



## Vers une meilleure utilisation des traits fonctionnels en écologie des sols, apports du projet BETSI (Biological and Ecological Traits of Soil Invertebrates)

PEY Benjamin<sup>1,2</sup>, CAPOWIEZ Yvan<sup>3</sup>, CORTET Jérôme<sup>4</sup>, DECAËNS Thibaud<sup>5</sup>,  
DEHARVENG Louis<sup>6</sup>, DUBS Florence<sup>7</sup>, GUERNION Muriel<sup>8</sup>, GRUMIAUX Fabien<sup>9</sup>,  
NAHMANI Johanne<sup>10</sup>, PASQUET Alain<sup>11</sup>, PELOSI Céline<sup>2</sup>, PERNIN Céline<sup>9</sup>, PONGE  
Jean-François<sup>12</sup>, SALMON Sandrine<sup>12</sup> et HEDDE Mickaël<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CESAB/FRB, Domaine du Petit Arbois, Avenue Louis Philibert, 13545 Aix-en-Provence, France, [benjamin.pey@versailles.inra.fr](mailto:benjamin.pey@versailles.inra.fr)

<sup>2</sup>INRA, UR251 PESSAC, RD10, 78026 Versailles Cedex, France, [benjamin.pey@versailles.inra.fr](mailto:benjamin.pey@versailles.inra.fr), [celine.pelosi@versailles.inra.fr](mailto:celine.pelosi@versailles.inra.fr), [mickaël.hedde@versailles.inra.fