destinée à mettre en évidence ces propriétés de rétention (*figure 3d*). À cet effet, un sol de capacité d'échange cationique élevée (un horizon A de Rendosol est utilisé) est réparti dans deux entonnoirs et les élèves font percoler d'un côté une solution de bleu de méthylène, de l'autre une solution d'éosine. Deux béchers permettent de récupérer la solution ayant traversé le sol et les élèves observent que la solution de bleu de méthylène est décolorée après son contact avec le sol alors que la solution d'éosine reste orangée. Ils en déduisent ainsi que le sol est capable de fixer le bleu de méthylène mais qu'il ne retient pas l'éosine. Le lien peut être alors fait avec des composés de comportement similaire: les sols peuvent retenir des nutriments nécessaires au développement de la plante, mais également certains polluants. Inversement,

d'autres composés comme les nitrates par exemple peuvent ne pas être retenus par les sols et rejoignent les nappes souterraines. Des affiches expliquent plus en détail ces notions de rétention (charges négatives portées par les colloïdes du sol, CEC...). Enfin, les élèves utilisent le même échantillon de sol pour réaliser un test HCl et mettre en évidence la présence de carbonates (*figure 3a*). Le test est également effectué sur deux roches différentes (un fragment de calcaire et de grès vosgien), ce qui permet d'aborder la notion de roche-mère en questionnant les élèves (« quelle est la roche à l'origine du sol testé ? »). Après ces expérimentations, les élèves observent l'organisation du sol à différentes échelles (*figure 3c*): une colonne de sol (réalisée à partir d'un Podzosol issu de grès vosgien) présente l'organisation du sol en horizons qui diffèrent par leur couleur et leurs constituants; l'observation d'une lame mince de sol au microscope (relié à un écran) permet d'évoquer la structure du sol, la formation des agrégats et la porosité.

Le thème 3 « Qui se cache sous nos pieds ? » a pour objectifs d'aborder quelques notions de biologie et d'écologie du sol avec les élèves, notamment en leur faisant prendre

**Figure 1** - Organisation des thèmes au sein de l'atelier. Les différentes flèches indiquent le « voyage » suivi par les groupes de scolaires (trajet et durée) : après avoir vu le thème 1, les élèves se scindent en deux groupes (A et B) pour les thèmes 2 et 3, puis se retrouvent en groupe complet pour le thème 4.

**Figure 1** - Workshop organization. Arrows correspond to pupils' « travel » (followed circuit and time spent on each theme): after performing theme 1, pupils split into two groups for themes 2 and 3, and then converge together to theme 4.

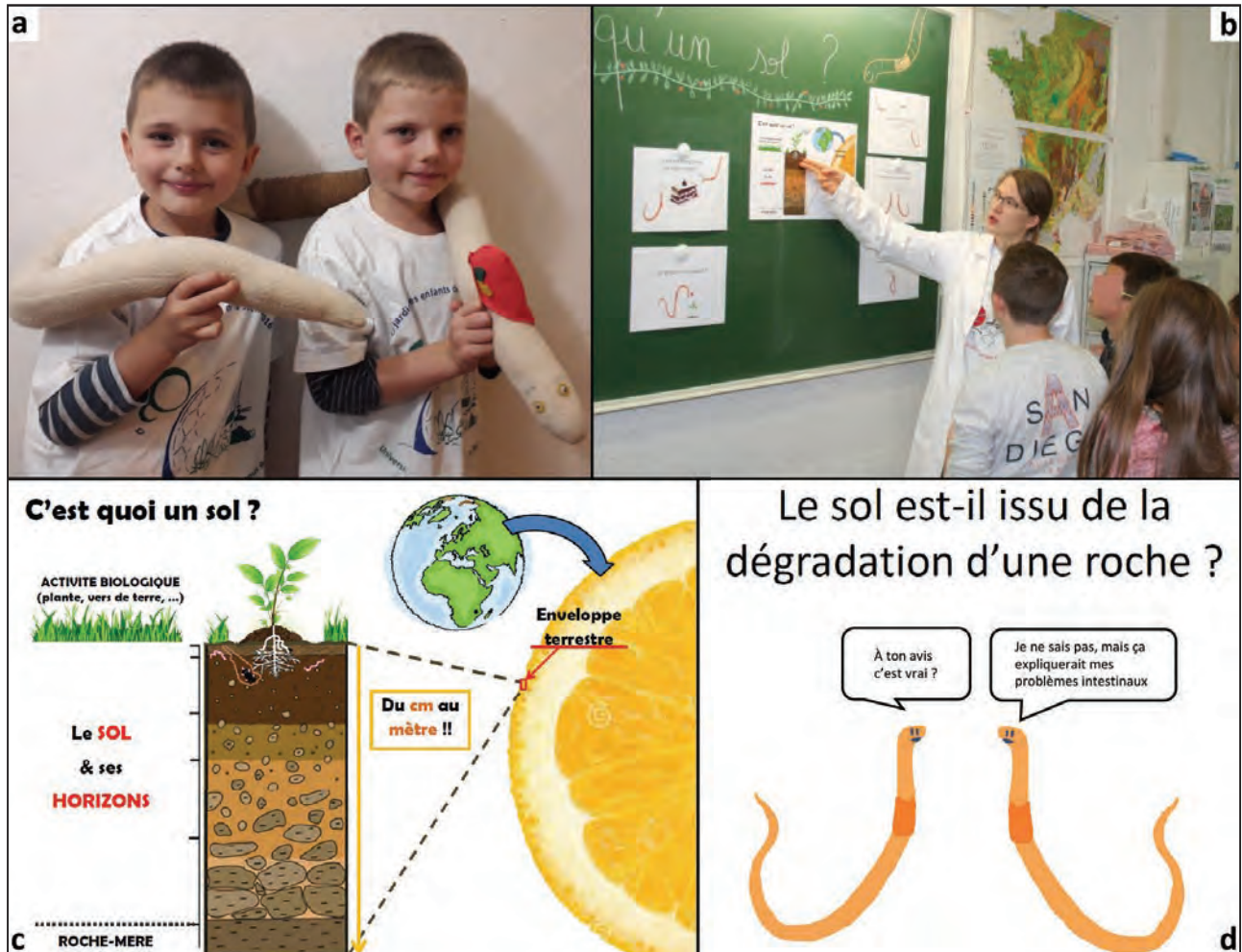


conscience que le sol est habité par une grande diversité d'organismes et que ces organismes sont en interactions entre eux et assurent des fonctions dans le sol. Pour cela, le thème commence autour d'un terrarium (figure 4a) dans lequel ont été placés du sol, de la litière de feuilles et des organismes vivant dans et sur le sol (cloportes, scarabées...). Les élèves sont invités à soulever la litière et à plonger leurs mains dessous pour chercher les organismes et les observer. Les espèces présentes dans le terrarium sont évidemment toutes inoffensives et cette étape permet souvent de lever certaines appréhensions du public (enfants et adultes) vis-à-vis des différentes « bestioles » que l'on peut observer dans le sol. Les élèves sont ensuite dirigés vers une paillasse où ils sont invités à observer, essentiellement grâce à l'utilisation de loupes binoculaires (figure 4e), différentes espèces découvertes dans le terrarium (et d'autres complémentaires) (figure 4b, c et d). Ce

temps d'observation est l'occasion d'aborder les interactions biotiques (qui mange qui ? qui est en compétition avec qui ? qui facilite l'activité de qui ? ...) et le rôle de ces organismes dans les fonctions du sol (structuration du sol, recyclage de la matière organique...). Ainsi, les élèves ont l'occasion d'examiner des organismes de différents taxons (insectes, myriapodes, arachnides, annélides, mammifères, crustacés, champignons, bactéries...) regroupés en quelques groupes fonctionnels: les décomposeurs dégradant la litière (champignons colonisant une feuille morte tombée au sol ou des bactéries du sol (sur photos)), les détritivores qui consomment la matière organique en décomposition (vers de terre, diplopodes, isopodes, collemboles), les prédateurs (araignées, chilopodes, carabes, taupe naturalisée). Le rôle des plantes dans le sol est également abordé *via* l'observation de la litière et de systèmes racinaires colonisant le sol de petits rhizotrons. La notion « d'ingénieur »

**Figure 2** - Thème 1 : Qu'est-ce qu'un sol ? a : Patrick le lombric, mascotte de l'atelier ; b : débat autour de la définition du sol ; c et d : exemples d'affiches utilisées.

**Figure 2** - Theme 1: What is soil? a: the workshop mascot, Patrick the earthworm; b: debate on soil definition; c and d: examples of posters used for soil definition animation.



Photos : D. Aran et F. Maunoury-Danger

du sol est présentée via l'observation de galeries construites par des vers de terre anéciques dans une colonne de sol. Enfin, quelques éléments d'éthologie sont abordés avec notamment l'observation d'insectes sociaux (fourmis) et certains comportements spécifiques comme l'enroulement des diplopodes en réponse à une menace ou le comportement lucifuge des cloportes.

À l'issue de ces thèmes 2 et 3 (10 minutes chacun), les deux groupes d'élèves permutent afin d'avoir exploré chaque thème (figure 1). Enfin, l'ensemble des élèves se retrouve au milieu de la salle autour du thème 4 « Le sol nous rend service... et nous en échange ? » (figure 5a). Ici, les différents environnements et usages des sols (rivières, forêt, cultures, villes...) sont représentés sur un tapis où sont disposés de petits objets illustrant les services rendus par le sol (légumes de dinette,

tracteurs, morceaux de bois...) ou les dangers qui le menacent (piles, morceaux de plastique, maquette d'immeuble...). Un débat s'engage avec les élèves qui observent le tapis et les objets symbolisant ces différents aspects pour qu'ils expriment ces différentes notions : quels sont les services rendus par les sols (production de ressources alimentaires ou énergétiques, filtration de l'eau...) et quelles sont les menaces anthropiques qui pèsent sur le sol (imperméabilisation, compaction, pollution...). À chaque item identifié, on place sur le tapis, à côté de l'objet le symbolisant, une étiquette à rond vert pour les services, à triangle rouge pour les menaces (figure 5c). L'objectif de cet échange n'est pas d'être exhaustif, ni d'avoir un discours trop alarmiste, mais de présenter quelques enjeux de la ressource « sol ». Ce thème se termine par un dernier débat concernant quelques gestes simples permettant à chacun de participer à la

**Figure 3** - Thème 2 : Quels sont les ingrédients du sol ? a : test HCl ; b : estimation de la texture du sol au toucher ; c : observation d'une colonne de sol et d'une lame mince de sol (écran) ; d : percolation au bleu de méthylène et à l'éosine.

**Figure 3** - Theme 2: What are soil ingredients? a: HCl test; b: soil texture estimation by feel; c: soil organization observation through a soil column and a thin section (screen); d: soil percolation with methylene-blue and eosin.



Photos : D. Aran et S. Pain-Devin

protection des sols (mettre ses déchets au composteur, ne pas marcher en dehors des chemins en randonnée, éviter les pesticides dans son jardin, favoriser les habitats pour la faune du sol...).

Enfin, dans le but de poursuivre la réflexion sur les sols de façon ludique après l'atelier, un livret de jeux et de coloriages autour du sol (*figure 5d*) est distribué à chaque élève. Ce livret est inspiré d'un livre d'activités créé par la Société Américaine de Science du Sol (SSSA, 2015), et des illustrations de la page consacrée au sol du site de « La Ruche qui dit Oui! » (<https://magazine.laruchequiditoui.fr/le-sol-cest-quoi-en-fait-enquete-exclusive-de-patrick-lombric/>), ayant également été utilisé comme source d'illustrations pour la décoration de la salle et pour la création de la mascotte de l'atelier, Patrick le lombric. Dans le même but, à l'occasion de l'Année Internationale des

Sols en 2015, un jeu de 7 familles « La vie cachée des sols », édité par le programme GESSOL (Chevallier *et al.*, 2014), a été distribué à chaque classe à la fin de l'atelier (*figure 5b*).

Comme expliqué au début de cette section, l'atelier « Voyage à travers le sol » est également ouvert au grand public sur une journée (le samedi). Dans ce cas, les visiteurs déambulent dans la salle sans toujours suivre de plan précis car ils arrivent tout au long de la journée. Pour cette journée grand public, d'autres points d'animations sont ajoutés (*figure 1*): un stand « les outils du pédologue » (avec pelle, tarière, charte Munsell...), un stand « vidéo » où des films pédagogiques concernant le sol sont passés (beaucoup sont issus du site de l'Association Française pour l'Étude du Sol, <https://www.afes.fr/videotheque/>), un stand « cartographie » où le public peut consulter la carte pédologique de la France à 1 / 1 000 000 (visible sur les *figures 2b* et *5a*) et

**Figure 4** - Thème 3 : Qui se cache sous nos pieds ? a : recherche d'organismes vivants dans le terrarium ; b : observations de différents spécimens sous loupes binoculaires ; c et d : animation du thème par les étudiants ; e : observation d'un diplopode à la loupe binoculaire.

**Figure 4** - Theme 3: What is hidden under our feet? a: handling activity in the terrarium; b: binocular magnifier; c and d: activity guiding by students; e: binocular observation of a diplopod.



Photos : D. Aran, A. Le Navenant et S. Pain-Devin

celle de Metz à 1 / 100 000 (figure 3d) afin de présenter la grande diversité des sols à différentes échelles. Enfin, des affiches produites par la commission européenne (European Commission, JRC, 2008) concernant différents aspects de la biodiversité dans les sols sont réparties dans la salle pour favoriser leur lecture par le public ou en soutien aux animateurs.

La plus grande partie du matériel utilisé pour la réalisation de cet atelier est issue des collections personnelles des auteurs ou est aimablement prêtée par le Département SVT de l'UFR SciFA-Metz (verrière, loupes binoculaires, impression des livrets...). Des crédits « Fête de la science » ont pu être utilisés pour acheter des rehausseurs afin que les élèves les plus petits puissent accéder aux loupes binoculaires, pour la construction d'un nouveau

terrarium en vue de l'édition 2019 de l'atelier et pour l'achat des consommables nécessaires à la mise en œuvre des différents thèmes.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

En termes de participation des publics scolaires, l'atelier est organisé sur deux jours (jeudi et vendredi) et reçoit 3 classes d'une quinzaine d'élèves par demi-journée ce qui fait environ 200 élèves touchés par année, sachant que l'atelier est proposé tous les ans depuis 2015. De manière générale, les enfants sont très attentifs aux différentes étapes de l'atelier, avec une nette

**Figure 5** - Thème 4 : Le sol nous rend service... et nous en échange ? a : débat sur les services et menaces autour du tapis ; b : élèves découvrant le jeu des 7 familles « La vie cachée des sols » ; c : étiquettes précisant les services écosystémiques rendus par les sols (rond vert) et les menaces pesant sur les sols (triangle rouge) ; d : livret distribué aux élèves en fin d'atelier.

**Figure 5** - Theme 4: soil obliges us through providing services... what about us? a: discussion about soil services and risks; b: pupils handling the 7 families game "the hidden life of soils"; c: tags indicating a service (green circle) or a risk (red triangle); d: coloring and activity book given to pupils.



Photos : D. Alari

préférence pour les manipulations (terrarium, test HCI) plutôt que la seule observation (colonne de sol et affiches). Ils arrivent le plus souvent à dépasser leur appréhension à toucher le sol (beaucoup trouvent cela « sale ») ou les organismes vivants qui leur font parfois peur. Mais au final ils comprennent que le sol n'est pas un déchet donc nullement sale, et que les « petites bêtes » sont bien souvent inoffensives pour les humains et qu'elles réalisent des fonctions utiles.

Les accompagnants (parents ou professeurs des écoles) sont généralement très intéressés par l'atelier car ils découvrent la diversité des fonctions assurées par les sols. L'intérêt de l'atelier est aussi d'engager la discussion autour du sol avec les enseignants encadrant les scolaires. La pédologie n'est

pas, en tant que telle, au programme des enseignements de l'école primaire, mais l'étude des sols permet de couvrir des domaines très variés du programme: depuis la démarche d'investigation (reposant sur différents aspects de la démarche scientifique comme la problématisation, les expérimentations et l'interprétation qui en découle) jusqu'aux arts plastiques par exemple (poterie, couleurs...). L'étude du sol peut également servir de support pour aborder les notions concernant le monde vivant en cycle 2 (relations entre le monde vivant et le milieu, besoins des végétaux, diversité des organismes vivants...), la géographie (les espaces et leurs fonctions, les enjeux du développement durable...) ou les sciences en cycle 3 (diversité de la matière, classification des êtres vivants, décomposeurs...).

Pour l'aspect grand public, l'atelier ouvre sur la journée du samedi et concerne entre 60 et 80 visiteurs par an (de tous âges, les enfants des écoles des journées précédentes revenant souvent avec leurs parents lors de l'ouverture « grand public »). Là aussi les manipulations sont appréciées ainsi que le visionnage des vidéos permettant de couvrir d'autres aspects de l'étude des sols. Les débats concernant les services et les menaces sont souvent assez animés et ce public se montre particulièrement concerné par certains enjeux (comme la pollution notamment). Les cartes pédologiques sont également attractives, surtout celle de Metz où le public cherche de quel type de sol est constitué son potager. Dans l'ensemble, les différents supports proposés dans l'atelier permettent de couvrir de nombreux aspects des sciences du sol et de répondre ainsi à la plupart des attentes des visiteurs.

Concernant la participation des étudiants des filières en biologie (Licence « Sciences de la Vie » et Master « Gestion de l'Environnement » ou « Environnement, Écotoxicologie, Écosystèmes »), elle concerne des étudiants de tous les niveaux depuis la première année de Licence jusqu'au Master. L'emploi du temps très chargé des M2 au premier semestre les empêche généralement de participer à ces journées « scolaires », mais quelques-uns parviennent à participer à la journée « grand public ». Les auteurs encadrent ce travail d'animation par une formation lors de la mise en place de l'atelier, puis en étant présentes et en participant avec eux à l'animation des différentes journées. Cet atelier suscite un fort enthousiasme de la part des étudiants, notamment lors de l'animation auprès des scolaires. L'animation de la journée « grand public » leur semble souvent plus difficile car ils appréhendent d'avoir à s'adapter à un public très varié et de se soumettre aux questionnements des adultes. Cependant, ils ont toujours la possibilité de rediriger les visiteurs vers les auteurs, et ils se rendent rapidement compte que les questions des adultes ne sont ni plus ni moins difficiles que celles des enfants. Les étudiants, étant essentiellement issus d'une formation de biologie, ont souvent une préférence pour le thème 3 « Qui se cache sous nos pieds ? » plutôt que pour le thème 2 « Quels sont les ingrédients du sol ? » qui leur paraît plus complexe et plus éloigné de leurs domaines d'études. De plus, les enseignements de pédologie et d'écologie n'ont lieu qu'en fin de deuxième année de Licence et cet atelier représente parfois le premier contact des étudiants de L1 et L2 avec les sciences du sol. Même si cette expérience d'animation peut alors être pour certains une source de stress, car ils ne pensent pas toujours avoir les compétences suffisantes, ils sont « parrainés » par les étudiants de niveaux supérieurs et par les auteurs, et sortent généralement ravis de cette première initiation. Les étudiants des niveaux supérieurs qui ont eu une formation plus poussée dans les différents domaines des sciences du sol sont par contre plus à l'aise dès le début, et prennent souvent le relais pour répondre aux questions plus pointues. Enfin, cet atelier est l'occasion pour les étudiants de mobiliser leurs compétences disciplinaires en

pédologie, biologie, écologie, chimie et environnement. Mais ils développent également des compétences transversales comme l'expression orale, la collaboration au sein d'une équipe, la créativité, la pédagogie et la communication vers un public varié et c'est souvent à ce niveau-là que l'atelier leur semble le plus formateur.

## CONCLUSION

Depuis son ouverture en 2015, cet atelier a été expérimenté par environ 750 élèves de cycle 3 des écoles de Moselle, par 250 à 300 visiteurs grand public de la région et par 30 étudiants des filières de l'UFR SciFA-Metz. L'animation de cet atelier auprès d'un public de scolaires permet la découverte du sol sous un aspect ludique et avec de nombreuses manipulations par les élèves. La présence des professeurs des écoles accompagnant leur classe offre l'opportunité de leur montrer que le sol peut être vu comme un véritable « outil pédagogique » qu'ils peuvent utiliser dans des domaines très variés du programme de sciences à l'école primaire. La rencontre avec le grand public est l'occasion de le sensibiliser à l'importance de la préservation des sols, mais aussi de préciser certaines approximations ou simplifications relayées par les médias et quelquefois mal comprises. La participation des étudiants à la création et à l'animation de l'atelier les implique de façon très concrète dans le domaine des sciences du sol et les incite à poursuivre leurs réflexions sur les grands enjeux de la préservation des sols.

Des évolutions seront apportées dans les futures éditions. Un terrarium plus pédagogique et mobile va être construit en 2019, de nouvelles activités orientées vers les relations sol - plante vont être proposées, et les étudiants des nouvelles promotions de Licence et Master seront mis à contribution pour faire progresser cet atelier. Enfin, l'atelier « Voyage à travers le sol » évolue également en regard des questions d'actualité: à l'heure où l'artificialisation des sols est identifiée par l'Observatoire National de la Biodiversité comme une cause majeure de destruction et de fragmentation des écosystèmes (Massetti et Wroza, 2019), l'atelier s'attachera dès 2019 à communiquer davantage sur cette problématique et ses conséquences sur la ressource « sol ». De la même façon, certains sujets peuvent être appuyés dans l'atelier en fonction des thèmes retenus par la « Journée Mondiale des Sols » (chaque 5 décembre depuis 2014, <http://www.fao.org/world-soil-day/about-wsd/fr/>), comme par exemple l'érosion pour l'édition 2019.



## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les étudiants de Licence « Sciences de la Vie » et Master « Gestion de l'Environnement » ou « Environnement, Écotoxicologie, Écosystèmes » ayant participé à l'animation de l'atelier, et plus particulièrement ceux de la première édition 2015 pour leur implication dans la création de cet atelier : Audrey Catteau, Rachel Eard, Yasmina El Habsaoui, Juliette Fanet, Adrien Le Navenant, Flavien Mangin et Mirela Mbiguino Akendengue.

Les auteurs remercient également Sandrine Pain-Devin pour son aide précieuse dans l'organisation générale des ateliers « Fête de la Science » du Département « Sciences de la Vie et de la Terre » (recrutement des étudiants, aide logistique...) et pour ses photographies.

Enfin les auteurs remercient Danièle Fristot-Gleize (responsable du projet « Jardin des enfants de la Science ») et l'UFR Sciences Fondamentales et Appliquées pour leur aide dans l'organisation et le financement de cet atelier; Marie Begin et Vincent Audejean (préparateurs de TP du Département SVT) pour leur aide technique; Tiphaine Chevallier pour le don des jeux de 7 familles « la vie cachée des sols » distribués aux écoles en 2015; Marie-Joëlle Aran pour la confection et le prêt du tapis.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chevallier T., Blanchart E., Guellier C., Sapjanskas J., Bispo A., Arrouays D., 2014 - The hidden life of soils. Happy families game. 42 cards and a educational booklet. Editor French Ministry of Environment. Jeu disponible à <http://www.gessol.fr/content/le-jeu-de-7-familles-la-vie-cach-e-des-sols>
- European Commission, Joint Research Centre, 2008 - International Day for Biological Diversity, Convention on Biological Diversity COP-9, Bonn, 22 May 2008. [https://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/handouts\\_bonn.pdf](https://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/handouts_bonn.pdf), consulté en septembre 2015.
- Masseti J., et Wroza S., 2019 - La nature sous pression. Pourquoi la biodiversité disparaît? Bilan 2019 de l'Observatoire National de la Biodiversité, Agence Française pour la Biodiversité.
- Organisation des Nations Unies, 2013 - Résolution N° A/RES/68/232 adoptée par l'Assemblée Générale le 20 décembre 2013 « Journée mondiale des sols et Année internationale des sols ». [https://www.un.org/en/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/68/232&Lang=F](https://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/68/232&Lang=F), consulté le 10/07/2019.
- Soil Science Society of America, 2015 - I Heart Soil. Coloring and Activity Book. Madison, USA. <https://www.soils.org/files/iys/iys-colorbook-for-web.pdf>, consulté en septembre 2015.



# Le sol des uns n'est pas celui des autres

C. Feller<sup>(\*1)</sup>, W. Blum<sup>(2)</sup>, R. Lahmar<sup>(3)</sup>, N. Patzel<sup>(4)</sup>, J.-P. Ribaut<sup>(5)</sup>

- 1) UMR Eco&Sol, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, IRD, Montpellier SupAgro, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2, France
- 2) University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Peter-Jordan-Str. 82, 1190 Vienna, Austria
- 3) Unité de Recherche Agroécologie et Intensification Durable des cultures Annuelles-AIDA, CIRAD- Persyst TA B 115/02 Avenue Agropolis 34398 – Montpellier cedex 5, France. & Institut National Agronomique de Tunisie- INAT, Dpt ABV, 43, avenue Charles Nicolle, 1082 -Tunis- Mahrajène, Tunisie
- 4) Commission « sol, formation et société » de la société allemande de pédologie (DBG). Seestraße 5, 88662 Überlingen am Bodensee, Germany
- 5) Pax Christi, 27 rue Rabié, 33250 Pauillac, France

\*: Auteur correspondant : christian.feller@ird.fr

## RÉSUMÉ

La communication sur le « sol » auprès du grand public est l'un des grands enjeux actuels de la science du sol. Cette communication est non seulement importante pour la diffusion de la connaissance sur ce compartiment naturel de l'écosystème terrestre, reconnu comme aussi important que l'eau ou l'air ; elle est aussi importante dans la proposition, par la recherche, de nouvelles alternatives de gestion des terres, alternatives qui doivent être adoptées par les acteurs de cette gestion. Or, le mot « sol » est, d'une part, polysémique, d'autre part, souvent lié à des dimensions culturelles au sens large. En effet, le sol est un élément des religions et de leurs mythologies, des mythes et des récits fondateurs, du statut social de l'acteur, etc. Aussi, le « sol » des uns n'est pas nécessairement celui des autres ! Dans cet article, il est montré combien cette différence de perception et d'attitude mentale existe fréquemment selon la société considérée, le groupe social et l'individu, ce qui peut conduire parfois à des conflits, incluant rejet conscient ou inconscient de propositions d'alternatives de gestion des terres qui paraissent pourtant favorables pour le développement.

## Mots clés

Sol, communication, perception, vision du monde, dimension pluriculturelle, alternative de gestion des terres.

Comment citer cet article :

Feller C., Blum W., Lahmar R., Patzel N. et Ribaut J.-P. - 2019 - Le sol des uns n'est pas celui des autres, *Etude et Gestion des Sols*, 26, 175-185

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

**SUMMARY****DIFFERENT MEANINGS OF SOIL IN DIFFERENT CULTURES**

*Explaining soil to a broad audience is one of the great actual challenges for soil science. Not only the communication about soil is important for the understanding of this naturally given part of the terrestrial ecosystem, which includes water and air equally as well, but also research and new alternatives in land management play a decisive part in this field of interest. The advances of research and the new ways of alternatives should be adapted and harmonized by the intermediaries of land management. The term soil has a broad semantical meaning and is often connected to far reaching cultural roots e.g. in religions and their mythologies, in worldly myths and descriptions. Hereby, the social status of the author is decisive and explains that the soil of one group is not the same for others. This article indicates that there are numerous differences in the perception and the mental approaches to soil by a certain society, a social group or by individuals. In this way, conflicts can be caused, e.g. conscious and unconscious rejections of alternative concepts for land management even if these promise a long-lasting improvement of soil.*

**Key-words**

*Soil, communication, perception, worldview, multicultural dimension, alternative land management.*

**RESUMEN****EL SUELO DE UNOS NO ES EL DE OTROS**

*La comunicación sobre el "suelo" ante el gran público es uno de los grandes desafíos actuales de la ciencia del suelo. Esta comunicación es no solamente importante para la difusión del conocimiento sobre este compartimiento natural del ecosistema terrestre, reconocido tan importante como el agua o el aire; es tan importante en la proposición, por la investigación, de nuevas alternativas de gestión de tierras, alternativas que los actores de esta gestión deben adoptar. Sin embargo, la palabra "suelo" es, de un lado, polisémica, de otro lado, a menudo vinculada a dimensiones culturales en sentido amplio. En efecto, el suelo es un elemento de las religiones y de sus mitologías, de los mitos y de los relatos fundadores, del estatus social del actor, etc. Así, el "suelo" de unos no es necesariamente el de otros! En este artículo, se mostró cuánto esta diferencia de percepción y de actitud mental existe frecuentemente según la sociedad considerada, el grupo social y el individuo, lo que puede conducir a veces a conflictos, incluyendo rechazo consciente o inconsciente de proposiciones de alternativas de gestión de tierras que parecen no obstante favorables al desarrollo.*

**Palabras clave**

*Suelo, comunicación, percepción, visión del mundo, dimensión pluricultural, alternativas de gestión de tierras.*

Compte tenu du titre de ce numéro spécial de EGS – « Communiquer pour sensibiliser les plus jeunes et le grand public aux sols » – il est bon de s'interroger sur la signification du verbe « communiquer ». Voici quelques définitions données par le Larousse concernant les relations entre humains :

- Transmettre à quelqu'un un savoir, un don, faire qu'il ait ce savoir, ce don, cette qualité, etc. : « Communiquer à ses enfants son savoir. »
- Faire partager à quelqu'un un sentiment, un état, faire qu'il ait le même sentiment, qu'il soit dans le même état, etc. : « Il nous a communiqué son fou rire. »
- Faire passer quelque chose à quelqu'un pour qu'il en prenne connaissance : « Le service de la Préfecture nous a communiqué votre dossier. »
- Faire savoir quelque chose à quelqu'un, le lui révéler, lui en donner connaissance ; transmettre, divulguer : « Communiquer des renseignements confidentiels à un concurrent. »

## 1- VOUS AVEZ DIT SOL ?

Quelle est donc la façon de communiquer sur le sol de nos jours ? Cela paraît simple au scientifique : il raconte SON sol au grand public et celui-ci est censé l'écouter et, éventuellement, l'enregistrer dans sa mémoire.

Sauf que chacun a un « sol » dans sa tête et que le moins répandu est justement le sol « pédologique ».

Le titre de cet article – le sol des uns n'est pas celui des autres – est une évidence pour tous les spécialistes du sol « pédologique », même si on restreint le sujet aux sciences de la terre. Ainsi, le sol du pédologue ou de l'agronome n'est pas exactement celui du géotechnicien ou celui de l'archéologue. À chacun son sol...

Et si l'on parle du sol que l'on étudie à un non scientifique, ou au « grand public » en général, chaque pédologue a eu maintes fois dans sa vie des commentaires du genre :

- Vous vous occupez du pétrole ?

- Ah ! vous êtes géologue ?

ou encore,

- Que me conseilleriez-vous pour mon dallage ?

On se rend compte ainsi que « communiquer sur le sol au grand public » :

(i) va nécessiter de changer peut-être de vocabulaire. De manière générale, ce sont les mots « terre », « Terre », voire « terrain » que le grand public a en tête lorsque la discussion porte sur le « sol ». Pour parler du sol, il faut donc se mettre à parler de « terre ». Mais terre s'inscrit pour chacun, de manière consciente ou inconsciente, dans un contexte personnel et culturel qui déborde largement le seul sol pédologique ;

(ii) ne va pas consister uniquement (selon les définitions du Larousse) à « transmettre » ou « faire passer » un savoir à quelqu'un, mais peut-être plus à partager deux savoirs : le sien propre et celui de l'autre. Car l'autre a son image du « sol » dans la tête et il est essentiel de la connaître et la comprendre le mieux possible pour transmettre son propre savoir. Autrement dit, écouter (et apprendre) avant de parler (et enseigner) ! Il faut reconnaître que ce n'est pas forcément simple car il y a des savoirs explicites et d'autres implicites qui peuvent être métaphoriques (la « santé du sol ») et/ou symboliques (la déesse-terre) ; il y a des intuitions, des émotions et des sentiments liés à la terre et au sol. Le pédologue doit donc être attentif à toutes ses dimensions et ne pas rester dans sa dimension académique.

Nous nous permettons de raconter ici la première expérience en la matière de l'un de nous (CF).

CF travaillait à la Martinique (vers 1985) et était impliqué dans un projet sur les « Jardins créoles ». Il s'agissait d'étudier les savoirs et pratiques traditionnels du petit paysan antillais. Compte tenu de sa spécialité (pédologie), il devait établir la carte des sols et des cultures pour deux petites exploitations des « mornes » (collines) de la Martinique. Lors de sa première visite chez l'un des exploitants (Monsieur X), il parcourt les terres avec le propriétaire (principalement des sols sur matériaux volcaniques dont des ponces) pour se faire une idée des sols et de leur occupation. Voulant faire le « malin », il prend une grosse ponce grise un peu altérée et recouverte de terre fine jaune et explique à M. X qu'avec cette ponce on voit parfaitement bien comment se forme la terre du jardin : la roche grise au centre, comme elle est à l'origine, qui se transforme en terre jaune à la périphérie. M. X hoche la tête, ramasse une ponce absolument équivalente et lui explique que l'on voit bien que la terre jaune qui reste sur la ponce est ce qui n'a pas été encore transformé en ponce grise ! Deux perceptions inverses de la formation des sols : quand le pédologue raconte une histoire (pédogenèse) qui fabrique le sol à partir d'une roche, M. X en raconte une autre (lithogenèse) qui fabrique la roche à partir de la terre. CF se promet alors d'interviewer M. X sur sa vision des sols et des roches et découvre un système très élaboré de la perception de la nature par M. X (Feller *et al.*, 1986), qui découlait de cette hypothèse de lithogenèse pour la formation des sols. Ce travail sera ensuite poursuivi par des interviews de nombreux paysans dans d'autres îles des Petites Antilles qui montrent que 50 % environ des interviewés avaient bien la même façon de penser que M. X. Ceci peut laisser supposer qu'une telle vision peut aller parfois à l'encontre des alternatives de gestion des terres qui peuvent être proposées par des scientifiques ou techniciens de l'agriculture dans le cadre de projets de développement !

Cette expérience met aussi en évidence que la prise en compte du culturel est peut-être importante dans la communication scientifique avec le grand public.

Mais avant d'entrer dans ce contexte culturel, survolons déjà rapidement et très largement quelques perceptions que les sociétés contemporaines ont des sols.

## 2 - UN SCHÉMA DE PERCEPTION DES SOLS PAR UNE SOCIÉTÉ

De très nombreux regards peuvent être portés sur le sol. Ainsi :

- le sol comme un « corps ou un système naturel ». Ceci est la définition et l'héritage de Dokuchaev, l'un des fondateurs de la pédologie, qui s'appuie sur la science et la technique (la science du sol, l'agronomie, etc.),
- le sol comme un « système monétaire » : ce que rapporte (ou coûte) financièrement le sol selon l'occupation des terres, le foncier (le sol comme propriété privée), les profits (ou pertes) de l'agriculture, l'économie de l'environnement, etc.,
- le sol comme un système social, par exemple comme un bien commun dans de nombreuses sociétés du Sud, ou encore les forêts communales chez nous,
- le sol comme un « système culturel » : les mythes, les religions, la culture en général avec les « humanités » (littérature, histoire, art...), la psychologie, etc.

S'il est certain que, dans la communication ou encore dans l'analyse de la perception (ou la représentation) du sol par une société donnée, de nombreux recouvrements peuvent exister entre ces différents domaines, dans cet article nous nous situons essentiellement dans l'approche de la relation « scientifique-culturel ». Nous analyserons d'abord comment le sol s'inscrit dans les grands mythes fondateurs des sociétés, voire dans une perception individuelle de cet objet naturel.

Nous poserons ensuite la question des conséquences de ces perceptions sur les pratiques de gestion du milieu.

## 3 - LE SOL, LA TERRE OU LA TERRE ET LES MYTHES FONDATEURS DES SOCIÉTÉS

Nous emprunterons à l'ouvrage *Sols et sociétés, regards pluriculturels* de Lahmar et Ribaut (2001), la majorité des exemples mentionnés ci-dessous<sup>1</sup>.

Cet ouvrage publie les travaux présentés, par divers scientifiques, gestionnaires ou utilisateurs des sols et représentants de cultures et spiritualités diverses, au cours d'un symposium

qui s'est tenu en 1998 à Klingenthal (France) sur le thème « Sol, culture et spiritualités ». Les différents chapitres couvrent un très large spectre de sociétés et/ou religions comme celles relatives au bahaïsme, bouddhisme, christianisme, confucianisme, hindouisme, islam, judaïsme, shintoïsme, taoïsme, Aborigènes du Canada, Indiens d'Amazonie, Négro-africains, Quecha des Andes, Shamans de Sibérie. Nous ne résumerons ici que quelques exemples.

À la lecture de cet ouvrage, la première constatation est que de nombreux contributeurs tiennent à y expliciter comment il faut comprendre le mot « sol » dans leur chapitre II y a d'abord le fait que le mot « sol » (ou « terre ») peut avoir différentes significations dans tel ou tel type de langues (par ex. indo-européennes ou amérindiennes). Ensuite, il ne s'agit évidemment pas uniquement du sol pédologique, mais, comme déjà mentionné, d'un ensemble souvent nommé terre qui peut référer soit au matériau naturel qu'est la terre sous nos pieds, mais aussi, souvent, qui implique l'ensemble de notre environnement comme lorsqu'on parle de la gestion des terres (et des eaux), voire la Terre (comme la planète Terre), ou encore qui peut s'entendre dans une dimension symbolique. Ainsi, même dans les récits de la Création, le mot « terre » n'est pas toujours à comprendre comme la planète Terre mais à un principe qui peut être sacré ou déifié et qui est la « terre » ou encore est comme un pays, ce que l'on exprime, par exemple, avec le « sol natal ».

### Le sol, la terre dans les trois religions du Livre

Ainsi, pour le judaïsme, le mot « terre » en hébreu (« eretz » ou « 'erets ») se confond avec « pays », mais la terre en tant que matière est « Adâma », d'où Adam qui veut dire être humain, mais qui vient de la terre et qui y retournera (Lahmar et Ribaut, 2001, E. Moatti, p. 143). Cette vision dans le judaïsme se retrouve évidemment dans le christianisme et l'islam. Dans ces trois religions, la terre n'est pas une déesse, puisqu'il ne peut y avoir qu'un Dieu, mais c'est la terre qui engendre et qui nourrit. Combien de fois, dans ces cultures, et jusqu'à nos jours, n'entendons-nous pas parler de « terre-mère », même chez les scientifiques (voir ci-dessous)!

Quelle est la représentation de concept de « terre-mère » ou « déesse-terre » dans les sociétés humaines de la planète Terre.

### Le sol, la terre et l'hindouisme

Selon Nayak (Lahmar et Ribaut, 2001, A. Nayak, pp. 52, 53), dans les textes védiques « la terre est célébrée... comme une Déesse, la terre mère qui s'étend partout, la substance de cet univers conçu sous forme d'un être vivant cosmique, sans borne ni limite... C'est elle qui supporte toutes les choses, qui les fait naître et qui les nourrit... ». Elle « est représentée sous la forme d'une déesse, mais aussi sous les traits d'une vache

<sup>1</sup> Les références dans le texte ci-dessous renvoient à cet ouvrage avec les abréviations suivantes : « Lahmar et Ribaut, 2001 » (comme Lahmar et Ribaut, 2001), suivi du nom de l'auteur de l'article et du numéro de page du livre.

nourrissant de son lait tous les êtres... La terre mère a pour organes, et aussi pour enfants, tous les aspects de la nature et de la vie: montagnes, arbres, rivières et animaux... ». « La terre [est une] représentation de la femme parfaite... La femme a un cycle de menstruation et la terre a, elle aussi, des périodes favorables ou non à la culture. Le labourage de la terre est très souvent comparé à l'acte sexuel. Le soc qui ouvre la terre est un phallus symbolique, le sillon formé par la terre qui se sépare est la vulve. Les grains versés sur la terre représentent la semence déposée dans l'utérus. »

### Le sol, la terre avec le chamanisme et le bouddhisme chez les Bouriates

Dans le chamanisme et le bouddhisme, cette notion de déesse-terre ou de terre-mère, comme l'explique Intigrinova à propos des Bouriates (Lahmar et Ribaut, 2001, T. Intigrinova, pp. 58 à 61), est assez proche de celle rapportée ci-dessus.

Les Bouriates sont les habitants d'un vaste territoire d'Asie centrale séparé en deux zones autour du lac Baïkal: la Prébaïkal sur la rive occidentale et la Zabaïkal sur la rive orientale. « Le lac fait frontière entre deux régions culturelles différentes d'un seul groupe ethnique... ». Les deux tribus pratiquaient initialement le chamanisme, mais, pour des raisons historiques, s'est surimposé, au cours des siècles, le bouddhisme, particulièrement dans la Zabaïkal.

Dans le chamanisme, « le culte le plus important était celui de la Terre mère. *Etugen* (ou *Ulgen*) était considérée comme la déesse du sol et personnifiait la mère de tout le peuple. Le corps de la déesse était représenté par le sol et protégé par différents tabous – comme celui de ne pas couper l'herbe, ou de creuser le sol avec des outils tranchants, ou de porter des chaussures à pointe relevée, de manière à ne pas offenser ou blesser la déesse... D'elle dépendait la fertilité de la terre... Le culte de la déesse du sol était encore populaire au début du XX<sup>e</sup> siècle parmi les Bouriates de la Prébaïkal. Les rites de prières à *Etugen* n'étaient pratiqués que par les femmes... elles dénudaient leur poitrine... et demandaient que leurs seins soient rajeunis, pour les enfants et pour le lait qui les nourrirait. »

Pour « les Bouriates de Zabaïkal, *Etugen* avait déjà été oubliée en ce temps là... Pourtant, l'hommage à la mère terre restait populaire et les tabous interdisant de creuser, de couper l'herbe, de blesser le sol furent préservés. Le culte de la déesse demeurait présent dans le culte des montagnes et des grottes. On peut avancer que les grottes étaient associées à l'appareil génital du sol... Le respect de la montagne tribal et des tabous... existent encore aujourd'hui dans la société bouriate ».

L'auteur nous explique que dans la tradition bouddhique, pour les moines, creuser le sol ou casser des pierres sont des péchés et que, dans l'atlas de la médecine tibétaine, ces péchés sont la cause de maladies. Pour la population non religieuse, la

règle de préservation de la surface des sols est moins stricte, mais on ne doit pas creuser le sol sans nécessité. « Cette nécessité était rare lorsque les Bouriates de Zabaïkal étaient encore des bergers nomades, et ce jusqu'à l'époque soviétique... Un rite particulier s'est alors mis en place pour les *sabdakhs*, les gardiens des intestins de la terre. Ce rite se fonde sur des sacrifices et des prières par lesquels on demande... aux maîtres des sols la permission de s'introduire dans leur propriété... Cette prescription a été suivie jusqu'à la fin des années 1920... » Sous l'influence du régime soviétique, le mode de vie traditionnel des Bouriates a alors évolué avec la forte augmentation des labours et la diminution des pâturages. Toutefois, jusqu'à aujourd'hui, les Bouriates continuent d'expliquer que « c'est un péché de creuser le sol sans nécessité ».

### Le sol, la terre chez les Dogon (Mali)

L'auteur, I.-P. Laleye, prend l'exemple des Dogon pour évoquer la « Divinité et 'sacralité' » de la terre chez les « Négro-Africains » (Lahmar et Ribaut, 2001, I.-P. Laleye, pp. 179 à 185).

Selon l'auteur, « la terre, pour les Africains, n'est pas seulement une création divine. Elle collabore avec l'être suprême à la grande œuvre de la création. Aussi est-elle souvent présentée comme l'épouse du Créateur. C'est ce que montre le mythe Dogon emblématique des mythes négro-africains qui se rapportent à la terre et à sa création. Mère des dieux et origine de l'homme lui-même, la terre est sacrée à plusieurs titres: elle est dieu ou déesse..., elle abrite les dépouilles des ancêtres ». L'auteur présente le mythe Dogon en s'appuyant sur les célèbres ouvrages de Marcel Griaule – MG – (1966) et d'Éric Guerry – EG – (1975).

Chez les Dogon, l'Être suprême se nomme *Amma*. Le dieu *Amma* tourna quatorze fois sur lui-même pour créer quatorze fois un ciel et une terre collés l'un à l'autre. Notre Terre, l'une de ces quatorze terres, est créée à partir d'un boudin de glaise, serré dans sa main puis lancé (EG). « La terre est couchée mais le nord est en haut. Elle s'étend à l'orient et à l'occident, séparant ses membres comme un fœtus dans la matrice. Elle est un corps... et ce corps est femme, orienté nord-sud, posé à plat, face au ciel. Une fourmière est son sexe, une termitière son clitoris. *Amma*, qui est seul et veut s'unir à cette créature, s'approche d'elle. C'est alors que se produit le premier désordre de l'univers... La termitière se dresse, barre le passage et montre sa masculinité. Elle est l'égale du sexe étranger, l'union n'aura pas lieu. Pourtant Dieu est tout-puissant. Il abat la termitière rebelle et s'unit à la terre excisée... De l'union défecueuses naquit, au lieu des jumeaux prévus, un être unique..., le chacal, symbole des difficultés de Dieu. » (MG).

L'histoire ne s'arrête pas là et est même assez compliquée car Dieu eut d'autres rapports avec sa femme et l'excision ayant fait disparaître le cycle des générations put se poursuivre dans les conditions régulières de la gemelliparité (MG). Le deuxième désordre advint pour la naissance du quatrième des fils mâles,

dénoté Ogo un être impatient et orgueilleux qui, dans des conditions particulières et un peu longues à rapporter ici, commit un inceste grave avec sa mère, la terre (EG). La conséquence de cet acte fut que la souillure infligée à la terre par l'inceste d'Ogo se devait d'être lavée par les eaux de pluie, et ceci grâce au labour.

À côté des cas cités dans l'ouvrage de Lahmar et Ribaut (2001), de nombreux autres exemples peuvent aussi être mentionnés (Patzel, 2010a) de l'existence d'une déesse-terre dans les mythes d'autres sociétés comme: Isis-Hathor en Égypte, Astarte en Palestine et Syrie, Istar/Inanna en Mésopotamie, Kali en Inde, la Pachamama dans les sociétés andines, Demeter-Persephone-Kore en Grèce. La déesse germanique Frija / Freyja, appelée plus tard « Holle », est un exemple moins connu de mère cosmique qui vivait dans la terre et chevauchait sur terre pour donner de la fertilité aux champs (Timm, 2003). L'ancienne déesse latine « Cérès » considérée comme la « mère du blé » se retrouve aussi en France à travers le culte de Marie (la chrétienne) qui est parfois nommée « terre bénie » donnant naissance au blé (*figure 1a*) et au Christ. Dans son aspect « Terre mère », Marie est représentée portant un vêtement décoré d'épis de blé (*figure 1b*).

#### 4 - « UN SOL PEUT EN CACHER UN AUTRE » OU SOL « INTÉRIEUR » ET « EXTÉRIEUR »

Dès la naissance de la pédologie, la pratique de la science du sol moderne s'est appuyée sur un double processus prenant en compte des observations externes et des images internes. Les scientifiques ont en effet étudié les sols avec leur rationalité (théories et méthodologies scientifiques), ce qui est de l'ordre du conscient, mais aussi en étant fascinés, voire guidés inconsciemment (au sens psychanalytique) par d'autres facteurs liés à la dimension sensible et émotionnelle de leur vie intérieure. C'est ce que montre Patzel (2010b, 2015a, b) en analysant les discours de pionniers de la pédologie et de l'agronomie comme Liebig, Sprengel, Fallou, Dokuchaev et Jenny qui n'hésitent pas à invoquer des notions telles que « terre nourricière », « force vitale », « Pierre des Sages », « Terre-mère », etc. Ces notions sont des représentations collectives, des images symboliques et mythiques voire psychiques, mais qui n'ont rien d'un discours scientifique. C'est dans la même perspective que, depuis quelques années, l'on voit assez souvent, apparaître la locution « santé du sol » (« soil health ») dans des titres d'articles scientifiques, voire de symposium, colloques ou séminaires jusqu'au niveau international. Peut-on scientifiquement parler du sol comme d'un

être vivant, avec ses limites précises et sa santé?<sup>2</sup> Ceci est un des nombreux exemples d'un langage sur le sol le considérant comme un être vivant.

Un autre exemple, qui est de l'ordre de l'émotionnel, est évoqué par Toland (2010) qui a mené une enquête sur les sols préférés par les pédologues. Les réponses sont les Podzols et les Vertisols: les Podzols pour leur beauté en couleurs, les Vertisols pour leur curieux « comportement ». Or les Podzols font partie des sols les plus pauvres du monde et les Vertisols sont assez peu représentés sur la planète et sont difficiles à cultiver étant donné l'énergie nécessaire au travail du sol (labour). Ce ne sont pas les « Sols bruns » (des sols souvent fertiles) qui sont les préférés des pédologues. Là encore c'est le sensible qui prime sur la science.

Cet ensemble de descriptions et de perceptions du sol, qui est de l'ordre du sensible et non de la seule rationalité, mais qui fait aussi partie du discours scientifique, a été nommé par Patzel (2010b) « sol intérieur » (« inner soil »). Ce « sol intérieur », chez les scientifiques, est en relation intime, dans l'esprit de l'observateur, avec un « sol extérieur » (« outer soil ») qui est celui que l'on décrit sur un profil pédologique et celui de la science du sol.

Si ces deux sols (ou deux « terres »), intérieur et extérieur, coexistent et se conjuguent déjà dans la communauté scientifique, ils existent évidemment aussi dans le grand public. Et selon le contexte de la communication, ce sol intérieur, invisible et que l'on ne soupçonne pas, peut, de fait, cacher, ou s'opposer au sol extérieur, bien visible, objet de la discussion.

On peut évidemment s'interroger sur l'importance effective de ce « sol intérieur » dans la communication avec le grand public? N'est-ce pas seulement que de la théorie? Quelles conséquences pratiques peut-on observer? La démonstration est effectivement difficile car tout rentre en compte dans la communication, à la fois le visible et l'invisible. En effet, la caractéristique générale des éléments symboliques est son ambiguïté intrinsèque. Tout dépendra de la prise de conscience qu'en aura l'individu qui s'exprime. Autrement dit, les scientifiques ont une responsabilité dans leur façon de s'exprimer avec le grand public, autant pour les questions posées, que pour les propos « imagés » qu'ils utilisent eux-mêmes pour communiquer. Quand on communique sur la science, on déborde souvent largement le seul cadre des faits strictement scientifiques. Nous allons donc évoquer ci-dessous quelques exemples qui pourraient aller à l'appui de l'existence du « sol intérieur » chez chacun.

2) *Même si on a récemment découvert que la microbiologie du sol est en contact direct avec la microbiologie intestinale de l'homme et peut ainsi influencer la santé humaine. On peut même considérer le microbiome du sol et le microbiome intestinal de l'homme comme un ensemble écologique (Blum et al., 2019).*



**Figure 1a** - « La Cérés » et le blé (Christine de Pizan, 1406). (DR).  
**Figure 1a** - Goddess Ceres and wheat. (Christine de Pizan, 1406).



## HYPOTHÈSES SUR L'IMPORTANCE DU « CULTUREL » DANS L'APPROPRIATION DE NOUVELLES ALTERNATIVES DE GESTION DES SOLS. L'exemple du labour

S'il est une pratique agricole qui est perçue avec aussi une dimension culturelle, c'est bien le labour. D'ailleurs, bien souvent, « labour » est confondu avec agriculture et le « laboureur » avec le paysan. Par exemple, une parole historique célèbre en France est celle de Sully (1560-1641), le ministre d'Henri IV (1553-1610) qui déclare, pour défendre l'agriculture, que « Labourage et pâturage sont les deux mamelles de la France... » (*Mémoires...* publiées en 1638), utilisant le mot « labourage » pour agriculture (et « pâturage » pour élevage).

La pratique du labour, dont la charrue est l'instrument, est très largement représentée sur notre planète Terre. Cette dimension planétaire a fait l'objet du très célèbre ouvrage *L'homme et la charrue à travers le monde* d'Haudricourt et Delamarre (1986, 1<sup>ère</sup> édition en 1955). Dans cet ouvrage, au chapitre XXI, les au-

**Figure 1b** - Marie aux épis de blé (Bavière, 1450). (DR).  
**Figure 1b** - Holy Mary on heads of wheat. (Bavière, 1450).



teurs reconnaissent une dimension culturelle quasi mondiale<sup>3</sup> à la charrue et au labour tant à travers les mythes fondateurs et les rites qui les évoquent que pour la dimension sexuelle du labour. Cette dimension apparaît très nettement dans le verset 223 de la sourate 2 du Coran : « Vos épouses sont pour vous un champ de labour ; allez à votre champ comme [et quand] vous le voulez et œuvrez pour vous-mêmes à l'avance. »<sup>4</sup>

Mais un symbolisme sexuel ne signifie pas nécessairement un réductionnisme biologique ou psychanalytique. Il signifie souvent l'unification de ce qui peut s'opposer ; ainsi de l'unification de contradictions comme l'amour et le pouvoir. C'est bien l'amour qui est présent dans les poèmes et rituels de la terre qui expriment le désir de celle-ci de se réunir avec l'eau du ciel et avec les graines de plantes pour se couvrir de nou-

3) Pratiquement, tous les continents sont cités dans cet ouvrage pour illustrer le thème de la charrue et du labour, mais pour l'Afrique, c'est essentiellement celle au nord du Sahara mais pas du tout l'Afrique sahélo-soudanienne.

4) Voir : <http://www.islam-fr.com/coran/francais/sourate-2-al-baqara-la-vache.html>

veau de son tissu vert et donner renaissance à la vie femelle et mâle. Mais c'est le pouvoir qui se manifeste symboliquement dans les mythes du « viol de la terre » (voir, ci-dessus, l'exemple des Dogon, et *a contrario*, celui des Bouriates). Ce viol symbolique, on pourrait l'associer dans les pratiques agricoles au forçage par des labours de plus en plus profonds et fréquents ou à l'utilisation de molécules pesticides, toutes pratiques, qui, lorsqu'elles sont appliquées exagérément, ne respectent pas le « vivant » du sol.

On conçoit que ce « labour intérieur » (comme le « sol intérieur ») soit d'une grande importance dans la perception qu'un agriculteur puisse se faire des « bonnes pratiques » à appliquer à ses propres terres.

Le labour pourrait donc être un bel exemple pour analyser le rôle du culturel dans l'adoption, par une société donnée, d'une nouvelle alternative de gestion des terres impliquant le travail du sol : labour ou non-labour. Peu d'études scientifiques ont été consacrées à cette question, et c'est la raison pour laquelle nous ne ferons que poser des hypothèses sans beaucoup d'arguments objectifs et quantifiés pour supporter ou infirmer l'hypothèse de l'importance du culturel dans l'appropriation de telles alternatives.

### Exemple 1. Le labour croisé en Inde

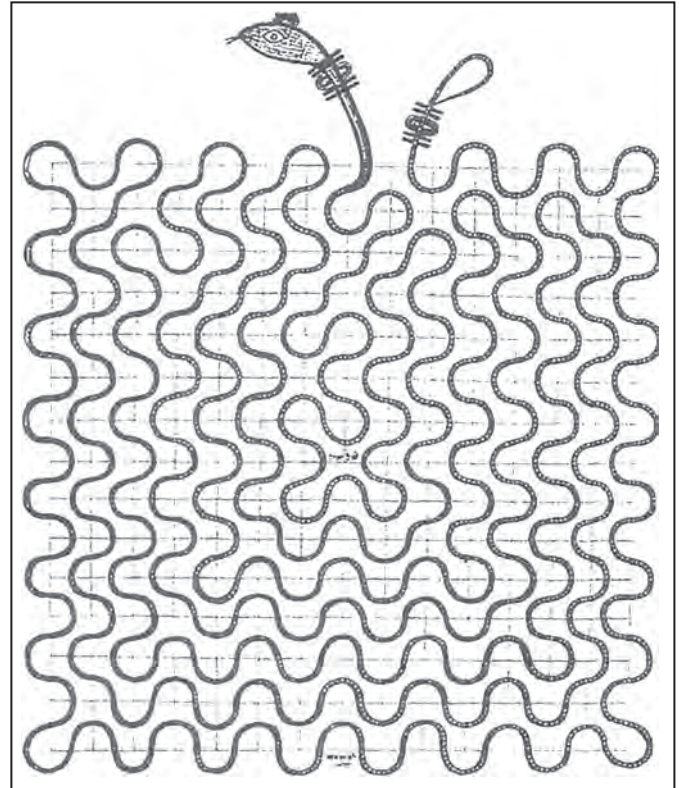
Dans les années 1990, un agronome suisse, Högger, travaillant pour « le développement », tentait de persuader les agriculteurs indiens d'abandonner les labours croisés sur les pentes pour ne conserver que les labours selon les lignes de pente afin de réduire l'érosion hydrique. Ses conseils n'ayant eu aucun effet, il s'est intéressé aux raisons de cet échec et tomba sur le mythe indien local de la terre et du labour (Högger, 2000) qui met en jeu trois personnages : Âbh Kanbi, le roi céleste du labour, Dharti Rāni, la reine de la Terre et le « serpent de la terre ». Ce serpent produit le chaos dans la terre, ce qui va contre les désirs du roi du labour et de la reine de la Terre. Pour s'opposer au serpent et à son chaos, la terre et le ciel s'unissent créant un ordre intrinsèque de la terre et une organisation rigoureuse de l'espace selon les points cardinaux du ciel. La pratique imposée par le mythe est celle des labours croisés obligeant le serpent à suivre une structure imposée qui donne de l'ordre à son mouvement intérieur dans la terre animée (figure 2).

Les seuls labours, selon les courbes de niveau (isohypses), conseillés par Högger ne suffisaient pas à créer l'ordre fécond nécessaire et l'alternative scientifique proposée ne fut donc pas appropriée. La conclusion de Högger fut que seule une proposition d'alternative de gestion tenant compte du symbolisme religieux peut mener à un progrès agri-culturel sans rupture brute.

Les solutions pour atteindre le changement espéré ne sont toutefois pas toujours évidentes, surtout dans le cadre d'une croissance démographique exponentielle – comme c'est le cas en Inde et en Afrique – où la productivité nécessaire pour nourrir

**Figure 2** - Le « serpent de la terre » en Inde, obligé à des mouvements ordonnés sous le contrôle de la déesse de la terre et du dieu du ciel. (Högger, 2000). (DR).

**Figure 2** - *The Earthsnake in India, following the rules of the Goddess of the Earth and the God of Heaven. (Högger, 2000).*



la population ne peut être atteinte par les seules pratiques traditionnelles. Quand les impositions de l'extérieur ne fonctionnent pas rapidement (voir ci-dessous l'exemple 2), c'est seulement la longue durée qui conduit à des changements induits par les agriculteurs eux-mêmes.

### Exemple 2. « La charrue pour sauver l'Afrique »

Tout au long de la période coloniale française, au moins depuis les années 1920, de très nombreux projets de « mise en valeur des colonies », particulièrement pour l'Afrique Occidentale française, ont été basés sur le développement du labour, notamment pour la zone Sahélo-soudanienne où le labour n'était pas nécessairement une pratique traditionnelle pour les sols exondés en culture pluviale. Dans ces régions, le travail du sol est essentiellement un grattage superficiel du sol à la houe. Après les Indépendances, la mise en valeur a été remplacée par les « projets de développement » avec, toujours, l'idée d'introduire le labour attelé dans le petit paysannat. Selon Havard *et al.* (2007), il a fallu attendre les années 1980, soient 4 générations depuis 1920, pour que la culture attelée com-

mence à être adoptée dans les agricultures familiales d'Afrique de l'Ouest (recherches en cours par l'un de nous, CF).

La dimension culturelle du labour, sous-tendant un projet politique, est par contre bien visible jusque dans la littérature coloniale dès le début du XX<sup>e</sup> siècle. C'est ainsi que *Terre noire*, roman d'Oswald Durand (1935), fait de la charrue le principal héros de l'histoire. L'auteur est un haut fonctionnaire des colonies qui terminera sa carrière comme gouverneur du Sénégal puis de Côte d'Ivoire. L'ouvrage est dédié au Président de la République de l'époque (et ancien ministre des colonies), Albert Lebrun, :

« dont l'âme terrienne comprendra les espoirs vibrants et aussi le triomphant orgueil de ceux qu'il vit un jour, dans les plaines de Guinée, creuser les premiers sillons libérateurs. »

Le ton est donné : il s'agit bien de labourer la Guinée !

Ce roman « se lit effectivement comme un roman » L'histoire est un affrontement, dans un village guinéen entre les « Jeunes » et les « Anciens », avec, dans le clan des Jeunes, un paysan revenant de France où il a découvert les bienfaits du labour et de la charrue attelée, bienfaits dont il veut faire profiter son village. Il se heurte au clan des Anciens ce qui conduira à lui rendre la vie impossible, à lui, sa famille, sa charrue et ses bœufs. Mais il sera soutenu par le clan des Jeunes et l'administration coloniale et, surtout, le labour lui permettra d'obtenir des rendements jamais atteints dans ce village, jusqu'à dix fois les rendements traditionnels ! Les Anciens finiront par reconnaître sa supériorité et la Guinée devrait être ainsi sauvée avec une agriculture performante grâce au labour.

Si le labour cultural, ne semble toutefois pas avoir été fortement approprié par le petit paysannat africain durant la période coloniale et après les Indépendances, le labour culturel, lui, l'a été et a donné lieu juste avant les Indépendances (1957), sur le même thème, au roman *Ô Pays, mon beau peuple!* du célèbre écrivain sénégalais Sembene Ousmane. Ainsi, il fait dire à son jeune héros (qui doit aussi affronter les Anciens) :

« Je veux monter une ferme modèle dont tous profiteront... L'année prochaine j'aurai deux charrues, ensuite viendra le tour d'un tracteur. » (p. 175).

### Exemple 3. La vision des Bouriates et des Dogon sur le labour et le non labour

La vision du sol ou de la terre chez les Bouriates et les Dogon ont été rapportées ci-dessus à partir de l'ouvrage de Lahmar et Ribaut (2001). Compte tenu des mythes fondateurs de chacune de ces sociétés sur la déesse-terre, il faut éviter de blesser la terre, donc de labourer, chez les Bouriates (Intignova, 2001), alors qu'au contraire le labour est préconisé chez les Dogon (Laleye, 2001) pour favoriser l'entrée de la pluie dans le sol et ainsi laver la souillure créée par l'inceste qu'a subi la déesse.

Nous ne pouvons faire ici que des hypothèses, mais on

peut imaginer que l'appropriation d'alternatives actuelles telles que le non labour serait plus aisée chez les Bouriates que chez les Dogon !

### Exemple 4. Appropriation du non-labour à Madagascar

Un vaste projet a été financé et soutenu pendant 15 ans (2000-2014) par diverses institutions françaises (dont l'Agence française pour le développement – AFD) pour l'adoption et la diffusion des pratiques de non-labour en petit paysannat dans quelques pays d'Afrique, à Madagascar et avec quelques opérations en Asie. Madagascar était le pays principal du projet avec environ 50 % des financements, le reste concernant la Tunisie, le Maroc, le Mali, le Cameroun le Gabon pour l'Afrique, le Laos, le Vietnam et le Cambodge pour l'Asie. Ce projet nommé « Agro-écologie », est centré sur les systèmes de « semis direct à travers une couverture végétale » nommés « SCV ». Les SCV s'appuient sur trois grands principes : le non-labour, la présence d'une couverture végétale morte ou vivante et la rotation des cultures.

L'ensemble du projet Agro-écologie reposait sur un modèle d'intervention standard conçu en trois phases théoriques : l'expérimentation des SCV en station, l'expérimentation chez les agriculteurs, la diffusion proprement dite.

Nous ne rapportons ici que le seul exemple de Madagascar qui inclut deux sous-projets (dits « Vakinankaratra » et « Lac Alaotra »).

Ce programme a été évalué en 2014 par un comité d'expert sous forme d'un « Rapport final » intitulé : « Agroécologie : évaluation de 15 ans d'actions d'accompagnement de l'AFD. Rapport final complet » et d'un Rapport de synthèse<sup>5</sup> :

Parmi les principaux points de l'évaluation, on peut citer :

- 1- Sur le plan de la recherche, ce projet a conduit, à de nombreuses retombées scientifiques très positives pour la connaissance fondamentale de ces systèmes SCV.
- 2- Si, sur le plan de l'adoption et de la diffusion des systèmes SCV préconisés, diverses critiques ont été émises par les évaluateurs (voir ci-dessous), ceux-ci remarquent toutefois que des aspects partiels des propositions initiales ont pu être adoptées même si l'ensemble ne l'est pas. C'est le cas ici, à Madagascar, pour une meilleure utilisation, par rapport aux systèmes traditionnels, des plantes de couverture, que ce soit à titre fourrager ou comme engrais verts.
- 3- Par contre, concernant l'adoption et la diffusion de ces systèmes SCV dans leur totalité en petit paysannat malgache, plusieurs critiques majeures ont été émises :
  - L'adoption finale des systèmes proposés (exemple Lac Alaotra, Rapport final complet), tenant compte des abandons

<sup>5</sup> Ce rapport est téléchargeable sur le site : <http://www.afd.fr/home/publications/travaux-de-recherche/publications-scientifiques/autres-collections>.

**Figure 3a** - Paysans malgaches en route pour les champs (photo S. Carrière, IRD).

**Figure 3a** - Malagasy farmers on their way to the fields (picture S. Carrière, IRD).



au cours du projet, est faible et évaluée à environ 25 % des objectifs initiaux affichés<sup>6</sup>.

- Ce faible taux d'adoption est expliqué par les évaluateurs par diverses conditions d'ordre technique et/ou socio-économique (évaluation des risques ressentis par l'exploitant) du projet initial, mais aussi à une insuffisance de communication, dès le départ, avec les exploitants concernés (Synthèse du Rapport final).

Mais ce qui est intéressant pour notre propos est que, dans la liste des points considérés, tant par les porteurs de projets que par les experts évaluateurs, il n'est jamais fait mention d'une quelconque dimension culturelle qu'il faudrait prendre en considération pour l'appropriation du projet!

Or, le cas de Madagascar est particulièrement intéressant pour ce projet d'adoption de systèmes à non-labour par le petit paysannat, car l'une des caractéristiques du paysan malgache,

6) Cette valeur de 25 % des objectifs initialement affichés prend en compte les données détaillées du Rapport final complet pour l'exemple Lac Alaotra (tableau 4, p. 50, Rapport final complet). Les porteurs du projet, dans leur rapport final fourni pour l'évaluation, indiquent une adoption de ces systèmes par 2 433 exploitants correspondant à 2 601 ha à mettre en regard des attendus du projet initial qui étaient de 7 000 exploitants pour 5 600 ha, soit un peu moins de 50 % des objectifs initiaux. Toutefois, le rapport d'évaluation mentionne aussi que d'autres études sur ce même projet indiquent un fort taux d'abandon, de 40 à 60 % au cours du projet, qui n'a pas été comptabilisé par les porteurs de projet. Ceci conduirait donc à une adoption effective au cours de ces 15 années de seulement 25 % des objectifs affichés. Par ailleurs, cette valeur ne tient pas compte de possibles abandons post-projet compte tenu de la disparition de l'encadrement technique et des incitations financières qui existaient durant le projet lui-même.

**Figure 3b** - À l'occasion de funérailles à Madagascar (photo S. Carrière, IRD).

**Figure 3b** - Funeral scene at Madagascar (picture S. Carrière, IRD).



qui est pratiquement un symbole identitaire, c'est de se représenter « comme l'homme qui laboure ». Il arpente ses terres avec sa bêche traditionnelle, l'*angady*, sur son épaule. L'« *angady* » est non seulement un outil pour le labour des terres mais aussi pour de nombreux rituels comme les inhumations, etc. (figures 3a,b).

On peut aussi ajouter que la représentation de l'homme malgache rural dans les ouvrages scolaires le montre toujours avec son *angady* (Gastineau et Rafanjanirina, 2008).

Autrement dit, proposer à un paysan malgache de passer au non-labour, c'est lui proposer de perdre une dimension importante de son identité. Son sol « intérieur », qui inclut l'*angady*, ne peut que dominer et rejeter ce sol « extérieur » qui lui est proposé.

Cette composante culturelle n'est évidemment que l'une des nombreuses autres qui vont déterminer l'adoption d'une alternative de gestion des terres proposée dans le cadre d'un projet de développement, mais elle mériterait au minimum d'être considérée, à la fois par la recherche, les promoteurs de projets et les évaluateurs post-projet. On peut dire que ce n'est pratiquement jamais le cas!

## CONCLUSION

Communiquer sur le sol au grand public est probablement l'un des plus grands enjeux pour la science du sol dans le futur proche.

La perception du sol varie selon les individus et les sociétés et n'est pas seulement une vision scientifique et technique ou économique, mais s'inscrit aussi dans une dimension culturelle qui s'exprime à travers des images plus ou moins identiques

quand elles réfèrent à des mythes fondateurs (le concept de terre-mère) mais qui peuvent aussi être liées à un vécu personnel de l'individu. Tout cela laisse penser que chacun (y compris le scientifique) a souvent deux visions du sol (ou de la terre), celle d'un sol visible – son sol « extérieur » – et celle d'un sol invisible, beaucoup plus « enfoui » ou qui n'a jamais été conscient – son sol « intérieur ».

Dans la communication du scientifique avec le grand public, le scientifique doit être sensibilisé au fait que le sol qu'il veut communiquer n'est pas nécessairement celui de la personne à qui s'adresse son message. Actuellement, le scientifique ou le technicien du sol se pose rarement ce problème. Or, il se peut que se poser cette question soit parfois essentiel, en particulier dès lors que l'on se situe dans des projets de développement mettant en œuvre de nouvelles alternatives de gestion des terres.

Nous avons tenté d'en donner quelques exemples tout en restant dans le domaine des hypothèses car les références appuyées sur de nombreuses observations et des données quantifiées sont rares. Ceci laisse penser qu'un large et nouveau champ de recherche s'ouvre là pour les scientifiques du sol.

Comme nous l'avons exprimé en début d'article, communiquer n'est donc pas seulement, et d'abord, de faire passer un message du communicant au communiqué, mais plutôt, pour le communicant de commencer à écouter et apprendre le sol de l'autre pour lui transmettre ensuite le sien propre. Ceci inclut de percevoir aussi les résonnances et le conflit en soi-même. Dans cette démarche de l'échange, chacun découvrira bien d'autres sols qu'il ne soupçonnait pas... Une belle expérience qui enrichira chacun !

## REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement Denis Angers et Gilles Gagné pour leurs commentaires et observations judicieux.

## BIBLIOGRAPHIE

- Blum W.E.H., Zechmeister-Boltenstern S., Keiblinger K.M., 2019 - Does Soil Contribute to the Human Gut Microbiome? *Microorganisms* 2019,7, 287; doi:10.3390/microorganisms7090287.
- Durand O., 2018 (d'après l'édition de 1945) - Terre Noire, suivi de: Les industries locales du Fouta. Avec une Introduction de Roger Little (xxii p.) L'Harmattan, coll. Autrement Mêmes, 200 p.
- Feller C., Etifier-Chalono E., Guiran E. de, 1986 - Fragments d'un discours paysan antillais: « Roche-pierre » et « Sol-terre ». *Journ. d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée (JATBA)*, 33: 131-142.
- Feller C., Patzel N., 2015 - Soil between Nature and Culture. *In: Task Force: Soil Matters – Solutions under foot*. S. Northcliffe ed. (on behalf of the IUSS), Catena Verlag, GeoEcology Essays, 160 p.
- Gastineau B., Rafanjanirima J., 2008 - Les activités économiques et domestiques, masculines et féminines, dans les manuels scolaires de Madagascar. *In: Brugeilles C., Locoh T., Cromer S. (Eds), Analyser les représentations sexuées dans les manuels scolaires - Application d'une*

- méthode commune dans six pays: Cameroun, Madagascar, Mexique, Sénégal, Togo et Tunisie. Ceped, les numériques du Ceped. [https://archives.ceped.org/manuels\\_scolaires/sp/chapitre4.html](https://archives.ceped.org/manuels_scolaires/sp/chapitre4.html)
- Griaule M., 1987 (1<sup>ère</sup> édition, 1966) - Dieu d'eau. Entretiens avec Ogotemméli. A. Fayard, Livre de poche, Paris, 234 p.
- Guerrier E., 1975 - Essai sur la cosmogonie des Dogon. L'arche du Nommo. R. Laffont ed., Paris, 249 p.
- Haudricourt A.G., Brunhes Delamarre M.J., 1986 (1<sup>ère</sup> édition, 1955) - L'homme et la charrue à travers le monde. La Manufacture ed., Lyon, 410 p.
- Harvard M., Vall E., Njoya A., Fall A., 2007 - La traction animale en Afrique de l'Ouest et du Centre. *Travaux et Innovations*, N° 141, Octobre 2007, pp. 28-32. [http://www.pardessuslahaie.net/journal\\_trame/ti141\\_28-32.pdf](http://www.pardessuslahaie.net/journal_trame/ti141_28-32.pdf)
- Högger R.: 2004 - The Cross-Ploughed Field. *In: In Search of Sustainable Livelihood Systems; Managing Resources and Change*; edited by R. Baumgartner and R. Högger; Sage Publ. India Pvt Ltd, New Delhi 2004, chapter 7, S. 166-186.
- Intigrinova, T., 2001 - Les Bouriates et le sol: des rapports en évolution. *In: R. Lahmar and J.P. Ribaut (eds.), 57-63, Sols et Sociétés. Regards Pluriculturels*. Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 218 p.
- Lahmar R., Ribaut J.P. (eds.), 2001 - Sols et Sociétés. Regards Pluriculturels. Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 218 p.
- Lalaye I.P., 2001 - Divinité et sacralité de la terre chez les Négro-africains. *In: R. Lahmar and J.P. Ribaut (eds), pp. 179-185, Sols et Sociétés. Regards Pluriculturels*. Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 218 p.
- Landa Ed., Feller C. (eds), 2010 - Soil and Culture. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Netherlands, 488p. + Color Plates.
- Moatti E., 2001 - Le sol dans le judaïsme. *In: R. Lahmar and J.P. Ribaut (eds), pp. 143-145, Sols et Sociétés. Regards Pluriculturels*. Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 218 p.
- Nayak A., 2001 - Le sol en Inde. *In: R. Lahmar and J.P. Ribaut (eds), pp. 52-53, Sols et Sociétés. Regards Pluriculturels*. Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 218 p.
- Ousmane S., 1975 (édition originale, 1957) - Ô Pays, mon beau peuple! Press Pocket n° 1217, 187 p.
- Patzel N., 2010a - European religious cultivation of the soil, chap. 16, pp. 261-276. *In Landa E.R., Feller C. (eds.), 2010. Soil and Culture*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Press, 488 p. + Color plates. [For more see Patzel (2015a)].
- Patzel N., 2010b - The soils scientist's hidden beloved: archetypal images and emotions in the scientists relationship with soil, chap. 13, pp. 261-276. *In Landa E.R., Feller C. (eds.), 2010. Soil and Culture*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Press, 488 p. + Color plates. [For more see Patzel (2015b)].
- Patzel N., 2015a - Symbole im Landbau [Symbols in Agriculture], 462 pp. Oekom Publisher, Munich.
- Patzel N., 2015b - Bodenwissenschaften und das Unbewusste [Soil Science and the Unconscious], 216 pp., Oekom Publisher, Munich.
- Pizan, Christine de, ~ 1406 - Épître d'othéa. Folio 13v. Ms. Bibliothèque nationale de France, Département des Manuscrits, Division occidentale, Côte: Français 606.
- Timm E., 2003 - Frau Holle, Frau Percht und verwandte Gestalten 160 Jahre nach Jacob Grimm aus germanistischer Sicht betrachtet [Lady Holle, Lady Percht and similar figures
- Toland A., Wessolek G., 2010 - Core samples of the sublime – on the aesthetics of dirt, chap. 15, pp. 239-257. *In Landa E.R., Feller C. (eds.), 2010. Soil and Culture*. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer Press, 488 p. + Color plates.
- Xylographie de Bavière, ~ 1450/60. D'après la « Madonna cum cohazono », auparavant existant au Dôme de Milan. Reproduction d'après Glaser, Curt (1923): Gotische Holzschnitte. Propyläen-Verlag, Berlin.



# 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

T. Eglin<sup>(1\*)</sup>, A. Bispo Antonio<sup>(1, 2)</sup>, C. Guellier<sup>(1)</sup>, D. Arrouays<sup>(2)</sup>, E. Blanchart<sup>(3)</sup>, T. Chevallier<sup>(3)</sup>, A. Pierart<sup>(1)</sup>, M. Bardy<sup>(4)</sup>, C. Julliot<sup>(5)</sup> et J. Sapijanskas<sup>(5)</sup>

1) ADEME, 20 av. du Grésillé 49004 Angers, France

2) INRA, US 1106 InfoSol, 45075 Orléans, France

3) Eco&Sols, Univ Montpellier, IRD, Montpellier SupAgro, CIRAD, INRA, 2 Place Viala, 34060 Montpellier, France

4) Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Direction Générale de l'Enseignement et de la Recherche, 75007 Paris, France

5) Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire, Commissariat Général au Développement Durable, 92800 Puteaux, France

\*: Auteur correspondant : thomas.eglin@ademe.fr

#### RÉSUMÉ

La sensibilisation du grand public, et en particulier des plus jeunes, à l'importance des sols pour notre environnement et le fonctionnement de nos sociétés, est une des clefs de leur préservation. Le programme de recherche GESSOL « Gestion durable des sols » du ministère en charge de l'écologie a élaboré et diffusé, entre 2010 et 2018, une brochure et un jeu de cartes sur le thème de « La Vie cachée des sols ». Ces outils pédagogiques ont été diffusés en français, en anglais et portugais. Les retours d'expérience montrent qu'ils répondaient à une attente dans le cadre de l'enseignement et de l'animation environnementale. En particulier, le jeu de cartes s'avère un outil de sensibilisation efficace pour éveiller la curiosité des plus jeunes. Ces éléments confirment l'intérêt d'une entrée ludique autour de la « Biodiversité des sols » pour sensibiliser plus généralement aux « Sols ».

#### Mots-clés

Biodiversité des sols, jeune public, sensibilisation, brochure, jeu de cartes, programme GESSOL.

#### Comment citer cet article:

Eglin T., Bispo A., Guellier C., Arrouays D., Blanchart E., Chevallier T., Pierart A., Bardy M., Julliot C. et 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, 187-193

#### Comment télécharger cet article:

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

#### Comment consulter/télécharger

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

**SUMMARY****"THE HIDDEN LIFE OF SOILS" BROCHURE AND CARD GAME:****Feedback on two tools for raising awareness among young people on soil biodiversity**

Raising awareness among the general public, especially young people, about the importance of soils for our environment and our societies is one of the keys to their preservation. Between 2010 and 2018, the GESSOL research program "Sustainable soil management" of the French Ministry of Ecology has produced and distributed a brochure and a card game on the theme of "The hidden life of soils". These educational tools are available in French, English and Portuguese. The feedback shows that they met an expectation in the context of teaching and environmental animation. In particular, the card game is an effective awareness tool to arouse the curiosity of the young people. This confirms the interest of a playful approach around the "Biodiversity of the soils" to sensitize more generally to "Soils".

**Key-words**

Soil biodiversity, young audience, awareness raising, brochure, card game, GESSOL program.

**RESUMEN****FOLLETO Y JUEGO DE CARTAS « LA VIDA ESCONDIDA DE LOS SUELOS »:****Retorno de experiencia sobre dos herramientas de sensibilización del público joven a la biodiversidad de los suelos**

La sensibilización del gran público, y en particular de los más jóvenes, a la importancia de los suelos para nuestro medio ambiente y el funcionamiento de nuestras sociedades, es una de las llaves de sus preservaciones. El programa de investigación GESSOL "Gestión sostenible de los suelos" del ministerio en carga de la ecología elaboró y difuso, entre 2010 y 2018, un folleto y un juego de cartas sobre el tema de "la vida escondida de los suelos". Se difundieron estas herramientas en francés, en inglés y en portugués. Los retornos de experiencias muestran que respondían a una expectativa en el cuadro de la enseñanza y de la animación medioambiental. En particular, el juego de cartas revelase una herramienta de sensibilización eficaz para despertar la curiosidad de los más jóvenes. Estos elementos confirman el interés de una entrada lúdica en torno a la "biodiversidad de los suelos" para sensibilizar más generalmente a los "suelos".

**Palabras clave**

Biodiversidad de los suelos, público joven, sensibilización, folleto, juego de cartas, programa GESSOL.



Depuis la première conférence internationale agro-géologique consacrée uniquement aux problèmes des sols à Budapest en 1909 (Institut Géologique du Royaume de Hongrie, 1909) et l'émergence de l'Union Internationale des Sciences du Sol (UISS) en 1924, la prise de conscience de l'importance de la ressource en sol pour l'agriculture, l'environnement et notre avenir en général, n'a cessé de croître dans des sphères de moins en moins spécialisées (Claveirole et Courtoux, 2015). Mais la sensibilisation du grand public n'est que très récente. Elle faisait pourtant partie des 4 piliers d'axes stratégiques préconisés par l'Europe en 2006 (COM/2006/231, 2006) en 2006. Or les sols portent notre avenir, c'est d'ailleurs le slogan retenu récemment par l'ADEME (ADEME, 2015). La sensibilisation du grand public à l'importance des sols pour notre environnement et le fonctionnement de nos sociétés est l'une des clefs de leur préservation (Byrne *et al.*, 2016; Harrison *et al.*, 2009). Cette sensibilisation doit être conçue dès les plus jeunes âges, à rebours d'une tendance des sociétés modernes qui est d'apprendre tôt aux enfants à ne pas jouer avec la terre, car perçue comme « sale » (Harrison *et al.*, 2009). À ce titre, les organismes du sol, si on parvient à les rendre « visibles », peuvent inspirer étonnement et curiosité pour le public qui en a généralement peu ou pas connaissance (Byrne *et al.*, 2016).

Considérant la biodiversité des sols comme une entrée pouvant susciter l'intérêt du plus grand nombre, le programme de recherche GESSOL « Gestion durable des sols » du ministère en charge de l'écologie a élaboré et diffusé entre 2010 et 2018 deux documents ludiques et pédagogiques sur cette thématique : une brochure (Eglin *et al.*, 2010; *figure 1*) et un jeu de cartes sur « La Vie cachée des sols » (Chevallier *et al.*, 2014; *figure 3*). Cet article propose de détailler ces 2 supports et faire un premier bilan de cette action. Il est à noter que d'autres actions de sensibilisation des professionnels et des citoyens s'appuient sur l'observation de l'activité biologique des sols, telles que l'Observatoire Participatif des Vers de Terre porté par l'Université de Rennes (<https://www.facebook.com/ObservatoireParticipatifdesVersdeTerre>, consulté le 13/11/2019) ou la

**Figure 1** - Première page de la brochure la vie cachée des sols parue en 2010.

**Figure 1** - First page of the brochure "the hidden life of soils" published in 2010.



campagne « Soil your Undies » de l'association des agriculteurs de l'Ontario (<https://www.ifao.com/>, consulté le 13/11/2019), déclinée en France par plusieurs chambres d'agriculture ou groupements de producteurs.

## LA BROCHURE « LA VIE CACHÉE DES SOLS »

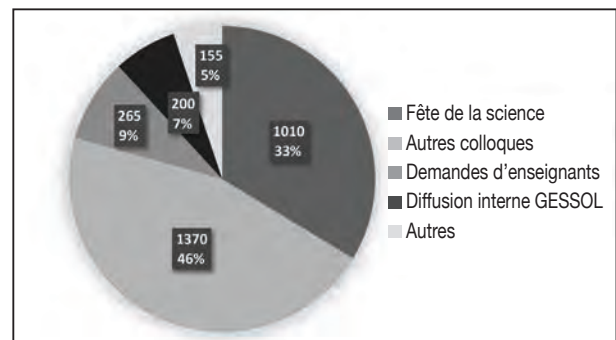
Cette brochure a été réalisée par le Conseil Scientifique du programme pour sensibiliser le grand public à l'importance de la biodiversité des sols. Elle présente en 20 pages la biodiversité du sol et ses rôles dans le fonctionnement des écosystèmes, les moyens pour l'étudier, les services qu'elle rend aux sociétés humaines, les menaces qui peuvent l'affecter et comment les prévenir et enfin des conseils pratiques pour collecter et identifier la macrofaune du sol. Cette plaquette est disponible gratuitement en téléchargement sur le site de l'ADEME : <https://www.ademe.fr/vie-cachee-sols>. Elle a été labellisée en 2010 dans le cadre de l'année internationale de la biodiversité et 3 000 exemplaires ont été diffusés, dont plus d'un millier dans le cadre de la Fête de la Science 2011. Elle a fait l'objet de demandes par des enseignants (*figure 2*) avec l'introduction d'enseignements sur le sol dans les programmes de Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) au collège en classe de 6<sup>e</sup> et au lycée en classe de seconde (Ministère de l'éducation nationale, 2010).

## LE JEU DE CARTES « LA VIE CACHÉE DES SOLS »

Ce jeu de 7 familles a été réalisé en 2013 dans le cadre du programme GESSOL en partenariat avec l'AFES (Asso-

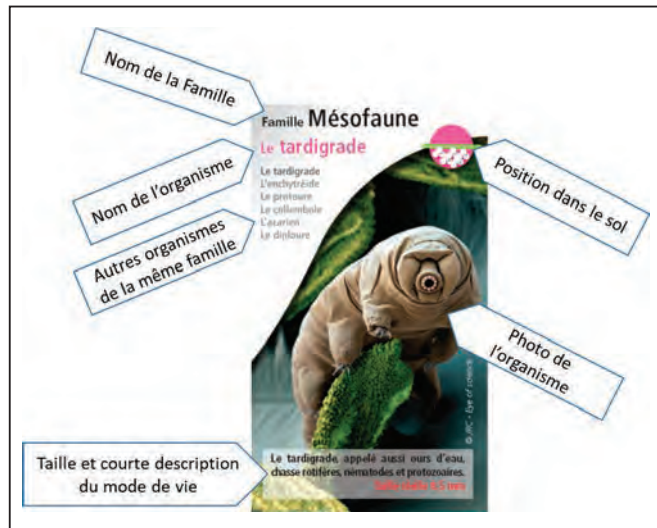
**Figure 2** – Diffusion (nombre et pourcentage) des exemplaires imprimés de la brochure « La vie cachée des sols » en 2010 et 2011.

**Figure 2** - Dissemination (number and percentage) of printed copies of the brochure "The hidden life of soils" in 2010 and 2011.



**Figure 3** – Détail et organisation d’une carte du jeu « La vie cachée des sols » (2013).

**Figure 3** - Detail and organization of a card of the game “The hidden life of soils” (2013).



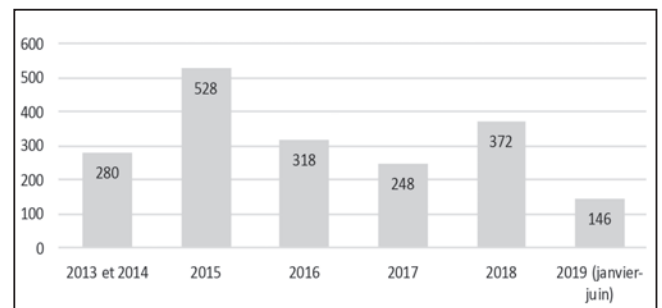
ciation Française d’Étude des Sols – [www.afes.fr](http://www.afes.fr)), l’ADEME et l’IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Il est destiné à sensibiliser les 8-12 ans à la biodiversité des sols. Grâce à 42 photographies commentées et à un livret pédagogique illustré, ce jeu a pour but de faire découvrir la diversité (ex : organismes représentant la macrofaune, la mésofaune, la microfaune et les microorganismes) et le fonctionnement de la vie cachée dans les sols ainsi que les scientifiques et les outils ayant permis leur étude. La *figure 3* détaille l’organisation d’une carte et notamment les informations proposées pour chaque organisme, en plus de la photo (ex : nom, famille, position dans le sol, taille, mode vie). La charte graphique reprend celle de la brochure « La vie cachée des sols » dans le but de poursuivre la collection.

Les photos utilisées sont en très grande partie issues de l’atlas européen de la biodiversité des sols (Jeffery et al., 2010 ; Jones et al., 2019), dont la traduction française avait été réalisée dans le cadre de GESSOL. Les droits à l’image ont été cédés gratuitement, à condition de ne pas en faire une publication commerciale. Cette contrainte implique de diffuser gratuitement le jeu et donc d’identifier des mécènes capables d’imprimer et diffuser les jeux. Alors même que de nombreux contacts étaient prêts à acheter le jeu, voire à le commercialiser, seuls 5 400 jeux en français ont été imprimés et diffusés gratuitement dans le cadre d’évènements (ex : colloques, journées mondiales des sols 2014), dans des réseaux pédagogiques (centres départementaux de documentation pédagogique, réseaux des animateurs de l’environnement) et via un formulaire de demande sur le site internet du programme ([www.gessol.fr](http://www.gessol.fr)). Cette diffusion

nationale a été rendue possible grâce aux soutiens financiers du Ministère en charge de l’Ecologie, de l’ADEME et de l’AFES. Ponctuellement, d’autres organismes, comme l’Institut régional du développement durable en Normandie (IRD2 - <http://www.ird2.org/>), ont également contribué à la diffusion de l’outil en insérant par exemple une version imprimée dans les malettes des participants à l’évènement « Sol contre tous ». Le jeu reste en téléchargement libre pour toute personne désirant l’imprimer et le confectionner. Il a également servi de décor lors de l’exposition « Sols Fertiles Vies Secrètes » au Sénat lorsque ces cartes ont été imprimées en grand format et exposées comme éléments de décor ([https://www.senat.fr/evenement/expo\\_automne/2014.html](https://www.senat.fr/evenement/expo_automne/2014.html)).

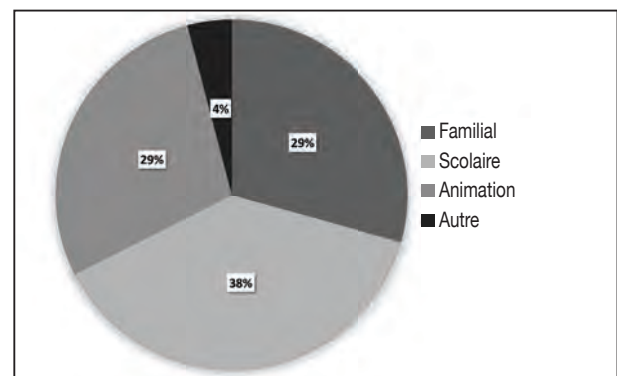
**Figure 4** - Exemplaires du jeu de cartes « La vie cachée des sols » commandés via le site [www.gessol.fr](http://www.gessol.fr) entre fin 2013 et juin 2019 (date de rupture des stocks). Au total 1 892 exemplaires ont été commandés sur cette période.

**Figure 4** – Number of card games “The hidden life of soils” ordered via the website [www.gessol.fr](http://www.gessol.fr) between the end of 2013 and June 2019 (out of stock). 1 892 card games were ordered during this period.



**Figure 5** - Usage envisagé par les personnes ayant commandé le jeu de cartes « La vie cachée des sols » via internet entre fin 2013 et juin 2019.

**Figure 5** - Intended use by people who ordered “The hidden life of soils” card game via internet between the end of 2013 and June 2019.



Le jeu semble être une entrée efficace pour valoriser la biodiversité des sols car il fait encore l'objet de demandes 6 ans après sa parution, et sans campagne de communication associée (figure 4). Le formulaire de demande du jeu via le site internet nous a également permis de nous renseigner sur les modes d'information et sur l'utilisation du jeu. 40 % des personnes ayant fait une commande ont pris connaissance de l'existence du jeu via internet, 20 % via les réseaux associatifs et 20 % via le milieu scolaire. Pour les autres 20 %, nous n'avons pas l'information.

**Retour d'expérience d'une animation autour du jeu de carte « la vie cachée des sols » en classe de CM2 à Madagascar (Classe de Mme Becquer, CM2, École Française B, Antananarivo)**

*Box - Feedback of an animation around the card game « the hidden life of soils » in a CM2 class in Madagascar (Ms. Becquer's class, CM2, French School B, Antananarivo)*

Avant de jouer en classe, il a été demandé aux élèves de dire tout ce qu'ils savaient sur le sol. Généralement, ils disent que le sol est la terre sur laquelle on marche. Il peut y avoir du sable, de la roche, de l'eau à l'intérieur. Il y a des vers de terre, des larves, des microbes, les racines des plantes. A la surface, on trouve des escargots, des limaces, des fourmis, des insectes. Après avoir joué, l'enseignant échange à nouveau avec les enfants et répond à leurs nouvelles questions.

Exemples de questions après avoir joué : « Ils sont où dans le sol ? Pourquoi je n'ai jamais vu ces animaux s'ils sont dans le sol ? », « Est-ce que tous ces animaux sont dans tous les sols ? », « De quoi est fait le tardigrade ? », « Est-ce que les vers de terre ont une tête ? », « Comment cherche-t-on les vers de terre ? », « Les vers de terre sont-ils toujours dans le sol, quand vont-ils à la surface ? », « Est-ce que les vers de terre voient les animaux que nous ne voyons pas ? », « Comment avez-vous choisi les scientifiques ? », « Comment avez-vous choisi les familles ? ».

Les enfants ont également été invités à écrire librement ce qu'ils pensaient du jeu. Les retours des enfants sont très divers (attrait, dégoût, préférence de certaines familles, amusement, nouvelles connaissances). Ils mettent néanmoins en avant l'intérêt du jeu pour étonner sur la diversité des animaux et éveiller la curiosité sur des sujets a priori moins amusants, comme les scientifiques, les outils ou les types de sols. Suite à l'animation, un élève a offert à la maîtresse un ver de terre récupéré dans la pelouse de la cour. L'observation in situ peut donc être une suite logique du jeu comme l'évoque la maîtresse ci-contre.

Les usages sont équilibrés entre le cercle familial (29 %), l'école (38 %) et les animations sur l'environnement (29 %) (figure 5).

Enfin, le jeu de cartes a pu être traduit en anglais « The hidden life of soils – Happy Families » (<https://www.globalsoilbiodiversity.org/educational-resources?rq=hidden%20life>) et en portugais « A Vida Escondida nos Solos » (<http://noticias.uc.pt/universo-uc/jogo-de-cartas-sensibiliza-os-mais-jovens-para-importancia-do-solo-e-a-sua-biodiversidade/>). La traduction et l'impression des jeux en anglais (1 000 exemplaires) ont été

**Quelques citations :**

**Mitiah :** « J'ai trouvé ce jeu extraordinaire car j'ai appris beaucoup de choses, j'ai aimé le lapin de garenne et le blaireau car ils étaient trop mignons. Avec Mickaël, on se battait pour avoir le lapin. La famille que j'ai préférée est la mégafaune ».

**Manitra :** « Le jeu est bien et rigolo comme les poils absorbants, les nodules, les scientifiques, les vers de terre, la litière, le lichen et le castor ».

**Lily :** « Ce jeu est bien mais les noms des animaux, des insectes et des végétaux sont bizarres. La forme de certains microbes et champignons étaient amusantes et d'autres étaient glauques. »

**Timothy :** « C'était mieux que le jeu des 7 familles avec les animaux parce que ça nous fait aussi apprendre la science et c'est plus amusant. On pourrait aussi en faire pour apprendre les maths, l'histoire etc... »

**Laecia :** « Bonjour, ce jeu est très bien, car ça nous apprend des mots. Les images sont bien faites et on voit bien les petits détails. J'ai surtout aimé la famille des sols et des mégafaunes ».

**Ghislain :** « J'ai adoré ce jeu. C'est sûr que j'aimerais beaucoup y rejouer. J'ai d'ailleurs appris plein de choses, comme le cloporte qui vit dans l'obscurité. J'ai aussi appris l'existence de certaines bêtes et d'ustensiles de sciences. »

**Zayne :** « Le jeu est très amusant, j'ai appris pas mal de choses. J'espère que je pourrai rejouer car malheureusement j'ai perdu. »

**Le retour de l'enseignante :**

**Mme Becquer :** « Je pense que le jeu apporte beaucoup à la mémorisation : aspect ludique, moins contraignant qu'une leçon classique. L'idée du thème est originale. En prolongement, j'aimerais pouvoir leur faire observer « en vrai » quelques spécimens trouvés dans le jardin de l'école pour qu'ils se rendent compte que ce qui est sur les cartes se trouve dans leur environnement. »

réalisées grâce à un financement de la Fondation Agropolis pour une distribution lors de la conférence « Global Soil Biodiversity » (Dijon, décembre 2014 - <https://www.globalsoilbiodiversity.org/>). Il a ensuite été placé en téléchargement sur le site du Joint Research Center (JRC - [https://ec.europa.eu/info/departments/joint-research-centre\\_fr](https://ec.europa.eu/info/departments/joint-research-centre_fr)) et de l'Initiative Mondiale pour la Biodiversité des Sols. On le retrouve également en téléchargement sur site Soil-Net.com développé par l'université de Cranfield qui propose des ressources pédagogiques pour les enseignants et les parents du Royaume-Uni (Hallet et Caird, 2017). Pour le Portugal, la traduction a été réalisée par l'Université de Coimbra et la diffusion *via* l'éditeur Porto Editora qui a distribué le jeu dans toutes les écoles primaires du pays ainsi qu'aux professeurs de sciences naturelles.

Des animations autour du jeu des 7 familles ont été réalisées lors d'événements (Fête de la science, Exposition sur les sols et/ou la biodiversité) ou en classe par les enseignants ou des scientifiques de passage. Ces animations ont eu lieu aussi bien en France (voir Encadré, page 192) que dans des pays du Sud francophone (figure 6, page 192). Les retours d'expérience semblent indiquer que le jeu de cartes peut être un outil de sensibilisation efficace pour éveiller la curiosité des plus jeunes et être un préalable à des observations *in situ* (voir Encadré). Une centaine de jeux ont été donnés aux partenaires scientifiques de l'IRD (en particulier, Sénégal, Côte d'Ivoire, Madagascar, Bénin, Tunisie) qui eux-mêmes interviennent à des formations ou des événements grand public dans leur pays (voir par exemple l'exposition réalisée en décembre 2015 à Madagascar, Blanchart *et al.*, 2019). Il est par exemple disponible au musée de la biodiversité d'Abidjan (figure 7).

## CONCLUSION

Le programme GESSOL a souhaité contribuer à la sensibilisation du grand public à la préservation des sols en s'appuyant sur l'expertise des membres de son conseil scientifique. Cela s'est concrétisé par l'élaboration d'une brochure pédagogique et d'un jeu de sept familles sur la biodiversité des sols à destination du jeune public. Le bilan positif de la diffusion de ces documents, même après la fin de l'animation du programme, montre qu'ils répondaient à une attente notamment dans le cadre de l'enseignement et de l'animation environnementale. Parmi l'ensemble des actions financées directement par ce programme sur les fonctions des sols, c'est certainement celle qui a connu l'audience la plus large depuis 2010 (colloques scientifiques, Fête de la science, sensibilisation à l'environnement par des associations, utilisation dans l'enseignement et diffusion comme ressource pédagogique, exposition en musée, en Europe et en Afrique, sensibilisation d'un ministre de l'agriculture en France). Cela confirme l'intérêt d'une approche de sensibilisation ludique et thématique autour de la « Biodiversité

**Figure 6** - Animation au Sénégal autour du jeu de cartes « La vie cachée des sols » (photo : T. Chevallier - IRD).

**Figure 6** - Animation in Senegal around the card game "The hidden life of soils" (photo : T. Chevallier - IRD).



**Figure 7** - Exposition pour le musée de la biodiversité à Abidjan en Côte d'Ivoire (photo : T. Chevallier - IRD).

**Figure 7** - Exhibition for the biodiversity museum in Abidjan, Ivory Coast (photo : T. Chevallier - IRD).



des sols », qu'il est nécessaire de poursuivre. Bien que le jeu de cartes puisse être déjà largement diffusé à l'international (étant traduit en anglais et portugais), les fichiers sources restent à disposition, sur demande à l'ADEME et au ministère en charge de l'écologie, pour d'autres traductions et adaptations (sous réserve d'une utilisation non commerciale). De nouveaux exemplaires (jeu et brochure) français ont également été ré-imprimés par l'ADEME en 2019 pour répondre aux demandes encore effectuées sur le site du programme GESSOL ([www.gessol.fr](http://www.gessol.fr)), une diffusion dans le cadre (2) de l'édition 2019 de la Fête de la Science (Pays de la Loire), et (3) du salon international de l'agriculture en 2020.

Bien entendu, les champs des possibles sont bien plus vastes que la diffusion de ces supports et de nombreuses autres initiatives existent en France (voir les autres articles de

ce numéro spécial) et à l'international (Harrison *et al.*, 2009). Des complémentarités pourraient être imaginées avec, par exemple, l'intégration de ces supports dans des ateliers participatifs d'observation du sol et de son activité biologique, voire de sciences participatives menant à manipuler et à se « ré-approprier » le sol. Ils pourraient aussi compléter des ressources pédagogiques pour les enseignants, comme c'est déjà le cas pour le site *Soil-Net* ou dans le cadre de malettes pédagogiques comme celle développée par Terres de Sciences en 2011 avec l'Académie de Nantes et l'ADEME pour les enseignants du secondaire (<http://www.terre-des-sciences.fr/centre-de-ressources/vegetal-biodiversite/mallettes-pedagogiques/l-le-sol-un-tresor-silencieux-r/>).

## REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements sincères à Christine King et au relecteur anonyme pour leurs relectures attentives et leurs conseils très constructifs.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEME (2015). Les sols portent notre avenir. ADEME Éditions. 16 p. Disponible sur [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/sols\\_avenir\\_8387\\_pour\\_lecture\\_ecran.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/sols_avenir_8387_pour_lecture_ecran.pdf) (dernier accès le 29/07/2019)
- 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, p. 115-123.
- Byrne L. B., Thiet R.K., Chaudhary V. B. (2016). Pedagogy for the Pedosphere. *Frontiers in Ecology & Environment* 14 : 238-240. Disponible sur: [http://faculty.rwu.edu/lbyrne/papers/Byrne\\_et\\_al\\_2016\\_Pedagogy\\_for\\_the\\_pedosphere.pdf](http://faculty.rwu.edu/lbyrne/papers/Byrne_et_al_2016_Pedagogy_for_the_pedosphere.pdf) (consulté le 13/11/2019)
- Claveirole et Courtoux (2015). La bonne gestion des sols agricoles: un enjeu de société. Les avis du Conseil Economique, Social et Environnemental. [https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2015/2015\\_14\\_gestion\\_sols\\_agricoles.pdf](https://www.lecese.fr/sites/default/files/pdf/Avis/2015/2015_14_gestion_sols_agricoles.pdf)
- Chevallier T., Guellier C., Blanchart E., Sapjanskas J., Bispo A., Chirpaz D., Chenu C., Arrouays D. (2014). A happy families game on soil biodiversity. The first global soil biodiversity conference, December 2-5, 2014 Dijon.
- COM/2006/231 (2006). Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité Économique et Social Européen et au comité des Régions – Stratégie thématique pour la protection des sols. 13p. Disponible sur <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52006DC0231&from=FR> (dernier accès le 29/07/2019)
- Eglin T., Blanchart E., Berthelin J., de Cara S., Grolleau G., Lavelle P., Richaume-Jolion A., Bardy M., Bispo A. (2010). La vie cachée des sols, MEDDTL, 20pp. Disponible sur <https://www.ademe.fr/vie-cachee-sols> (dernier accès le 29/07/2019)
- Hallett, S.H., Caird, S.P. (2017). Soil-Net: Development and Impact of Innovative, Open, Online Soil Science Educational Resources. *Soil Science*. Vol 182, Issue 5, 188-201. doi:10.1097/SS.0000000000000208. Online <http://doi.org/10.1097/SS.0000000000000208>
- Harrison R.B., Strahm B.D., Yi X. (2009). Chapter 1.5.9.03. Soil Education and Public Awareness. In. W. Verheye (ed.) *Encyclopedia of Life Support Systems: Soils and the Society (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [<http://www.eolss.net>]. (dernier accès le 13/11/2019)
- Institut Géologique du Royaume de Hongrie (1909). Comptes rendus de la première conférence internationale agrogéologique. Disponible sur: <https://www.iuss.org/publications/congress-reports-since-1909/> (dernier accès le 13/11/2019)
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J., van der Putten W.H. (2010). Atlas Européen de la Biodiversité du sol, Commission européenne, Bureau des publications de l'Union Européenne, Luxembourg. Disponible sur <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/atlas-europ%C3%A9en-de-la-biodiversit%C3%A9-des-sols> (dernier accès le 29/07/2019)
- Jones A., Panagos P., Montanarella L. (2019). Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication. *Etude et Gestion des Sols*, 26, p. 99-106.
- Ministère de l'éducation nationale (2010). Bulletin officiel spécial n° 4 du 29 avril 2010: Programme de sciences de la vie et de la terre en classe de seconde générale et technologique. 13p. Disponible sur [http://media.education.gouv.fr/file/special\\_4/73/1/sciences\\_vie\\_Terre\\_143731.pdf](http://media.education.gouv.fr/file/special_4/73/1/sciences_vie_Terre_143731.pdf) (dernier accès le 29/07/2019)



# Jardibiodiv, un outil de sciences participatives sur la biodiversité des sols urbains

A. Auclerc<sup>(1\*, \*\*)</sup>, A. Blanchart<sup>(2\*)</sup> et Q. Vincent<sup>(2,3)</sup>

- 1) Laboratoire Sols et Environnement (UMR 1120), Université de Lorraine, Inra, 2 avenue de la forêt de Haye, BP 20163, 54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex - France
- 2) Entreprise Sol &co, Nancy - France
- 3) Laboratoire d'écologie végétale et microbienne, InBios, Université de Liège, Liège - Belgique

\*Ces deux auteures ont contribué à niveau égal à l'écriture de cette publication.

\*\* : Auteur correspondant : [apolline.auclerc@univ-lorraine.fr](mailto:apolline.auclerc@univ-lorraine.fr)

## RÉSUMÉ

Dans un contexte d'érosion de la biodiversité (IPBES, 2019), un certain nombre de questionnements se posent sur la biodiversité des sols urbains. Alors que l'écosystème urbain intègre l'Homme et toutes les perturbations qu'il peut induire, il est important de réaliser un travail d'inventaire et de dénombrement des organismes vivant à la surface des sols urbains. De même apparaît la nécessité de transférer les connaissances scientifiques vers les citoyens pour les sensibiliser et les responsabiliser en leur permettant de mieux observer et connaître l'écosystème qui les entoure. Développer un outil numérique et autonome de sciences participatives autour de la biodiversité des sols urbains semble alors être une solution idéale pour mettre en lien les chercheurs et les acteurs du monde urbain en intégrant l'acquisition de données et la sensibilisation. Jardibiodiv est ainsi né en 2017, avec pour objectif d'inventorier et dénombrer de manière ludique et grâce à la participation du plus grand nombre, les invertébrés vivant en surface du sol. Cet outil est ainsi composé de : deux protocoles simples, une aide à l'identification des organismes, des fiches de description des organismes du sol, ainsi que des formulaires à remplir en ligne <http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>. Il est ainsi proposé à l'utilisateur d'observer les organismes pouvant se cacher sous différents habitats (pierre, tas de bois) ou de placer un gobelet dans le sol pour les capturer. Toutes ces observations sont ensuite envoyées aux chercheurs pour qu'ils puissent évaluer l'impact des pressions sur la biodiversité des sols en milieu urbain et trouver des solutions pour conserver cette biodiversité. Cet outil

Comment citer cet article :

Auclerc A., Blanchart A., et Vincent Q., 2019 - Jardibiodiv, un outil de sciences participatives sur la biodiversité des sols urbains, *Etude et Gestion des Sols*, 26, 195-209

Comment télécharger cet article :

<https://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/volume-26/>

Comment consulter/télécharger

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

évolue constamment en lien avec le développement de nouvelles collaborations et en fonction des besoins et des demandes de chacun dans une véritable approche de co-construction.

### Mots clés

Faune du sol, sol urbain, sciences participatives.

### SUMMARY

#### JARDIBIODIV, A CITIZEN SCIENCE TOOL ON URBAN SOIL BIODIVERSITY

*In a context of biodiversity erosion (IPBES, 2019), a number of questions are currently being asked about soil biodiversity in urban areas. While the urban ecosystem integrates humans and all the disturbances they can induce, it is important to carry out a work of soil organisms' quantification and knowledge transfer to citizens in order to increase their awareness and make them more responsible by allowing them to better observe and understand the ecosystem around them. Developing a digital and autonomous citizen science tool on urban soil biodiversity seemed to be an ideal solution to connect researchers and urban soil users (e.g. citizens, gardeners, market gardeners, architects-urbanists, policy makers) by integrating data acquisition and awareness rising. Jardibiodiv was born in 2017, with the objective of quantifying the soil surface-dwellers invertebrates following a fun activity and with the participation of as many people as possible. Several elements are available in this tool: 2 simple protocols, a taxonomic identification assistance tool, several organism description forms, and forms to fill online to directly send observation to the scientist <http://ephytia.inra.fr/en/P/165/JardiBiodiv>. Each user has the choice to observe the organisms hidden under small habitats (stones, wood residues), or to install a cup buried into the soil to catch the organisms. Thanks to the users' observation, scientists can quantify the impact of pressures on soil biodiversity in urban areas and find solutions to conserve soil biodiversity. This tool is constantly evolving through new collaborations' development and depending of the users' needs following a process of co-construction.*

### Key-words

Soil fauna, urban soil, citizen science tool.

### RESUMEN

#### JARDIBIODIV, UNA HERRAMIENTA DE CIENCIA PARTICIPATIVA SOBRE LA BIODIVERSIDAD DE LOS SUELOS URBANOS

*En un contexto de erosión de la biodiversidad (IPBES, 2019), se plantea una serie de cuestionamientos sobre la biodiversidad de los suelos urbanos. Mientras que el ecosistema urbano integra el Hombre y todas las perturbaciones que puede inducir, es importante realizar un trabajo de inventario y de relevamiento de los organismos vivos a la superficie de los suelos urbanos. Igualmente aparece necesario transferir los conocimientos científicos a los ciudadanos para sensibilizarlos y responsabilizarlos permitiéndoles observar mejor y conocer el ecosistema que les rodea. Desarrollar una herramienta numérica y autónoma de ciencias participativas en torno a la biodiversidad de los suelos urbanos parece como una solución ideal para poner en relación los investigadores y los actores del mundo urbano integrando la adquisición de datos y la sensibilización. Jardibiodiv nació en 2017, con objetivos inventariar y contar de manera lúdica y gracias a la participación de muchos, los invertebrados vivos en superficie del suelo. Esta herramienta se compone de: dos protocolos simples, una ayuda a la identificación de los organismos, fichas de descripción de los organismos del suelo, así como formularios para rellenar en línea <http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>. Se propone así al usuario observar organismos que pueden esconderse bajo diferentes hábitats (piedra, pila de leña) o poner un vasito en el suelo para capturar los organismos. Luego se mandan todas estas observaciones a investigadores para que puedan evaluar el impacto de las presiones sobre la biodiversidad de los suelos en medio urbano y buscar soluciones para conservar esta biodiversidad. Esta herramienta evoluciona contantemente en relación con el desarrollo de nuevas colaboraciones y en función de las necesidades y de las demandas de cada uno en un verdadero planteamiento de co-construcción.*

### Palabras clave

Fauna del suelo – suelos urbanos – ciencias participativas.



Les projets de recherche soulignent que les sols, y compris ceux des milieux urbains, sont aptes à fournir un éventail de services aux sociétés humaines, dépendants de leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques (Morel *et al.*, 2014 ; Levin *et al.*, 2017). À titre d'exemple, les sols urbains sont capables d'infiltrer l'eau, de produire de la biomasse à vocation alimentaire ou non alimentaire, mais surtout, d'être le support de bâtiments et d'infrastructures (Adhikari et Hartemink, 2015). De plus, selon le récent rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), il s'avère que les sols, y compris ceux des milieux urbains, constituent une ressource essentielle pour faire face au changement climatique (GIEC, 2019). Les travaux en sciences du sol tendent également à montrer que les milieux urbains sont constitués non pas d'un sol mais de plusieurs sols, dont les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques peuvent fortement différer (Joimel *et al.*, 2017 ; Blanchart, 2018). Certains sols en milieu urbain sont, par exemple, qualifiés de Technosols car présentant dans leurs premiers horizons des traces d'activités humaines (WRB, 2014). D'autres, comme par exemple de nombreux sols de jardins privés ou de parcs urbains, admettent des propriétés agronomiques proches de celles des sols agricoles ou forestiers voisins (Joimel *et al.*, 2016 ; Blanchart, 2018).

Au travers des nombreux usages donnés aux sols par les sociétés humaines au sein des villes, il pourrait être supposé que ces écosystèmes abritent une faible diversité d'organismes - rejoignant le concept d'érosion de la biodiversité comme démontré par l'IPBES (2019) - et/ou une biodiversité particulière, *via* son adaptation à des perturbations anthropiques récurrentes (e.g. chantiers, pollutions, érosion et imperméabilisation des sols, discontinuité de la trame brune par fragmentation des habitats). Il n'existe en fait que très peu de données scientifiques à ce jour pour répondre précisément à ces interrogations (Guilland *et al.*, 2018). De plus, il s'avère que la biodiversité du sol semble peu prise en compte par les professionnels de l'aménagement du territoire (Blanchart, 2018). En effet, si depuis quelques années le développement de projets urbains intègre un diagnostic faune - flore (trame verte et bleue), il s'avère que ces diagnostics considèrent peu le compartiment « sol » (IAU IdF, 2014 ; FRB, 2018 ; Barot *et al.*, 2019). Ceci pourrait s'expliquer en grande partie par une faible connaissance des organismes qu'ils abritent et du rôle de ces organismes dans le fonctionnement des sols et des sociétés humaines. Ce constat s'avère également vrai pour le « grand public » en général. En effet, même si certains citoyens s'intéressent à la biodiversité des sols, y sont sensibilisés et la considèrent dans leurs pratiques de jardinage par exemple (e.g. dans les pratiques de permaculture en plein essor), il semblerait que la majorité des urbains n'ait une connaissance que très partielle des sols et de leur biodiversité. Et pourtant, il est prouvé que les organismes des sols jouent des rôles fon-

damentaux dans le fonctionnement de ceux-ci et donc pour la viabilité des sociétés humaines. Ils permettent la décomposition de la matière organique (e.g. recyclage, fertilité des sols), la structuration du sol et la régulation des populations (e.g. prédation, activation des micro-organismes), offrant ainsi un nombre important de services à l'Homme (Wall *et al.*, 2015 ; Orgiazzi *et al.*, 2016). Ainsi, certains scientifiques sont convaincus qu'il est nécessaire de co-construire des projets et des outils avec les acteurs de terrain, qu'ils soient citoyens, jardiniers, élus, ou urbanistes, afin d'aider à la sensibilisation et de pouvoir répondre à des questionnements d'intérêt. Une démarche de partage doit donc être mise en place pour que tous prennent conscience de l'importance de la biodiversité des sols, et ce même en ville.

C'est dans ce contexte qu'a été créé l'outil de sciences participatives Jardibiodiv, qui se focalise sur un type d'organismes du sol facilement accessibles, car visibles à l'œil nu : les invertébrés d'une taille supérieure à 2 mm (macrofaune) de surface, ainsi que les collemboles. En plus d'être un outil de sensibilisation, les questions scientifiques principales auxquelles cet outil voudrait répondre sont les suivantes : (i) y a-t-il une importante biodiversité des sols en ville ? (ii) subtile une érosion du fait des différentes perturbations anthropiques fortement présentes en ville ? (iii) jusqu'à quel point ? (iv) quelles seraient les mesures nécessaires à mettre en place par chacun d'entre nous (e.g. chercheur, citoyen, urbaniste, élu, jardinier, maraîcher, enseignant, enfant, adulte) pour la préserver ? Il s'agit alors de compiler des données d'occurrences sur les organismes et de récupérer des données sur le lieu d'échantillonnage pour mieux comprendre les pressions qui s'exercent sur la biodiversité ainsi étudiée. À la création de Jardibiodiv, l'écosystème du jardin a été privilégié dans un premier temps, car après quatre années d'enquête auprès du grand public en ville (>10 000 habitants) lors de stands d'animation, nous avons observé un parallèle souvent proposé par les citoyens : la biodiversité des sols et les techniques de jardinage. De plus, l'arrêt de l'autorisation d'utiliser des produits phytosanitaires en jardinage privé (Loi Labbé, 2019) implique aux jardiniers privés de mieux connaître les rôles fournis par la biodiversité des sols, afin d'en tirer profit pour leurs pratiques de jardinage. Le nom Jardibiodiv est ainsi né de ce choix d'écosystème (*i.e.* étude de la biodiversité des jardins). Il a maintenant vocation à s'étendre à d'autres écosystèmes urbains.

## JARDIBIODIV: UN OUTIL DE SCIENCES PARTICIPATIVES pour répondre aux besoins du grand public et acquérir davantage de données pour la recherche scientifique

En 2016, l'Inra a publié une charte relative aux sciences participatives. Elle a été attentivement étudiée pour créer l'outil Jardibiodiv. Dans cette charte, ces sciences sont définies comme « des formes de production de connaissances scientifiques auxquelles des acteurs non-scientifiques-professionnels — qu'il s'agisse d'individus ou de groupes — participent de façon active et délibérée » (charte INRA, 2016).

Plusieurs projets de sciences participatives autour de la biodiversité existent sur le territoire français (<https://www.open-sciences-participatives.org/>). Par exemple, Vigie Nature (MNHN) propose l'outil Spipoll pour le suivi photographique des insectes pollinisateurs ou encore l'observatoire « Sauvage de ma rue », permettant aux citadins de mieux connaître les plantes sauvages qui poussent dans les rues de leur quartier. Développé dans le cadre du Point-Info Biodiversité du Périgord-Limousin-Angoumois, le projet « Un carré pour la biodiversité » a pour but de garder un espace enherbé pendant toute une saison de végétation, sans intervenir, c'est-à-dire sans tondre et sans apporter d'engrais ni de pesticides. Le but est de favoriser la biodiversité et de récolter des données naturalistes à des fins scientifiques, notamment sur les papillons et les orchidées. À l'instar de Jardibiodiv, l'Observatoire participatif des vers de terre (OPVT) étudie la faune du sol mais se focalise uniquement sur les lombriciens. De même, par la pose de planches au sol, l'Observatoire agricole de la biodiversité (OAB) permet aux agriculteurs de compter certains représentants des organismes du sol (carabes et gastéropodes).

Il est à noter que certains projets, identifiés comme des sciences participatives, ne le sont pas selon la charte INRA, car la production de connaissances scientifiques n'est pas choisie comme le cœur du projet. Selon la charte, il y a plusieurs niveaux de participation des citoyens dans ces projets de sciences participatives: du citoyen comme capteur de données au citoyen-chercheur (tableau 1).

Lors de sa création, Jardibiodiv s'est placé au niveau 1 de la co-construction. Ensuite, lors des rencontres de différents acteurs un an après son lancement (e.g. enseignants dans le secondaire au sein de lycées généraux et agricoles, maraîchers Bio, animateurs du réseau des Petits Débrouillards), le niveau 3 a été atteint. Enfin, la mise en place d'une collaboration avec le réseau « Tous Chercheurs » a permis d'atteindre récemment le niveau 4 pour lequel la recherche est totalement collaborative dans ses différentes phases (voir paragraphe IV. Premiers résultats).

## JARDIBIODIV: L'OBSERVATOIRE PARTICIPATIF de la biodiversité des sols dans les jardins urbains

### La création de Jardibiodiv

#### Naissance de Jardibiodiv

L'outil Jardibiodiv a vu le jour au printemps 2017, en version papier dans un premier temps. L'approche à suivre pour rendre notre outil attractif a pu être développée grâce à une enquête réalisée pendant quatre ans auprès du grand public lors de stands d'animation tenus lors de manifestations bénévoles auprès des collectivités et associations locales.

Alors que beaucoup d'adultes perçoivent les invertébrés du sol (e.g. vers de terre, insectes, araignées) comme répugnants, gluants, sales, etc., les enfants sont souvent curieux, prêts à en savoir plus, ou encore paraissent fascinés. Il s'agissait donc de créer un outil ludique afin de permettre une utilisation en famille par exemple, tout en le rendant autonome pour l'utilisateur (de la récolte des organismes à l'envoi de données) afin d'éviter que le chercheur ne reçoive les échantillons à traiter en laboratoire. Les adultes les plus curieux ont exprimé l'envie et le besoin de connaître le rôle de tous ces organismes. De même, certains enseignants exprimaient un besoin d'aide pour développer des ateliers scientifiques en classe avec leurs élèves. A cette étape d'enquête préliminaire,

**Tableau 1** - Niveaux de participation des citoyens lors de projets de sciences participatives (issu de la charte INRA, 2016).

**Table 1** - Existing levels in citizen science projects (from INRA charter, 2016).

Niveau de participation	Terme associé	Rôle des citoyens
Niveau 1	<i>Crowdsourcing</i>	les citoyens contribuent comme capteurs de données ( <i>sensors</i> )
Niveau 2	Intelligence distribuée	les citoyens contribuent à l'interprétation de données
Niveau 3	Science participative	les citoyens contribuent à la définition du problème et à la collecte de données
Niveau 4	Collaboration complète	la recherche est collaborative dans les différentes phases (définition des problèmes, collecte de données, analyse)

plusieurs éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'outil étaient alors définis: (i) l'écosystème qui paraissait le plus attractif à étudier par un plus grand nombre de personnes (*i.e.* jardin), (ii) le choix des informations à transmettre aux citoyens pour qu'ils soient sensibilisés à la diversité et aux rôles des organismes visibles du sol, (iii) quels organismes pourront être facilement observables sans matériel particulier (macrofaune et parfois collemboles)? (iv) comment le protocole habituellement utilisé en recherche (piège Barber) pouvait devenir accessible à tous (démarche de « do it yourself »)?

### La phase de test pour valider l'outil

La première version écrite contenait (i) le protocole d'échantillonnage (*qualifié de scientifique par la suite*) (ii) l'aide ludique à l'identification et (iii) les formulaires à remplir (abondance de chaque groupe d'organismes, description du jardin). Une phase de test de terrain a ensuite été réalisée avec 30 personnes contactées *via* un réseau associatif local et des collègues. Il s'agissait dans cette phase de test d'évaluer la compréhension du protocole et des formulaires pour les faire évoluer et les valider, et également de quantifier le taux d'erreur réalisé par l'utilisateur lors de la phase d'identification et le comptage. Les organismes étaient ainsi récoltés par un citoyen (en famille ou non) dans un jardin donné, identifiés et comptés par l'utilisateur dans un premier temps. Après récupération des contenus des

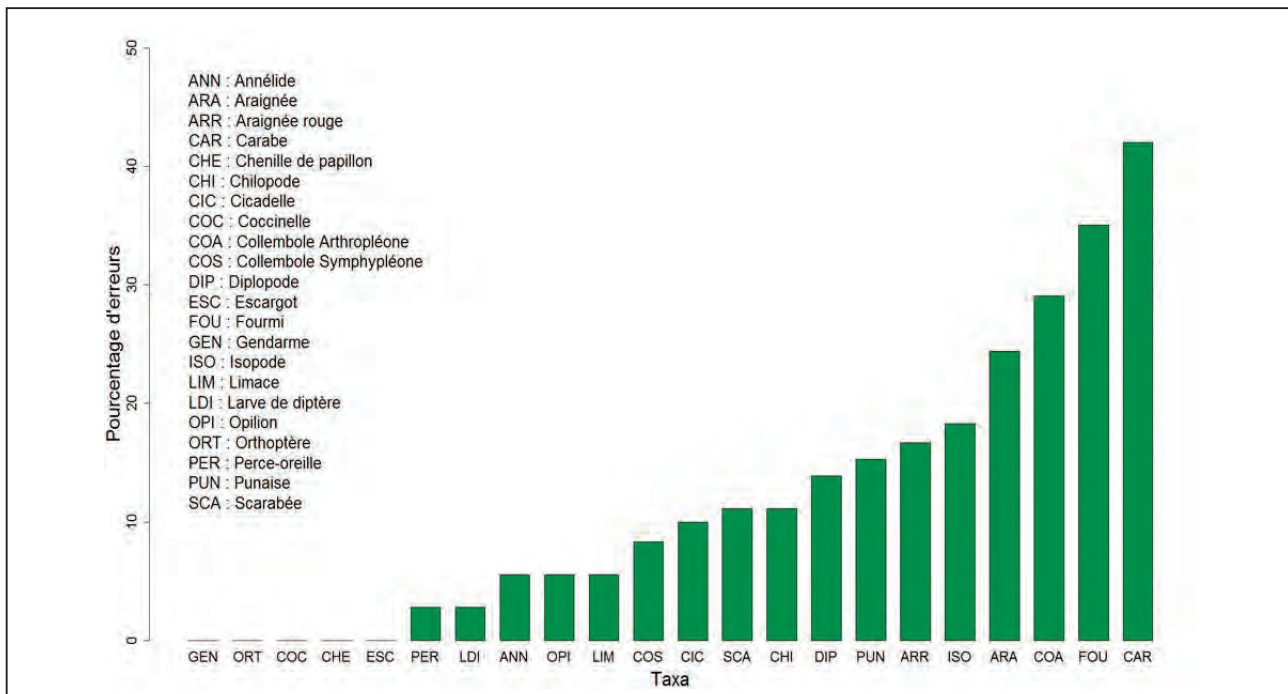
verres introduits dans le sol, les mêmes étapes ont été réalisées de notre côté en laboratoire. Il a ainsi été possible de calculer un taux d'erreur sur chaque groupe (*figure 1*). Il a été constaté que, par exemple, lorsque beaucoup de fourmis sont présentes dans le verre posé dans un jardin, l'utilisateur les compte rarement une à une, il y a donc potentiellement une sous-estimation de l'abondance finale des fourmis. De même si les organismes sont trop petits (certains carabes par exemple), il peut y avoir une erreur d'identification et de comptage.

### Du papier au format numérique

À l'été 2017, l'outil a pu être développé en format numérique grâce à une collaboration avec une équipe INRA à Bordeaux ayant mis en place le site Ephytia <http://ephytia.inra.fr/>. Cette collaboration a été facilement mise en place entre nos deux laboratoires placés sous tutelle INRA (UMR 1065 Santé et Agroécologie du Vignoble, Bordeaux et UMR 1120 Laboratoire Sols et Environnement, Nancy). Comme différents outils existaient déjà sur leur interface web, ceci a permis d'intégrer rapidement Jardibiodiv et permettre la récupération directe d'une cartographie des données et la création instantanée d'une base de données sur les occurrences des organismes dès qu'un utilisateur remplit un formulaire en ligne. Cette base de données est alors directement utilisable par les chercheurs après export grâce à un accès particulier sur le site.

**Figure 1** - Taux d'erreur moyen recensé dans le comptage des différents groupes d'organismes (mesuré pour 30 utilisateurs et 30 pièges pendant la phase de test de Jardibiodiv).

**Figure 1**- Mean error rate in quantification for each group of organisms (measured for 30 users and 30 traps during the test period).



## Présentation des protocoles de Jardibiodiv et de leur mode de réalisation concrète

La description des protocoles proposés par Jardibiodiv

L'objectif des protocoles proposés via Jardibiodiv est d'étudier l'abondance et la diversité des organismes visibles vivant en surface des sols de jardins. Les usagers sont cependant libres d'utiliser ces protocoles pour d'autres écosystèmes. Deux protocoles peuvent être suivis sur le lien internet (<http://ephytia.inra.fr/fr/P/165/jardibiodiv>): un protocole nommé « jardinier amateur » et un protocole pour « jardinier scientifique ».

Le protocole « jardinier amateur » a été développé avec le souci de demander peu de temps et d'effort à l'utilisateur pour observer la biodiversité (<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25121/jardibiodiv-Procedure-d-observation-du-Jardinier-Amateur>). Il s'agit de soulever des pierres et bois morts, d'utiliser un aspirateur à insectes (que l'on peut fabriquer soi-même) ou d'attraper délicatement, d'identifier et prendre en photo l(es) organisme(s). C'est un protocole simple qui permet d'avoir des données de présence/absence de certains organismes. Il est possible, par récupération de son adresse mail, de contacter l'utilisateur pour l'accompagner dans l'utilisation du protocole présenté ensuite qui permet une meilleure représentativité du milieu étudié.

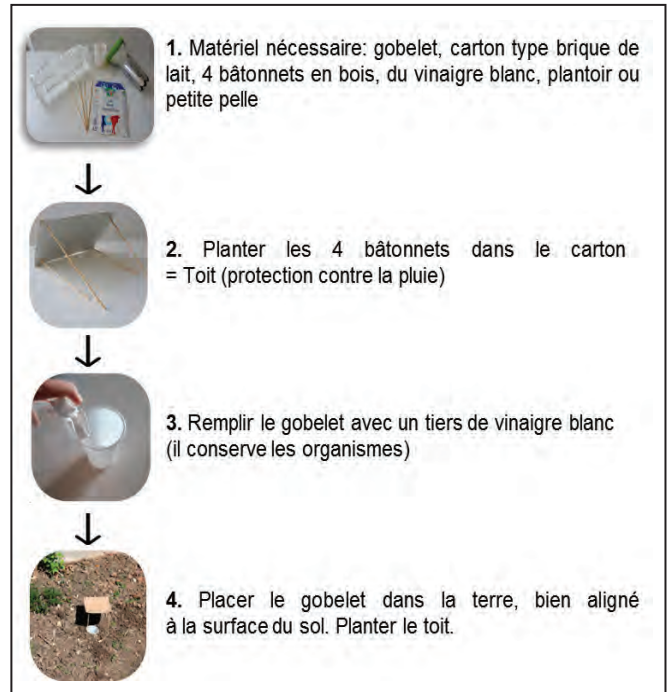
Le protocole appelé « jardinier scientifique » correspond au protocole testé dans la phase test présentée précédemment; il s'inspire d'un protocole utilisé en recherche (le piège Barber – *figure 2*). Il s'agit d'étudier les invertébrés vivant en surface du sol pendant sept jours (<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25128/jardibiodiv-Procedure-d-observation-du-Jardinier-Scientifique>). Le protocole est constitué de différentes étapes :

- (i) caractérisation du jardin/milieu (taille, paysages environnants, usages, niches potentielles d'organismes au sein du jardin, etc.) - à chaque case à remplir par l'utilisateur, une question scientifique se rattache : par exemple, par rapport à la présence de murs autour du jardin (réponses possibles pour l'utilisateur « oui-non »), se pose la question : est-ce qu'un mur est une barrière pour la dispersion des organismes ?
- (ii) le choix libre du nombre de pièges à installer et des lieux d'échantillonnage;
- (iii) la fabrication, l'installation des pièges (à réaliser avec du matériel facilement présent à la maison – et réalisable par des enfants), puis la récolte des organismes du sol au bout de sept jours (<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25129/jardibiodiv-Protocole-d-echantillonnage>);
- (iv) l'identification des organismes grâce à deux outils d'aide à l'identification (<http://ephytia.inra.fr/fr/D/9851>);
- (v) l'envoi des données aux chercheurs par remplissage de formulaires en ligne (*figure 3*) (*annexe I*).

L'envoi des données peut se faire après inscription sur le site Ephytia en précisant le code d'activation: 456789; cette inscription est nécessaire pour faciliter la mise en place de la base de données en aval du remplissage des formulaires.

**Figure 2** - Les différentes étapes de la construction du piège Barber utilisé dans le protocole « jardinier scientifique » de Jardibiodiv.

**Figure 2** - The different steps for construction of trap used in the protocol “scientific gardener” from Jardibiodiv.

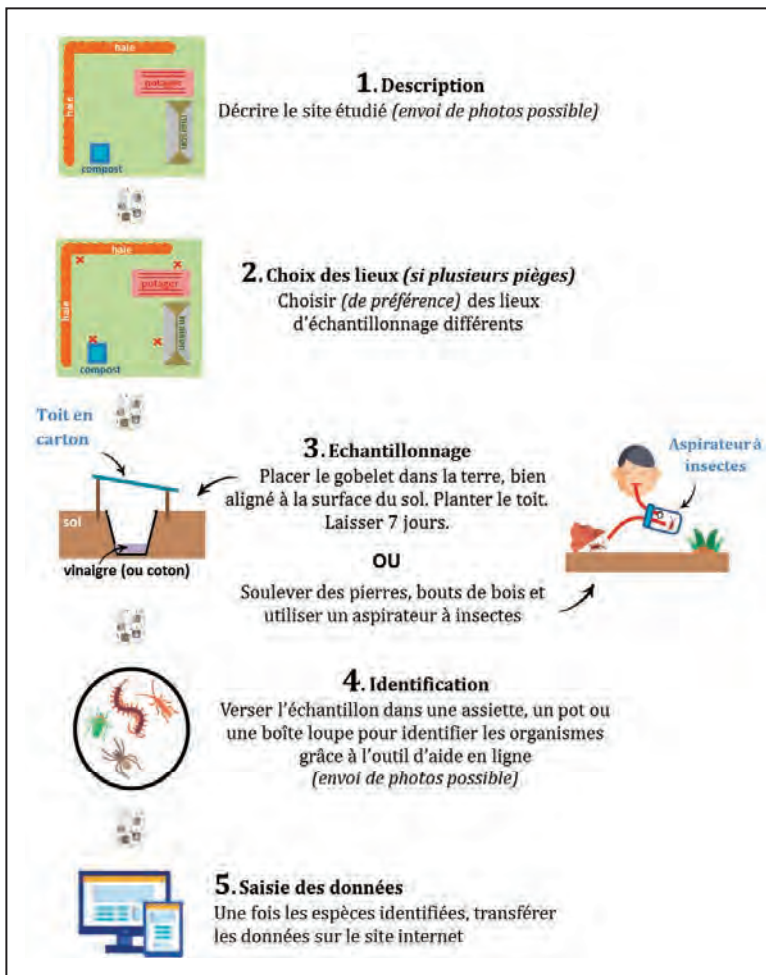


L'ensemble du protocole a été repris en vidéos: réalisées en version ludique avec l'équipe chargée de communication de l'INRA Grand Est (<https://www.youtube.com/watch?v=CBwhVJJAyEI>), et par l'équipe de France 3 Lorraine (<https://www.youtube.com/watch?v=opzTQP3M45k>).

### Le retour aux utilisateurs

Le but de cet outil étant de sensibiliser les utilisateurs, plusieurs éléments d'informations leur sont proposés sur le site internet de Jardibiodiv, sur chaque groupe d'organismes potentiellement présents dans leur jardin (<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25124/jardibiodiv-Description-des-organismes-de-Jardibiodiv>); des fiches sont disponibles pour en apprendre plus sur la classification, la morphologie, le cycle de vie, le régime alimentaire, les rôles, les habitats des invertébrés du sol et quelques anecdotes ludiques sont également présentées. De même, une section propose des conseils de gestion des jardins en faveur de la biodiversité des sols (<http://ephytia.inra.fr/fr/C/25197/jardibiodiv-Conseils-de-gestion-des-jardins>). Enfin, les utilisateurs peuvent nous contacter pour poser des questions et nous pouvons également formuler des recommandations adaptées à la gestion de ses sols, en plaçant

**Figure 3** - Les différentes étapes de mise en œuvre de Jardibiodiv.  
**Figure 3** - The different steps to follow in Jardibiodiv.



ses données par rapport à l'ensemble de la base de données, qui est en constante évolution. C'est le pendant du « donnant-donnant » de la recherche participative.

## LES DIFFÉRENTES UTILISATIONS DE JARDIBIODIV AUJOURD'HUI

### La communication autour de l'outil Jardibiodiv

Pour faire connaître l'outil Jardibiodiv, une phase de communication a eu lieu dès sa création au niveau local (territoire du Grand Nancy), grâce aux réseaux personnels des créateurs

de l'outil via des mails et envoi de flyers en format numérique ou lors de tenue de stands; les cibles étaient les collègues, des enseignants en primaire et secondaire et des associations environnementales actives en Lorraine. Le format numérique a également permis de faire suivre l'information via des réseaux nationaux de jardiniers par envoi de mails et inscriptions au portail OPEN qui regroupe un ensemble d'observatoires participatifs (<https://www.open-sciences-participatives.org/home/>). Un article de médiation scientifique a été publié en ligne fin 2018 (<https://theconversation.com/il-y-a-de-la-vie-dans-nos-sols-urbains-104649>) et un article dans le journal local (Est Républicain) est paru en décembre 2017. Un reportage vidéo réalisé par France 3 Grand Est (<https://www.youtube.com/watch?v=opzTQP3M45k>) a également permis un développement vers d'autres usagers potentiels que nos réseaux personnels. Deux autres reportages numériques réalisés et partagés par le réseau Agriville (<https://www.youtube.com/watch?v=EYQGEYVMF18>) et le service communication de l'INRA Grand Est (<https://www.youtube.com/watch?v=CBwhVJJAYeI>) ont également permis et permettent encore aujourd'hui la transmission plus didactique de l'outil au niveau national.

### Comment et par qui est utilisé l'outil Jardibiodiv ?

Le tableau 2 présente les différents formats utilisés pour sensibiliser à la biodiversité des sols et à l'outil Jardibiodiv de l'échelle locale à nationale. Lors de la présentation de Jardibiodiv face aux citoyens en présentiel (format stand, conférence, journées de formation, animations, interventions avec enseignants), Jardibiodiv est toujours intégré dans une approche plus globale qui consiste à sensibiliser les « apprenants » sur (i) les éléments chimiques et physiques du sol, (ii) l'impact des pratiques de chacun d'entre nous sur les sols et leur biodiversité, (iii) des méthodes d'étude des paramètres bio-physico-chimiques de sols et (iv) le partage de conseils pour conserver cette biodiversité et les sols à une échelle spatiale parlant à chacun en fonction de ses affinités.

À travers Jardibiodiv, nous nous rendons disponibles, de préférence de visu, ou à distance par mail ou téléphone si une contrainte géographique est présente, pour répondre au mieux aux attentes des usagers. Cette étape permet à nouveau un réel partage entre chercheurs et public puisque certaines questions/idées venant de leur part font naître de nou-

**Tableau 2** - Moyens de diffusion et public visé par l'outil Jardibiodiv.**Table 2** - The communication resources and the target audience of Jardibiodiv.

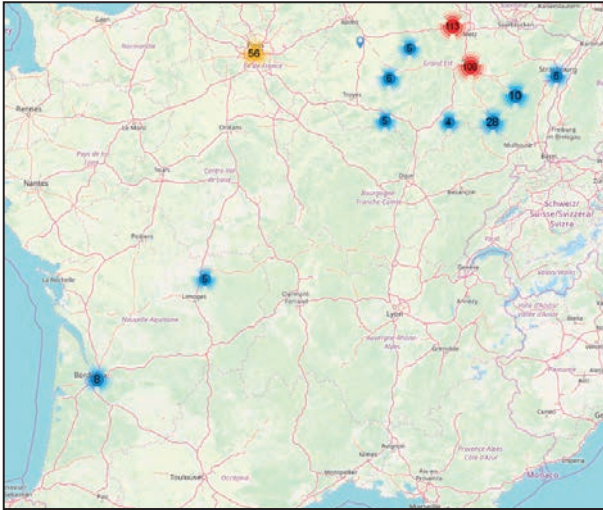
contact	type d'évènement	public visé	partenaires	accompagnement du public pendant et après l'évènement
présentiel	stands	familial	MJC, associations environnementales & collectivités locales	par mail si sollicitation
	conférences grand public	adultes, jardiniers amateurs ou professionnels, associations, élus, enfants	associations & collectivités locales	réponse aux questions pendant la conférence puis après par mail principalement
	ateliers de formation	entrepreneurs, personnels chambres agricultures, étudiants en agronomie	Universités (Lorraine & Limousin)	pendant la/les séance(s) / échanges par mail si demande
	projets de recherche	jardiniers, maraichers urbains et peri-urbains	collègues universitaires/ laboratoires de recherche publics	en fonction du projet
	animations avec l'Université de Lorraine	enfants	Université de Lorraine	réponse aux questions en présentiel pendant l'animation
	intervention avec enseignant	enfants de CM1, jeunes sourds et malentendants dans un collège spécialisé (6ème)	école primaire - label Eco-école / institut spécialisé local	réponse aux questions en présentiel pendant l'intervention aux enfants, par mail et téléphone aux enseignants si besoin / développement nécessaire d'un protocole éthique où les organismes ne sont plus tués
	formation dans le cadre de Tous chercheurs	élèves de lycées puis collèges	INRA Grand Est	réponse aux questions en présentiel pendant l'intervention aux élèves, prise de contact avec enseignants si demande particulière
à distance	utilisation libre de Jardibiodiv	par les enseignants pour des élèves au lycée	lycées d'enseignements général et agricole	par mail et téléphone, et présentiel avec le lycée agricole pour ajuster les protocoles
		par des animateurs pour des enfants, adultes	Petits débrouillards	par mail, téléphone et présentiel / développement nécessaire d'un protocole éthique où les organismes ne sont plus tués
		par des stagiaires dans associations	Flore 54	par mail, téléphone et présentiel si en local
		par des stagiaires dans des Universités	Université de Strasbourg	par mail et téléphone, développement de partenariat sur le long terme
		par jardiniers	citoyens	par mail et téléphone

veaux questionnements de recherche; de même les photos parfois envoyées par les utilisateurs nous permettent d'aller plus loin dans nos analyses en écologie des sols urbains. Les démarches de sciences participatives développées avec des partenaires comme Les Petits Débrouillards, et *via* le réseau Tous Chercheurs permettent de développer des relais locaux et nationaux. Dans ces approches, des outils de sciences participatives, évaluant (i) la perception de chacun vis-à-vis des sols

et de leur biodiversité (approche de psychologie sociale), et (ii) les paramètres physico-chimiques du sol, ont été également intégrés afin de récolter le plus d'informations possible sur les usagers des sols et l'environnement dans lequel la biodiversité vit. Toutes ces données permettront de répondre au mieux à nos questionnements scientifiques de départ.

**Figure 4** - Cartographie des pièges Jardibiodiv posés et relevés par les citoyens en France.

**Figure 4** - Cartography of the data obtained with the "scientific gardener" protocol of Jardibiodiv.



## PREMIERS RÉSULTATS

### Nombre d'utilisateurs et retours d'expérience des utilisateurs

Le protocole « jardinier scientifique » a été le plus suivi à l'heure actuelle par rapport au protocole « jardinier amateur ». Il y a 364 formulaires scientifiques (abondance des organismes dans un piège) remplis dans la base de données. Ce sont des données de pièges relevés en Région Parisienne et Bordeaux, mais principalement dans le Grand Est (figure 4). Ces formulaires ont été complétés en ligne par 13 personnes partenaires (pour une moyenne de 17 par personne) alors que nous avons rempli les autres en ligne suite à la récupération des formulaires papier par exemple ou directement envoyés par mail. Une cinquantaine d'adultes ont utilisé le protocole de Jardibiodiv en deux ans, mais tous n'ont pas rempli les formulaires en ligne car ce sont des personnes relais (intermédiaires) qui ont parfois rempli en ligne pour eux. Le nombre d'élèves utilisant Jardibiodiv ne cesse d'augmenter via les partenariats qui se sont développés depuis l'an dernier au sein des lycées principalement (au moins une vingtaine de classes touchées à ce jour via une dizaine d'enseignants du Grand Est). Par exemple, le retour d'une enseignante en lycée agricole permet de chiffrer précisément, via son bilan de printemps 2019 :

« - sensibilisation, pose de pièges et utilisation du site auprès de 10 stagiaires adultes en BPREA polyculture élevage ; 14 étudiants en BTS Agronomie productions végétales ; 9 élèves en CAPA aménagements paysagers et 21 élèves en secondes générales ;

- sensibilisation (présentation du site et du protocole) auprès de 25 apprentis en seconde aménagements paysagers et 31 élèves en seconde aménagements paysagers. »

Par rapport à la motivation des utilisateurs et aux retours obtenus, c'est principalement le côté pédagogique de Jardibiodiv, plus que la curiosité de chacun, qui incite les personnes à utiliser notre outil. En effet, beaucoup d'enseignants cherchent à intégrer une approche scientifique poussée dans leurs séances de travaux pratiques. Ils semblent alors intéressés par le fait de trouver un outil, tout prêt, facile d'utilisation et réalisé par des experts du sujet, à mettre en place pendant les séances. Le protocole a été utilisé soit dans le jardin de l'école soit dans les jardins des élèves qui reviennent avec leur piège pour l'étudier en TP (par exemple 32 pièges placés dans un lycée et une quinzaine dans les jardins personnels des élèves). Il est également intéressant de pouvoir développer de telles collaborations car, si les enseignants font des relevés de biodiversité chaque année, ou même tous les deux ans, nous pourrions avoir une quantification dynamique des communautés d'organismes du sol dans des parcelles pilotes, et ainsi évaluer l'évolution des communautés au cours du temps (évaluation de l'impact du changement climatique par exemple).

Quelques retours d'utilisateurs de Jardibiodiv sont déjà parvenus et certains d'entre eux sont cités ci-dessous :

Témoignage d'une enseignante en classe de seconde, qui partage avec nous quelques commentaires écrits par les élèves à la question : « qu'avez-vous appris sur le sol ? » :

« Grâce à ce TP nous avons appris que le sol est peuplé d'animaux même dans la ville.

*On a appris qu'il y avait de très petits insectes dans le sol.*

*Nous avons découvert la diversité des espèces dans le sol. Selon les endroits dans lesquels les pièges ont été posés, les organismes trouvés dans les pièges seront différents.*

*Il est difficile de se rendre compte de la multitude d'êtres vivants qui vivent dans le sol. Grâce à cette expérience, on a eu la preuve que de nombreux animaux le peuplent ; de plus, en parcourant la base de données du Laboratoire, on a pu voir qu'il existe énormément d'espèces différentes, avec des caractéristiques différentes. Il est parfois difficile de les différencier, si bien que nous avons parfois peiné à reconnaître les espèces présentes dans notre piège.*

*En comparant avec les autres groupes, on a pu constater que les animaux présents dans le sol peuvent différer d'un endroit à l'autre alors même que ces endroits ne sont pas éloignés. Cependant, nous nous attendions à avoir une quantité plus élevée d'individus. Cette expérience nous a donc fait comprendre que l'environnement urbain et les passages fréquents des élèves pas loin des pièges que nous avons posés influencent certainement la quantité d'animaux présents dans le sol, ce qui est un problème pour la diversité des individus et des espèces si cela s'avère effectivement véridique. »*

Témoignage d'une enseignante de 6<sup>e</sup> : « Je voulais vous remercier :

*le bonheur! Mes élèves ont adoré cette séance, ils étaient très impliqués à faire leur piège, à prendre les mesures, ils étaient hyper motivés. Lorsque je leur ai montré la vidéo d'accroche et expliqué que nous allons participer à votre travail, ils m'ont dit: « C'est vrai, nous allons vraiment aider la chercheuse? » »*

Témoignage d'une élève de seconde: « Je suis très satisfaite de la facilité à utiliser ce site internet. Bravo à vous et aux créateurs. C'est très pratique étant élève. Merci, au-revoir. »

Certains témoignages permettent également de faire évoluer l'outil: « Dans les faits même si j'essaye d'être vigilante les pièges ne sont pas toujours posés au « meilleur endroit », mais j'essaye de trouver le juste milieu: les aiguiller face aux objectifs sans pour autant faire à leur place. La partie reconnaissance pose parfois un peu problème, les élèves ont du mal à être rigoureux dans la détermination des animaux récoltés et il faut souvent revoir avec eux! Bilan néanmoins positif et élèves réceptifs! »

Enfin, certains usagers ont également souhaité savoir s'ils pouvaient remplir des données de biodiversité pour leurs jardins à la campagne et pour des parcelles de maraîchage ou parcelles agricoles. C'est ainsi qu'un onglet « type de lieu échantillonné » a été intégré il y a quelques mois dans le formulaire d'abondance du protocole « jardinier scientifique ».

## Zoom sur le partenariat avec le laboratoire Tous Chercheurs

Le laboratoire Tous Chercheurs de Nancy, avec qui nous avons mis en place un partenariat, fait parti du Centre Tous Chercheurs lorrain créé en 2015 par Constance Hammond et Pascale Frey-Klett (<https://www.touschercheurs.fr/>). Les trois laboratoires sont constitués d'espaces de travail et de laboratoires conçus pour être ouverts au public, équipés avec un matériel scientifique de pointe et dotés de ressources pédagogiques uniques. Les collégiens et lycéens y vivent la démarche scientifique comme des chercheurs, guidés par des professionnels de la recherche. L'objectif est de leur faire comprendre et pratiquer les méthodes de raisonnement, d'argumentation et d'expérimentation issus de la recherche, afin de leur permettre de devenir de futurs citoyens éclairés et responsables (Hammond *et al.*, 2010). Les laboratoires Tous Chercheurs ne sont pas réservés au public scolaire, mais ont vocation à accueillir également d'autres publics, du citoyen au professionnel, invités à participer aux différentes étapes de projets de recherche en cours, encadrés par des scientifiques: construction des questions de recherche et des protocoles, expérimentation, analyse et interprétation des résultats. Dans ces laboratoires, l'opportunité est ainsi donnée à chaque acteur de la société, en particulier aux élèves, de contribuer au processus de production de connaissances scientifiques nouvelles sur des questions d'importance sociétale, notamment dans les domaines de l'environnement et de la santé.

Dans le cadre de ce partenariat avec le laboratoire Tous Chercheurs de Nancy, Jardibiodiv a été testé au cours de quatre stages de recherche proposés à des classes de collégiens et lycéens, sur le thème « Usage des sols et Biodiversité » durant l'année scolaire 2018-2019. Il s'agissait de 27 collégiens en classe de 4<sup>e</sup> 103 lycéens dont 65 élèves en 2<sup>e</sup> générale et 38 élèves en 1<sup>re</sup> S. Dans le cadre de ces stages, les élèves se questionnent sur l'usage des sols et l'impact de cet usage sur les propriétés des sols, c'est-à-dire sur le fonctionnement. Au cours de ces quatre stages, les élèves ont posé des pièges à insectes sur trois sites d'usages différents, un site forestier, un site prairial et un site agricole, à raison de trois pièges par site. Ils ont récolté 2016 individus qu'ils ont identifiés selon le protocole scientifique nécessitant l'usage de la clé de détermination. Ils ont pu mettre en évidence une diversité moins importante et un déséquilibre dans la représentativité des différents groupes trophiques dans les sols agricoles comparés aux sols forestiers et prairiaux. L'outil permet donc de répondre à des questions de recherche concernant les sols. Les élèves et les enseignants ont apprécié la facilité d'utilisation de Jardibiodiv, les outils qui y sont proposés. Les enseignants ont fait part de leur intérêt pour intégrer cet outil dans leurs futurs projets de sciences.

## Quelques résultats scientifiques sur la biodiversité des sols grâce à Jardibiodiv

Les premiers retours valident le fait que cet outil permet de répondre à des questions scientifiques comme « y a-t-il de la biodiversité dans les sols urbains? ». Par exemple en moyenne, un total de 5050 collemboles et 9107 macro-invertébrés sont trouvés dans les 364 pièges recensés par des citoyens en deux ans, soit une moyenne et écart-type, de  $25 \pm 36$  individus par piège (sans compter les collemboles). Les résultats acquis jusqu'à présent l'ont été sur la base de 207 pièges placés dans des jardins en ville, 83 en maraîchage urbain ou péri-urbain et le reste dans des milieux agricoles sous différentes cultures (57) (collaboration avec lycée agricole) et dans des forêts en milieu rural (17) du fait des interventions réalisées et collaborations développées. L'exploitation des résultats permet de mettre en exergue que les individus les plus rencontrés (tous habitats confondus) sont les fourmis puis les araignées et enfin cloportes et carabes (*figure 5*).

Les premiers résultats permettent également de montrer que les échantillonnages ont lieu à différents moments de l'année et ce, sans effet notable de la saison sur le nombre d'organismes total retrouvé dans un piège (*figure 6*).

Les résultats traduisent des différences du nombre total d'organismes dans chaque type de site (*figure 7*). Les valeurs aberrantes sont plus abondantes dans les jardins, ceci montre une plus grande variabilité d'abondance par piège d'un jardin à l'autre et montre la nécessité de connaître plus précisément les



jardins en termes d'habitats pour mieux évaluer les différences d'un point à l'autre. Enfin, il semble exister une différence du type d'organismes trouvés dans chacun de ces milieux. Par exemple, d'après une analyse multivariée (Analyse Factorielle des Correspondances, AFC), les cloportes sont plus abondants dans les jardins, ainsi que les fourmis, en comparaison avec les autres milieux (figure 8). Une étude réalisée dans 168 jardins à Zurich montre que les cloportes sont également les plus abondants dans la communauté en suivant le même protocole (piège Barber sur sept jours), et notre étude rapporte des abondances d'organismes plus faibles que celles obtenues lors d'échantillonnages de mai à août 2015 (Tresch *et al.*, 2019). Il est difficile de trouver d'autres études se plaçant en Europe utilisant la même méthode d'échantillonnage pour permettre de comparer plus finement nos valeurs obtenues.

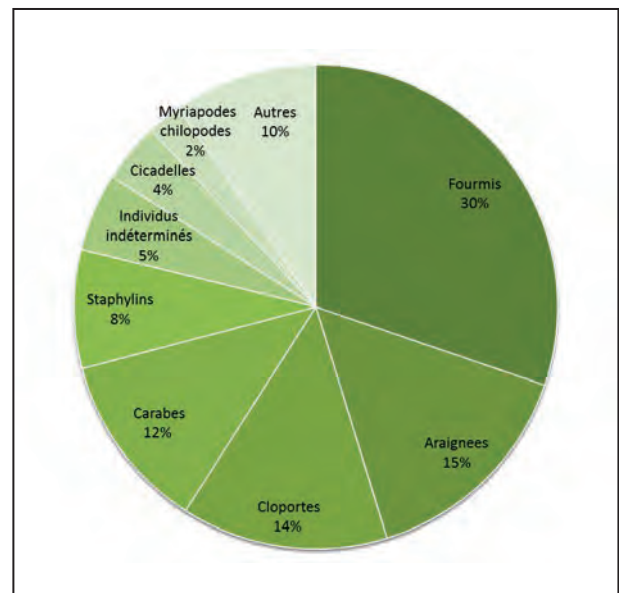
## CONCLUSION ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DE L'OUTIL

L'utilisation de Jardibiodiv nécessite pour la plupart des usagers un accompagnement, qui peut passer par une étape de formation plus poussée que la simple présentation de la technique d'échantillonnage. La création de la société Sol &co (<https://sol-et-co.com/>) à l'été 2019, ainsi qu'un projet de recherche financé par l'ANR de 2019 à 2021 (ANR BISES *Biodiversité des sols urbains et villes durables: état des lieux, interactions entre les systèmes productifs et non productifs et importance pour la fourniture de services écosystémiques* porté par Alan Vergnes, UMR CEFE, Montpellier) qui nous rapprochera de l'équipe de Vigie Nature du MNHN, va certainement permettre de faire un

**Figure 5 - Répartition des organismes sur le total des 364 pièges récoltés et analysés.**

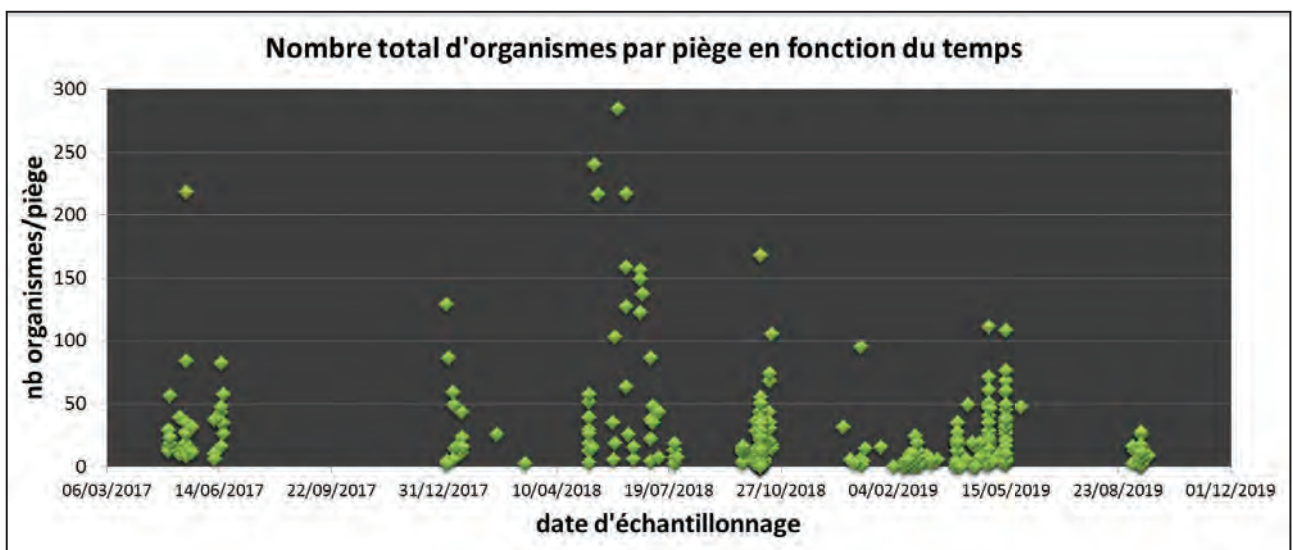
Les collemboles ne sont pas inclus dans ce graphique - La catégorie « autres » réunit des organismes < 1,5% de la communauté (< 150 individus dans l'étude) : Elatéridés (taupins) / Larves de tipules (cousins) / Escargots / Vers de terre épigés / Opilions / Gendarmes / Perce-oreilles / Scarabées / Coccinelles / Charançons / Larves de Lépidoptères / Orthoptères / Araignées rouges (acariens) / Punaises / Myriapodes diplopedes / Limaces

**Figure 5 - Distribution of organisms sampled in the 364 traps from the « scientific gardener » protocol of Jardibiodiv.**



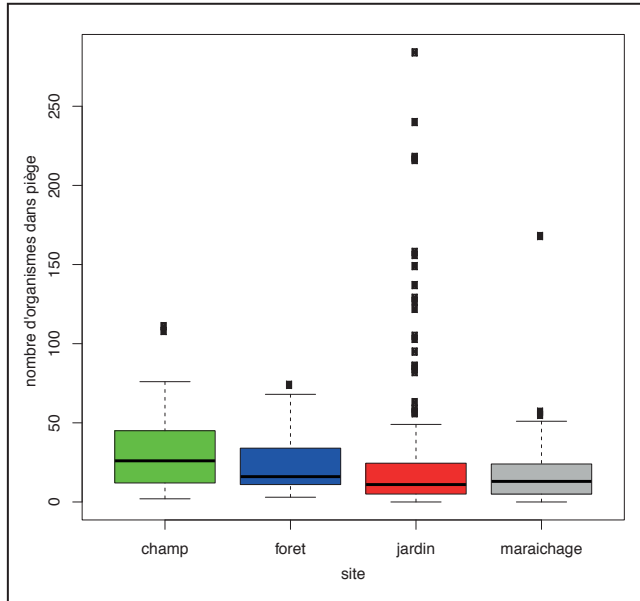
**Figure 6 - Nombre d'organismes par piège en fonction de la période de l'année de la récolte**

**Figure 6 - number of organisms per trap over time.**



**Figure 7** - Nombre d'organismes dans un piège en fonction du type d'usage de sols sur lequel il a été placé. ANOVA après transformation  $\log x+1$  :  $p=0.001$ . Les lettres expriment les différences significatives.

**Figure 7** - Number of organisms per trap for each land use.



bond en avant pour accompagner au mieux le public. Certains enseignants ont également besoin de rencontres, il faudra alors réussir à répondre à leurs besoins pour mobiliser plus d'utilisateurs. Il sera alors certainement possible d'assurer un meilleur échantillonnage et peut-être de mieux guider vis-à-vis des lieux d'échantillonnage intéressants pour répondre à des questions et hypothèses plus précises (comme l'importance d'un composteur, le problème des murs autour d'un jardin entraînant une barrière dans la trame brune, etc.). Il serait également intéressant de réfléchir à la constitution d'une équipe de personnes relais, qui pourraient dynamiser l'outil à l'échelle nationale. L'échelle internationale va également être développée; la traduction de l'outil en anglais est en cours.

De plus, au même titre que la biodiversité des sols en milieu urbain paraît peu connue par le grand public, il s'avère que la composition et le fonctionnement des sols urbains sont également peu connus des citoyens. Compte tenu de la diversité des sols en milieu urbain, les données sur les caractéristiques physiques et chimiques des sols sont également précieuses à obtenir. À ce titre, une évolution de Jardibiodiv, qui est actuellement en train d'être mise en place, est d'associer au protocole « biodiversité » des protocoles de recherche adaptés au grand public afin de caractériser certaines propriétés physiques des sols urbains (e.g. test du « boudin »; test du « bocal »). Ceci permettra de i) sensibiliser les citoyens au fonctionnement des sols

urbains; ii) produire davantage de données sur la qualité agronomique des sols urbains et iii) préciser les résultats obtenus par le protocole « biodiversité » en obtenant des données sur l'environnement / l'habitat des organismes étudiés. L'objectif serait le même que pour l'outil Jardibiodiv: proposer aux citoyens des protocoles adaptés avec des phases bien expliquées; un choix laissé aux utilisateurs pour la réalisation de certains protocoles, en fonction de leurs questions préalables et de leurs besoins/envies; des résultats obtenus par les utilisateurs pouvant être saisis sur internet afin d'être transférés aux chercheurs.

Ensuite, dans une démarche de co-construction plus poussée, une meilleure compréhension de la perception de la biodiversité par les citoyens pourrait aider à l'amélioration des outils existants pour mieux répondre à leurs attentes. Une approche en sciences sociales aboutie est en cours pour permettre une meilleure implication des acteurs du monde urbain dans la préservation et la conservation de la biodiversité des sols. Des collaborations transdisciplinaires se mettent en place en ce sens avec des chercheurs en psychologie sociale environnementale.

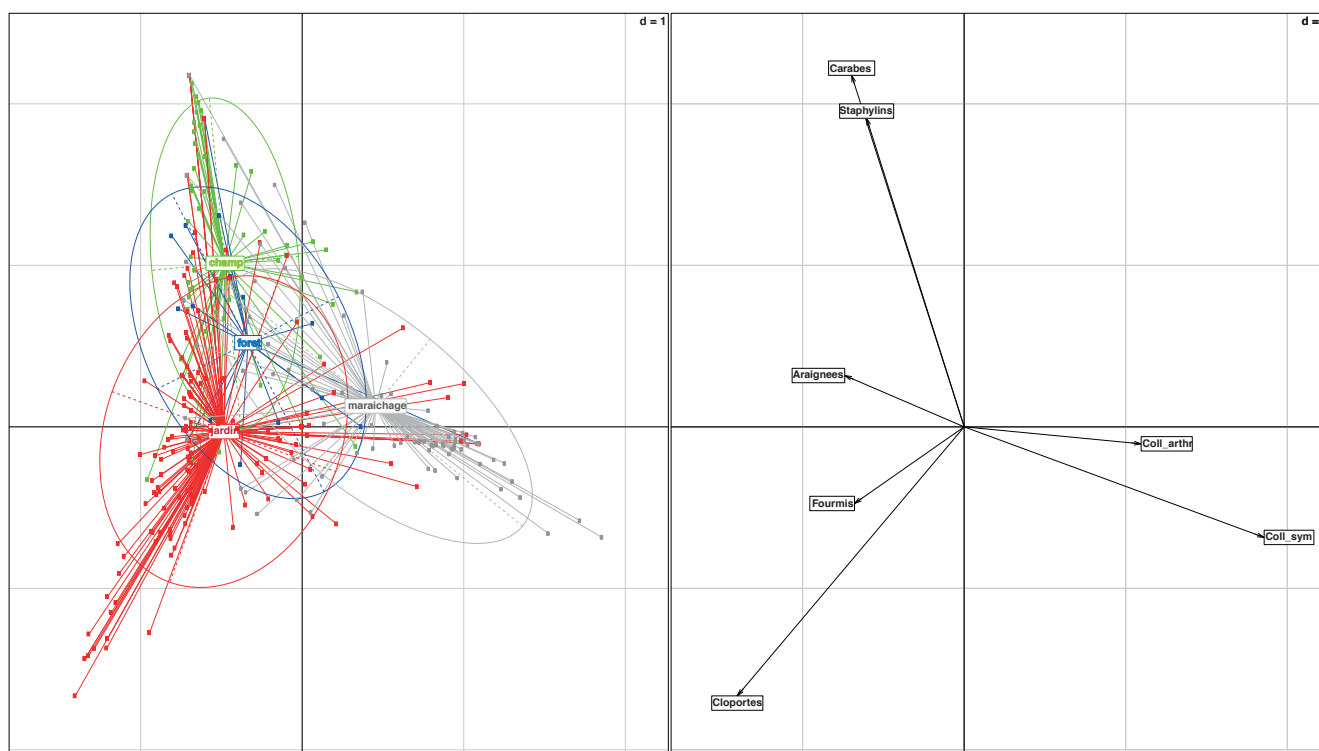
Enfin, une approche éthique (i.e. observer sans tuer les organismes) plus approfondie que le protocole « jardinier amateur » de Jardibiodiv est également en cours de développement avec l'Association des Petits Débrouillards et l'association Carabes (Montpellier). Il s'agit d'obtenir une bonne représentativité spatio-temporelle du milieu étudié en plus de données exploitables, tout en conservant la biodiversité étudiée. Cette action est basée sur la création d'une base de données photographiques en suivant une démarche du type ©PlantNet, où une application sur smartphone pourrait permettre de reconnaître l'organisme directement.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent en premier lieu à remercier les citoyens et les enseignants qui ont su apprivoiser l'outil Jardibiodiv, le faire évoluer avec leurs retours post-utilisation et enrichir les bases de données de la recherche. La Fédération d'Associations Flore 54 est chaleureusement remerciée pour son aide à la communication de l'outil, ainsi que l'Association des Petits Débrouillards et plus particulièrement Manuelle Rovillé. Les remerciements vont également à Vincent Ducasse qui a permis lors de son stage de Master 1 d'aider à concrétiser les idées d'Apolline Auclerc pour la mise en place de cet outil. Ensuite, un grand remerciement à l'équipe de l'UMR 1065 Santé et Agroécologie du Vignoble, Bordeaux, Jean-Marc Armand qui ont aidé au développement du format numérique de Jardibiodiv et l'hébergent aujourd'hui. Enfin, un grand merci aux collègues de Tous Chercheurs, Annick Brun Jacob, Pascale Frey-Klett et Jonas Durand pour leur implication dans l'utilisation de l'outil au cours de leurs stages « sol » et pour leur contribution à l'écriture de quelques lignes de cet article.

**Figure 8 - Localisation des organismes selon les types de milieu.** AFC (N=364, axe 1 : 28 %, axe 2 : 22%) Coll\_arthr : collemboles arthropléones et Coll\_sym : collemboles symphypléones.

**Figure 8 - Localisation of organisms according the land use.**





## BIBLIOGRAPHIE

- Adhikari K. et Hartemink A.E., 2015 – Linking soils to ecosystem services, a global review. *Geoderma*, 262, pp. 101-111.
- Barot S., Abbadie L., Auclerc A., Barthélémy C., Bérille E., Billet P., Clergeau P., Consales J.-N., Deschamp-Cottin M., David A., Devigne C., Dham V., Dusza Y., Gaillard A., Gonzalez E., Hédont M., Labarraque D., Le Bastard A.-M., Morel J.-L., Petit-Berghem Y., Rémy E., Rochelle-Newall E., Veyrières M., 2019 – Urban ecology, stakeholders and the future of ecology. *Sci. Total Environ.*, 667, pp. 475-484.
- Blanchart A., 2018 – Vers une prise en compte des potentialités des sols dans la planification territoriale et l'urbanisme opérationnel. Thèse de doctorat, 380 pages.
- FRB, Groupe de travail Écologie et sociétés urbaines, 2018 – BiodiverCité, richesse et enjeux de la recherche sur la biodiversité en ville. Paris, France: FRB, 56.
- GIEC, 2019 – Le réchauffement climatique. Communiqué de Presse 25/09/2019 consulté sur <https://www.ipcc.ch/>
- Guilland C., Maron P.-A., Damas O. et Ranjard L., 2018 – La biodiversité des sols urbains au service des villes durables. *Etude et Gestion des Sols*, 25, pp. 59-77.
- Hammond C., Karlin D., Thimonier J., 2010 – Creative research science experiences for high school students. *PLoS Biol.*, 8(9): e1000447.
- IAU Ile de France, 2014 – La nature en ville - base pour un carnet pratique-consulté sur <https://www.institutparisregion.fr/nos-travaux/publications/la-nature-en-ville.html>
- INRA, 2016 – Les sciences participatives en France : état des lieux, bonnes pratiques & recommandations.
- IPBES, 2019 – Le dangereux déclin de la nature. Un taux d'extinction des espèces « sans précédent » et qui s'accélère. Communiqué de Presse 06/05/2019 consulté sur <https://www.unenvironnement.org/fr/actualites-et-recits/communiqué-de-presse/le-dangereux-declin-de-la-nature-un-taux-dextinction-des>
- Joimel S., Cortet J., Jolivet C.C., Saby N.P.A., Chenot E.D., Branchu P., Consales J.N., Lefort C., Morel J.L., Schwartz C., 2016 – Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France. *Sci. Total Environ.*, pp. 40-47.
- Joimel S., Schwartz C., Hedde M., Kiyota S., Krogh P.H., Nahmani J., Pérès G., Vergnes A., Cortet J., 2017 – Urban and industrial land uses have a higher soil biological quality than expected from physicochemical quality. *Sci. Total Environ.*, pp. 614-621.
- Levin M. J., Kim K.-H.J., Morel J.L., Burghardt W., Charzynski P., Shaw R.K.; 2017 – SUITMA: soils within cities. *Catena*. Schweizerbart, Stuttgart
- Morel J.L., Chenu C., Lorenz K., 2014 – Ecosystem services provided by soils of urban, industrial, traffic, mining and military areas (SUITMAs). *Journal of soils and sediments*, 15, 8, p. 1-8.
- Orgiazzi A., Bardgett R.D., Barrios E., Behan-Pelletier V., Briones M.J.I., Chotte J.-L., De Deyn G.B., Eggleton P., Fierer N., Fraser T., Hedlund K., Jeffery S., Johnson N.C., Jones A., Kandeler E., Kaneko N., Lavelle P., Lemanceau P., M D.H., 2016 – Global soil biodiversity atlas, Global soil biodiversity atlas. European Commission.

- Tresch S., Frey D., Le Bayon R.-C., Zanetta A., Rasche F., Fließbach A., Moretti M., 2019 – Litter decomposition driven by soil fauna, plant diversity and soil management in urban gardens. *Sci. Total Environ*, 658, pp. 1614-1629.
- Wall D.H., Nielsen U.N., Six J., 2015 – Soil biodiversity and human health. *Nature*, pp. 528, 569.
- IUSS Working Group WRB, 2014 – World reference base for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. *World Soil Resources Reports No. 106*.

## Annexe 1 : Extrait du formulaire à remplir pour retours des données Jardibiodiv à la recherche

04/09/2019 Forms

 (/) /  Gérer, surveiller (/fr/CP/40/Gerer-surveiller) / jardibiodiv (/fr/P/165/jardibiodiv) / Ajouter une observation (/fr/Forms/choose/165) / Enregistrer une fiche piège (/fr/Forms/add/139)

---

## Enregistrer une fiche piège

**Procédure d'observation du Jardinier Scientifique**

Procédure d'observation du Jardinier Scientifique ▼

---

**Groupe spécifique au sol : Insectes : Carabes ?**

---

**Staphylins ?**

---

**Elatérides (taupins) ?**

---

**Larves de tipules (cousins) ?**

---

**Fourmis ?**

---

**Larves de coléoptère scarabée (hanneton) ?**

---

**Larves de coléoptère scarabée (cétone dorée) ?**

---

ephytia.inra.fr/fr/Forms/add/139 1/5



# 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

Anne-Maïmiti Dulaurent\*, David Houben

AGHYLE, Unilasalle, SFR Condorcet FR CNRS 3417, 19, rue Pierre Waguet BP 30313 F-60026 Beauvais Cedex, France

\* : Auteur correspondant : anne-maimiti.dulaurent@unilasalle.fr

### RÉSUMÉ

Cet article traite de l'organisation d'un atelier de sensibilisation au sol à destination d'élèves âgés d'entre 8 et 11 ans organisé à Beauvais (France) dans le cadre de la Fête de la Science 2017, et discute de l'efficacité de ce type d'action sur base des retours collectés. L'approche adoptée pour l'élaboration des ateliers a été basée sur la démarche scientifique d'investigation. A travers différentes observations et expérimentations, les élèves sont partis à la découverte des organismes du sol et ont appréhendé le rôle du sol dans la régulation du cycle de l'eau. De manière plus générale, ils ont été amenés à se questionner sur l'importance du sol pour les écosystèmes et le bien-être humain. Les retours très positifs collectés à l'issue de ces ateliers ainsi que lors d'une journée ouverte aux citoyens suggèrent que la méconnaissance du sol en tant que réalité multifonctionnelle est davantage liée à un manque d'information qu'à un manque d'intérêt du grand public. L'engouement suscité par cet événement encourage à conduire des actions de sensibilisation similaires ainsi qu'à promouvoir l'intégration du sol dans les programmes scolaires.

### Mots clés

Sensibilisation, communication, enseignement, pédagogie, vulgarisation, sol multifonctionnel.

Comment citer cet article :

Dulaurent A.-M. et 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, 9-22

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/>

**SUMMARY****RAISING THE AWARENESS OF YOUNG PEOPLE ABOUT SOIL USING THE SCIENTIFIC APPROACH:****Feedback from a workshop conducted for the Scientific Days**

*This article deals with the organization of an awareness-raising workshop about soil for students from 8 to 11 years old and taken place in Beauvais (France) during the Science Days in 2017. The approach adopted for the design of the workshops was based on the scientific approach of investigation. Through various observations and experiments, the students have discovered the soil organisms and the role of the soil in the regulation of the water cycle. More generally, they have questioned the importance of soil for ecosystems and human well-being. The very positive feedback collected at the end of these workshops and during a day open to the general public suggests that the lack of knowledge on soil as a multifunctional system is more related to a lack of information than to a lack of interest from the general public. The enthusiasm generated by this event encourages similar awareness-raising activities and strengthen the need to integrate soil in school programs..*

**Key-words**

*Awareness-raising, communication, teaching, pedagogy, popularizing science, multifunctional soil.*

**RESUMEN****SENSIBILIZAR LOS JÓVENES AL SUELO CON AYUDA DEL ENFOQUE CIENTÍFICO****Retorno de experiencia de un taller realizado en el cuadro de la Feria de la Ciencia**

*Este artículo trata de la organización de un taller de sensibilización al suelo destinado a alumnos entre 8 y 11 años organizado en Beauvais (Francia) en el cuadro de la Feria de la Ciencia en 2017, y discute de la eficacia de este tipo de acción en base a los retornos colectados. La metodología adoptada para la elaboración de los talleres se basó sobre el enfoque científico de investigación. A través de diferentes observaciones y experimentaciones, los alumnos descubrieron organismos del suelo y encararon el papel del suelo en la regulación del ciclo del agua. De manera más general, lograron cuestionarse sobre la importancia del suelo para los ecosistemas y el bien-estar humano. Los retornos muy positivos colectados al final de los talleres así que durante una jornada abierta a los ciudadanos sugieren que el desconocimiento del suelo como realidad multifuncional es más ligado a una falta de información que a una falta de interés del gran público. El entusiasmo suscitado por este evento alienta desarrollar acciones de sensibilización similares así que promover integración del suelo en los programas escolares.*

**Palabras clave**

*Sensibilización, comunicación, enseñanza, pedagogía, vulgarización, suelo multifuncional.*



## 1. INTRODUCTION

Depuis la conférence des Nations Unies de Stockholm en 1972, l'éducation est considérée comme l'une des voies privilégiées de sensibilisation à la préservation de l'environnement. En effet, la recommandation 96 demande que soit établi : *“un programme éducatif international d'enseignement interdisciplinaire, scolaire et extrascolaire, relatif à l'environnement, couvrant tous les degrés d'enseignement et s'adressant à tous, jeunes et adultes, en vue de leur faire connaître l'action simple qu'ils pourraient mener, dans les limites de leurs moyens, pour gérer et protéger l'environnement”*. L'éducation en vue d'un développement durable est également fortement promue depuis deux décennies par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) et celle-ci prend actuellement place parmi les principales finalités éducatives des curriculums de différents systèmes éducatifs à travers le monde (Gremaud et Roy, 2017). Plus récemment, en France, l'éducation au développement durable a été reconnue comme une politique éducative prioritaire dans le cadre de la loi sur la refondation de l'école de la République de 2013.

Bien que depuis quelques années, un nombre croissant de campagnes de sensibilisation aient été entreprises auprès de la population (Pellerin *et al.* 2019), le rôle que joue le sol dans la fourniture de services écosystémiques reste encore mal connu par le grand public (Fournil *et al.*, 2018). Si nous voulons assurer sa protection, il apparaît dès lors essentiel de continuer à faire connaître le sol comme un élément essentiel des écosystèmes et du bien-être humain. Selon la Charte européenne des sols du Conseil de l'Europe du 30 mai 1972, *“la conservation des sols doit faire l'objet d'un enseignement à tous les niveaux et d'une information publique toujours accrue [...] Les autorités doivent s'efforcer de veiller à ce que l'information du public par les moyens modernes d'information soit scientifiquement correcte. Les principes de la conservation des sols doivent figurer dans les programmes d'enseignement à tous les niveaux comme élément de l'éducation en matière d'environnement en tant que telle : niveaux primaire, secondaire et universitaire”*. Plus tard, en 2006, la stratégie européenne pour les sols (COM/2006/0231 final) soulignait l'importance d'un investissement substantiel dans l'éducation et la sensibilisation aux sols. Pourtant, en dépit de ces préconisations, la méconnaissance du sol comme réalité multifonctionnelle est toujours d'actualité (Bispo *et al.*, 2016), ce qui traduit qu'en dehors des enseignements spécialisés, la place du sol dans les programmes éducatifs est encore insuffisante.

Créée en 1992, la Fête de la Science est organisée chaque année par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche pour permettre à chacun de découvrir le monde des Sciences et de rencontrer les femmes et les hommes qui font la science d'aujourd'hui. À Beauvais, cette manifestation se déroule en deux temps : les jours de semaine accueillent un public scolaire alors qu'un Village des Sciences a lieu le samedi pour le

grand public. Chaque année, l'Institut Polytechnique UniLaSalle est sollicité par la municipalité pour élaborer durant la semaine différents ateliers scientifiques à destination des élèves de CM1 et CM2. Conscients qu'ils représentent les architectes du monde de demain, nous avons, en 2017, souhaité saisir cette opportunité pour faire découvrir aux plus jeunes le sol et la pluralité des fonctions qui lui sont associées, tout en les sensibilisant à la nécessité de protéger ce patrimoine non-renouvelable. L'objectif de cet article est non seulement de présenter les ateliers et la démarche adoptée pour les concevoir mais aussi d'évaluer, à travers les retours collectés, l'efficacité de telles actions de sensibilisation.

## 2. CONCEPTION ET DÉROULEMENT DES ATELIERS

La conception des ateliers est le fruit d'un travail collaboratif entre les enseignants-chercheurs d'UniLaSalle et l'association H<sub>2</sub>O de la Ville de Beauvais dont les missions sont d'animer et de vulgariser les Sciences (H<sub>2</sub>O, 2019). L'approche retenue pour l'élaboration des ateliers repose sur la démarche scientifique d'investigation, celle-ci s'articulant autour de quatre dynamiques : Problématiser, Investiguer, Planifier, Conceptualiser (*figure 1*). Par ailleurs, les ateliers ont été conçus pour aborder de manière complémentaire les principales méthodes scientifiques : suivi d'un protocole détaillé, utilisation individuelle de matériel de laboratoire, observation à la loupe binoculaire, mesure de critères physiques, etc.

Lors de l'arrivée en salle, un temps introductif rapide permet de présenter la thématique de la demi-journée aux élèves (CM1 ou CM2). Deux groupes d'une dizaine d'élèves sont constitués pour participer aux deux ateliers traitant des propriétés biologiques ou physiques du sol. Les élèves changent d'atelier après 30 minutes, afin que tous puissent participer aux deux ateliers. La demi-journée se termine par un bilan sous la forme d'un temps d'échange en classe entière.

À la suite de la semaine de la Fête de la Science dédiée aux écoles de la ville de Beauvais, les ateliers ont été transposés dans le cadre du Village des Sciences, ouvert au grand public durant le week-end. Le contexte et l'organisation des animations sont légèrement différents, car les ateliers sont alors ouverts tout au long de la journée sous la forme de stands. Le déroulé présenté ici correspond aux ateliers complets proposés aux scolaires.

### Atelier “la chaîne alimentaire du sol et la dégradation de la matière organique”

La biodiversité du sol regroupe un quart de la biodiversité actuellement décrite à l'échelle de la planète (ADEME, 2010). Pourtant, elle représente la “3<sup>e</sup> frontière biotique” (après les

grands fonds océaniques et les canopées des forêts équatoriales) car elle reste encore très largement méconnue. Différentes raisons expliquent ce phénomène, notamment les difficultés d'accès au sol qui est un milieu opaque et hétérogène, la taille réduite de ses habitants qui varie du micromètre au centimètre, et le nombre très élevé d'espèces qui l'occupent (Kuyper et Giller, 2011). Pourtant, le rôle des organismes du sol est essentiel dans son fonctionnement, puisqu'ils permettent entre autres la dégradation de la matière organique et le maintien du cycle des éléments nutritifs indispensables à la croissance des plantes (Wall *et al.*, 2012).

Du fait de la méconnaissance des organismes du sol, un certain nombre d'*a priori* peut mener, à terme, à un manque de considération de ces organismes dans les prises de décision concernant les usages du sol. Une première étape pour une meilleure connaissance de certains groupes d'organismes et de leur importance consiste en leur observation, d'un point de vue comportemental et morphologique, orientée vers une compréhension de leur rôle dans le fonctionnement du sol.

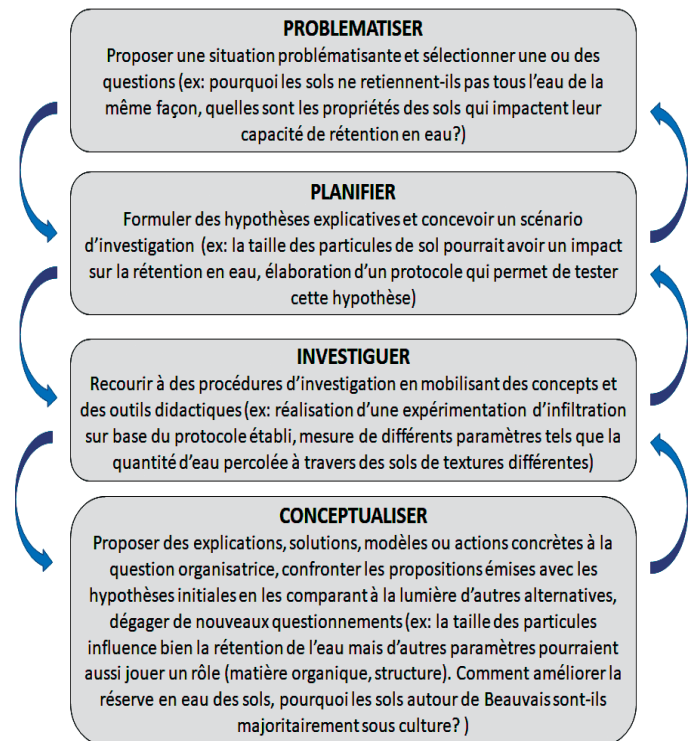
L'objectif de cet atelier est de s'appuyer sur la démarche scientifique d'investigation afin de faire découvrir les principaux groupes d'animaux du sol aux élèves (*figure 1*). La problématique concerne ici la dégradation de la matière organique et le rôle des animaux du sol dans la fourniture d'éléments nutritifs aux plantes (problématiser). Les élèves formulent ensuite des hypothèses sur la position dans la chaîne alimentaire des animaux du sol impliqués dans la dégradation de la matière organique (planifier). Puis des observations à la loupe binoculaire et des mesures morphologiques leur permettent d'investiguer l'anatomie des animaux présentés. Enfin ils peuvent conceptualiser les processus fournissant des éléments nutritifs indispensables aux plantes à partir de matière végétale en décomposition.

### Sensibiliser aux traits comportementaux des organismes par l'analyse de la méthode d'extraction de Berlèse

La première étape de l'atelier consiste à présenter des dispositifs d'extraction de Berlèse en fonctionnement (Ramade, 2012) (*figure 2*). À travers ce dispositif, les élèves appréhendent plus facilement le comportement spécifique des animaux du sol, qui fuient les conditions défavorables de la surface (taux d'humidité faible, luminosité, chaleur). Lors des explications accompagnant la présentation de la méthode, les notions de qualité d'habitat sont abordées à l'oral afin de sensibiliser les élèves à l'impact de l'Homme sur le sol, aussi bien en contexte agricole qu'urbain. Bien que cette observation directe des organismes plutôt qu'à travers des illustrations soit une plus-value, il est précisé aux élèves que cette méthode destructive doit être utilisée avec parcimonie, et seulement dans un cadre scientifique.

**Figure 1 - Démarche d'investigation scientifique.** Adapté de Roy et Germaud (2017).

**Figure 1 - Scientific investigation approach.** Adapted from Roy and Germaud (2017).



**Figure 2 - Présentation des traits comportementaux des animaux du sol, à travers le dispositif d'extraction de Berlèse.**

**Figure 2 - Presentation of the behavioral traits of soil animals, through the Berlèse extraction device.**



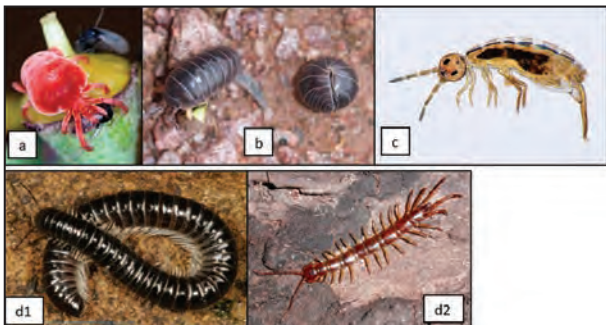
### Sensibiliser aux traits morphologiques et alimentaires des organismes par l'observation à la loupe binoculaire

La deuxième étape de l'atelier consiste à observer les animaux extraits des dispositifs de Berlèse à la loupe binoculaire. Ce matériel, rarement utilisé avant l'enseignement secondaire, attise souvent la curiosité des élèves. Chaque élève dispose d'une loupe individuelle qui lui permet de mettre en évidence certains critères morphologiques en lien avec le comportement alimentaire :

- Les pièces buccales plus ou moins proéminentes, et donc propices à la consommation de différentes ressources alimentaires (proies, matière organique en décomposition, etc.) (figure 3.a);
- La forme du corps plus ou moins propice à la protection contre la prédation et la dessiccation (figure 3.b);

**Figure 3** - Observation de traits morphologiques d'organismes du sol, en lien avec leur comportement alimentaire. Acarien du genre *Trombidium* présentant des pièces buccales proéminentes adaptées à la prédation ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (a) ; cloporte commun (*Armadillidium vulgare*) présentant un squelette externe particulièrement enveloppant, le protégeant contre la prédation ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (b) ; collembole présentant une furca, organe adapté au saut et à la fuite ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (c) ; myriapodes présentant des formes de corps contrastées, permettant de différencier leur position de proie (d1) ou de prédateur (d2) dans la chaîne alimentaire (1 : [www.bmig.org.uk](http://www.bmig.org.uk) ; 2 : [www.inpn.mnhn.fr](http://www.inpn.mnhn.fr))

**Figure 3** - Observation of morphological traits of soil organisms, related to their feeding behavior. A mite of the genus *Trombidium* with prominent mouthparts suitable for predation ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (a); common woodlouse (*Armadillidium vulgare*) with a particularly enveloping external skeleton protecting it from predation ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (b); collembola with a furca, an organ adapted to jumping and escaping ([www.insecte.org](http://www.insecte.org)) (c); myriapods with contrasting body shapes allowing differentiating their position as prey (d1) or predator (d2) in the food chain (1 : [www.bmig.org.uk](http://www.bmig.org.uk); 2 : [www.inpn.mnhn.fr](http://www.inpn.mnhn.fr))



- La présence d'organes spécifiquement dédiés à la protection contre la prédation (figure 3.c);
- La position et la forme des pattes plus ou moins efficaces pour un déplacement rapide comme celui d'un prédateur (figure 3.d).

### Sensibiliser à l'écoute, la compréhension et la restitution à l'écrit par un questionnaire de bilan sur les processus abordés

Il est important de sensibiliser les élèves à l'importance de la restitution écrite pour exprimer et valider ce qui leur a été expliqué à l'oral (figure 4). Cela leur permet de développer des compétences rédactionnelles, et de garder une trace de l'atelier afin de travailler à nouveau sur son contenu lors du retour en classe (voir partie 3). Un questionnaire a donc été proposé aux élèves (annexe 1), reprenant les différentes étapes de l'atelier selon des approches complémentaires, afin de diversifier les modes de restitutions :

- Réponse à rédiger sous forme de phrase(s) entière(s);
- Schéma et légende à compléter sous forme de points à relier;
- Organismes du sol à relier à leur fonction et leur taille;
- Dessin d'observation à réaliser avec titre et légende.

### Sensibiliser à la qualité des données scientifiques disponibles par la mise à disposition d'un ouvrage grand format de qualité reconnue

Une dernière étape consiste à mettre les jeunes en contact avec un ouvrage illustré de grand format, qui puisse être manipulé en toute simplicité. Du fait de son format A3 et de la qualité de ses illustrations, l'Atlas européen de la biodiversité du sol se prête idéalement à cet exercice (Jeffery *et al.*, 2010). Il reprend les principaux groupes d'animaux du sol observés durant l'atelier, avec des illustrations choisies et un court texte reprenant les éléments essentiels de la biologie du groupe. Il présente par

**Figure 4** - Restitution écrite de l'atelier "la chaîne alimentaire du sol et la dégradation de la matière organique".

**Figure 4** - Written feedback from the workshop "The soil food chain and degradation of organic matter".



ailleurs des groupes non observés durant l'atelier, présents dans d'autres contextes pédo-climatiques ou observables avec du matériel optique plus précis (termites, microorganismes, etc.), qui peuvent être présentés aux jeunes comme une ouverture sur l'immense diversité de la biologie des sols. Par ailleurs, cette étape permet d'adapter le temps passé sur l'atelier : elle est supprimée pour les élèves montrant plus de patience lors de l'observation à la loupe, mais permet de maintenir l'attention des élèves ayant besoin de changer d'activité.

## Atelier "Comprendre le sol pour comprendre l'eau"

Le sol joue un rôle essentiel sur le cycle de l'eau. Situé en position d'interface, il recueille l'eau, la filtre, la stocke et la restitue aux plantes (Eagleson, 1978). Il assure le partage entre infiltration et ruissellement avec des conséquences tant sur la qualité que sur la quantité de l'eau (Scanlon *et al.*, 2007; Vereecken *et al.*, 2015). L'approvisionnement en eau et la résistance aux inondations et à la sécheresse ne peuvent se concevoir en l'absence de sols fonctionnels (Brevik *et al.*, 2015). Sol et eau sont donc au cœur des grands enjeux de société. Cet atelier a pour objectif de fournir aux élèves quelques éléments de compréhension du rôle que jouent le sol et ses propriétés dans la régulation de la ressource en eau (quantité et qualité). La démarche scientifique d'investigation a été là encore privilégiée (*figure 1*). Après leur avoir présenté les enjeux et quelques concepts liés à la régulation du cycle de l'eau (problématiser), les élèves ont été amenés à réfléchir aux propriétés des sols qu'il serait intéressant d'investiguer pour comprendre la dynamique de l'eau (planifier). Puis, un protocole (*annexe 2*) a été distribué

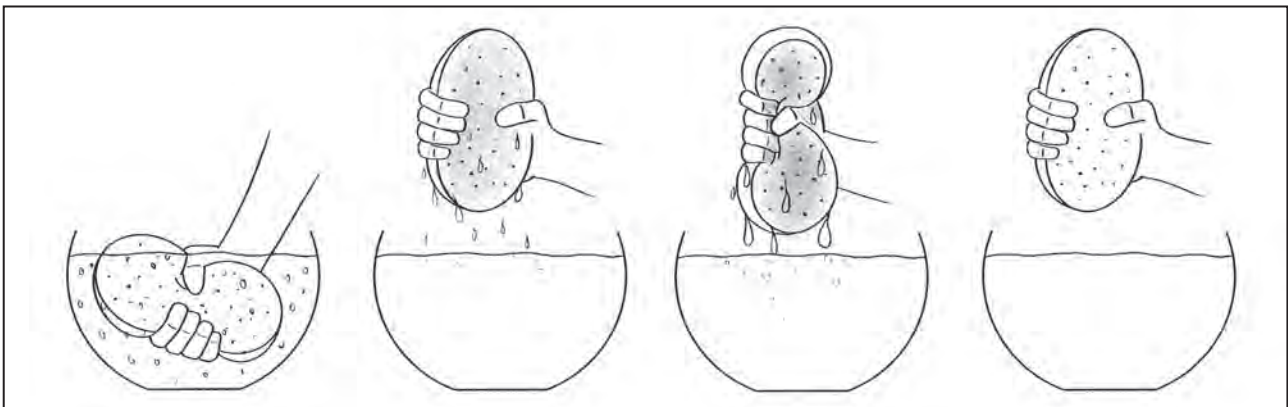
aux élèves afin de leur permettre de réaliser l'expérimentation en adoptant une approche scientifique d'investigation (investiguer). Les résultats générés par leurs expérimentations ont amélioré leur compréhension du rôle joué par le sol dans la régulation de l'eau dans le sol (conceptualiser) tout en suscitant de nouvelles questions.

### Sensibiliser à la rétention en eau et à la porosité

La première étape de cet atelier consiste à familiariser les élèves aux facteurs qui expliquent la rétention de l'eau par le sol. On fait l'hypothèse que le sol se comporte comme une éponge : comme elle, il est constitué de solide et de trous. Ces derniers, appelés "pores", représentent 30 à 60 % de son volume et sont remplis d'eau ou d'air. L'éponge est plongée dans un seau d'eau et en est ressortie (*figure 5*). Les élèves observent que l'eau s'en écoule spontanément. On leur explique que cette eau provient des gros pores (appelés "macropores"). L'eau n'y est que faiblement retenue et après un épisode de pluie, ils se vident rapidement de leur eau sous l'effet de la gravité. L'eau quant à elle rejoint les couches plus profondes ou la nappe. Après un certain temps, l'eau arrête de s'écouler. Pourtant, l'éponge est encore gorgée d'eau et si l'on exerce une pression, l'eau s'écoule à nouveau de l'éponge. Cette eau est retenue par les petits trous de l'éponge. Dans le sol, ces petits trous ("appelés micropores") sont capables de stocker l'eau et de la restituer à la plante. Après avoir pressé complètement l'éponge, celle-ci ne libère plus d'eau, le stock d'eau disponible est donc vide. Bien que l'éponge soit encore humide, l'eau résiduelle est trop fortement liée pour que l'on puisse l'extraire. Dans le sol, l'eau liée n'est pas disponible pour les plantes. On montre ensuite aux élèves que la quantité de gros pores et de petits pores dans

**Figure 5** - Le sol se comporte comme une éponge. Après avoir saturé l'éponge en eau, l'eau s'écoule des macropores par gravité. Après ressuyage, l'éponge stocke dans les micropores de l'eau qu'il est possible d'extraire. Lorsque les micropores sont vides, l'éponge est encore humide mais il est impossible d'en extraire l'eau : elle est trop fortement liée.

**Figure 5** - The soil behaves like a sponge. After saturating the sponge with water, the water flows from the macropores by gravity. After natural drainage, the sponge water stored in the micropores can still be extracted. When the micropores are empty, the sponge is still wet but it is impossible to extract the water too strongly bound.



un sol est fortement influencée par la taille des particules du sol. À l'aide de trois bocaux, l'un rempli de sucre en poudre, l'autre de pois secs et le troisième de noix, les élèves constatent que la quantité de gros pores augmente avec la taille des grains. On leur explique que dans les sols, la taille des particules est divisée en trois grands groupes, les argiles, les limons et les sables et que l'abondance relative de ces particules, appelée la "texture" du sol, influence la porosité et donc la capacité de rétention en eau du sol.

### Estimer la texture du sol

La deuxième étape de cet atelier consiste à montrer aux élèves qu'il est possible d'estimer aisément la texture d'un sol. On travaille avec un sol de départ contenant environ 35 % d'argile et on leur donne deux autres sols préalablement fabriqués à partir du premier en incorporant du sable de rivière selon deux doses différentes (33 % et 66 %). Après leur avoir expliqué le test de la boule, du boudin et de l'anneau (*figure 6*) les élèves sont amenés à manipuler ces trois sols afin de les classer en fonction de leur teneur en argile. Les élèves remplissent ensuite trois piluliers avec un tiers de sol et deux tiers d'eau. Après avoir agité vigoureusement les piluliers, ils laissent le sol décanter pendant une minute et observent les différences de hauteurs des couches de particules ayant sédimenté. On les guide pour leur faire déduire que les particules qui sédimentent le plus rapidement sont les plus grosses; dans le sol, il s'agit des sables. Ils confrontent ensuite les résultats de ce test à ceux du précédent.

### Relier texture et rétention en eau du sol

Les trois sols de l'étape précédente sont introduits dans trois colonnes (piluliers de 60 ml perforés à la base) installées sur un dispositif permettant de récolter l'eau percolée. Une quatrième colonne contenant un amendement organique (compost commercial) est également intégrée au dispositif (*figure 7*). On demande aux élèves d'apporter une quantité d'eau identique sur les colonnes à l'aide d'une éprouvette graduée. Après trois minutes, la quantité d'eau récoltée dans chaque récipient placé en dessous des colonnes est déterminée à l'aide de l'éprouvette. Les élèves sont amenés à interpréter la quantité d'eau retenue par les sols A, B et C à la lumière de leurs résultats sur la texture obtenus à l'étape précédente. L'intégration d'une colonne contenant un amendement organique a pour objectif d'illustrer la capacité dont dispose la matière organique à retenir l'eau. Cela permet également de relier les deux ateliers: la matière organique constitue non seulement la principale source de nourriture pour les organismes du sol mais elle assure également d'autres services écosystémiques, notamment l'amélioration de la réserve en eau du sol. Les deux ateliers sont également reliés en demandant aux élèves comment les organismes du sol pourraient eux aussi modifier la capacité de rétention en eau des sols.

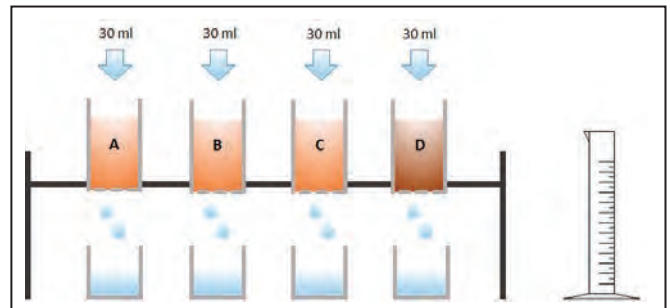
**Figure 6** - Réalisation du test de la boule, du boudin et de l'anneau par les élèves.

**Figure 6** - Manipulative test (ball, sausage and ring).



**Figure 7** - Dispositif en colonnes permettant d'étudier la capacité de rétention en eau des sols en fonction de leurs propriétés texturales.

**Figure 7** - Columnar device for studying the water retention capacity of soils according to their textural properties.



### Conclusion de l'atelier

L'atelier se clôture en mettant en commun les résultats des élèves et en les positionnant dans un contexte plus large, notamment en identifiant comment les propriétés hydriques des sols influent sur leur usage et le façonnage des paysages (pourquoi les sols de Beauvais sont-ils majoritairement sous culture ?) et en imaginant des stratégies qui peuvent être mises en place pour améliorer la réserve en eau des sols (comment puis-je limiter la quantité d'eau utilisée pour arroser mon potager ?). On conclut en rappelant le rôle essentiel de régulateur que joue le sol vis-à-vis de la ressource en eau de surface et souterraine et que la préservation de cette ressource implique de connaître et protéger les sols.

## Bilan des ateliers

Afin de conclure les activités, un bilan des ateliers est réalisé en classe entière, sous la forme d'un temps d'échange oral avec les élèves. L'enseignant questionne le groupe pour savoir ce qui a été retenu dans chaque atelier, et aide à structurer les réponses afin de faire un bilan sur les propriétés biologiques et physiques des sols. Les élèves repartent en ayant en tête les messages forts de chaque atelier :

- Les sols abritent un très grand nombre d'animaux, qui appartiennent à des groupes et ont des rôles différents ;
- L'action commune de ces animaux permet, le long d'une chaîne alimentaire complexe, de dégrader la matière organique et de libérer à terme des éléments nutritifs indispensables à la croissance des plantes ;
- Ces animaux sont fragiles et facilement impactés par les activités humaines ;
- Les sols jouent un rôle fondamental sur le cycle de l'eau et leur détérioration impacte à la fois la quantité et la qualité de l'eau de surface et souterraine ;
- La capacité des sols à retenir ou laisser l'eau s'infiltrer varie d'un sol à l'autre, notamment en fonction de leur texture ; cette dernière peut être facilement estimée ;
- Il existe des stratégies qui permettent d'améliorer le fonctionnement des sols ; celles-ci reposent notamment sur la gestion de la matière organique ;
- Les propriétés des sols délimitent leurs usages et façonnent les paysages ;
- Le sol est une ressource non-renouvelable à l'échelle humaine et sa préservation est essentielle pour garantir la sécurité alimentaire et un avenir durable.

Au-delà du fond scientifique, les élèves ont pu acquérir des compétences techniques en lien avec la rigueur de la démarche scientifique, en mettant en application un protocole expérimental simple, en acquérant des résultats par eux-mêmes, en les analysant et en les interprétant. De plus, le matériel utilisé étant simple à obtenir et peu onéreux (liste du matériel en *annexe 3*), ces ateliers peuvent être facilement réédités dans d'autres contextes. Des ressources complémentaires telles que vidéo (<https://www.youtube.com/watch?v=Mxp1nnrUG0Q>) ou lombricarium en présence/absence de vers de terre (Crespin *et al.* à paraître) peuvent être éventuellement envisagées pour compléter l'atelier et faire le lien entre biologie et physique du sol.

## 3. RETOUR DES INSTITUTEURS ET DU GRAND PUBLIC

À la fin de chaque demi-journée, les versions corrigées et commentées du "Questionnaire sur les organismes du sol" et du protocole de l'atelier "Comprendre le sol pour comprendre l'eau" ont été remises aux instituteurs, ainsi que les restitutions

**Figure 8** - Diffusion des ateliers sous la forme de stand lors du Village des Sciences.

**Figure 8** - Workshop at the Science Village.



écrites de chaque élève, afin de leur permettre de retravailler les contenus des ateliers à leur retour en classe.

Dans la semaine suivant les ateliers, l'association H<sub>2</sub>O a fait parvenir un questionnaire aux instituteurs afin d'évaluer leur niveau de satisfaction (*annexe 4*). Cinq instituteurs ont répondu, sur six classes ayant assisté aux ateliers. Les objectifs des instituteurs, qui visaient à confronter leurs élèves à la démarche scientifique en leur faisant réaliser des expériences sur le sol, ont été atteints dans 100 % des cas. De la même manière, l'ensemble des instituteurs s'est montré très satisfait du contenu des ateliers et du niveau de participation de leurs élèves. Enfin, toutes les classes ont trouvé le temps nécessaire pour retravailler les ateliers et approfondir leurs contenus scientifiques en classe.

L'ouverture vers le grand public *via* le Village des Sciences a représenté une excellente opportunité de diffusion des messages forts des ateliers à une plus grande échelle (*figure 8*). Par ailleurs, l'intégration d'un message de sensibilisation dans une manifestation populaire permet d'en décupler la portée.

## 4. CONCLUSION ET OUVERTURE DES ATELIERS

Le succès rencontré par les ateliers et les retours positifs des instituteurs, des élèves et des citoyens témoignent de l'appétence du grand public pour le sol et suggèrent que la méconnaissance du sol par celui-ci résulte davantage d'un manque d'information que d'un désintérêt. Nous avons par ailleurs constaté que l'intérêt pour le sol se manifestait de plus belle dès lors que les enjeux associés à sa préservation sont expliqués, ce qui souligne l'importance d'adopter une approche holistique lorsque l'on

communiqué sur le sol. Celui-ci n'est pas un simple matériau mais bien une entité en interaction avec son environnement, qui délivre des services écosystémiques. À cet effet, la démarche d'investigation scientifique que nous avons mise en place pour aller à la découverte des sols *semble* avoir porté ses fruits. En reliant propriétés, fonctions, usages et préservation des sols à travers l'observation, la manipulation, l'interprétation de résultats et le questionnement, le public s'est mis à mesurer de son propre chef l'importance des sols pour son bien-être et celui de l'environnement. Les plus jeunes constituent un relai privilégié dans les cercles familiaux. Ils font progresser l'attention portée aux sols et l'enthousiasme dont ils ont fait preuve tout au long de la semaine démontre leur bonne réceptivité sur ce sujet. Ces signaux positifs doivent nous encourager non seulement à réitérer ce type d'actions de sensibilisation mais aussi à mettre en œuvre les moyens pédagogiques permettant de renforcer la place du sol multifonctionnel dans les formations scolaires.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les membres d'H<sub>2</sub>O impliqués dans ces ateliers, à commencer par Samir Chaqori pour son aide technique et sa grande pédagogie avec les jeunes enfants, et Benoît Morel pour son suivi et les photos utilisées dans cet article. Par ailleurs, nous remercions nos collègues de l'Institut Polytechnique UniLaSalle pour leur aide précieuse, Stéphanie Bachellez pour toute la logistique entourant cet événement, et Philippe Thuret pour son aide pour certaines illustrations de cet article. Ces activités (matériel, déplacement des élèves, etc.) ont été financées par Ombelliscience, la Région Hauts-de-France, la ville de Beauvais et l'Institut Polytechnique UniLaSalle.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADEME, 2010 - La vie cachée des sols. Disponible en ligne *via* le lien : [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/72480\\_70211a\\_vie\\_cachee\\_des\\_sols\\_a5.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/72480_70211a_vie_cachee_des_sols_a5.pdf)
- Bispo A., Compagnone C., Chenu C., Guellier C., Sapjanskas J. et Soubelet H., 2016 - Construire une perception multifonctionnelle des sols, in : Les sols. Intégrer la multifonctionnalité pour une gestion durable. Editions Quae, 384p.
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J., & Van Oost, K., 2015 - The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), pp. 117-129.
- Crespin P., Pérès J., Sinagra J.-P., Lacassin J.-C., Blanchart E., Chevallier T., Darche M., Dosso M., Feller C. (à paraître). 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 du Sol*.
- Eagleson P. S., 1978 - Climate, soil, and vegetation. 1. Introduction to water balance dynamics. *Water Resources Research*, 14 (5), pp. 705-712.
- Fournil J., Kon Kam King J., Granjou C. et Cécillon L., 2018 - Le sol : enquête sur les mécanismes de (non) émergence d'un problème public environnemental. *Vertigo*, 18, (2), <https://journals.openedition.org/vertigo/20433>.
- Gremaud B. et Roy P., 2017 - La matrice interdisciplinaire d'une question scientifique socialement vive comme outil d'analyse *a priori* dans le processus de problématisation. *Formation et pratiques d'enseignement en question*, 22, pp. 125-141.
- H<sub>2</sub>O, 2019 - H<sub>2</sub>O : un lieu d'animation sur la science [en ligne]. Date de consultation : 24/09/2019. Disponible sur : <<http://www.beauvais.fr/education-jeunesse/h2o.html>>.
- Jeffery S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L.,... et Van Der Putten W. H., 2010 - Atlas européen de la biodiversité du sol. Edité par la commission européenne.
- Kuyper T. W. et Giller K. E., 2011 - Biodiversity and ecosystem functioning below-ground. *Agro-biodiversity management for food security - a critical review*. Edité par Lenné J.M. et Woods D.M., pp. 134-149.
- Pellerin S., Lelievre V., Arnaud F., Cécillon L., Dia A. et Valentin C., 2019 - Regards sur la recherche française en Sciences du sol à partir d'une analyse bibliométrique : points forts, points faibles et tendances récentes. *Etude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 49-63.
- Ramade F., 2012 - Éléments d'écologie, écologie appliquée. Edité par Dunod.
- Roy P. et Gremaud B., 2017 - Une démarche d'investigation interdisciplinaire pour traiter des problématiques d'EDD dans une perspective d'instruction et de socialisation émancipatrice. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*, 22, pp. 99-123.
- Scanlon B. R., Jolly I., Sophocleous M., & Zhang L., 2007 - Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources : Quantity versus quality. *Water resources research*, 43(3), pp. 1-18.
- Vereecken H., Huisman J. A., Hendricks Franssen H. J., Brüggemann N., Bogaen H. R., Kollet S., Javaux M., van der Kruk J. & Vanderborght J., 2015 - Soil hydrology : Recent methodological advances, challenges, and perspectives. *Water resources research*, 51(4), pp. 2616-2633.
- Wall D. H., Ritz K., Six J., Strong D. R. et van der Putten W. H., 2012 - Soil ecology and ecosystem services. Edité par Oxford University Press.

## Annexe 1

## Questionnaire sur les organismes du sol



## Questionnaire sur les organismes du sol

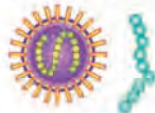



## 1. Le rôle des organismes du sol

Question 1 : qu'arrive-t-il à la feuille ci-dessous ?



Réponse :

Question 2 : voici quelques exemples d'organismes qui vivent dans le sol. Associez chaque organisme à son rôle dans le sol et à sa taille.

Rôle	Organisme vivant dans le sol	Taille
A. Ils découpent et enfouissent la feuille	1. bactéries et champignons 	a. Quelques dizaines de centimètres
B. Ils se développent sur la feuille dès sa tombée de l'arbre	2. cloportes 	b. Quelques millimètres
C. Ils mangent les parties dures de la feuille (nervures)	3. collemboles et acariens 	c. Quelques micromètres
D. Ils mangent les parties tendres de la feuille (épiderme)	4. vers de terre 	d. Quelques centimètres

Réponse :



## 2. Les moyens d'attraper et d'observer les organismes du sol

Question 3 : associez chaque partie du schéma à sa définition.



1. Filtre ne laissant passer que les plus petits organismes
2. Chaleur
3. Sol contenant les organismes
4. Récipient recueillant les organismes extraits du sol
5. Source de lumière
6. Liquide pour conserver les organismes
7. Entonnoir

Réponse :

3. Dessinez l'organisme qui vous a été fourni :

## Annexe 2

### Protocole de l'atelier "Comprendre le sol pour comprendre l'eau"

#### Expérience 1 : Détermination de la teneur en argile d'un sol

A l'aide d'une pissette, humectez les trois sols A, B et C et réalisez ensuite le test du boudin et de l'anneau afin d'en déterminez la teneur en argile. Notez la teneur en argile des trois sols ci-dessous.

	Sol A	Sol B	Sol C
Teneur en argile (%)			

#### Expérience 2 : Comparaison de la teneur en sable des sols

- Les trois flacons A, B et C contiennent la même quantité de sol.
- A l'aide de la pissette, remplissez-les d'eau.
- Après les avoir refermés, agitez-les vigoureusement pendant 10 secondes.
- Laissez sédimenter les sols pendant une minute.
- Comparez la teneur en sable de vos sols.

.....

.....

.....

.....

#### Expérience 3 : Détermination de la capacité de rétention en eau d'un sol

- Les quatre colonnes disposées devant vous contiennent chacune la même quantité de sol.
- En vous aidant de l'éprouvette graduée, versez lentement 50 ml d'eau sur chacun de ces sols.
- Après 3 minutes, déterminez la quantité d'eau ayant percolé à travers le sol. Pour cela, vous viderez l'eau récoltée par les flacons collecteurs dans l'éprouvette graduée.

	Sol A	Sol B	Sol C	Sol D
Quantité d'eau percolée (ml)				

A la lumière des résultats des expériences 1 et 2, expliquez les différences de quantité d'eau ayant percolé entre chacun des sols.

.....

.....

## Annexe 3

### Liste du matériel utilisé pour les deux ateliers

- Extracteurs de Berlèse : déjà disponibles dans le centre de formation
- Loupes et/ou éclairages associés : déjà disponibles dans le centre de formation
- Ouvrage "Atlas européen de la biodiversité du sol" (Jeffery, 2010)
- Piluliers en polypropylène
- Bocaux en verre remplis de sucre, de pois secs ou de noix
- Epprouvettes graduées
- Matériel de papeterie

## Annexe 4

### Questionnaire d'évaluation des ateliers envoyé aux instituteurs, et exemple d'une réponse reçue

<b>EVALUATION</b>				
<b>Ecole :</b> <span style="background-color: #ccccff; display: inline-block; width: 80px; height: 15px;"></span>				
<b>Enseignant :</b> <span style="background-color: #ccccff; display: inline-block; width: 100px; height: 15px;"></span>			<b>Niveau de la classe :</b> <b>CM2</b>	
<b>Projet :</b> <b>Fête de la Science</b>				
<b>1 – Objectif</b>				
<b>1.1. Quel était votre objectif initial en participant à ce projet ?</b>				
Découverte des milieux naturels, rôle des petites bêtes dans l'écosystème et pratique d'une démarche scientifique.				
<b>1.2. Celui-ci a-t-il été atteint ?</b>				
				**** X
<i>Si non, quelles sont vos attentes pour de futurs projets ?</i>				
<b>2 – Organisation</b>				
<b>2.1. L'organisation vous a-t-elle satisfaite ?</b>				
				**** X
Informations reçues de la Mairie				**** X
Transport (si prise en charge)				**** X
Accueil sur place				**** X
Durée et organisation				**** X
Sécurité (pour les visites)				**** X
<b>3 – Pédagogie</b>				
<b>3.1. Le contenu des séances était-il satisfaisant ?</b>				
				**** X
<b>3.2. Les supports (équipements, documentations, panneaux, expériences ...) étaient-ils adaptés aux enfants ?</b>				
				**** X
<i>Remarques/suggestions :</i>				
<b>3.3. Les enfants ont-ils adhéré à la démarche ?</b>				
				**** X
<i>Si non, pourquoi ?</i>				
<b>3.4. L'animateur a-t-il été pédagogue ?</b>				
				**** X
<i>Si non, qu'auriez-vous souhaité ?</i>				
<b>3.5. Exploitation des animations</b>				
				****
<i>Quelles séquences avez-vous pu ré-exploiter ?</i>				
Corrections des activités et élaboration d'une trace écrite collective élaborée à partir des documents reçus par les intervenants et H2O				
<b>4 – Ordre Général</b>				
<i>Remarques/suggestions :</i>				
Excellente animation, projet motivant pour les élèves qui ont très très bien participé				

# 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 !

P. Crespin<sup>(1)</sup>, J. Pérès<sup>(1)</sup>, J.-P. Sinagra<sup>(1)</sup>, J.-C. Lacassin<sup>(2)</sup>, E. Blanchart<sup>(3)</sup>, T. Chevallier<sup>(3)</sup>,  
M. Darce<sup>(4)</sup>, M. Dosso<sup>(5)</sup> et C. Feller<sup>(\*3)</sup>

- 1) Association Eureka, Pôle culturel et scientifique de Rochebelle, 155 Rue du Faubourg de Rochebelle, 30100 Alès, France
- 2) Société du Canal de Provence, Le Tholonet, CS 70064 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France
- 3) UMR Eco&Sol, Univ Montpellier, CIRAD, INRA, IRD, Montpellier SupAgro, 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2, France
- 4) 9 rue Albert 1<sup>er</sup>, 45000 Orléans, France
- 5) Institut des Régions Chaudes, SupAgro, 34093 Montpellier Cedex 05, France

\* : Auteur correspondant : christian.feller@ird.fr

## RÉSUMÉ

Une belle exposition montée en 1990, exposée en 1998 lors du XVI<sup>e</sup> Congrès Mondial de Science du Sol à Montpellier, a continué de voyager après les années 2000. Elle s'est retrouvée à Alès en 2018 pour une exposition pour les jeunes et grand public. Deux scientifiques du sol, invités à donner leur opinion sur le contenu des panneaux, ont réalisé combien, en une trentaine d'années la communication sur les sols pour un grand public a pu changer, en particulier par l'accent mis actuellement sur les biens et les services écosystémiques rendus par les sols à l'humanité. L'exposition a donc été repensée en utilisant les panneaux initiaux et en proposant au public jeune diverses manipulations. Ce sont ces deux expositions, à 28 ans d'écart, qui sont racontées et illustrées dans cet article.

## Mots clés

Sol, communication exposition, grand public et jeunes, Alès, France.

### Comment citer cet article :

Crespin P., Pérès J., Sinagra J.-P.,  
Lacassin J.-C., Blanchart E., T. Chevallier,  
Darce M., Dosso M. et 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, 23-34

### 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/>

**SUMMARY****A SOIL EXHIBITION (2018-2019) AT ALÈS (FRANCE) FOR GENERAL PUBLIC AND YOUNG PEOPLE:  
do something new with something old, with imagination and passion!**

A beautiful exhibition set up in 1990, which was exhibited at the 16th World Congress of Soil Science in Montpellier in 1998, continued to travel after the 2000s. Recently, in 2018, the exhibition was put on in Alès for young people and the general public. Two soil scientists, invited to give their opinion on the content of the panels, realized how much, soil communication for the general public has changed in 30 years. This was particularly true through the current focus on the ecosystem goods and services that soils provide to humanity. The exhibition has therefore been redesigned using the original panels and completed with various manipulations for young audiences. These two exhibitions (28 years apart) were described and illustrated in this article.

**Key-words**

Soil, communication, exhibition, general public and young people, Alès, France.

**RESUMEN****UNA EXPOSICIÓN SOBRE EL SUELO EN ALÈS (2018-2019) PARA LOS JÓVENES Y EL GRAN PÚBLICO:  
hacer el joven con el viejo, de la imaginación y de la pasión!**

Una linda exposición realizada en 1990, expuesta en 1998 durante el XVI Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo en Montpellier, siguió viajando después de los años 2000. Se encontró en Alès en 2018 para una exposición para los jóvenes y el gran público. Dos científicos del suelo, invitados a dar su punto de vista sobre el contenido de los carteles, realizaron cuanto cambió, en una trentena de años la comunicación sobre los suelos para un gran público, en particular por el acento puesto actualmente sobre los bienes y los servicios ecosistémicos prestados por los suelos a la humanidad. Se reconsideró la exposición usando los carteles iniciales y proponiendo al público joven varias manipulaciones. Son estas dos exposiciones con 28 años de diferencia, que se contaron e ilustraron en este artículo.

**Palabras clave**

Suelo, comunicar, exposición, gran público y jóvenes, Alès, Francia.

Ces vingt dernières années, les sols ont été (re)découverts par un public de plus en plus nombreux. Il y a encore peu d'années, on n'évoquait les sols qu'en parlant d'agriculture.

Une sensibilisation accrue à cet objet naturel s'est manifestée avec la montée en puissance de l'idée qu'il est nécessaire de repenser les systèmes agricoles en les rendant plus écologiques : c'est l'émergence de l'agroécologie. Ces nouvelles pratiques ont mis en évidence qu'elles protégeaient souvent nettement mieux le sol contre l'érosion (ce patrimoine faiblement renouvelable aux échelles humaines), donc aussi contre le ruissellement et diminuent ainsi les risques qui en résultent en aval comme les inondations, le colmatage des drains, le remplissage des canaux, des retenues et des barrages. La notion de services rendus par le sol commençait à imprégner le grand public tandis que, dans le milieu scientifique, à partir de 2005, s'installait fortement le concept de services écosystémiques (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), concept qui, rapidement, sera décliné pour le sol auprès du grand public, par exemple, la réflexion sur l'« imperméabilisation » accélérée de grandes surfaces de sol dans les zones industrielles et commerciales périurbaines, ou encore la profusion des ronds-points, dont les conséquences sont la perte énorme (par disparition sous le bitume) de très bons sols agricoles. Cette « imperméabilisation » conduirait à la perte, en France, de l'équivalent d'un département de terres agricoles tous les 7-8 ans ! Chaque scientifique peut se souvenir de la surprise de ses amis lorsqu'il les informait de cela, et comment cinq ans plus tard les mêmes personnes le clamaient haut et fort, s'étant totalement appropriées ce sujet qui faisait régulièrement la « une » des journaux ou de certains ouvrages grand public (voir Denhez, 2014).

Un autre point majeur qui a placé le sol au niveau des grands enjeux internationaux, à toutes les échelles (du local au global), est lié à la sensibilisation mondiale au changement climatique et au développement durable (Objectifs du développement durable (ODD)), à travers les stocks énormes de carbone organique que les sols renferment dans leur matière organique (humus). Car ce carbone provient, en très grande partie, du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) atmosphérique *via* le processus de photosynthèse pour les plantes et la restitution de ce carbone végétal au sol où il peut rester stocké des décennies voire des siècles. Si ce potentiel de stockage est si important, cela signifie qu'une très faible augmentation du stock de C organique actuel, obtenu juste avant par des pratiques agricoles appropriées, permettrait de soustraire de grandes quantités du CO<sub>2</sub> atmosphérique pour le transférer sous forme de C végétal dans le sol. Ce sont deux de nos collègues français (Balesdent et Arrouays, 1999) qui ont montré qu'il suffirait d'augmenter annuellement, en valeur relative, de 0,4 % (ou encore 4 ‰) le stock mondial de C organique des

sols<sup>1</sup> pour compenser l'ensemble des émissions annuelles liées à la consommation des énergies fossiles. Or, à l'échelle locale, les nouvelles formes agroécologiques d'agriculture permettent souvent d'obtenir cette augmentation de C dans le sol aux échelles décennales. En 2015, cette idée d'augmentation relative de 4 ‰ du C des sols par des pratiques agricoles appropriées a été retenue par le ministre français de l'agriculture – Stéphane Le Foll – pour en faire une initiative internationale, intitulée « Initiative 4 pour mille » (dont le sous-titre est « des sols, pour la sécurité alimentaire et le climat ») et proposée lors de la réunion de la COP21 (21<sup>e</sup> Conférence des parties de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques) à Paris. D'un seul coup, le sol passait au niveau des plus grands enjeux internationaux de la planète. De nombreux rapports internationaux ont traité alors de l'importance des sols : dès 2015 un rapport de l'ITPS (Intergovernmental Technical Panel on Soils), FAO et ITPS, 2015 sur le « Statut des Ressources en Sols du Monde », suivi en 2017 du rapport « Land Degradation Neutrality », puis en 2018 de celui de l'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services), IPBES, (2018) sur la « dégradation et la restauration des terres » et, finalement, en 2019, sortie du dernier rapport du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), GIEC, (2019) qui estime que le sol doit être absolument pris en compte dans la lutte contre l'effet de serre.

Le grand public commence ainsi à découvrir que le sol, s'il est géré correctement, lui rend de grands services dont il n'avait pas conscience, services dont la liste est longue comme : (i) lutte contre l'effet de serre, l'érosion, le ruissellement, les inondations, ii) compartiment exceptionnellement riche en biodiversité, iii) fourniture de matériaux de construction, iv) réserve de substances actives contre les maladies, v) matériau utile à l'art (pigments, poteries), vi) formation qui protège les vestiges anciens et qui est donc majeur pour l'archéologie. Le sol, avec les grands récits fondateurs des sociétés, intervient aussi dans la dimension culturelle de l'humanité : Adam signifie « Sol » en hébreu.

Les sols ont donc bénéficié ces dernières années d'une publicité sans précédent et le contexte actuel est donc favorable aux actions de sensibilisation d'un large public au sol. Les curieux ont envie d'en savoir plus et viennent voir les expositions.

Une exposition sur le sol, pour les jeunes et le grand public, s'est tenue d'octobre 2018 à janvier 2019 à Alès (Gard). Elle était associée à une autre exposition sur les volcans sous le titre « La Terre, planète active ». L'ensemble était organisé par l'association EUREKALES dont l'objectif premier est de donner le goût des sciences aux plus jeunes (du primaire au lycée) et au grand public. Eurekales rend la science accessible à tous et permet à chacun d'aborder différents thèmes par le biais de

<sup>1</sup> Autrement dit, si le stock de C organique d'un sol est représenté par 100, l'augmentation annuelle doit faire passer ce stock à 100,4.

manipulations, de manière la plus interactive et pédagogique possible.

Ces deux expositions furent un vrai succès avec :

- pour l'exposition Sol, 2834 visiteurs dont 1242 scolaires (une cinquantaine de classes) et 1592 visiteurs grand public (905 adultes et 687 enfants),
- pour l'ensemble des deux expositions, 6088 visiteurs dont 2879 scolaires et 3209 visiteurs grand public (1835 adultes, 1374 enfants).

Les deux expositions s'appuyaient sur des panneaux et des objets qui provenaient d'expositions anciennes. Pour le Sol, les panneaux et objets avaient été donnés en 2007 par la Cité des Sciences de La Villette mais dataient de 1990, et pour les volcans, l'exposition a été louée par Centre•Sciences Orléans et datait du début des années 2010.

Nous ne raconterons ci-dessous que l'histoire de l'exposition Sol.

Les organisateurs firent appel à Christian Feller et Tiphaine Chevallier (UMR Eco&Sols de l'IRD) pour avoir leur avis scientifique sur les panneaux et matériels « sol » reçus en vue de leur éventuelle présentation à un grand public et des jeunes de plus de 10 ans. Plus tardivement, fut contacté Jean-Claude Lacassin de la Société du Canal de Provence pour la recherche d'échantillons de sol permettant des manipulations par les animateurs et le public pour expliquer les propriétés de sols et l'importance pour l'agriculture et l'environnement.

Trois conférences en début de soirée, qui réunirent chacune environ 40-50 personnes, furent associées à cette exposition et données par :

- Christian Feller. « Le Sol, une merveille sous nos pieds » (13 octobre 2018).
- Tiphaine Chevallier. « Sol et changement climatique » (16 novembre 2018).
- Eric Blanchart. « La biodiversité des sols : une ressource méconnue » (13 décembre 2018).

Avant de décrire cette exposition d'Alès 2018-2019, nous rappellerons rapidement ce que fut initialement l'exposition ancienne sur laquelle s'appuie la nouvelle.

## L'EXPOSITION DU CENTRE•SCIENCES SUR LES SOLS DE 1990

(D'APRÈS M. DARCHE ET M. DOSSO)

L'idée de l'exposition de 1990 vient d'Alain Ruellan<sup>2</sup> qui en a proposé la création et le montage à Michel Darce<sup>3</sup> du Centre•Sciences d'Orléans qui était alors le tout nouveau Centre Culturel Scientifique et Technique (CCSTi) de la région Centre-Val-de-Loire. La discussion eut lieu lors d'une rencontre à New

<sup>2</sup> Alain Ruellan a été successivement pédologue à l'IRD (ex-Orstom), professeur de science du sol à l'école d'agriculture de Rennes (ENSAR, actuellement Agro-campus Ouest), directeur général de l'Institut de recherche pour le développement (IRD) puis de l'Institut des Régions Chaudes (IRC).

<sup>3</sup> Michel Darce est mathématicien, muséologue à la cité des sciences de 1980 à 1989, puis à Centre•Sciences jusqu'en 2006, comme directeur-fondateur du CCSTi de la région Centre-Val de Loire jusqu'à sa retraite en 2006. A continué ensuite à concevoir des expositions itinérantes sur les mathématiques, l'informatique et les matériaux.

**Figure 1** - L'exposition Centre•Sciences présentée au Corum à Montpellier (dernier étage), en 1998 pour le XVIe Congrès International de Science du Sol. (© M. Dosso).

**Figure 1** - The Centre•Sciences' exhibition presented in Montpellier, in 1998 during the 10th International Congress of Soil Science. (© M. Dosso).





Delhi dans le cadre de l'année de la France en Inde organisée par le conseiller culturel Vincent Grimaud. Alain Ruellan a été naturellement le conseiller scientifique et l'exposition, qui a été réalisée en coproduction avec la Cité des sciences, l'Institut des Régions Chaudes (IRC) et le Centre•Sciences, a aussi bénéficié du soutien de l'Inra d'Orléans et de Mireille Dosso de l'IRC.

Si la définition du contenu scientifique de l'exposition s'est faite assez facilement, il a été beaucoup plus difficile de monter la partie interactive faite de manipulations qui devaient être très attractives pour les jeunes visiteurs et en adéquation avec le discours et les jugements des scientifiques du sol.

Cette exposition a été réalisée en deux exemplaires, l'un pour la Cité des sciences et l'autre pour Centre•Sciences qui circule donc encore aujourd'hui.

Après une première présentation en 1992 lors des 3<sup>es</sup> journées de l'AFES qui se tinrent à Lausanne, elle a été présentée dans diverses villes: Montpellier, São Paulo, Mexico, Colmar... et récemment à Bozouls (sept. 2018)<sup>4</sup> et Alès (2018-2019). À Montpellier, ce fut à l'occasion du XVI<sup>e</sup> Congrès international de science du sol en 1998. L'exposition occupait le troisième étage du Corum (*figure 1*). Cette exposition a donc été aussi un grand succès, au même titre que celle organisée, en 1984, pour le « Cinquantenaire de l'AFES », au Palais de la Découverte et qui est commentée dans ce numéro spécial EGS par Girard et Arrouays (2019).

L'exposition était constituée de 16 panneaux et de 2 fresques portés par un polypropylène alvéolé (plus léger que le verre). Les titres des panneaux sont gravés sur ce support et des photos (du fonds Ruellan) et textes sont collés (*figure 2a*). Les illustrations photos représentaient souvent des sols ou paysages du Maroc et du Brésil. Cette exposition a été prévue pour être itinérante (*figure 2b*).

## L'exposition d'Alès sur les sols de 2018-2019

Lorsque les deux scientifiques spécialistes du sol (C. Feller et T. Chevallier) ont été conviés à donner leur appréciation sur les panneaux de l'ancienne exposition afin d'en créer une nouvelle, même s'ils ont reconnu la qualité scientifique de la première et la beauté des panneaux utilisés, ils ont immédiatement senti combien la communication vers le grand public avait pu changer en moins de 30 années. La tendance actuelle est évidemment, comme évoqué en introduction, de mettre l'accent sur l'ensemble des services écosystémiques rendus par les sols aux sociétés humaines: c'est donc ce thème qui devait être le centre de l'exposition. Ce n'était pas vraiment le cas pour l'exposition de 1990, même si quelques panneaux faisaient référence évidemment à l'agriculture et à des problèmes environnementaux comme la pollution. C'est cet objectif de « services rendus par les sols »

qui a été proposé à l'association organisatrice, laquelle se l'est immédiatement appropriée.

Il s'est agi alors d'utiliser au mieux les panneaux anciens, soit en les conservant quasi tels quels (*figure 3*) pour présenter les connaissances de base (formation d'un sol et profil pédologique, diversité des sols, propriétés, importance pour l'agriculture), soit en les modifiant (mais en conservant le magnifique support gravé initial). Ces modifications ont consisté en ajouts de nouvelles photos ou planches de texte pour focaliser davantage sur les services rendus par les sols. Leur description est détaillée en *annexe 1* et le coût (hors salaire) de la transformation de l'exposition initiale est présenté en *annexe 2*.

Les principales modifications ont essentiellement concerné le sol et les changements globaux, comme le changement climatique, la séquestration du carbone, l'importance de la biodiversité, la lutte contre l'érosion, le sol comme matériau de construction, voire les aspects culturels du sol comme le sol et l'art. Actuellement, beaucoup d'artistes sensibilisés aux problèmes environnementaux prennent l'objet sol comme source d'inspiration pour leurs créations.

L'itinéraire scientifique de l'exposition 2018 est ainsi devenu le suivant:

1. Qu'est-ce qu'un sol, profil, structure, formation et évolution temporelle.
2. Les propriétés physico-chimiques des sols.
3. La vie dans le sol et sa biodiversité.
4. L'importance des restitutions organique au sol tant pour le maintien d'une biodiversité utile que pour l'agriculture et la lutte contre l'effet de serre.
5. Le sol et l'eau: éviter le ruissellement par de nouvelles pratiques agroécologiques pour lutter contre l'érosion, les inondations, le colmatage des réseaux d'irrigation, etc.
6. Le sol et les constructions, tant du côté du sol comme matériau que du sol à protéger contre l'imperméabilisation.
7. Le sol et l'art

Cet itinéraire est parsemé de manipulations, soit faites par un démonstrateur de l'association Eurekales, soit à la disposition (découverte et manipulation) du public lui-même. C'est là où l'imagination prend tout son sens. On peut citer:

- la fabrique d'un terrarium à vers de terre montrant le mélange des horizons de sol sous l'effet de la faune du sol,
- un dispositif « Berlèse » pour l'extraction de la faune du sol et observation au microscope,
- une pyramide biologique (*figure 4*) mettant en évidence la diversité biologique du sol selon la taille des organismes,
- un jeu de cartes (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, ADEME) type « sept familles » sur cette même biodiversité du sol et les grands scientifiques du sol (*figure 5*). Cette animation eut beaucoup de succès.
- des dispositifs très simples avec manipulation d'échantillons de terre permettant de faire comprendre:
  - ce qu'est la porosité d'un sol,

<sup>4</sup> Voir : <https://www.echosciences-sud.fr/evenements/sols-vie-de-la-terre>

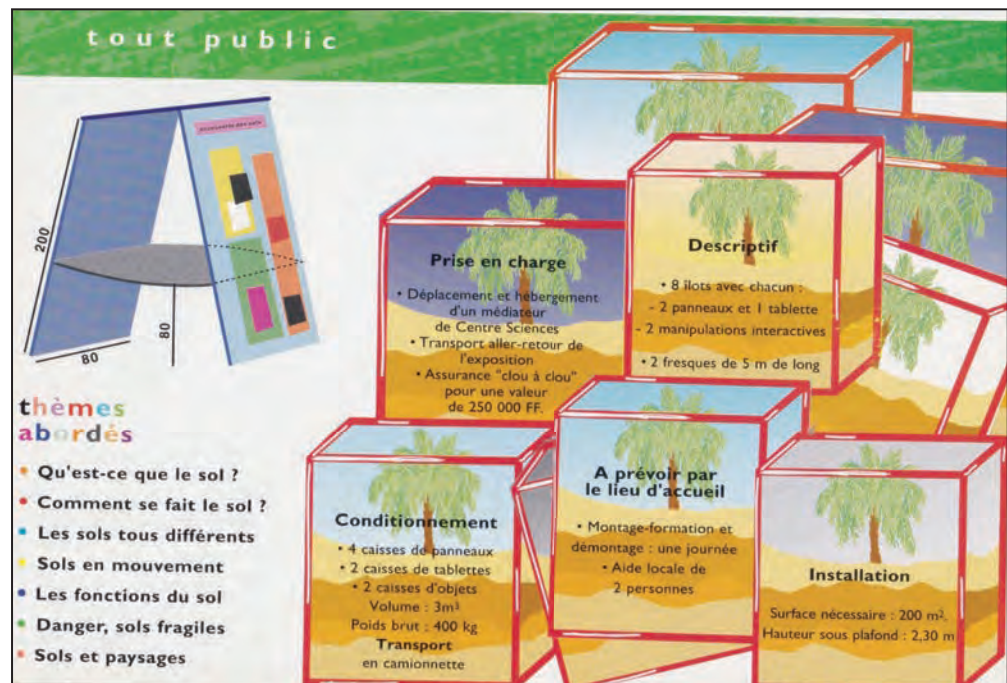
**Figure 2a** - Présentation générale du thème de l'exposition sol de 1990 avec les panneaux en polypropylène photographiés sur la droite. (© M. Darche).

**Figure 2a** - General design of the soil exhibition of 1990. See the polypropylene panels on the right. (© M. Darche).



**Figure 2b** - Exposition Sol de 1990 avec les thèmes abordés et les conseils pour la gestion de cette exposition itinérante. (© M. Darche).

**Figure 2b** - Soil exhibition of 1990 with the themes discussed and advice on how to manage this travelling exhibition. (© M. Darche).



- quels sont les déterminants de la stabilité de l'agrégation ?
- ce que sont une structure stable d'un sol et les conséquences sur l'infiltration et donc l'érosion,
- comment lutter contre l'érosion par la seule action de couvrir le sol avec un mulch végétal (figures 6 et 7) ?

Ces deux dernières démonstrations ont été très bien reçues par le jeune et le grand public.

Mais elles nécessitaient d'avoir accès à des échantillons de terre adaptés à ces exercices. Pour montrer que la stabilité de l'agrégation dépend à la fois de caractères intrinsèques du sol, mais aussi de son mode de gestion, nous avons décidé de chercher des sols limoneux, avec des horizons de textures à peu près identiques, mais différenciés (i) par leur teneur « naturelle » en calcaire, ii) par leur teneur en matière organique sous l'effet

**Figure 3** - Panneau d'entrée de l'exposition d'Alès en 2018. Ce panneau est celui de 1990, simplement additionné d'un texte de présentation et d'une carte des sols du monde. (© C. Feller).

**Figure 3** - Entrance panel of the Alès exhibition in 2018. This panel is a simple adaptation of the one of the 1990 exhibition. It was simply added by a short presentation of the exhibition and a map of the world's soils. (© C. Feller).



**Figure 4** - La pyramide biologique des sols. (© E. Blanchart).  
**Figure 4** - The pyramid of soil biodiversity. (© E. Blanchart).



de deux modes de gestion: culture annuelle ou plantation. C'est Jean-Claude Lacassin, pédologue de la Société du Canal de Provence, qui a identifié, proche du lieu d'exposition, des parcelles *ad hoc* pour de tels prélèvements.

- Des comparaisons de photos aériennes anciennes et actuelles illustrent combien les sols agricoles et forestiers de la région avaient été imperméabilisés par les constructions de bâtiments ou de routes.
- Enfin, des livres anciens de science du sol avec des aquarelles et des peintures anciennes pédagogiques pour représenter les profils de sol étaient montrés en vitrine et accrochés au mur ainsi

**Figure 5** - Le jeu de « sept familles » la vie cachée des sols. (© E. Blanchart).

**Figure 5** - The go to fish game of the hidden life of soils. (© E. Blanchart).



**Figure 6** - Démonstration (par P. Crespin) de l'effet antiérosif d'une couverture végétale sur le sol. (© E. Blanchart).

**Figure 5** - Demonstration of the anti-erosion impact of a plant cover on the soil by Pierre Crespin. (© E. Blanchart).



**Figure 7** - Le dispositif très simple pour la démonstration de l'effet antiérosif d'une couverture végétale sur le sol. (© P. Crespin).

**Figure 7** - The very simple device used for the soil cover anti-erosion demonstration (© P. Crespin).



**Figure 8** - A - Peintures pédagogiques et œuvres d'art (collages et marqueterie) schématisant des profils de sols ; B - une vitrine avec planches couleurs peintes de profils de sols dans ouvrages anciens sur les sols. (Coll. C. Feller, © P. Crespin.)

**Figure 8** - Display of soil profiles illustrations, A - Educational paintings and artworks (collages and marquetry) illustrating soil profiles; B - Display of ancient books on soils with colour sketches of soil profiles. (Coll. C. Feller, © P. Crespin.)



que des œuvres d'art (marqueterie et collage de terre) inspirées par le sol (figure 8).

## CONCLUSION

Pour conclure, nous citons des réflexions écrites par deux d'entre nous, organisateurs de cette exposition (P. Crespin et J. Pérès):

« On peut souligner que les enfants ont été fascinés par la biodiversité rendue visible par différents échantillons observables à la loupe, photos et autres dispositifs où ils pouvaient voir évoluer en terre des lombrics vivants. Le rôle essentiel joué par

la matière organique dans les sols a été bien perçu et donc aussi la nécessité de pratiques agricoles basées sur les restitutions organiques et la couverture du sol. Celles-ci étaient illustrées par les dispositifs mentionnés ci-dessus sur stabilité de la structure, ruissellement et érosion.

Ce fut l'occasion pour tous, visiteurs comme animateurs, de se rendre compte qu'une expérience vaut mieux que cent discours.

Tous ont pu découvrir les sols comme gardiens de l'histoire, par la préservation d'événements ou végétations passés et l'observation de monuments grandioses bâtis en terre. Chacun a pu percevoir les nombreux liens qu'il existe depuis toujours entre les sols, l'architecture, l'artisanat et l'art grâce aux œuvres exposées.

Enfin, les trois conférences citées ci-dessus nous ont permis de faire partager les travaux, expériences et connaissances des professionnels spécialisés dans l'étude et la valorisation des sols.

Ce fut une expérience très enrichissante pour tous les acteurs ayant participé au projet. Il fut gratifiant de voir que des visiteurs attirés par les fascinants volcans passaient finalement plus de temps à essayer de comprendre cette chose au premier abord si banale que sont les sols. Le public, et notamment les plus jeunes, s'est montré très sensible à l'importance d'en prendre soin et de protéger leur biodiversité. Enfin, il est certain que la majorité des gens reçus ne percevront plus le sol de la même manière et encore moins comme quelque chose de banal ou sans importance. Nous pensons avoir atteint notre objectif de donner envie de comprendre afin d'apprendre à aimer, les sols mais aussi les sciences. »

Les parents accompagnant les enfants se sont laissé séduire par l'exposition et sont passés du rôle d'accompagnateur au rôle de visiteur en posant de nombreuses questions!

Enfin pour être réussie une telle exposition demande le dévouement et la présence constante de plusieurs animateurs bénévoles qui explicitent les panneaux pour les visiteurs et répondent aux questions. Il faut y mettre de la passion!

Pour reprendre le titre de cet article: cette exposition pour communiquer sur le sol peut donc bien se résumer en « **faire du jeune avec du vieux, de l'imagination et de la passion!** »

## REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement Isabelle Feix et Joël Moulin pour leurs précieux commentaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- Balesdent J., Arrouays D., 1999 - Usage des terres et stockage de carbone dans les sols du territoire français. Une estimation préliminaire des flux nets annuels pour la période 1900-1999. *CR Acad Agr Fr.* 85(6) : 265-277.
- Caron P., Chataignier J.-M. (eds.), 2017 - Un défi pour la planète: les objectifs de développement durable en débat. IRD Edition, Marseille, 480 p.
- Denhez Frédéric, 2014 - Cessons de ruiner notre sol! Flammarion, Paris, 216 p.
- FAO et ITPS, 2015 - Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Technical Summary. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy, 79 p.
- Fritsch E., Herbillon A.J., Do Nascimento N.R., Grimaldi M., Melfi A.J., 2006 - From plinthic acrisols to plintosols to gleysols; iron and groundwater dynamics in the tertiary sediments in the upper Amazon basin. *Eur. J. Soil Sci.*, 58, 989-1006.
- GIEC, 2019 - Voir le dernier rapport 2019 du Giec (Summary for Policy Makers, SPM): [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Edited-SPM\\_Aproved\\_Microsite\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/Edited-SPM_Aproved_Microsite_FINAL.pdf)
- Girard M.-Cl. et Arrouays D., 2019 - Note sur l'Exposition SOLS de 1984 au Palais de la Découverte (Paris, France). *Étude et Gestion des Sols*, 26 (1), pp. 93-98, 2019.
- IPBES, 2018 - Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes et al. (eds) L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner, T. G. Holland, F. Kohler, J. S. Kotiaho, G. Von Maltitz, G. Nangendo, R. Pandit, J. Parrotta, M. D. Potts, S. Prince, M. Sankaran and L. Willemen (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany, 44 p.
- Kust G., Andreeva O., Cowie A., 2017 - Land Degradation Neutrality: Concept development, practical applications and assessment. *Journal of Environmental Management*, 195, 16-24.
- Land Degradation Neutrality. Voir: <https://www.unccd.int/actions/achieving-land-degradation-neutrality>.
- Voir aussi Kust et al., 2017.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005 - Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Objectifs du Développement Durable (ODD). Voir: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>  
Voir aussi la référence ci-dessus: Caron et Chataignier eds. (2017).

# Annexe 1

## Descriptif des modifications apportées aux panneaux initiaux de l'exposition de 1990

N° des panneaux d'origine (1990)	Titre des panneaux	Titre des photos remplacées sur les panneaux originaux	Document de remplacement dans l'exposition de 2018
1a	Les pieds sur terre	Un chemin en terre en pays granitique. (Mont Lozère / France)	Montage photo destiné à illustrer la diversité des sols et à mettre en évidence leur structure depuis la roche mère jusqu'à l'horizon organique
		Sol rouge méditerranéen lessivé sur grès calcaire. (Nord Maroc)	
1b	L'épiderme de la Terre	Érosion des sols en conséquence du défrichement en nouvelle Calédonie	Photo plus récente sur l'érosion des sols en Haïti
		Paysage aménagé en terrasse (Portugal)	Photo plus récente illustrant le Zaï, une technique traditionnelle de réhabilitation des terres dégradées (Bénin)
2a	Les horizons cachés	Sol ferrallitique très épais sur grès (Brésil)	Support explicatif de la structure du sol présentant en détail les différents horizons remarquables sur la photo d'un sol de la région d'Alès
		Sol ferrallitique sur roche volcanique (Brésil)	
2b	Comment naît un sol	Une fissure dans le granit: Un début de sol... (Mont-Lozère / France)	Support explicatif décrivant toutes les étapes de la formation d'un sol depuis la roche mère jusqu'à la différenciation des horizons du sol
		Terre de Groie (rendzine): sol peu différencier sur calcaire. (Charente / France)	
		Conquête de la forêt sur des maisons abandonnées. (Amazonie / Brésil)	
3a	Podzol ou Chernozem		Panneau supprimé
3b	Le langage des couleurs		Panneau supprimé
4a	La terre respire et boit	Surfaces étagées portant des sols d'âges différents (Maroc)	Support explicatif traitant de la formation des agrégats et de l'importance de leur stabilité dans un grand nombre de propriétés physiques du sol dont le maintien de la porosité.
		Sol desséché, après inondation (Maroc)	
		État de surface d'un sol de rizière moyennement différencié très argileux (Vertisol), à l'état sec (Indonésie)	
			Ajout sur la table d'un support « De quoi est fait le sol ? » qui décrit la composition et les proportions des phases liquide, solide et gazeuse, ainsi que de la matière organique du sol.

4b	Le sol... a quatre dimensions	Paysage de sol organique et acide très peu épais sur roche dure: ici Ranker sur granit (Bretagne / France)	Document explicatif résumant le contenu d'un article de Fritsch et al. (2006). L'idée est ici de montrer, à travers une toposéquence en continu, que les sols, à partir d'une même roche-mère sont évolutifs (très fortement) dans l'espace (sur une toute petite partie du paysage), mais aussi dans le temps. Les différences qui en résultent à quelques mètres de distance vont donc avoir une grande importance sur les fonctions du sol : diversité et productivité végétales, dynamique de l'eau (infiltration, ruissellement, engorgement) et des éléments nutritifs, etc.
		Sol très différencié lessivé sur granit (Brésil)	
		Palmeraie; sol alluviaux (Maroc)	
5a	Le sol est plein de vie	Base d'un sol moyennement différencié à horizon organique épais (chernozem). Présence de galeries d'animaux	Infographie sur le rôle de la matière organique sur les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol
		Termitières « champignons » ramenant en surface la terre rouge du sol ferrallitique (Cameroun)	
5b	Source et grenier		panneau supprimé
6a	Dialogue du sol et de l'eau	Climat tropical (Guadeloupe)	Support explicatif sur la solution du sol. Ajout d'une échelle de pH associée à des photos de deux sols : un sol acide à sous-bois avec fougères et un calcaire (basique) sous couvert de chênes verts; les deux photos ayant été présent dans la région d'Alès.
		Irrigation circulaire pour la culture du blé dans le désert (Arabie Saoudite)	
		Pellicule argileuse desséchée à la surface d'un sol (France)	
6b	Prospecter et bâtir		panneau supprimé
7a	La digestion des déchets	Quelle quantité de déchets d'élevage le sol peut-il digérer !	Photo de pollution urbaine et de gîtes larvaires (Yaoundé, Cameroun)
		Enfouissement de déchets urbains	
7b	Une érosion bien comprise	Reg: couverture de cailloux recouvrant peut-être un sol; à l'horizon, Erg: accumulation de sable. (Niger)	Photo: Tempête de sable, Juin 2018 (Sénégal)
8a	Le sol de ce pays		Panneau supprimé
8b	Dis-moi où est ton sol		Panneau supprimé

## **Annexe 2**

### **Coût de cette exposition**

Le budget pour toutes les fournitures nécessaires à l'adaptation des panneaux anciens tels que décrite ci-dessus et la mise en place des manipulations associées a été de 1 864 € dont 810 € pour la reprographie.

Ceci n'inclut évidemment pas le salaire de l'agent recruté pour monter et animer cette exposition (estimé à 5 mois d'activité, soit une dépense d'environ 11 000 €), ni le temps offert par les bénévoles de l'association et les consultants scientifiques de l'IRD et de la Société du Canal de Provence.



# S.O.S SOLS :

## Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS

I. Grégoire<sup>(1)</sup> et L. Grenon<sup>(\*2)</sup>

- 1) Formatrice scientifique, coresponsable des programmes éducatifs de l'AQSSS, Sutton, Québec, Canada.
- 2) Conseillère scientifique, coresponsable des programmes éducatifs, trésorière et membre fondatrice de l'AQSSS, Dunham, Québec, Canada.

\* : Auteur correspondant : aqssweb@gmail.com

**AQSSS** : L'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol est un organisme de bienfaisance enregistré regroupant les personnes intéressées à la science, à l'utilisation, à l'aménagement, à la conservation et à la santé des sols ainsi qu'à l'éducation relative aux sols. Elle a pour objectifs de diffuser l'information scientifique, technique et générale sur les sols et d'éclairer sur tout sujet d'intérêt concernant cette ressource essentielle à la vie. [www.aqsss.com](http://www.aqsss.com)

### RÉSUMÉ

Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS instruit des étudiants et initie des citoyens aux défis cruciaux de la protection, de la régénération et du maintien de la santé des sols du Québec et du monde. À travers une série d'ateliers théoriques et pratiques, en classe et en plein air, près de 750 jeunes âgées entre 10 et 17 ans ont été sensibilisés, depuis 2015, à la fragilité des sols, leur complexité et l'urgence d'en prendre soin. SOL'ERE raconte l'histoire des sols du Québec, à partir de la dernière glaciation et du retrait de la mer de Champlain, leur lente formation pédologique jusqu'aux événements marquants des dernières décennies qui expliquent leur état actuel. Ce parcours d'apprentissage développe une conscience de la santé des sols et guide les participants vers des stratégies pour les préserver et les rétablir.

### Mots clés

Santé des sols, crise climatique, écocitoyenneté, éducation aux sciences de l'environnement en plein air.

Comment citer cet article :

Grégoire I. et Grenon L. - 2020 - S.O.S SOLS :  
Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé  
des sols de l'AQSSS, *Étude et Gestion des  
Sols*, 27, 35-44

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/>

**SUMMARY****S.O.S. SOILS: SOL'ERE an educational program on healthy soils from l'AQSSS**

The educational program SOL'ERE for Healthy Soils from the scientific organisation AQSSS, educate students and citizens to care, maintain and protect soils of Québec and elsewhere on the planet. Their fragility and the tremendous ecological services they procure, urge their protection. Citizens of all ages are concerned by the alarming situation of the soils. Since 2015, more than 750 students from 10 to 17 years old have been informed and put on action for healthy soil by the program SOL'ERE. Hence, a series of lessons tell the story of soils of Quebec, from the Champlain sea withdrawal, their slow evolution and the important soils transformations of the last decades. Through this learning journey, the participants study the physic, the chemistry and the biology of soils and understand the actions needed to protect or restore that precious resource.

**Key-words**

Healthy soils, climate crisis, eco citizenship, environmental education, outdoor sciences.

**RESUMEN****S.O.S SUELOS: el programa educativo SOL'ERE sobre la salud de los suelos del AQSSS**

El programa educativo SOL'ERE sobre la salud de los suelos del AQSSS (Asociación Quebequense de Especialistas en Ciencias del Suelo) educa a los estudiantes e inicia a los ciudadanos a los desafíos cruciales de la protección, de la regeneración y del mantenimiento de la salud de los suelos del Quebec y del mundo. A través de una serie de talleres teóricos y prácticos, en clase y en exterior, cerca de 750 jóvenes de edad entre 10 y 17 años fueron sensibilizados, desde 2015, a la fragilidad de los suelos, a sus complejidades y a la urgencia de cuidarlos. SOL'ERE cuenta la historia de los suelos del Quebec, a partir de la última glaciación y del retiro del mar de Champlain, sus lentas formaciones pedológicas hasta los acontecimientos destacados de las últimas decenas que explican sus estados actuales. Este curso de aprendizaje desarrolla una conciencia de la salud de los suelos y guía los participantes hacia estrategias para preservarlos y restablecerlos.

**Palabras clave**

Salud de los suelos, crisis climática, educación a las ciencias del medio ambiente en exterior.

## CONTEXTE DE LA CRISE CLIMATIQUE

À l'amorce d'un consensus planétaire éminent sur l'urgence climatique et la crise environnementale mondiale, il devient tout à fait pertinent de parler des sols dans les institutions d'enseignement comme sur les plateformes citoyennes. Tous les habitants de la Terre sont concernés par les menaces qui pèsent sur la santé des sols du monde. Les actions et les comportements des citoyens, qu'ils soient consommateurs de nourriture, de bois ou autres produits du sol, occupants d'un territoire, travailleurs et usagers du sol, électeurs et élus, tous ont des impacts directs ou indirects sur l'état des sols de la planète. La problématique actuelle relative à la santé des sols demande d'une part, une compréhension globale des enjeux socio-écologiques contemporains, et d'autre part, un élan concerté pour l'action citoyenne engagée, plus précisément, l'écocitoyenneté.

En août 2019, le GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, publiait son rapport sur l'état de la planète où se retrouvait le rapport spécial sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre (GES) dans les écosystèmes terrestres. Ce rapport démontrait qu'un quart des terres de la planète est dégradé par les humains et que la dernière décennie a été marquée par une importante perte mondiale de fertilité des sols en culture. Certaines pratiques agricoles et industrielles ont compacté, érodé, contaminé et épuisé les sols ; l'urbanisation étendue et non planifiée a détruit de façon irréversible des terres et la déforestation excessive a contribué à la perte de sols millénaires (GIEC, 2019). Selon le GIEC, il reste aujourd'hui moins d'un quart des terres planétaires libres de l'influence directe des sociétés humaines.

Pour ce qui est du Québec, des études menées par l'Université Laval à Québec révèlent que 3 % des sols organiques cultivés de la Montérégie ont été perdus dans les dernières décennies. Les terres noires au Québec désignent des sols non minéraux dont les horizons de surface sont principalement composés de matériaux organiques. Ces terres organiques du sud-ouest du Québec, où est cultivée 50 %, en valeur marchande, de la production maraîchère de la province, pourraient disparaître d'ici 50 ans si rien n'est fait (Cameron, 2019). Aujourd'hui, des 220 centimètres de sol que l'on retrouvait dans les années soixante, il n'en reste que 100 centimètres en moyenne et 20 par endroits (Cameron, 2019). Chaque année, « il y a un centimètre qui part avec le vent (érosion éolienne) et un centimètre qui part avec la décomposition microbienne », explique Jean Caron, titulaire de la Chaire industrielle CRSNG de l'Université Laval, en conservation et en restauration des sols organiques cultivés (Caron, 2019).

Nous savons pourtant que les sols fournissent d'innombrables biens essentiels et qu'ils rendent des services éco-

systemiques irremplaçables, tels que la fertilité agricole et le maintien des forêts, essentiels à la qualité de l'air (Bertheaux et al., 2014). Selon les propos du coprésident du Groupe de travail II du GIEC, M. Hans-Otto Pörtner : « les sols forestiers rendent un grand service à l'humanité en pompant près de 29 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) anthropiques..., les processus terrestres naturels absorbent une quantité de dioxyde de carbone équivalant à presque un tiers des émissions dues aux combustibles fossiles et à l'industrie » (GIEC, 2019). La santé des sols est critique dans l'équilibre environnemental du climat de notre planète. La progression de la perte des sols pourrait entraîner de graves conséquences sur la viabilité de plusieurs espèces terrestres dont les humains. Le rétablissement et la régénération de la pédosphère, cette mince pellicule de sol à la surface de la terre, représente une avenue de choix dans la transition écologique. Il devient prioritaire d'aborder la santé des sols au-delà des publics intéressés, scientifiques, professionnels et experts. Les jeunes, dont certains seulement seront des experts, mais tous des consommateurs et des citoyens, doivent ainsi être préparés aux sérieux défis de la protection et de la restauration des sols pour l'avenir de la planète.

## ANNÉE INTERNATIONALE DES SOLS DE L'ONU

L'année 2015 a été décrétée par l'Organisation des Nations Unis, Année Internationale des Sols afin de souligner l'insurmontable nécessité des sols pour l'humanité. Des décideurs internationaux sonnaient ainsi l'alarme de la perte des sols du monde. C'est dans ce contexte que l'AQSSS, l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol, a décidé de participer aux efforts de sensibilisation et d'éducation à la valeur essentielle des sols, à leur fragilité et à l'urgence de les protéger. L'AQSSS a profité de cet appel pour élargir son champ d'influence et partager ses connaissances sur la complexité des sols et leurs valeurs écologiques dans le monde du vivant.

## LE PROGRAMME SOL'ERE PRINCIPES ET APPROCHES PÉDAGOGIQUES

Inspiré de l'ONU et du rapport du GIEC, l'AQSSS a défini quatre principes directeurs de son nouveau programme éducatif. D'abord, nos actions individuelles et collectives affectent la santé des sols ; ensuite, la dégradation des sols affecte l'équilibre planétaire climatique ; puis, l'éducation a un rôle important dans la transition écologique pour des

sols en santé; et finalement, l'éducation relative aux sols doit répondre aux besoins des jeunes et des citoyens engagés ainsi qu'à l'urgence d'agir. C'est ainsi qu'au printemps 2015, l'AQSSS a conçu le programme SOL'ERE en sciences de l'environnement et écocitoyenneté destiné aux milieux scolaires (primaire et secondaire) et aux citoyens concernés (clubs de jardiniers amateurs et grand public). Le programme aborde les sciences du sol, plus précisément la géographie, la pédologie, la géologie et l'initiation à la physique, la biologie et la chimie des sols du Québec.

## APPROCHES: SCIENCES EN PLEIN AIR ET ÉDUCATION CITOYENNE ANCRÉE DANS LE TERRITOIRE

Le programme SOL'ERE priorise une pédagogie qui vise le développement d'un sentiment d'appartenance au territoire par le renforcement des liens avec la nature (Girault et Barth, 2016; Louv, 2008). Environ le tiers du programme s'enseigne en plein air, à proximité de l'école et implique un rapprochement étroit, physique et émotif avec la nature fascinante qui les entoure. Le lien avec la nature se construit, entre autres, par l'augmentation de la fréquentation des « petits coins de nature », quels qu'ils soient, et l'amélioration de la qualité des rapports significatifs et émotifs, c'est-à-dire qui suscite l'émerveillement, l'ouverture et la curiosité (AQPER, 2010; Cardinal, 2010; Louv, 2008).

L'expérience en éducation relative à l'environnement (ERE) démontre aussi que l'engagement des jeunes dans leur milieu de vie (leur territoire, leurs sols, leurs rivières) développe une empathie pour leur environnement et leur communauté (Sauvé, 2014-15; Blanchet et Mambro, 2016). L'approche pédagogique ancrée dans la communauté et sur le territoire local amène un sens, une satisfaction et une motivation chez les étudiants qui favorisent leur réussite scolaire (Sauvé *et al.*, 2017). À long terme, les liens significatifs et l'attachement durable que les jeunes construiront en bas âge avec leur milieu de vie et leur environnement seront garants de futures communautés soucieuses de leur territoire et de la nature qu'ils habitent (Girault et Barth, 2016).

## OBJECTIFS DU PROGRAMME SOL'ERE

Les objectifs du programme de l'AQSSS sont d'acquérir des connaissances sur les sols, leur complexité, leur diversité et leurs valeurs capitales; de prendre conscience de leur santé, leur fragilité et les menaces qui pèsent sur eux et d'agir de façon conséquente pour les protéger. Au courant d'un parcours progressif d'apprentissages, les jeunes creusent ainsi

l'univers passionnant de la pédologie et concluent par des actions écocitoyennes qui préservent ou rétablissent la santé des sols tels que le compostage, l'aménagement d'une haie brise-vent ou la plantation d'arbres.

### Présentation des ateliers

Le programme comprend huit ateliers d'une ou deux heures selon le niveau scolaire, qui s'échelonnent sur plusieurs semaines, se donnent à l'automne ou au printemps et s'insèrent dans les cours de sciences naturelles (sciences et technologies) et de l'univers social (histoire et géographie) du Programme de formation de l'école québécoise. Ce programme est établi par le Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur du Québec (MEES, 2019). Le parcours éducatif s'enseigne en tout ou en partie selon l'intérêt, le budget et la disponibilité des groupes participants. Il se structure comme suit: l'atelier SOLIVE symbolise le sol comme la solive maîtresse d'une charpente, l'atelier SOLAGE représente le sol comme le fondement de la vie terrestre telle la fondation d'une maison, SOLUM et SOUS-SOL illustrent l'étude des horizons pédologiques, PROFIL-SOL explore et étudie la coupe témoin d'un sol, SOLARIUM présente la vie dans le sol (pédofaune et pédoflore) et SOLUTION, SOL-ACTION et SOLIDARITÉ sont des ateliers où les jeunes passent à l'action!

## NOS SPÉCIALISTES

SOL'ERE est offert par deux formatrices spécialisées en science de l'environnement et en sciences des sols de l'AQSSS (*figure 1*).

Depuis plusieurs années, les recherches du Centr'ERE, Centre de recherche en éducation et formation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) ont clairement démontré les « avantages évidents à faire collaborer les acteurs spécialisés à l'effort éducatif global » (Sauvé, 2014-15). En effet, l'utilisation des compétences de professionnels pour partager la responsabilité éducative de nos institutions scolaires apporte une motivation renouvelée tant chez les jeunes que chez le personnel enseignant, en plus de créer une connexion constructive entre le monde scolaire, la réalité/actualité et la communauté d'un territoire.

## PARCOURS PÉDAGOGIQUE SOL'ERE

Tout au long des apprentissages du programme, les jeunes sont appelés à répondre à des questions maîtresses: Pourquoi s'intéresser au sol? En quoi est-il précieux? Quelle est son origine et comment s'est-il formé? Comment distingue-t-on un sol d'un autre? Y a-t-il plusieurs types de sols et plusieurs séries de sols? (La série de sols est une catégorie

de base de la classification qui groupe des sols ayant des caractéristiques principales semblables de leurs horizons). Les sols ont-ils des propriétés particulières qui les distinguent ? Qui vit dans le sol ? À quoi et à qui sert le sol ? En quoi les sols sont-ils en danger ici et dans le monde ? Quel est le rôle des sols dans l'atténuation des changements climatiques ? Que puis-je faire aujourd'hui et demain pour protéger les sols de mon milieu ?

Le programme débute généralement par les ateliers **SO-LIVE** et **SOLAGE** pour expliquer et valoriser le rôle écologique des sols dans la cohésion de notre planète. Plusieurs démonstrations et exemples permettent de comprendre que le sol soutient le monde du vivant. Par exemple, la *figure 2* illustre une démonstration de l'effet de l'eau sur un sol vivant, où il y a une importante vie macro et microbienne du sol (pain fait de farine et de levure) par rapport à un sol où il n'y a pas de vie (farine sans levure). Cette installation permet de discuter de la biodiversité des sols en santé, par rapport à la faible activité biologique des sols dégradés et où un usage de pesticides a détruit, en totalité ou en partie, la pédofaune et la pédoflore.

L'atelier **SOLAGE** est une initiation à la géologie et à l'histoire géomorphologique du Québec, de la dernière glaciation à aujourd'hui. Cet atelier présente les surprenants événements géologiques liés à la mer de Champlain et du dépôt des matériaux parentaux du Québec. L'atelier **SOUS-SOL** présente la pédogénèse des sols québécois, lente évolution

**Figure 1** - Formatrices Isabelle et Lucie, atelier grand public à la ferme Oneka de Frelighsburg, Québec.

**Figure 1** - Trainers Isabelle and Lucie, Community workshop at Oneka Farm, Quebec.



complexe qui forme progressivement les horizons A, B et C (Scott, 2003). La *figure 3* représente l'étude de la formation des horizons, la pédogénèse, dessinée par un élève de 5<sup>e</sup> secondaire.

L'atelier **SOLUM** offre une introduction à la pédologie, l'analyse des horizons organiques et minéraux et l'étude des principales caractéristiques morphologiques des sols. Les étudiants découvrent ainsi l'organisation des horizons pédologiques A, B et C d'un profil de sols dans le cadre de leçons théoriques et pratiques. Ils analysent secondement les caractéristiques physico-chimiques d'échantillons de sols locaux à partir des stations scientifiques de granulométrie. Le tamisage, la mesure de grosseurs de fragments et particules, l'évaluation manuelle de la texture et visuelle de la structure ainsi que la recherche de la couleur de sols à l'aide du guide Munsell (Groupe de travail sur la classification des sols, 2002) complètent leur expérience. Les figures 4, 5, 6 et 7 présentent des stations d'expérimentation des paramètres physiques et chimiques des sols.

L'atelier **PROFIL-SOL** se déroule en plein air et comprend une initiation au travail de terrain en compagnie d'une pédologue d'expérience, où les jeunes observent et décrivent les caractéristiques morphologiques, physiques, biologiques et chimiques des horizons d'un sol pour en déterminer la série (*figure 8*). Au Québec, on dénombre 650 séries de sols et les jeunes découvrent avec plaisir et curiosité la série de sols de leur école.

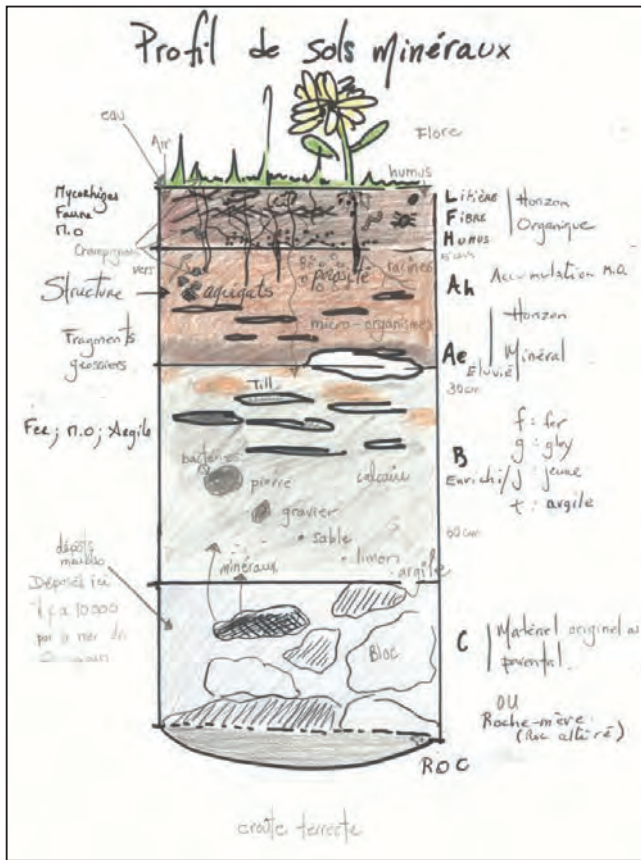
L'atelier **SOLARIUM** explore la biodiversité des sols et plus particulièrement la pédofaune afin de découvrir la vie grouillante responsable des sols vivants et de leur fertilité. Finalement les ateliers **SOLUTION**, **SOL-ACTION** et **SOLIDARITÉ** abordent les services rendus par les sols, leur état et leur avenir. Les jeunes discutent de solutions environnementales, individuelles et collectives, qui préservent

**Figure 2** - Démonstration de sol vivant et de sol mort (sans organisme vivant).

**Figure 2** - Demonstration of living soil and dust (soil without living organism).



**Figure 3 -** Schéma d'un profil de sol minéral.  
**Figure 3 -** Diagram of a mineral soil profile.



**Figure 4 -** Évaluation de la couleur d'un sol à partir du guide Munsell d'identification des couleurs.  
**Figure 4 -** Color test with the Munsell guide.



**Figure 5 -** Évaluation de la composition d'un sol, tamisage des fragments fins à grossiers, ainsi que des particules, des sables aux argiles.  
**Figure 5 -** Test of soil components, sieving rough to fine gravels and sand to clay particles.



**Figure 6 -** Évaluation manuelle de textures de sol par la technique du ruban, pour déterminer la proportion d'argile, de limon et de sable.  
**Figure 6 -** Manual test of soil texture with the ribbon technic, to determine the proportion of clay, silt and sand.



**Figure 7 -** Évaluation de la structure et du pH de différents échantillons de sols.  
**Figure 7 -** Test of the structure and pH of different soils samples.



et rétablissent la viabilité et la durabilité du « solage » vital de notre planète. En fin de programme, diverses opportunités d'agir localement dans l'exercice de la citoyenneté complètent les apprentissages. Au cours des dernières années, des projets communautaires de plantations d'arbres dans des zones déboisées, des plantations de haies brise-vent sur un campus scolaire (figure 9) et en bordure de grand boulevard et des aménagements de végétalisation de berges ont été réalisés par les jeunes participants du programme, en collaboration avec les municipalités ou des entreprises privées qui fournissaient les sites à restaurer, les végétaux et quelquefois des employés bénévoles.

Les jeunes d'aujourd'hui réfléchissent et expérimentent déjà des solutions environnementales novatrices pour faire face aux défis économiques, écologiques et sociaux qui les préoccupent. Alimentation saine, équité, permaculture, résilience climatique et maintien de la biodiversité sont des enjeux qui les interpellent. La responsabilité des experts du milieu face à ces jeunes perspicaces, créatifs mais inquiets, est de les préparer, les informer, les motiver, les valoriser et les guider à faire des choix responsables par des apprentissages adaptés à leurs besoins et leurs attentes.

## LE MATÉRIEL PÉDAGOGIQUE

Le programme offre des fiches techniques et scientifiques, des cartes géologiques et pédologiques du Québec, des présentations illustrées ainsi que des carnets d'exercices aux élèves et aux enseignants. Tout le matériel des ateliers est disponible en ligne sur le site de l'AQSSS à [www.aqsss.com](http://www.aqsss.com). Les documents sont tous libres de droits afin de permettre aux enseignants d'intégrer, de façon autonome ou complémentaire à nos ateliers, des activités sur la santé des sols.

**Figure 8** - Analyse d'un profil de sol en plein air.

**Figure 8** - Outdoor soil profile analysis.



## FINANCEMENT

Le programme est financé par l'AQSSS, des OSBL (organisme sans but lucratif) de la région des écoles participantes et les écoles pour une petite contribution de 20 % du budget total. Depuis 2015, cinq groupes de jeunes de 10 à 17 ans ont pu vivre l'expérience SOL'ERE chaque année. Cela représente environ 750 élèves de la 5e année du primaire à la 5e année du secondaire des municipalités de Frelighsburg, Sutton, Saint-Armand, Dunham, Farnham, Marieville, Magog, Valcourt et la ville de Québec. Un mini-programme est en développement cette année pour offrir des ateliers SOL'ERE à des groupes du 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> cycles du primaire, âgés de 6 à 9 ans.

Des ateliers pratiques du programme SOL'ERE ont aussi été adaptés pour convenir à des groupes d'adultes, citoyens ou spécialistes tels que des jardiniers et des agriculteurs. Des activités en plein air à la découverte de l'univers des sols, des analyses de profils de sols en démonstration, des activités d'expérimentation des stations scientifiques sur les sols et des « rando-sols » sont organisées depuis 2018 pour des organismes de conservation de la nature et des groupes de jardiniers amateurs dans le sud des Appalaches du Québec. En 2019, un groupe d'une quinzaine de jardiniers a reçu une formation d'une demi-journée où les formatrices de l'AQSSS ont analysé le profil de sols de leur jardin de permaculture à Abercorn, dans le sud du Québec. Aussi, depuis 2017, 3 randonnées d'observation des sols forestiers ont été offertes en collaboration avec la Fiducie foncière du mont Pinnacle dans le sud du Québec. Une cinquantaine de citoyens ont creusé, à l'aide d'une tarière, les sols forestiers afin d'observer les horizons A et B du mont Pinnacle. Ces randonnées offertes aux citoyens invitent à une réflexion sur les services écologiques que nous rendent les sols forestiers et à l'importance de les conserver. Tout au long de ces marches, les participants observent et analysent la riche enveloppe superficielle du sol



forestier, cette précieuse couche organique appelée LFH pour litière, fibre et humus, qui grouille de vie.

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

L'AQSSS en est à sa cinquième année et le programme gagne en popularité auprès des écoles secondaires tout particulièrement. Des enseignants qui ont reçu le programme dans leur classe recontactent même l'AQSSS les années suivantes pour faire vivre l'expérience SOL'ERE à leurs nouveaux groupes. La plupart des enseignants utilisent aussi le matériel pédagogique, disponible sur le site de l'AQSSS, suite à nos ateliers. Une foule d'exercices, d'activités ou de jeux, en classe ou en plein air, leur permettent de poursuivre les apprentissages sur la santé des sols, en complément à nos ateliers. La science des sols enseignée en plein air gagne en intérêt dans les sciences naturelles des cursus scolaires québécois, au grand bonheur des experts du sol et du climat!

## CONCLUSION

L'AQSSS est fière d'avoir contribué, par son programme SOLERE, à introduire à l'école les débats écologiques locaux et d'actualité relatifs au sol et à la crise climatique. Son programme éducatif novateur initie les communautés de tous âges à l'action écocitoyenne pour la sauvegarde des sols locaux et du monde. Il est grand temps d'agir, tous ensemble et dans la même direction! Il y a près d'un demi-siècle, le grand écologiste québécois et amoureux de la nature, feu Pierre

Dansereau, précurseur de l'éducation relative à l'environnement, père de l'écologie moderne canadienne, proclamait que la situation environnementale de la planète était à ce point préoccupante que l'éducation devait devenir une stratégie globale prioritaire pour assurer un futur viable sur terre (Dansereau, 1973). Y serions-nous enfin arrivés ?

Pour plus d'informations sur le programme SOL'ERE, vous pouvez consulter le site web de l'AQSSS [www.aqsss.com](http://www.aqsss.com)

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'AQSSS, le Camp Rolland Germain Inc., les écoles participantes au programme SOL'ERE, les spécialistes en sols venus nous assister à Québec ainsi que les réviseurs de la revue Étude et Gestion des Sols (EGS).

## BIBLIOGRAPHIE

- AQPERE, 2010. Appel à l'engagement pour favoriser le contact des jeunes québécois avec la nature. Retrieved from: [aqpere.qc.ca/ERE/colloque\\_biodiversite\\_2010/documents/Appel\\_Fr.pdf](http://aqpere.qc.ca/ERE/colloque_biodiversite_2010/documents/Appel_Fr.pdf)
- Berteaux D., Casajus N. et de Blois S., 2014. Changements climatiques et biodiversité du Québec - Vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec, Québec, 202 p.
- Blanchet C. et Mambro Di., 2016. L'écocitoyenneté chez les enfants : potentiel et paradoxe. Revue ERE, Université de Concordia, Volume 13-2, 287 p.
- Cardinal F., 2010. Perdus sans la nature - Pourquoi les jeunes ne jouent plus dehors et comment y remédier? Québec Amérique, 208 p.
- Cameron D., 2019. Les terres noires menacées de disparition, La Presse plus, Édition du 25 avril 2019, section Actualités, écran 8.

**Figure 9** - Plantation de haie brise-vent sur un campus scolaire.

**Figure 9** - Windbreaker hedge plantation on a school campus.



- Caron J., 2019. Chaire industrielle CRSNG de l'Université Laval en conservation et en restauration des sols organiques cultivés.
- Dansereau P., 1973. La terre des hommes et le paysage intérieur. Édition Leméac, 190 p.
- GIEC - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2019. Changement climatique et terres émergées : rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres, 41 p.
- Girault et Barth, 2016. Postures épistémologiques et cadres théoriques des principaux courants de l'éducation aux territoires, Revue ERE, UQAM, volume 13 -2, 272 p.
- Groupe de travail sur la classification des sols, 2002. Le système canadien de classification des sols, 3e édition. Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Publication 1646, Ottawa (ON), 196 p.
- Louv R., 2008. Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder: Algonquin Books, 416 p.
- Ministère de l'éducation et de l'enseignement supérieur du Québec (MEES), 2019. Programme de formation québécoise. <http://www.education.gouv.qc.ca/references/programmes-detudes/>
- Reeves H., 2005. Mal de terre, Édition Du Seuil, 272 p.
- Sauvé L., Orellana I., Villemagne C. et Barder B., 2017. Éducation, environnement, écocitoyenneté - Repères contemporains. Presse de l'université du Québec, Québec, 214 p.
- Sauvé L. pour Centr'ERE, Centre de recherche et formation en éducation relative à l'environnement et à l'écocitoyenneté, 2014-2015. Identités et engagement: Enjeux pour l'éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions, Vol.12, 272 p.
- Scott A., 2003 (Réimpression de l'édition de 1969). Les sols: Nature, propriétés, améliorations. Association Québécoise des Spécialistes en Sciences du Sol (AQSSS), Québec. 372 p.

Note technique

# Crée ton profil de sol

## Note technique et retour d'expérience sur la découverte de la 3<sup>e</sup> dimension du sol

C. Ortega<sup>(1,2)</sup>, O. Bertel<sup>(3)</sup> et A. Bispo<sup>(1\*)</sup>

- 1) INRAE, Unité de Service InfoSol, Orléans, France
- 2) MOBE, Muséum d'Orléans pour la Biodiversité et l'Environnement, Orléans, France
- 3) INRAE, Services d'appui à la recherche - Communication, Orléans, France

\*: Auteur correspondant : Antonio.Bispo@inrae.fr

### RÉSUMÉ

En vue de sensibiliser le public aux sols, lors des Fêtes de la Science 2018 à Orléans, l'Unité de Service InfoSol a proposé une animation visant à faire découvrir la 3<sup>e</sup> dimension des sols, puis à créer des profils de sol pouvant ensuite être personnalisés et conservés. Cette activité consiste à déposer des poudres de sol de différentes couleurs sur un ruban adhésif fixé sur une fiche bristol. Cette note technique décrit le matériel nécessaire, le mode opératoire et propose un retour d'expérience sur cette activité qui a été très appréciée.

### Mots clés

Sensibilisation, profil de sol, activité manuelle, jeu.

### SUMMARY

#### TECHNICAL NOTE - HOW TO CREATE A SOIL PROFILE

*During the 2018's Science Festival in Orléans (France), INRA-InfoSol Unit designed a manual activity so that visitors could discover the 3rd dimension of soil, prepare and keep their own soil profiles. This activity consists in putting different colored soil powders on an adhesive tape, which is stuck on a cardboard. This technical article aims to describe the required material and the procedure to give a feedback on this successful activity.*

Comment citer cet article:

Ortega C., Bertel O. et Bispo A. - 2020 -  
Crée ton profil de sol - Note technique et  
retour d'expérience sur la découverte de la 3<sup>e</sup>  
dimension du sol, *Etude et Gestion des Sols*,  
27, 45-50

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/>

**Key-words**

Awareness raising, soil profile, manual activity, fun with soil.

**RESUMEN****CREA TU PERFIL DE SUELO****NOTA TÉCNICA Y RETORNO DE EXPERIENCIA SOBRE EL DESCUBRIMIENTO DE LA TERCERA DIMENSIÓN DEL SUELO**

Para sensibilizar el público a los suelos, durante las Fiestas de la Ciencia 2018 en Orleans, la Unidad del Servicio Infosol propuso una animación que buscaba hacer descubrir la tercera dimensión de los suelos, y luego crear perfiles de suelos que podían después estar personalizados y conservados. Esta actividad consiste en depositar polvos de suelo de diferentes colores sobre una cinta adhesiva sujeta sobre una cartulina. Esta nota técnica describe el material necesario, el modo operativo y propone un retorno de experiencia sobre esta actividad que fue muy apreciada.

**Palabras clave**

Sensibilización, perfil de suelo, actividad manual, juego.

En vue de sensibiliser le public à ce qu'est un sol, vu par des scientifiques, lors des Fêtes de la Science 2018 à Orléans, l'Unité de Service InfoSol a repris l'idée déjà utilisée par ailleurs ([https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2\\_054308](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054308)) de faire réaliser par les visiteurs des « profils de sol ». Cette note décrit le matériel nécessaire et propose un retour d'expérience sur cette activité qui permet de faire découvrir la « 3<sup>e</sup> dimension du sol ». Pour le grand public, le sol est généralement simplement une surface (donc à 2 dimensions) sur laquelle on marche. Il n'imagine pas que la dimension la plus intéressante est la troisième, celle de la profondeur ! L'autre intérêt de la manipulation décrite ici est également de laisser aux visiteurs un souvenir : son profil de sol.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Le principe est relativement simple puisqu'il s'agit de préparer une fiche bristol avec une surface adhésive sur laquelle on vient déposer et fixer de la poudre de sol.

### Création de la fiche bristol

1. Créer (dans PowerPoint, par exemple) et imprimer la maquette sur un bristol A4 (250 g/m<sup>2</sup>) qui permettra de faire deux exemplaires de la fiche « Crée ton profil de sol » (figure 1). Sur chaque fiche, matérialiser une bande de 17 X

5 cm avec un rectangle gris pour accueillir un ruban adhésif double-face de type « moquette » (figure 1). On peut également personnaliser la fiche en ajoutant la date, le lieu et le type d'évènement.

2. Couper les feuilles A4 au massicot afin d'obtenir 2 fiches A5 (21 X 14,75 cm)
3. Coller une bande d'environ 17 cm de longueur et 5 cm de largeur de l'adhésif double-face. Laisser le film de protection du côté de la partie visible.

### Poudre de sol

Il s'agit de sélectionner 5 à 6 échantillons d'horizons de sols séchés présentant de forts contrastes de couleurs. Par exemple, des échantillons noirs pour représenter la matière organique ou encore des échantillons à différents tons d'ocres. À l'aide d'un pilon, broyer chaque échantillon de couleur pour obtenir une poudre fine qui se collera facilement à l'adhésif. Il est aussi possible de broyer les échantillons moins finement pour obtenir différentes tailles de grains et ainsi apporter du relief aux profils (figure 5). Ces palettes de couleurs et de taille de grains garantissent ensuite la similitude avec la diversité des profils reconstitués.

Pour chaque teinte, il faut compter 500 g de sol pour être en mesure de reconstituer assez de profils. Chaque poudre de couleur doit être placée dans une boîte distincte et refermable (figure 2). Ces boîtes doivent être suffisamment larges pour permettre de remplir les « salières » (figure 4a)

**Figure 1** - Maquette de la planche bristol.

**Figure 1** - Model of the cardboard.



**Figure 2** - Bacs avec les poudres de sol.  
**Figure 2** - Tanks with the soil powder.



de sols ou récupérer la poudre de sol directement à la main (figure 4b).

### « Salières » de sol

Pour faciliter l'application des poudres de sols, des flacons en plastique transparent de 20 à 30 ml ont été remplis avec les différentes poudres (figure 4a). Le couvercle en plastique est perforé de plusieurs trous pour saupoudrer plus proprement le profil.

### Bacs de préparation

Afin de réduire la dispersion de la poudre sur les tables et donc, à terme, d'avoir de la poudre de sol partout dans la salle, il faut prévoir plusieurs bacs dans lesquels réaliser les profils. Ces bacs plastiques – 20 x 30 cm (largeur x longueur) et rebords de 6 cm de hauteur – permettent également de récupérer plus facilement les excédents de poudre de sol (figure 2).

## Mise à disposition de profils modèles

Afin d'expliquer aux visiteurs ce qu'est un profil de sol et leur diversité à travers la France, nous avons, sur place, un monolithe de sol mais également un poster regroupant une diversité de photographies de profils issus des fosses mises en place dans le cadre du RMQS<sup>1</sup> (figure 3).

## Réalisation des profils

La méthode est simple puisqu'il s'agit de décoller la protection du ruban adhésif double-face, puis de sélectionner la couleur de la poudre de sol que l'on souhaite appliquer. Ainsi, pour la création d'un profil, il faut :

1. Décoller la totalité du film de protection et saupoudrer (avec la salière ou à la main) les différents échantillons de sols « horizon par horizon » sur l'adhésif. Il est également possible de décoller le film graduellement, « horizon par horizon », pour obtenir des séparations plus nettes (figure 4 a et b).
2. Lorsque l'ensemble de l'adhésif est recouvert des différents échantillons de sol, retourner la feuille dans le bac pour éliminer l'excédent de sol.
3. Tapoter la feuille sur la tranche dans le bac afin de ne garder que le sol collé sur l'adhésif (figure 5).
4. Inscrire son prénom sur le bristol (figure 6).

## RETOUR D'EXPÉRIENCE

### Un réel succès, tant pour les petits que pour les grands

Cette activité a connu un tel succès que les 500 fiches bristol préparées ont été épuisées très vite. Il a fallu rationner les participants : pas plus d'un profil par personne... Ce succès tient certainement au fait que cette activité est facile à comprendre et à réaliser. Ludique, elle permet au public de toucher directement le sol et de sentir sa texture. De plus, les participants repartent avec un souvenir concret : un profil à leur nom. Les enfants, mais également les parents, ont ainsi souhaité faire leurs profils...

Si vous reproduisez cette activité il faut donc prévoir assez de papiers bristol.

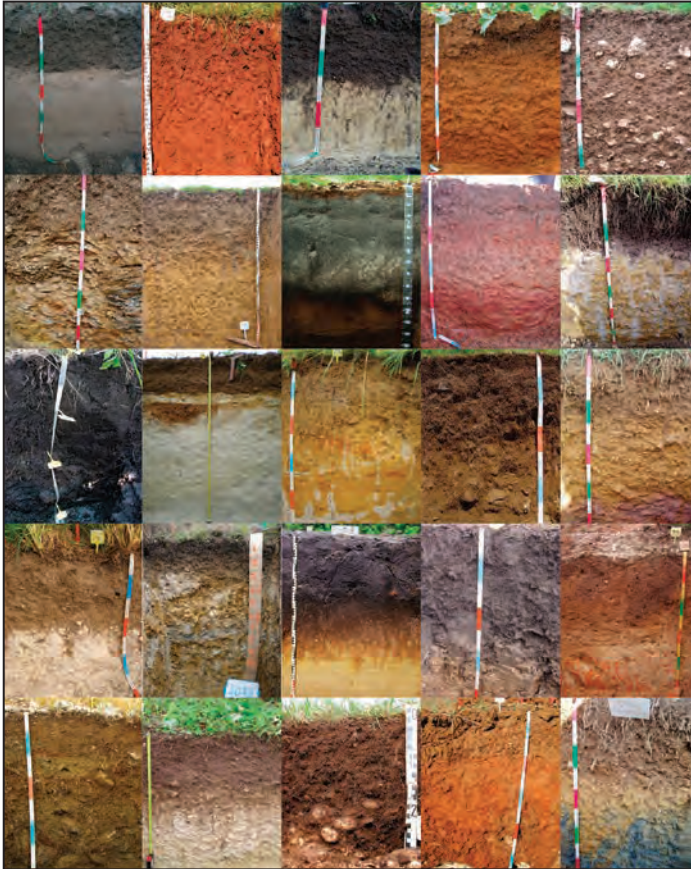
### Je préfère toucher le sol

Le format « salière » avait été proposé pour réaliser des profils de sol de manière plus propre. Cependant, il n'a pas remporté un franc succès, le public préférant largement

<sup>1</sup> Réseau de Mesures de la Qualité des Sols ([www.gissol.fr](http://www.gissol.fr))

**Figure 3** - Poster illustrant la diversité des profils de sol en France (source: GIS Sol, 2011. Montage de photographies réalisé par C. Jolivet et S. Desbourdes, sources originales des photographies citées dans Gis Sol, 2011, p. 32).

**Figure 3** - Poster illustrating the soil diversity in France (pictures from RMQS).



**Figure 5** - Profil finalisé, présentant des couleurs et granulométries différentes.

**Figure 5** - Soil profile showing different colors and soil textures.



prendre à pleine main les poudres de sol afin de les toucher (d'où l'intérêt d'avoir des sols de textures et de granulométries différentes) et de les positionner plus précisément sur l'adhésif.

### Faire un vrai profil ou bien un profil imaginaire ?

Avant la réalisation des profils, nous proposons aux visiteurs de considérer le monolithe et/ou les

**Figure 4** - Réalisation du profil a) à l'aide de la salière à sol ou b) à la main.

**Figure 4** - Making of the profile a) with a skaker or b) hand-made.



**Figure 6** - Personnalisation du profil.**Figure 6** - *Customize your profile.*

profils du poster pour les guider dans le choix des couleurs, leur succession et les épaisseurs à reproduire. C'est alors aussi l'occasion de parler des facteurs de formation des sols (selon le climat, la roche mère), des différentes couleurs, textures et structures rencontrées et ainsi d'expliquer la diversité affichée sur le poster...

Puis nous leur laissons le choix : reproduire à « l'identique » un vrai profil, choisi sur le poster, ou bien créer leur propre profil selon leurs envies, ce que les enfants choisissent en priorité. Dans ce dernier cas, lorsque le profil est réalisé, il est possible de les amener à discuter de ce profil et, notamment, de tenter de le rapprocher d'un profil réel existant. Dans la grande majorité des cas, la création réalisée correspond à un profil réel ce qui rend alors fier l'exécutant qui fait de la pédologie sans le savoir !

### Quelques recommandations finales

La poudre de sol étant assez salissante et se dispersant un peu partout (« soil is really dirt... »), il convient de bien surveiller les enfants (et les adolescents) pour éviter qu'ils salissent trop leurs vêtements et la pièce. Il faut également prévoir de quoi laver les mains des participants et les essuyer.

Voilà, vous êtes prêts pour cette expérience et prêts à partager votre passion des sols.

### BIBLIOGRAPHIE

GIS Sol, 2011 - L'état des Sols de France. Groupement d'Intérêt Scientifique sur les sols. p. 32.



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

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

- 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](mailto: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 suportes (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; Crespín *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

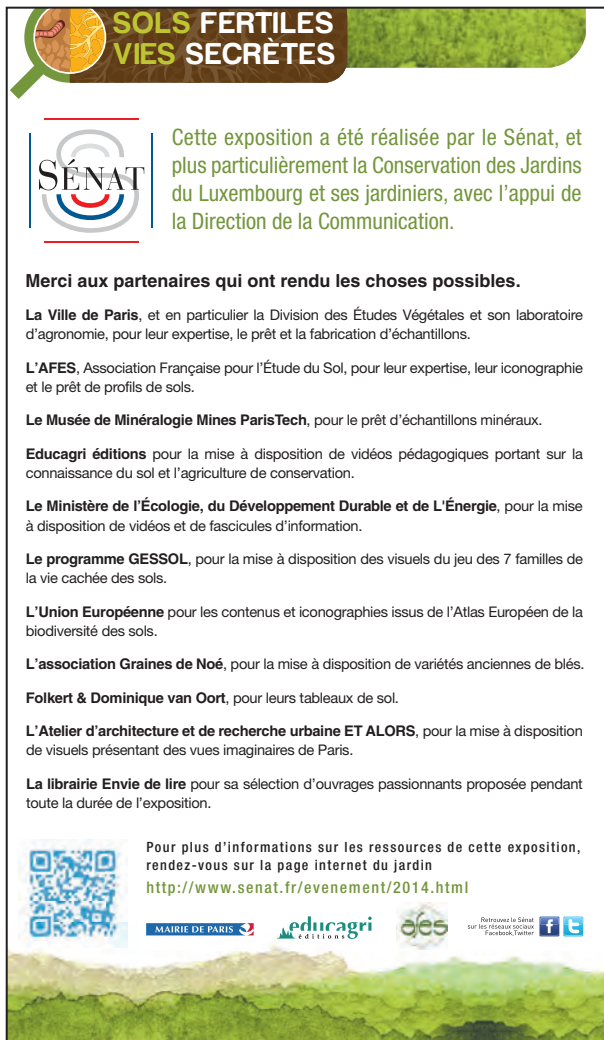
**Figure 1** - Photo de l'exposition Sols Fertiles Vies secrètes dans l'Orangerie des jardins du Luxembourg (© Sénat - Direction du patrimoine et des jardins).

**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'Afés, 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'Afés 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.



**SOLS FERTILES  
VIES SECRÈTES**

**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 sols présentent une grande variété

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 couches superposées**



Les sols sont organisés en couches successives appelées horizons. Près de la surface, se trouve une couche riche en matières organiques en cours de transformation (horizon A ou LA) qui présente souvent une intense activité biologique et une couleur foncée. En profondeur, se trouve la roche mère (horizon C), qui sous l'effet des facteurs climatiques, se désagrège peu à peu, donnant naissance à des éléments de plus en plus fins : graviers, limons, argiles voire même des vides. Sous l'action de l'eau de pluie et de l'activité biologique, les éléments du sol migrent. Certains sont entraînés par l'eau (matières organiques, argile, calcaire). D'autres (éléments minéraux) remontent par capillarité ou sont absorbés en profondeur par les racines des plantes. Les organismes vivants du sol participent activement à ces transferts qui aboutissent à la formation d'un ou de plusieurs horizons intermédiaires (horizons E, S ou B) généralement bien visibles.

**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.

**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.

En évaluant, 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 argilo-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 est l'effet de l'eau et de l'activité biologique sont transformés 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**

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, collemboles, 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 !



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







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'hyphe 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 ?

### Pousser sans sol ?

Toutes les espèces végétales n'ont pas besoin d'un sol pour croître. Les plantes épiphytes, qui représentent quelques 30 000 espèces, contiennent de capter l'humidité atmosphérique, voire les quelques déchets organiques qui s'accumulent à leur base. Mais hormis les mousses et les lichens, présents sous toutes les latitudes, la plupart sont issues des régions tropicales, comme beaucoup d'orchidées ou de broméliacées. Si ces plantes peuvent se révéler de véritables trésors pharmaceutiques, elles ne semblent pas présenter un grand avenir lorsqu'il s'agit de nourrir la population mondiale.

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

### 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.

### 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 altération 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, compost) 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 détruit, devient compact, imperméable et impropre à la culture.

#### 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 fournissent 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 sol sont particulièrement efficaces mais très consommatrices d'engrais et productrices de nombreux déchets.

### Préferer 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.

Sous réserve d'une bonne alimentation en eau, la fertilité globale du mélange terre-pierre, étudiée depuis plus de 20 ans, semble satisfaisante.

Mairie de Paris, educagri éditions, aes

Figure 5 - Aperçu du 3<sup>e</sup> 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, collembolles 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 SECRÈTES

UN MILIEU VIVANT

# Microfaune et microorganismes

**Les bactéries et les nématodes, bien que microscopiques, sont les grands transformateurs de la matière organique.**

**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 renaître 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.

© iStockphoto.com

**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.

© OpenStax

**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.

© iStock

**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 m<sup>2</sup> 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.

© iStockphoto.org

**Des alliés contre les ravageurs des cultures**

Les nématodes ont développé de multiples stratégies alimentaires. Certains broient les bactéries, participant à la régulation de ces populations. D'autres broient 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 nématodes sont un maillon essentiel de la chaîne alimentaire. La plupart des espèces sont bénéfiques à la fertilité des sols et l'agriculture biologique a même appris à utiliser certaines espèces parasites pour lutter contre les larves de hannetons, d'otiorhynques, de tipules ou de limaces.

© iStockphoto.com

**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 m<sup>2</sup> 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 en suspension dans l'eau. Certains sont des parasites, 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 décanation des stations d'épuration.

© iStockphoto.com

Figure 6 - Aperçu du 6<sup>e</sup> 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.

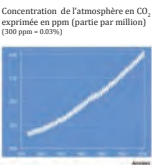
LES SOLS  
PUITS DE  
CARBONE

## Les sols et le changement climatique



### Les sols peuvent atténuer le changement climatique en stockant du carbone

Concentration de l'atmosphère en CO<sub>2</sub>, exprimée en ppm (partie par million) (300 ppm = 0,03%)



**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 (CO<sub>2</sub>) pris dans l'atmosphère.

Le CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>. D'autres gaz à effet de serre, méthane (CH<sub>4</sub>) et protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), 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 CO<sub>2</sub> en trop de l'atmosphère**

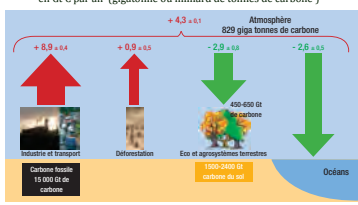
**UN OBJECTIF GLOBAL DE RÉDUCTION D'ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>**

La quantité de CO<sub>2</sub> 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.

Stocker 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)**



Valeurs moyennes pour 2004-2013 (Le Quééré 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 Chemu, AgroParisTech, Ambassadrice spéciale de la FAO pour 2015, Année internationale des sols

## 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.

**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 <sup>e</sup>	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 <sup>e</sup>	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 <sup>er</sup> 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 <sup>e</sup>	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 <sup>er</sup> 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 <sup>e</sup>	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 » ( <a href="http://www.terramemoria.fr/animation-evenement/expositions-temporaires/">http://www.terramemoria.fr/animation-evenement/expositions-temporaires/</a> )	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).

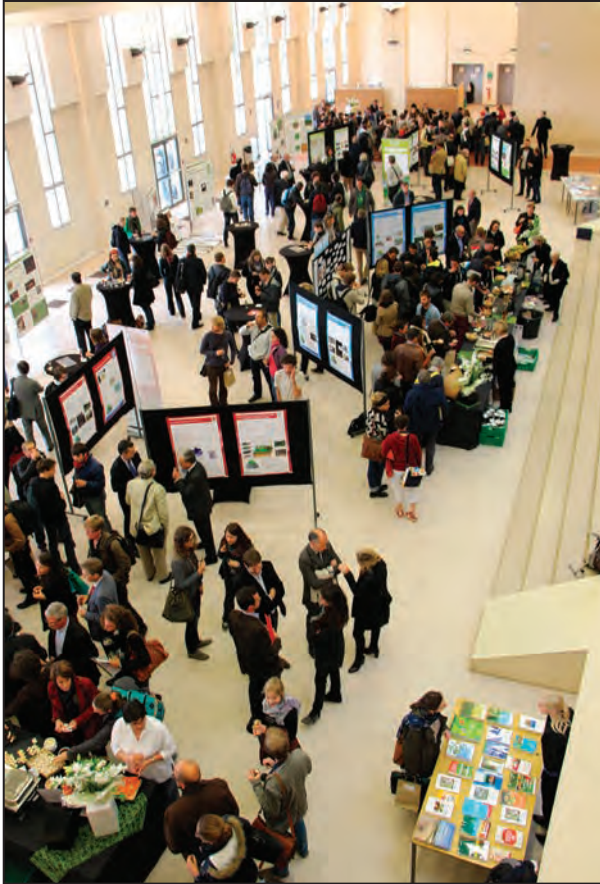
Des illustrations de ce circuit de l'exposition sont indiquées dans la suite du document (figures 8, 9, 10 et 11).

### 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

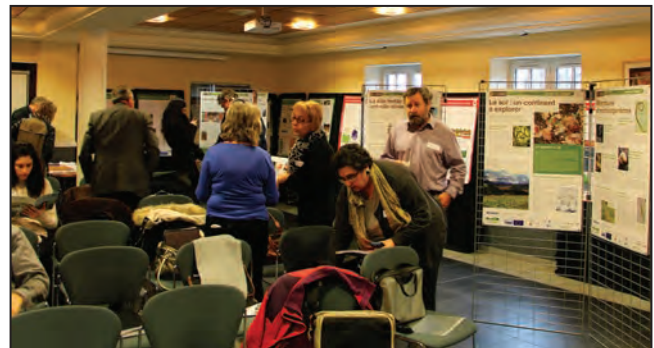
**Figure 8** - Espace Aula MAGNA - Université of Caen Basse Normandie - 13 et 14 octobre 2014. Dans le cadre des rencontres nationales « Sol contre tous ? » - 400 participants (© Sophie RAOUS).

**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.



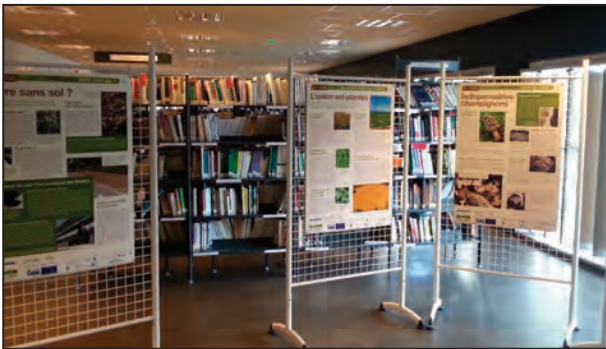
**Figure 9** - Exposition dans le cadre d'une rencontre organisée par la Communauté de Communes Eure Madrie Seine - 26 février 2016 - 50 participants (© Sophie RAOUS).

**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'Afès 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](mailto: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](mailto: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'AFES 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., Schrupp 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., Darce 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., Sapjanskas 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 Arbestain 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.



# En photo dans le sol !

## Note technique sur la fabrication et l'utilisation de panneaux passe-tête pour sensibiliser le grand public au sol

A.C. Richer-de-Forges<sup>(1\*)</sup>, B. Ortolland<sup>(2)</sup>, C. Le Lay<sup>(3)</sup>, et N. Soler-Dominguez<sup>(1)</sup>

- 1) INRAE, Unité InfoSol, 45075, Orléans, France
- 2) GAEC de Font Bizol, Font Bizol, 33790 Listrac-de-Durèze, France
- 3) INRAE, UR SOLS, 45075, Orléans, France

\* : Auteur correspondant : anne.richer-de-forges@inrae.fr

### RÉSUMÉ

Rendre attractive une exposition sur les sols ou piquer la curiosité du public restent des enjeux difficiles où le côté ludique est un bon allié. Les panneaux passe-tête déjà utilisés dans les fêtes foraines d'autrefois pour attirer le public sont devenus un produit d'appel pour attirer facilement le public et les plus jeunes et les intéresser à un sujet donné. La photographie, facilitée par les téléphones portables, permet de rendre les panneaux passe-tête très populaires. Dans le cadre des fêtes de la science, nous avons réalisé un panneau passe-tête illustrant la vie dans les sols. Nous avons ensuite étendu le concept à la création d'un voxel passe-tête pour animer une conférence internationale. Nos retours d'expériences montrent que ces constructions sont très attractives mais qu'elles doivent être très solides afin d'éviter tout risque d'accident et qu'il est nécessaire d'en avoir une surveillance constante. Cette présence permet d'aider aux prises photographiques et de répondre aux multiples questions, voire d'en susciter et de communiquer sur la diversité des sols et des organismes vivants qu'ils abritent.

### Mots clés

Communication, sol, éducation, vulgarisation, photographie, passe-tête

Comment citer cet article :

*Richer-de-Forges A.C., Ortolland B., Le Lay C., et Soler-Dominguez N. - 2020 - Note technique sur la fabrication et l'utilisation de panneaux passe-tête pour sensibiliser le grand public au sol, Etude et Gestion des Sols, 27, 113-120*

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/>

**SUMMARY****HAVE YOUR PHOTOGRAPH TAKEN INTO SOIL!****A technical note for building and using comic foregrounds to raise general public awareness**

Making an exhibition on the soil attractive or pique the curiosity of the public remains a difficult challenge where the playful side is a good ally. Comic foregrounds already used in old-fashioned fairgrounds to attract the public have become a product of appeal to easily attract the public and the youngest and interest them in a given subject. The photography, facilitated by mobile phones, makes the comic foregrounds very popular. As part of the science festival, we made a comic foreground illustrating life in the soil. We then extended the concept to create a voxel comic foreground to host an international conference. Our feedback on experiments shows that these buildings are very attractive but they must be very solid to avoid any risk of accident and it is necessary to have constant monitoring. This presence makes it possible to help take photographs and answer multiple questions, or even to create and communicate on the diversity of soils and living organisms that they house.

**Key-words**

Communication, soil, soil awareness, education, soil perception, photography, comic foregrounds, carnival cut-outs.

**RESUMEN****¡TEN FOTO EN EL SUELO!****Nota técnica sobre la fabricación y el uso de paneles “meter-cabeza” para sensibilizar el gran público al suelo**

Poner atractiva una exposición sobre los suelos o despertar la curiosidad del público siguen desafíos difíciles donde el lado lúdico es un buen aliado. Los paneles “meter-cabeza” ya usados en las ferias de antaño para atraer el público son actualmente un producto de reclamo para atraer fácilmente el público y los más jóvenes e interesarles a un tema específico. La fotografía, facilitada por los teléfonos móviles, permite hacer muy populares los paneles “meter-cabeza”. En el marco de las ferias de ciencias, realizamos un panel “meter-cabeza” que ilustra la vida en los suelos. Luego extendimos el concepto a la creación de un voxel “meter-cabeza” para animar una conferencia internacional. Nuestros retornos de experiencias muestran que estas construcciones están muy atractivas pero que deben ser muy sólidas para evitar todo riesgo de accidente y que es necesario tener una vigilancia constante. Esta presencia permite ayudar a las tomas de fotografías y contestar a las múltiples preguntas, e incluso suscitar y comunicar sobre la diversidad de los suelos y de los organismos vivos que albergan.

**Palabras clave**

Comunicación, suelo, educación, extensión, fotografía, “meter-cabeza”.

La communication scientifique à destination du grand public reste un enjeu important pour lequel les chercheurs sont peu formés et face auquel ils sont très souvent démunis. Souvent considérés comme enfermés dans leur « bulle » scientifique, les chercheurs ont parfois du mal à sortir de leurs propres questionnements et de leur « jargon ». Ils oublient que la communication sur leurs objets d'étude doit avant tout être attrayante si elle vise à sensibiliser le grand public, en particulier les plus jeunes. La « connectivité » au sol, c'est-à-dire le lien que tout un chacun a avec lui, est un des enjeux forts du concept même de sécurité des sols (Richer-de-Forges *et al.*, 2019). C'est dans cet objectif que nous avons conçu et créé des « produits d'appel » destinés aux plus jeunes ou aux familles, en s'inspirant d'objets ludiques fréquemment utilisés.

Dans des manifestations, des expositions, des musées, il est courant de trouver un panneau en trompe-l'œil percé d'un trou pour la tête et destiné à se faire prendre en photo dans un environnement ou sous un aspect différent. Ces panneaux portent en français le nom de panneaux passe-tête.

L'origine de ces panneaux semble liée à la fête foraine puis leur utilisation a pris de l'ampleur avec l'apparition de la photographie en 1839. En 1874, Cassius Marcellus Coolidge fait breveter l'utilisation d'un premier plan comique dessiné sur une toile entre deux piquets positionnés sous le menton afin de modifier la réalité. L'utilisation de la photographie pour remplacer la réalité est antérieure à ce brevet. Toutefois, Coolidge reste considéré comme l'inventeur de la création de ces premiers plans comiques (Edwards, 2015). Un des premiers panneaux passe-tête est exposé au Musée des Arts Forains (Paris) et date du début du XIX<sup>e</sup> siècle.

L'utilisation de ces plans comiques a été amplifiée par l'apparition de la photographie qui a entraîné une nouvelle perception de soi (Maresca, 2004). La photographie, mise au point pour capturer les images du réel, est rapidement utilisée pour de la mise en scène, de l'artifice, de la théâtralisation et de l'illusion. Vers 1870, des décors peints font leur apparition pour la réalisation de portraits photographiques mais ils restent en arrière des personnages. La bourgeoisie pose devant des évocations de palais ou de paysages bucoliques réalisées par des peintres en décors provenant du monde du théâtre (Charpy, 2007). Des accessoires sont souvent rajoutés comme des fleurs en caoutchouc, des bateaux en carton, des canons de bois, des prie-Dieu... (Xanrof, 1897). Dans ces portraits, les décors et les costumes sont toujours très soignés. Progressivement, le décor s'impose en premier plan. La fin du XIX<sup>e</sup> siècle témoigne ainsi de son goût pour la fiction, l'exotisme et la narration. Cependant, il faudra attendre la guerre 1914-18 pour que la photographie se démocratise réellement.

Aujourd'hui, rien n'est plus banal qu'une photographie et on aime toujours autant jouer avec son image. Actuellement, on rencontre souvent des machines automatiques permettant de se faire prendre en photographie avec possibilité de modifier le

décor d'arrière-plan et l'éclairage (photomaton, filtres sur des applications sur téléphone), ou ces panneaux troués permettant de se mettre en scène seul ou en groupe à diverses occasions. L'apparition de la photographie digitale, avec des possibilités d'échanges immédiats *via* des MMS ou de diffusion plus large *via* les réseaux sociaux (facebook, twitter...), augmente considérablement le nombre, la diffusion et l'impact des produits photographiques.

Nous avons repris cette idée de panneau ludique pour en réaliser un spécifique au sol, permettant de se faire photographier en famille dans la peau d'un ver de terre. D'autres expositions sur les sols utilisent ce genre de panneau. L'exposition américaine « DIG IT! The secrets of soil » expose un panneau passe-tête à 5 places. Le visiteur peut se mettre dans la peau d'une taupe, d'un lombric, d'une fourmi, d'un pissenlit en fleur ou en graines. De même, un musée russe propose un panneau passe-tête avec un lombric portant un chapeau et une bêche. Nous avons ici choisi un panneau simple, avec un seul type d'organisme, dont l'objectif premier était d'attirer les enfants et les familles. Cet outil les sensibilise et constitue une « accroche » les amenant à poser des questions. Il permet également de leur donner envie de visiter d'autres lieux d'exposition plus classiques et/ou plus complets.

Nous avons ensuite étendu le concept à un voxel (pixel en 3D). Les idées majeures étaient d'illustrer le volume en trois dimensions du sol et de faire entrer le public dans ce volume. En deuxième lieu, nous avons cherché à illustrer la diversité des sols dans ce voxel.

Les objectifs de ces deux outils de sensibilisation, panneau et voxel, sont d'attirer de façon ludique le public vers les sols et les expositions ou stands sur les sols, et de favoriser les échanges autour de cet « objet sol ». Cet article présente brièvement les étapes de réalisation de ces objets, leurs utilisations et des retours d'expériences.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Réalisation du panneau

Pour les fêtes de la science de 2011, nous avons réalisé un panneau passe-tête où on peut se prendre en photographie dans la peau d'un ver de terre (*figure 1*). Ce panneau est réalisé en bois et est pliable verticalement pour faciliter son rangement car il a vocation à être pérenne. Il est peint à l'acrylique puis vernis afin de résister à la pluie et d'être positionné dans la pelouse pendant les manifestations. Ce panneau est vissé sur 4 gros poteaux (7/10 cm de diamètre) en bois enfoncés profondément dans le sol (d'environ 60 cm). En effet, il doit résister au vent, aux bousculades du public, aux enfants qui ne manqueront pas de s'accrocher dessus... Les têtes des vis

**Figure 1** - Photographie du panneau terminé prêt à accueillir du public.

**Figure 1** - Picture of the comic foreground ready for the public.



ont été peintes ensuite pour qu'elles n'apparaissent pas sur les photos. Le bois utilisé est du contre-plaqué marine, les côtes du panneau sont au total de 2 m de hauteur, 2,44 m de largeur et 1 cm d'épaisseur. Son poids est d'environ 40 kg. Les bases inférieures des hauteurs des trous permettant de passer la tête sont de 75, 92, 130, et 147 cm. Une fois plié, il est transportable dans une fourgonnette. Le coût marginal total du panneau est d'environ 500 € et son temps total de fabrication (peinture comprise) est évalué à 15 heures de travail.

Ce panneau ayant été réalisé pour les fêtes de la science, des affiches ont été positionnées au dos pour donner des informations scientifiques sur la biodiversité des sols (*figure 2*). Une petite cuillère remplie de sol collée à la résine a été vissée solidement à l'arrière du panneau (*figure 3*).

## Réalisation du voxel

Pour un colloque international, en 2013, un voxel de sol a été réalisé en bois. Il s'agit d'une sculpture en bois peint de 1x1x2 m de haut et possédant une porte sur un côté (*figure 4*). Cette porte permet de rentrer dans cette cabine déguisée en sol et de se faire prendre en photo en plaçant sa tête dans un des trous. Des armatures en bois ont été positionnées pour renforcer la structure. Les parois sont faites en contre-plaqué marine peint. Le voxel a été décoré en réalisant 2 sols très différents: un sol calcaire caillouteux (CALCOSOL) à l'extérieur (*figure 5*) et un sol acide sableux à l'intérieur (PODZOSOL). Ce choix, pédologiquement aberrant, illustre la variabilité spatiale et l'incertitude de la prédiction d'un type de sol sur une surface assez vaste.

**Figure 2** - Exemples d'informations sur la biodiversité du sol exposées au dos des panneaux.

**Figure 2** - Examples of information about soil diversity presented on the back of the comic foreground.



La décoration a été peaufinée avec des épis de blé collés en haut, des cailloux en relief et quelques détails comme une petite taupe en relief sur une des parois internes (*figure 6*). Les formes en relief ont été réalisées avec de la mousse polyuréthane peinte.

Le coût marginal du produit (matériel) est évalué à 1 000 €, son temps de fabrication est en revanche plus long que celui du panneau extérieur (environ 30 heures de travail).

## RETOURS SUR EXPÉRIENCE

Il est clair que ce genre d'animation est très apprécié du public de tout âge. Lors des fêtes de la science, il y avait par moments

**Figure 3** - Photographie de l'arrière du panneau en place.**Figure 3** -Picture of the back of the comic foreground.

une file d'attente pour pouvoir se faire prendre en photographie dans les passe-tête « lombrics ».

En revanche, ces éléments doivent être extrêmement solides pour des raisons de sécurité car le public, en particulier les enfants, peut avoir des comportements non prévus comme celui de tenter d'escalader le panneau. Même fortement fixé au sol, nous avons gardé le panneau sous surveillance permanente tout le long des fêtes de la science. Nous avons remarqué que les enfants les plus petits souhaitent toujours se placer sur le trou le plus haut. Nous avons alors aménagé l'arrière du panneau avec de grosses caisses en bois bien stables pour leur permettre d'accéder sans danger aux trous les plus hauts. En effet, en grim pant sur le panneau, ce dernier peut casser ou les enfants

peuvent se retrouver suspendus par le cou. Cette surveillance a permis d'éviter tout accident et d'avoir en permanence une personne faisant passer les visiteurs de l'aspect purement ludique à de la science vulgarisée. L'animateur doit être capable de répondre aux questions et d'orienter les visiteurs vers d'autres centres d'intérêts proches situés en intérieur.

La personne surveillant constamment le panneau intervient aussi auprès des familles pour les prendre en photo tous ensemble car notre panneau présente 4 places. Cette photo constitue un bon souvenir des fêtes de la science pour les familles. Au plan « tactique », le panneau attire immédiatement l'œil des enfants qui se précipitent vers lui, c'est en quelque sorte un « produit d'appel » qui incite ensuite les visiteurs à visiter des expositions

**Figure 4** - Réalisation de la structure du voxel.  
**Figure 4** - Building the structure of the voxel.



plus complètes situées dans les salles avoisinantes. Sa taille importante permet de le placer à l'extérieur et d'être visible de loin.

Ce panneau, pliable pour plus de facilité de rangement, reste toutefois assez volumineux à transporter. Les organisateurs du festival « La BD dans le Pré », qui s'est déroulé en Juillet 2013 à Luchapt dans la Vienne, souhaitent nous l'emprunter pour le planter dans la pelouse du festival. La taille du panneau, même plié, nécessitait la location d'une fourgonnette pour le transport, ce qui a empêché ce prêt.

En 2017, une association sur la préservation de la nature et de l'environnement nous a contactés pour réaliser un panneau similaire sur les sols pour la manifestation du printemps de

Bourges. Notre expérience sur le panneau leur a permis d'éviter de proposer un panneau trop fragile. Nous n'avons toutefois pas eu de retours d'expérience de leur part.

En ce qui concerne le voxel, il a été construit avec des parois trop fines pour pouvoir résister à l'assaut du public. Il a été originellement conçu pour un colloque scientifique international où le public d'adultes est plutôt calme. Nous avons donc renoncé à le présenter aux fêtes de la science. Il reste cependant exposé dans le hall du Conservatoire Européen d'Échantillons de Sols (CEES) sur le site INRAE d'Orléans et il est utilisable lors des différents colloques et réunions s'y déroulant ainsi que lors des visites très régulières du CEES. Le choix du format du « voxel » n'est pas le fruit du hasard, sa dimension verticale correspond à la profondeur des propriétés de sols prédites par le projet *GlobalSoilMap* (Arrouays et al., 2014), sujet du colloque pour lequel il a été construit. L'un des intérêts évidents du voxel, au-delà de son caractère tridimensionnel, est de pouvoir être positionné à l'abri et à l'intérieur d'un hall de façon durable.

## DISCUSSION

Les panneaux passe-tête sont des animations attirantes car ludiques. Ils nous ont permis d'intéresser le grand public au sol et de faire passer certains messages sur la biodiversité. Ils sont particulièrement attractifs pour les enfants. Les fêtes de la science ont attiré plus de 6 000 visiteurs, dont une très large proportion a désiré se faire prendre en photo dans le panneau passe-tête. Le « voxel » a été vu par plus de 3 000 personnes d'horizons divers, et de très nombreuses personnes sont entrées dedans pour se faire prendre en photo.

Les choix que nous avons réalisés sont scientifiquement très discutables. Si le panneau extérieur est destiné à faire découvrir la biodiversité des sols, alors pourquoi n'y présenter que des lombrics? Bien d'autres organismes souterrains auraient pu y figurer comme proposé par l'exposition DIG IT (<http://forces.si.edu/soils/index.html>). Nous avons opté pour la simplicité - le ver de terre est connu de tout le monde - ainsi que pour la facilité et le faible coût de réalisation (panneau réalisable rapidement, peu de couleurs à fabriquer, mais assez criardes pour attirer l'œil). Cette simplicité était ensuite largement compensée par l'exposition attenante constituée des panneaux didactiques sur la faune du sol, tels que ceux présentés par Raous et al. (2020). De la même façon, si l'un des objectifs du voxel était - au-delà de la volonté de bien montrer que le sol est un volume - de présenter la diversité des sols, un choix plus judicieux aurait pu être de montrer quatre sols différents sur chacune des faces verticales du voxel. Nous avons encore une fois cédé à la « facilité » tout en montrant néanmoins deux sols très différents, l'un calcaire à l'extérieur et l'autre très acide à l'intérieur. Ce contraste appelle toujours des questions de la part du grand public: « pourquoi le sol est-il si différent entre l'intérieur et l'extérieur? ». C'est



**Figure 5** - Etapes de décoration de l'extérieur du voxel (esquisse au fusain, peinture acrylique) et le voxel terminé présenté au colloque.

**Figure 5** - Steps of the external layout of the voxel (charcoal sketch, acrylic painting, final voxel).



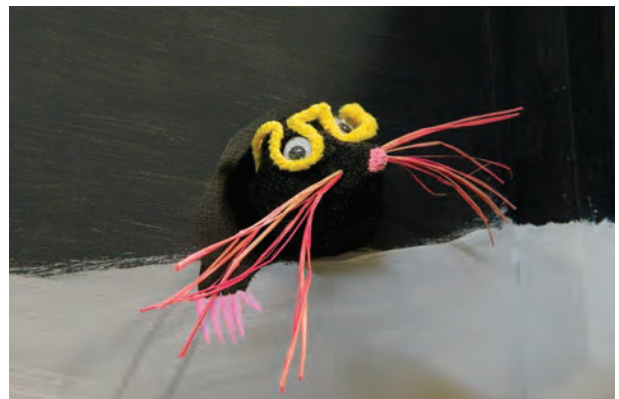
alors l'occasion d'expliquer que le voxel ne représente pas une « réalité » mais illustre une variabilité spatiale de sols très différents et d'inviter le public à découvrir dans des salles adjacentes, des monolithes, des peelings, et des photographies de sols très différents. La taupe n'est aussi probablement pas le meilleur exemple pour illustrer la vie dans les sols, mais elle accroche le regard des enfants. Tous les enfants, ou presque - et même de nombreux adultes - connaissent la gentille « Petite Taupe », personnage d'une série télévisée d'animation, créé par le peintre et illustrateur Zdeněk Miler et décliné sous diverses formes (livres, peluches, tee-shirts, figurines...). La stratégie employée ici est d'ordre sensitif : le sol n'est pas « sale » et des animaux « gentils » (ou du moins décrits comme tels dans la série en question, car justement, les vers de terre ne décriraient probablement pas la taupe comme ça...) y habitent. Nous avons encore une fois opté pour la simplicité et l'attrait du regard, sans doute au détriment du message scientifique. L'animateur des installations peut par l'échange avec les familles corriger certains points. A la question « pourquoi n'y a-t-il qu'une taupe dans le sol », il peut inviter le visiteur à poursuivre sa visite et à y découvrir des panneaux illustrant la formidable biodiversité tellurique (Raous *et al.*, 2020 dans ce même numéro spécial).

L'originalité et l'attractivité de ces produits sont leurs caractères ludiques et comiques. Les photos numériques sont très rapidement transmises par des SMS à des amis, et à des groupes *via* des vecteurs de communication comme facebook ou twitter. Ces photographies laissent un souvenir d'un événement ou d'une exposition. Les objets présentés offrent un attrait certain pour les plus jeunes et constituent indéniablement



**Figure 6** - Détail de la petite taupe se trouvant à l'intérieur du voxel.

**Figure 6** - Detail of the little mole being inside the voxel..



des « points de mire » dans un univers scientifique souvent jugé *a priori* trop compliqué, voire rébarbatif. Ils amènent également à des questionnements qui initient les enfants aux organismes du sol et à la vie souterraine ainsi qu'à la diversité et la beauté des sols. Plus prosaïquement, ils constituent une excellente entrée en matière qui les incite à poursuivre leurs découvertes dans des salles attenantes.

Sans autre prétention initiale que de produire des éléments attractifs sur des lieux d'exposition, les panneaux passe-tête et les « voxels » de sol sont très prisés par le public. Lorsqu'ils sont accompagnés de quelques explications simples, de chiffres clés écrits au dos des panneaux, ou d'explications données par un animateur, ils suscitent un intérêt complémentaire de par leur caractère éducatif. Ils sont un moyen très simple et peu coûteux pour que le grand public « entre dans le sol ». Ils nécessitent toutefois des précautions élémentaires de sécurité et une surveillance/animation. Lorsque cette surveillance est réalisée par un spécialiste du sol, elle permet d'enrichir l'aspect ludique par une conversation à vocation d'éducation et de communication sur la vie dans les sols et sur leur diversité. Elle permet également d'inciter les visiteurs à poursuivre leur visite dans d'autres salles dédiées aux sols, à leurs fonctions, à leur grande diversité, et à la formidable biodiversité qu'ils hébergent.

## CONCLUSION

L'objectif de ces deux produits est de susciter de l'émotion, d'ajouter de la sensibilité à notre objet d'étude rarement perçu comme un objet captivant et séduisant sur lequel se pencher. Ils sont assez facilement réalisables pour un coût relativement modeste et une attractivité très forte. Pour remplir pleinement leur rôle, ils doivent être accompagnés d'un animateur qui puisse répondre aux questions suscitées par ces objets. Un de leurs atouts majeurs est leur grande visibilité. Dans ce sens, ils constituent des « produits d'appel », pour les enfants, des « points de mire » qui attirent et séduisent le public et le conduisent à approfondir ses connaissances dans des expositions plus détaillées localisées à proximité.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le groupe facebook « Les Troudepano » qui collectent et collectionnent les divers panneaux passe-tête dans le monde. Nous remercions également L. Vieublé Gonod et D. Sebag pour leur relecture très constructive qui nous a permis d'améliorer grandement cet article.

## BIBLIOGRAPHIE

- Arrouays D., McKenzie, N., Hempel, J., Richer-de-Forges, A.C., McBratney, A.B., 2014 - GlobalSoilMap. Basis for the global spatial soil information system. Taylor & Francis, CRC Press, London, 478 p.
- Charpy M., 2007 - La bourgeoisie en portrait. Albums familiaux de photographies des années 1860-1914. Portraying the middle class. Family photograph albums, 1860-1914. *Revue d'histoire du XIX<sup>e</sup> siècle*. 34, 147-163.
- Edwards P., 2015 - Ever stick your face in a cutout? Meet the kitsch genius who invented them. *Vox Media*. <https://www.vox.com/2015/5/29/8682601/carnival-cutouts-inventor> (dernier accès: 17/10/2019).
- Maresca S., 2004 - L'introduction de la photographie dans la vie quotidienne. *Éléments d'histoire orale. Études photographiques*. 15. [Online], Online since 20 September 2008. URL: <https://journals.openedition.org/etudesphotographiques/395>. connection on 30 August 2019.
- Raous S., Omari A., Chevallier T., Chenu C., Ratié C., Desbourdes S., Collin Bellier C., Brossard M., Croq G., Baize D., 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.
- Richer-de-Forges A.C., Arrouays D., Carré F., Bouma J., McBratney A.B., 2019 - The 2nd global soil security conference – conclusions and prospects. *In*: Richer-de-Forges A.C., Carré F., Bouma J., McBratney A.B., Arrouays D., 2019 - Global Soil Security. Towards more science-society interfaces. Taylor & Francis, CRC Press, London, pp. 133-135.
- Xanrof (pseudonyme de Léon Fourneau), 1897 - *Revue illustrée*, 15 août 1897.

# « La face cachée du sol », le n°14 de la collection des cahiers d'ariena à destination des élèves et enseignants du troisième cycle (enfants âgés de 9 à 11 ans)

M. Hilaire<sup>(\*,1)</sup> et J. Sauter<sup>(2)</sup>

1) Association Régionale pour l'Initiation à l'Environnement et à la Nature en Alsace, 67600 Sélestat, France.

2) Chambre Régionale d'Agriculture du Grand Est, site de Schiltigheim, 2 rue de Rome, CS 30022 Schiltigheim, 67013 Strasbourg Cedex.

\* : Auteur correspondant : mathieu.hilaire@ariena.org

## RÉSUMÉ

Le 14<sup>e</sup> cahier d'ariena intitulé « La face cachée du sol » a été édité en septembre 2015. Il était, au départ, destiné prioritairement aux élèves et enseignants du troisième cycle (classes de Cours Moyen 1 (CM1), Cours Moyen 2 (CM2) et 6<sup>e</sup> correspondant à des enfants âgés de 9 à 11 ans) de la région Alsace. La diffusion de la version papier de ce numéro a été étendue à la région Grand-Est et relayée plus largement en France par l'Association Française pour l'Étude du Sol (AFES). Une version numérique de ce numéro et du guide pédagogique qui l'accompagne sont également disponibles en ligne (<http://ariena.org/project/cahier-dariena-n14-la-face-cachee-du-sol/>). L'objectif est d'accompagner les élèves dans la connaissance, la compréhension et la prise en compte des sols dans leur quotidien et cela à partir d'une question de prime abord toute simple « Qu'y a-t-il sous nos pieds ? ». Cet outil pédagogique s'est également inscrit dans l'année internationale des sols en 2015, portée par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

## Mots-clés

Outil pédagogique, connaissance des sols, ressources numériques interactives.

## SUMMARY

### "THE HIDDEN SIDE OF THE SOIL" AN ARIENA PEDAGOGICAL NOTEBOOK

The 14th issue of Ariena's notebook entitled "The Hidden Face of the Ground" was published in September 2015. Primarily intended for young students and teachers of the third cycle of the elementary school program regrouping children from 9 to 11 years old) in the Alsace at the beginning, the distribution of the printed version of this issue was extended to the Grand Est region

Comment citer cet article :

Hilaire M. et Sauter J., 2020 -

« La face cachée du sol », le n°14 de la collection des cahiers d'ariena à destination des élèves et enseignants du troisième cycle (enfants âgés de 9 à 11 ans), *Etude et Gestion des Sols*, 27, 277-287

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/>

and relayed to the Association Française pour l'Étude du Sol (AFES). Its objective is to support students in the knowledge, understanding and consideration of soils in their daily life. It was also part of the International Year of Soil 2015, supported by the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

**Key-words**

Pedagogical tool, soil knowledge, interactive digital resources.

**RESUMEN**

**« LA CARA ESCONDIDA DEL SUELO », EL N°14 DE LA COLECCIÓN DE LOS CUADERNOS DE ARIENA CON DESTINACIÓN A LOS ALUMNOS Y DOCENTES DEL TERCER CICLO (NIÑOS DE EDADES ENTRE 9 Y 11 AÑOS)**

Se editó el 14o cuaderno de Ariena intitulado "la cara escondida del suelo" en septiembre de 2015. Destinado prioritariamente al principio a los alumnos y docentes del tercer ciclo (clases del ciclo medio (CM1 y CM2) y del sexto grado correspondiendo a niños de edades entre 9 y 11 años) de la región Alsacia, la difusión de la versión en papel de este número se extendió a la región Gran Este y retransmitida más ampliamente en Francia por la Asociación Francesa para el Estudio del Suelo (AFES). Una versión numérica de este número y de la guía pedagógica que lo acompaña es igualmente disponible en línea (<http://ariena.org/project/cahier-dariena-n14-la-face-cachee-du-sol/>). El objetivo es acompañar los alumnos en el conocimiento, la comprensión y la toma en cuenta de los suelos en su cotidiano y eso a partir de una pregunta a primera vista muy sencilla « ¿Qué hay bajo nuestros pies? ». Esta herramienta pedagógica se inscribió en el año internacional de los suelos en 2015, llevada por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.

**Palabras clave**

Herramienta pedagógica, conocimiento de los suelos, recursos numéricos interactivos.

## I. LA DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE DES CAHIERS D'ARIENA

La collection des cahiers d'ariena a vu le jour en 1996 avec un premier numéro sur la montagne Vosgienne (Ariena, 1996). À ce jour, la collection compte 15 numéros avec un 16<sup>e</sup> en préparation sur le thème de la reconnexion à la nature. Chaque cahier est construit autour de 10 chapitres et d'une bande dessinée. Cette dernière sert de fil conducteur et utilise l'imaginaire et l'humour pour entrer dans des thèmes souvent complexes à appréhender.

Chaque cahier s'appuie sur une démarche interdisciplinaire et transversale et respecte la même construction pour chaque numéro. Le premier chapitre sert à immerger les élèves dans la thématique et à initier les premiers questionnements. Il permet de recueillir les représentations qu'ont les enfants de la thématique. Les 8 chapitres suivants proposent une progression pédagogique adaptée à l'élève, constituée des connaissances lui permettant de mieux appréhender, comprendre certains enjeux clés tout en l'aidant à créer un lien avec la thématique de chaque cahier. Le 10<sup>e</sup> chapitre sert de phase de synthèse et d'ouverture et invite l'élève à prendre du recul par rapport au thème du cahier. La page 20 propose à l'élève de s'inscrire dans une démarche active de projet et à réaliser une ou plusieurs actions concrètes en réponses aux enjeux propres à chaque thématique. Au-delà de la progression proposée, les cahiers fournissent une diversité d'activités et d'illustrations riches qui s'adaptent à chaque besoin pédagogique. Tourner les pages des cahiers d'ariena c'est découvrir à chaque fois une proposition nouvelle qui interpelle visuellement les utilisateurs et les invite à chercher, observer, s'intéresser et échanger.

## II. LE CAHIER D'ARIENA N° 14 LA FACE CACHÉE DU SOL

### II.1. Construction pédagogique

Les objectifs pédagogiques portés par chaque cahier d'ariena sont souvent ambitieux et chaque numéro est un défi pédagogique.

Les principaux objectifs pédagogiques du cahier d'ariena « La face cachée du sol » (Ariena, 2015) sont les suivants :

- développer une approche de terrain / démarche d'investigation sur l'ensemble du cahier. Proposer des situations qui nécessitent la réalisation d'expériences, de manipulations ;
- définir ce qu'est un sol (la terre, les horizons, la texture) et percevoir qu'il existe une grande diversité de sols ;
- prendre conscience que les sols sont des milieux vivants, qui se forment sur des échelles de temps qui dépassent celle des hommes ;
- comprendre que le sol est le principal réservoir de biodiversité sur Terre (80 % de la biomasse vivante terrestre se trouve dans le sol (Eglin *et al.*, 2019)) ;
- comprendre les principaux rôles joués par les êtres vivants du sol (Jones *et al.*, 2019) : recyclage de la matière organique en éléments minéraux, structuration du sol et facilitateurs de la circulation de l'air et de l'eau ;
- comprendre que le sol est à la base (socle) du vivant. (Fonction d'alimentation des plantes en eau et nutriments) ;
- montrer les liens qui existent entre le sol et notre quotidien ainsi que notre interdépendance avec ce milieu ;
- prendre conscience des menaces (érosion des sols mis à nu, tassement, artificialisation et imperméabilisation des sols) qui pèsent sur les sols et de l'importance de les conserver vivants.

### II.2. Une bande dessinée pour rendre le document plus attractif

Deux personnages emblématiques des sols vivants ont été choisis pour accompagner chaque chapitre. Il s'agit de nos deux compères Jo Latôpe et Rik Lombrik. Comme le montre la *figure 1*, dès la première scène, le décor est planté !

« Mais au fait ? A-t-on réellement conscience de ce qui se cache sous nos pieds ? »

La *figure 2* montre la couverture du cahier « La face cachée du sol ».

La *figure 3* donne un exemple de chapitre proposant des activités autour de réseaux trophiques dans les sols.

**Figure 1 :** Les deux personnages clés de la bande dessinée qui servent de « guide » dans la découverte des sols.

**Figure 1:** The two key characters in the comic strip who serve as "guides" in the discovery of soils.



### II.3. Apprendre en expérimentant !

La construction pédagogique de ce numéro s'appuie sur la démarche scientifique pour aborder les thèmes et notions développés dans le cahier. Pour cela, chaque chapitre propose de mettre en œuvre des expériences appelées « Manip's » pour rendre concrètes et ludiques les notions abordées. Soit l'élève suit un protocole établi (figure 4), soit il propose une démarche expérimentale pour répondre à une question (figure 5).

Des vidéos et des photos présentant la mise en œuvre de ces expérimentations et les résultats obtenus sont proposés dans le guide pédagogique (figure 4). L'idée est d'accompagner l'enseignant dans la mise en place concrète des « Manip's » avec sa classe et de lui fournir un point de comparaison des résultats obtenus avec les élèves.

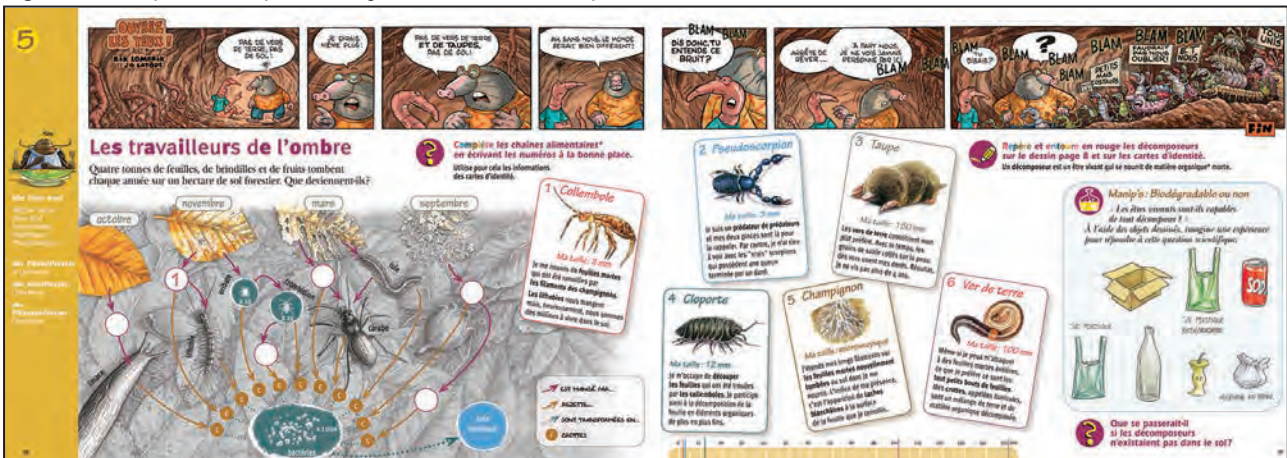
Figure 2 : Couverture du cahier « La face cachée du sol ».

Figure 2: Cover page of the notebook "The Hidden Face of the Ground".



Figure 3 : Exemple de chapitre proposant des activités autour de la chaîne trophique dans les sols.

Figure 3: Example of a chapter offering activities about the trophic chain in soils.



### II.4. Des sols vivants bientôt dans toutes les cours de récréation ?

De nos jours, de nombreux enfants grandissent 'hors sol'. Et cette tendance se confirme jusque dans les cours de récréation où le bitume a envahi les espaces d'activités scolaires d'extérieur, ne laissant que peu de place aux espaces de nature. Le cahier invite les élèves à repenser leur espace de vie à l'école et à réfléchir à la mise en œuvre concrète d'actions en faveur des sols vivants. La figure 6 illustre un exemple de projet réalisé par des élèves.

### II.5. Le cahier d'ariena, c'est aussi un véritable outil numérique !

La version numérique interactive du cahier de l'élève et du guide pédagogique qui l'accompagne sont disponibles gratuitement à partir du site internet de l'Ariena. ([www.ariena.org/cahier14](http://www.ariena.org/cahier14)).

Cette version du cahier offre à l'enseignant la possibilité de projeter sur un écran les chapitres du cahier de l'élève afin d'accompagner le groupe dans la réalisation des activités. La projection des chapitres en grand est une réelle plus-value pour la mise en place des activités et lors des temps d'échanges collectifs. L'interface permet également à l'enseignant d'accéder à des ressources vidéos, photos en un clic et d'isoler certains éléments (textes, illustrations) en les agrandissant (zoom). Les élèves peuvent également venir montrer ce qu'ils ont vu ou venir dessiner sur les illustrations si l'enseignant dispose d'un tableau blanc interactif. (Voir vidéo de présentation des cahiers d'ariena : [https://www.youtube.com/watch?v=-qyY-kHFQVI&feature=emb\\_logo](https://www.youtube.com/watch?v=-qyY-kHFQVI&feature=emb_logo)).

Figure 4 : Exemples de ressources associées au cahier : photographie, manipulation dite « Manip » et vidéo.

Figure 4: Examples of resources associated with the notebook: photograph, experiment called 'Manip' and video.



4a : Exemple de photographie extraite de la photothèque.

4a: Example of a photograph from the photo library.



4c : Exemple de vidéo associée pour réaliser la modélisation du ruissellement.

4c: Example of an associated video illustrating how to perform runoff modeling.

**Manip' : Où va l'eau de pluie ?**

**matériel :** feuille en plastique, feuille en plastique trouée, terre, terre enherbée, sable, gravier, 3 boîtes plastiques, 3 bouts de tuyau, 2 verres mesureurs (1 litre), petit arrosoir avec pommeau, scotch tissé

**1** MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIENCE :

**zone 1** TERRE RECouverte D'UNE FEUILLE EN PLASTIQUE

**zone 2** TERRE RECouverte D'UNE FEUILLE EN PLASTIQUE TROUÉE

**zone 3** TERRE ENHERBÉE

Pense à scotcher le bord des feuilles plastiques sur la boîte.

NIVEAU TERRE  
SABLE  
GRAVIER

VERRES MEASUREURS  
BOITE TROUÉE  
TUYAU

**2**

**Le sais-tu ?**  
L'eau de pluie qui ruisselle sur les routes, les parkings, les trottoirs et les toits se charge en polluants\* qu'il faudra traiter avant qu'elle ne reparte dans le milieu naturel.

**3** Note les volumes d'eau collectés dans les 2 récipients pour chaque zone.

**4** Compare tes résultats au tableau ci-dessous :

	Zone 1		Zone 2		Zone 3	
	eau de surface	eau souterraine	eau de surface	eau souterraine	eau de surface	eau souterraine
Volume d'eau récupéré pour 1 litre versé						

4b : Exemple de « Manip » proposée. 4b: Example of suggested experiment.

**Figure 5 :** Exemple de réflexion proposée aux élèves pour imaginer eux-mêmes une manipulation expérimentale.

**Figure 5:** Example of brainstorming to help the pupils design an experiment on their own.



Classe de CM1-CM2 de l'école primaire de Hatten (67)

## II.6. Le guide pédagogique numérique

Ce numéro est accompagné d'un guide pédagogique de 69 pages (*figure 7*) exclusivement disponible en version numérique (pdf ou en ligne) qui donne à l'enseignant les réponses aux activités proposées dans le cahier de l'élève, les objectifs pédagogiques des chapitres, les liens aux programmes scolaires, l'accès à une importante base photographique (*voir figure 4*) et documentaire ainsi qu'à des vidéos des « Manip's » proposées dans les pages du cahier de l'élève (*figure 4*).

Ces vidéos ont été réalisées en interne par l'Ariena avec un cahier des charges minimaliste et un matériel utilisé le moins onéreux possible.

## III. LES COULISSES DE LA CONCEPTION DU CAHIER « LA FACE CACHÉE DU SOL »

### III.1. Une conception en équipe

#### III.1.1. Une solide alchimie de compétences pédagogiques, scientifiques et artistiques

L'Ariena pilote la conception et la réalisation des cahiers d'ariena depuis plus de 20 ans et a acquis une expertise dans la méthodologie nécessaire à ce type de réalisation. Animant un réseau d'une cinquantaine d'associations et structures qui

travaillent dans le domaine de l'Education à la Nature et à l'Environnement, l'Ariena peut s'appuyer sur de solides compétences pédagogiques, scientifiques et techniques de terrain et mobiliser également de nombreux partenaires sur son territoire (collectivités, Education nationale, associations...).

Ce projet repose en interne sur une « équipe noyau » qui porte sur ses épaules l'objectif de réalisation finale du cahier, dans les délais et objectifs convenus avec toutes les parties prenantes. Cette équipe a défini avec le temps une étroite coordination de compétences de conception pédagogiques et d'illustrations conçues pour servir les objectifs et les activités de chaque chapitre. Ces compétences s'associent en parfaite complémentarité au sein de l'Ariena pour bâtir et faire évoluer chaque chapitre, chaque activité tout au long du projet. La durée (un an et demi) du projet nécessite des interactions de travail les plus stables possibles. Ce cœur technique du projet, associe également un dessinateur de bande dessinée (exercice spécifique) et un graphiste pour la mise en page du cahier d'ariena et du guide pédagogique qui sont également des atouts précieux dans la réussite de chaque numéro.

#### III.1.2. Un pilotage multi-partenariat

Ainsi, la force des cahiers d'ariena est de réunir dans la durée et autour d'un même projet, d'un même enjeu éducatif lié à la nature et à l'environnement, un groupe de pédagogues et d'experts, de scientifiques, d'illustrateurs et graphistes, de techniciens et autres professionnels des sciences et de l'éducation à l'environnement. La diversité des compétences associées à



**Figure 6 :** Transformation de la cour de l'école associée au projet pédagogique (Exemple de projet mené par une classe de l'école du centre de Sélestat avec la mise en place d'un jardin sur un sol couvert de gravats).

**Figure 6:** Transformation of the schoolyard in line with the pedagogical project (Example of a project led by a class from the school in the city centre of Sélestat with the installation of a garden on a ground covered with rubble).

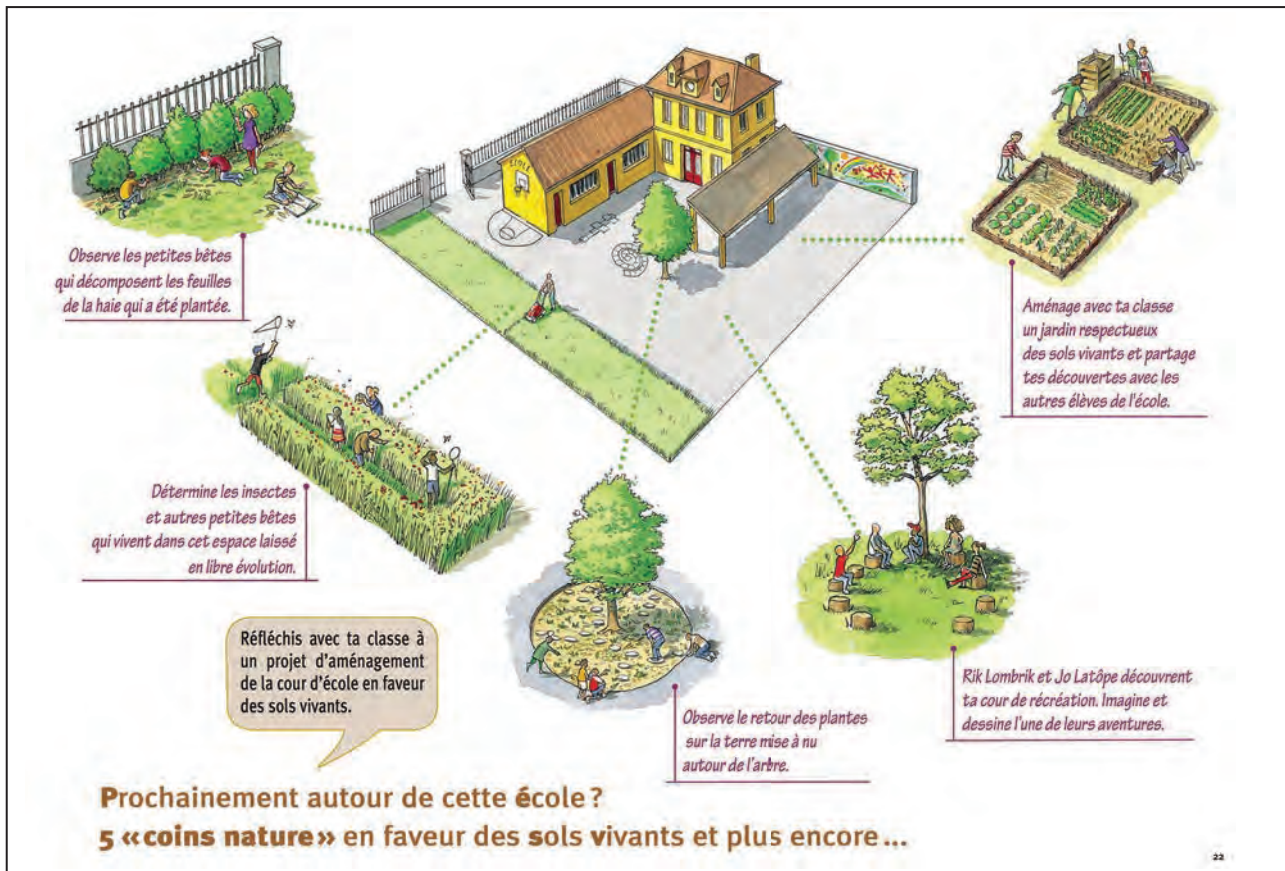


Figure 7 : Extrait du guide pédagogique pour l'enseignant.  
Figure 7: Extract of the teacher's pedagogical guide.

**Avant de distribuer le cahier à vos élèves**

Pour accompagner vos élèves dans la découverte du sol, il est important de passer par une phase de recueil des représentations initiales non influencées par le cahier. Ces représentations vous permettront de faire l'état des lieux des connaissances des élèves et de faire émerger leur ressenti vis-à-vis de la thématique du sol en tout début de projet.

Voici une activité Photolangage qui vous aidera à réaliser ce premier recueil d'idées:

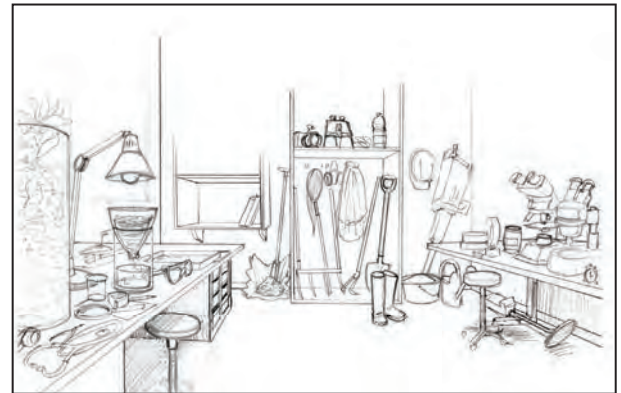
Cette activité, basée sur l'observation de photographies en lien avec le thème du sol, peut aider les élèves à s'exprimer sur un sujet de prime abord difficile et à dégager les premières idées:

- Pour cela distribuer à chaque élève l'une des photographies et lui demander:
  - de décrire ce qu'il voit;
  - de donner un titre (nom, presse) à la photographie;
- Organiser les mots, les représentations des élèves sur le thème du sol par famille (animal, végétal, minéral, aménagement humain, eau...)

Photothèque: Photolangage sur  
Cette activité pourra être réalisée en fin de projet pour évaluer l'évolution des représentations et de ce que les élèves ont retenu du thème.

Figure 8 : Evolution suite aux divers Copil de l'esquisse au chapitre définitif.

Figure 8: Evolution following the different steering committees from a rough layout to the final illustrated chapter.



**qu'y a-t-il sous nos pieds ?**

Quoi de plus banal qu'un sol. Mais que sais-on vraiment à son sujet ? Fouillez la porte de ce laboratoire pour essayer d'en savoir un peu plus.

Proposez une autre définition du mot "sol" que :

- dans la salle de classe
- dans le cour
- dans un jardin
- dans la forêt

Associez à chaque métier sa définition du sol.

Non place entre le "a" et le "i".

Surfaces couvertes des végétaux d'acteurs humains

Support sur lequel pousse tout végétal

Terres sur laquelle pousse une forêt

Préparez une autre définition du mot "sol" que :

- dans la salle de classe
- dans le cour
- dans un jardin
- dans la forêt

Associez à chaque métier sa définition du sol.

Non place entre le "a" et le "i".

Surfaces couvertes des végétaux d'acteurs humains

Support sur lequel pousse tout végétal

Terres sur laquelle pousse une forêt

**Il était un sol...**

De son apparition à sa maturation

- Un sol se forme à partir d'un matériau parental qui peut être par exemple une roche et qui sert d'assise à sa constitution.
- Cette roche se fracture suite à l'action du gel et de l'eau qui participe également à des réactions chimiques qui transforment les minéraux et altèrent ainsi la roche.
- Les arthropodes recueillent les débris végétaux qui se mélangent aux éléments minéraux du sol (voir double page 5). Le sol est suffisamment profond pour que les racines des arbres puissent s'y fixer et participent à leur tour à la fracturation de la roche.
- Des couches bien différenciées (couleur et texture) appelées horizons apparaissent au niveau de la coupe du sol.
- En 10 000 ans, 1 mètre de sol s'est formé. Combien de temps mettrait une pelle mécanique pour décaper cette épaisseur de sol ?

Protégement  
À la découverte des plantes pionnières!  
Les courtes racines de ces plantes pionnières ont le caractère d'être souvent coriaces. Elles ont une homogénéité dans leur place à se faire leur place.  
Des végétaux pionniers profitent parfois des arthropodes et de leur présence qui se forment dans le mûsselin, les murs et rochers.  
Amusez-vous à mesurer vos élèves ces espèces qui participent à leur niveau au renouveau des sols.

Plantes des murs  
Bibliographie  
Minipile La Salamandre n° 28: Plantes des murs  
"Bataille botanique à la verticale! Reconnaissez les plantes qui s'accrochent au vieux mur."

**Les pieds sur terre**

As-tu déjà réfléchi à ce qu'il y a sous tes pieds? Explore ce laboratoire pour essayer d'en savoir un peu plus...

Liste des mots qui te font penser au sol.

Qu'imagines-tu trouver sous tes pieds dans... une boîte en carton une case de stratégame

Associe chaque métier à sa propre définition du mot "sol".

Non place entre le "a" et le "i".

Surfaces couvertes des végétaux d'acteurs humains

Support sur lequel pousse tout végétal

Terres sur laquelle pousse une forêt

**Un sol se forme**

La preuve en manip's

Il s'agit ici de modifier de manière expérimentale certains phénomènes naturels à l'origine de la formation des sols

Étapes

Manip's

Résultats en photo

Conclusion des manip's

Éléments qui participent à chaque étape d'évolution

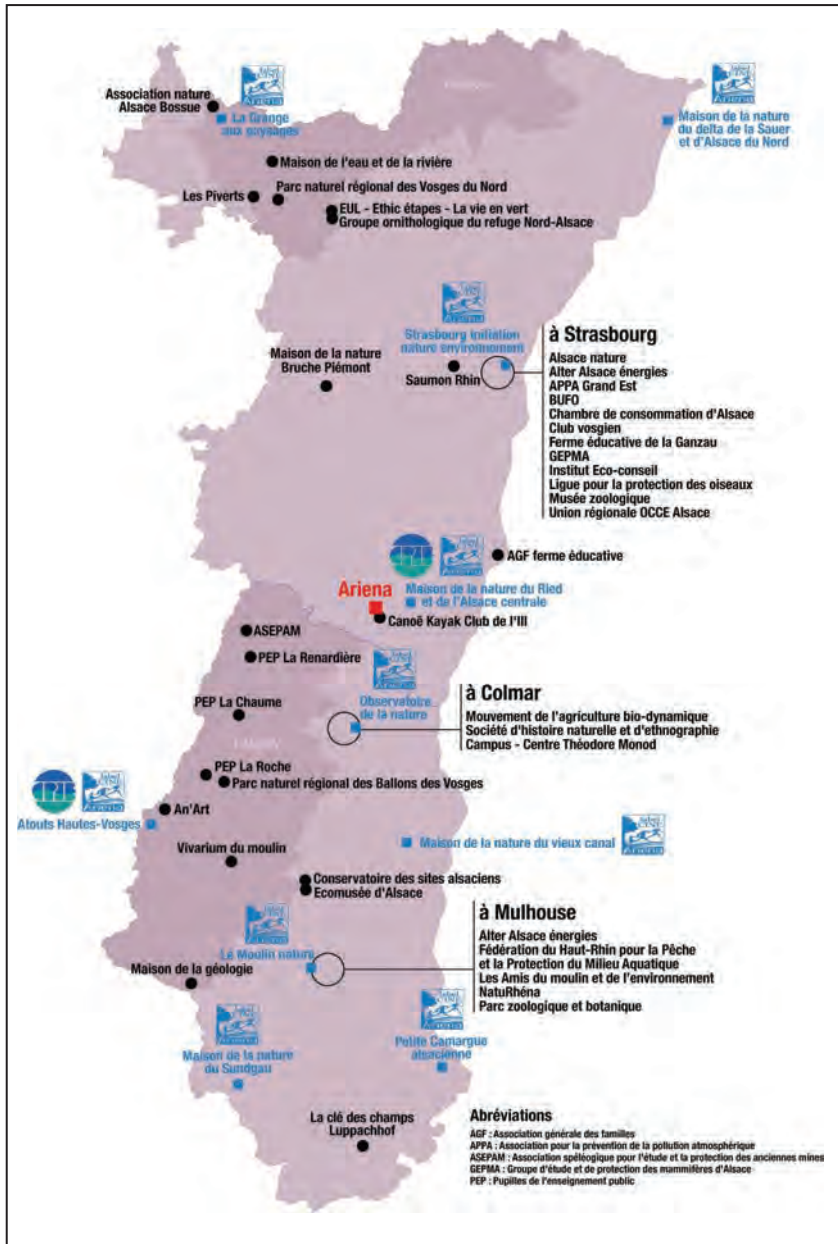
Étape 1: Manque de place. L'eau en gelant occupe un volume plus important que celui de la bouteille. La bouteille éclate à cause de la pression exercée par l'eau gelée sur les parois. Ce phénomène appelé gelivité se passe également dans la nature et il est à l'origine de la fracturation des roches.

Étape 2: Tout aux abris. Le sable et les poussières transportés par le vent et l'eau ont tendance à se retrouver et à s'accumuler dans les endroits abrités et instables qui se forment avec le temps dans la roche, comme le montre le sable pris au piège entre ces deux lignes.

Étape 3: Petits mais costauds. Les graines exercent une pression sur le substrat sur lequel elles germent. Les racines des plantes participent également à la fracturation de la roche qui s'additionne à celle provoquée par l'alternance du gel et de l'égel.

**Figure 9 :** Carte des structures d'éducation à la nature et à l'environnement du réseau Ariena.

**Figure 9:** Map of the nature and environmental education structures of the Ariena network.



chaque numéro est une réelle plus-value quant au résultat final obtenu.

Ce comité de pilotage accompagne les différentes étapes de la conception portées par l'Ariena. Les membres du comité donnent leurs avis pédagogiques et/ou techniques sur les propositions faites par l'Ariena à chaque phase du projet et veillent à ce que les objectifs pédagogiques et techniques posés au départ soient atteints. Une trentaine de personnes a été associée à la conception de ce numéro. Ce comité de pilotage (copil) s'est réuni d'avril 2014 à avril 2015 au cours de 5 réunions de travail.

Copil 1 : Définition des grands objectifs pédagogiques et premier découpage par chapitre.

Copil 2 : Premières esquisses et activités pour les 10 chapitres (figure 8).

Copil 3 : Présentation/échanges des 5 premiers chapitres mis en page au format cahier (figure 8).

Copil 4 : Présentation/échanges des 5 derniers chapitres mis en page au format cahier.

Copil 5 : Présentation/échanges de la version finale du cahier de l'élève (figure 8).

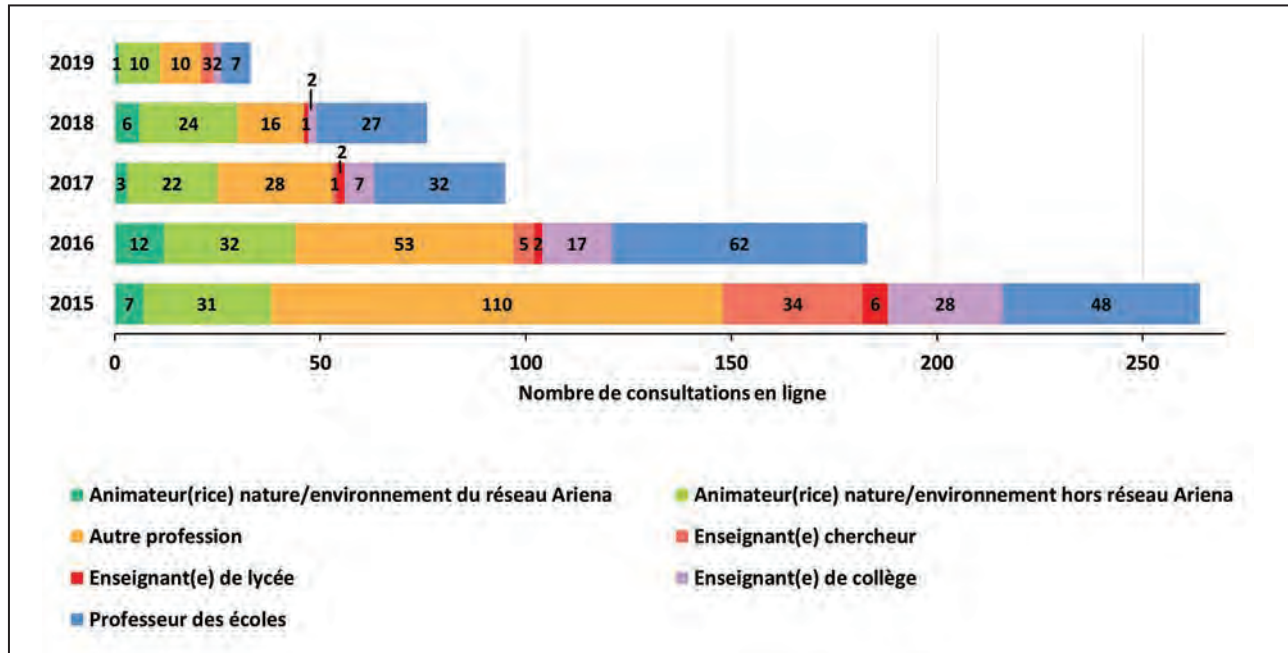
Entre le Copil 4 et le Copil 5 : réalisation de la phase de test en situation dans les classes.

Les institutions suivantes ont participé à l'élaboration de ce cahier et du guide pédagogique qui l'accompagne :

- Région Alsace (aujourd'hui intégrée à la Région Grand Est)
- Rectorat de l'académie de Strasbourg.
- Direction des services départementaux de l'Éducation nationale du Haut-Rhin - Conseiller pédagogique en environnement.
- Direction des services départementaux de l'Éducation nationale du Bas-Rhin - Conseillers pédagogiques en environnement.
- Écoles supérieures du professorat et de l'éducation Colmar et Strasbourg
- Université de Strasbourg, Faculté de Géographie et d'Aménagement.

**Figure 10** : Consultation du guide pédagogique en ligne entre 2015 et 2019 – Effectifs et professions des internautes.

**Figure 10:** Viewing of interactive digital documents between 2015 and 2019 - Numbers and professions of Internet users.



- Association pour la Relance Agronomique en Alsace (A.R.A.A), activité 'Sols' aujourd'hui transférée à la Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est.
- Laboratoire Analyses Microbiologiques Sols (L.A.M.S.).
- Chambre d'agriculture Alsace
- Association pour la Protection de la Nappe Phréatique de la Plaine d'Alsace (APRONA).
- EPLEFPA Les Sillons de Haute-Alsace.
- Bureau d'étude 'Sol Conseil'.
- Office National des Forêts (ONF).

### III.2. Un travail testé au préalable sur le terrain

Chaque chapitre du cahier a été testé auprès de 8 classes de CM1/CM2 (soit plus de 200 élèves) réparties sur l'ensemble du territoire alsacien. Ces tests ont été réalisés en classe par des animateurs professionnels des associations du réseau Ariena (figure 9).

La méthode de tests, qui est menée systématiquement lors de la conception des cahiers pédagogiques de l'Ariena, permet d'évaluer la pertinence des activités et illustrations proposées, la compréhension et l'assimilation par les élèves des notions abordées, de proposer des modifications et d'améliorer les pages, avant la publication du cahier. Celle-ci s'appuie sur une grille d'évaluation pour chaque chapitre testé.

### III.3. Diffusion des documents et premiers retours sur l'utilisation

Le cahier et le guide « La face cachée du sol » ont été financés dans le cadre de la politique d'éducation à la nature et à l'environnement de la Région Alsace (aujourd'hui intégrée à la Région Grand Est), en partenariat avec l'Éducation nationale (Académie de Strasbourg).

Le cahier de l'élève, imprimé à 75 000 exemplaires, a été mis gratuitement à disposition de toutes les classes de CM1 et CM2 d'Alsace. La diffusion de la version papier du cahier de l'élève a été réalisée sur 2 ans (rentrée scolaire 2015 et 2016) en Alsace via les inspections de circonscription du Haut-Rhin et du Bas-Rhin. Deux exemplaires ont également été envoyés dans chaque collège d'Alsace.

Pour accompagner la diffusion des cahiers d'ariena, l'Ariena s'appuie également sur le dispositif pédagogique « Protéger l'environnement, j'adhère », qu'elle coordonne. Il permet à un enseignant et sa classe d'être accompagnés par un animateur nature environnement du réseau Ariena dans la réalisation d'un projet centré sur les thèmes de la nature et de l'environnement, comme c'est le cas pour les sols : <http://www.ariena.org/pej>

De 2015 à 2019, 651 consultations du guide pédagogique (données extraites du questionnaire rempli lors du premier accès à la version numérique interactive du guide pédagogique) par internet ont été réalisées, par des publics aux profils divers (enseignants de tous niveaux, conseillers agricoles, agriculteurs, pédologues, paysagistes, animateurs nature, simples citoyens)

**Figure 11** : Le cahier et le guide « La face cachée du sol » ont été financés dans le cadre de la politique d'éducation à la nature et à l'environnement de la Région Alsace, en partenariat avec le rectorat de l'Académie de Strasbourg.

**Figure 11:** The notebook and the guide « The Hidden Face of the Ground » were financed within the framework of the nature and environmental education policy of the Alsace Region, in partnership with the rectorate of the Academy of Strasbourg.



(figure 10). Ces publics très divers montrent l'intérêt porté à la thématique sol et à ce support pédagogique bien au-delà du cadre scolaire. Une diminution du nombre de consultations est observée au fil des années et incite à de nouvelles actions de communication et de formation pour faire connaître ce document notamment aux nouvelles générations d'enseignants et d'animateurs nature.

Plusieurs enseignants des classes du troisième cycle ont témoigné de l'intérêt des enfants, stimulés par les nombreuses illustrations et la bande dessinée. La thématique du sol est souvent associée à la thématique du jardin.

### III.4. Partenaires financiers et techniques de ce numéro, publié en 2015

La Région Grand-Est (qui a succédé à la Région Alsace) est le principal financeur des cahiers d'ariena. La Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Grand-Est (qui a succédé à la DREAL Alsace), l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, Electricité de France, La Fondation Terra Symbiosis et Suez Environnement sont venus compléter ce financement. La conception de ce numéro a été rendue possible grâce à l'expertise technique de l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace et du Laboratoire Analyses Microbiologiques Sols et en partenariat avec le rectorat de l'académie de Strasbourg (figure 11).

### BIBLIOGRAPHIE

- Ariena, 1996 - Cahier d'ariena N°1 « Raconte-moi la montagne vosgienne ». Dernier accès : 26/05/2020. <http://ariena.org/project/raconte-montagne-vosgienne/>
- Ariena, 2015 - 14<sup>e</sup> cahier d'ariena intitulé « La face cachée du sol ». Dernier accès : le 26/05/2020. <http://ariena.org/project/cahier-dariena-n14-la-face-cachee-du-sol/>
- Eglin T., Bispo A., Guellier C., Arrouays D., Blanchart E., Chevallier T., Pierart A., Bardy M., Julliot C., Sapjanskas 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. *Étude et Gestion des Sols*, 26, pp. 187-193.
- Jones A., Panagos P., Montanarella L., 2019 - Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication. *Étude et Gestion des Sols*, 26, pp. 99-106.



---

# ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE DU SOL

*www.afes.fr*

## SECTIONS RÉGIONALES - SECRÉTARIAT

### Section ARMORIQUE

Contacts : Blandine Lemerrier, Christophe Ducommun  
Mails : *Blandine.Lemerrier@agrocampus-ouest.fr*  
*Christophe.Ducommun@agrocampus-ouest.fr*

### Section AUVERGNE

Contacts : Noëlle Guix, Véronique Genevois  
Mails : *noelle.guix@vetagro-sup.fr*  
*veronique.genevois@vetagro-sup.fr*

### Section FRANCHE-COMTE

Contact : Eric Lucot  
Mail : *eric.lucot@univ-fcomte.fr*

### Section GRAND SUD-OUEST

Contact : Laurent Rigou  
Mail : *l.rigou-asup@agretpy.fr*

### Section NORD-EST

Contacts : Bernard Jabiol, Sophie Maillant  
Mails : *bernard.jabiol@agroparistech.fr*  
*sophie.maillant@lorraine.chambagri.fr*

### Section RHONE-ALPES

Contact : Isabelle Letessier  
Mail : *isabelle.letessier@wanadoo.fr*

### Section SOL-MED

Contacts : Catherine Keller,  
Jean-Claude Lacassin,  
Julie Demartini  
Mails : *keller@cerege.fr*  
*Jean-Claude.LACASSIN@canal-de-provence.com*  
*julie.demartini@odarc.fr*

## GROUPES DE TRAVAIL

### Groupe de travail Normalisation ISO-AFNOR

Michel Brossard  
Mail : *michel.brossard@ird.fr*

### Groupe de travail Enseignement

C. Walter, responsable  
ENSA Rennes, 64, route de Saint Brieuc, 35000 Rennes  
Mail : *christian.walter@agrocampus-ouest.fr*

## GROUPE JEUNES

*afes.jeunes@orleans.inra.fr*  
*www.afes.fr/afes-jeunes*  
Coordination : Samuel Abiven  
Mail : *abiven@geo.unizh.ch*

## LETTRE DE L'ASSOCIATION

Rédactrice: Léa Beaumelle  
Mail : *lea.beaumelle@gmail.com*

Crédits photos, de gauche à droite et de haut en bas :

- Observation de macro-faune à la loupe binoculaire - ©P.Garrigou
- SIA 2009 © INRAE
- À l'école de Régina3 © P.Garrigou
- 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
- Restitution écrite de l'atelier "la chaîne alimentaire du sol et la dégradation de la matière organique" © Dulaurent
- Évaluation de la composition d'un sol, tamisage des fragments fins à grossiers, ainsi que des particules, des sables aux argiles © Isabelle Grégoire

EGS / AFES

2163, avenue de la Pomme de Pin, CS 40001, Ardon, 45075 Orléans Cedex 02 France  
tél : (0) 02 38 41 48 02 - Fax : (0) 02 38 41 78 69  
<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/egs-instructions-aux-auteurs/>  
Numéros : ISSN 1252-6851 - CPPAP : 0612 G82389

---

## Sommaire

### Editorial

*Richer-de-Forges A.C., Chevallier T., Eglin T.*

### Note sur l'Exposition SOLS de 1984 au Palais de la Découverte (Paris, France).

*Girard M.-C., Arrouays D.*

### Un atlas des sols comme outil de sensibilisation et de communication.

*Jones A., Panagos P., Montanarella L.*

### Le sol comme support de partage de connaissances auprès des habitants du territoire guyanais.

*Garrigou P., Devillechabrolle J., Brossard M.*

### « 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.

*Blanchart E., Raharijaona S., Razafindrakoto M., Becquer T., Bernard L., Trap J., Razafimbelo T.*

### Un dispositif pédagogique de mesure de la résistivité électrique : Illustrer par l'expérience l'apport des méthodes géophysiques pour la caractérisation des propriétés du sol.

*Giot G., Seger M.*

### Une boîte de sensation tactile des sols à huit compartiments pour une découverte par le grand public et les enfants.

*Richer-de-Forges A.C., Courtemanche P., Bertel O., Ortega C., Arrouays D., Bispo A., Cousin I.*

### Le sentier des sols de la Vallée Noble à Osenbach (68) - Dix ans au service de la découverte des sols.

*Schwartz D.*

### Module de sensibilisation sur le sol et les pollutions diffuses le long du continuum terre-mer. Retour d'expérience.

*Besnard C., Lépinay A., Bouquet D.*

### Un voyage à travers le sol - Récit d'une animation destinée à faire découvrir la pédologie aux scolaires et au grand public.

*Aran D., Maunoury-Danger F.*

### Le sol des uns n'est pas celui des autres.

*Feller C., Blum W., Lahmar R., Patzel N., Ribaut J.-P.*

### 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.

*Eglin T., Bispo A., Guellier C., Arrouays D., Blanchart E., Chevallier T., Pierart A., Bardy M., Julliot C., Sapijanskas J.*

### Jardibiodiv, un outil de sciences participatives sur la biodiversité des sols urbains.

*Auclerc A., Blanchart A., Vincent Q.*

### 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.

*Dulaurent A.-M., Houben D.*

### 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 !

*Crespin P., Pères J., Sinagra J.-P., Lacassin J.-C., Blanchart E., Chevallier T., Darce M., Dosso M., Feller C.*

### S.O.S SOLS : Le programme éducatif SOL'ERE sur la santé des sols de l'AQSSS.

*Grégoire I., Grenon L.*

### Crée ton profil de sol - Note technique et retour d'expérience sur la découverte de la 3ème dimension du sol.

*Ortega C., Bertel O., Bispo A.*

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

*Raous S., Omari A., Chevallier T., Chenu C., Ratié C., Desbourdes S., Collin Bellier C., Brossard M., Croq G., Baize D., Arrouays D.*

### Note technique sur la fabrication et l'utilisation de panneaux passe-tête pour sensibiliser le grand public au sol.

*Richer-de-Forges A.C., Ortolland B., Le Lay C., Soler-Dominguez N.*

### « La face cachée du sol », le n°14 de la collection des cahiers d'ariena à destination des élèves et enseignants du troisième cycle (enfants âgés de 9 à 11 ans).

*Hilaire M., Sauter J.*



EGS / AFES

2163, avenue de la Pomme de Pin, CS 40001, Ardon, 45075 Orléans Cedex 02 France

tél : (0) 02 38 41 48 02 - Fax : (0) 02 38 41 78 69

<http://www.afes.fr/publications/revue-etude-et-gestion-des-sols/egs-instructions-aux-auteurs/>

Numéros : ISSN 1252-6851 - CPPAP : 0612 G82389

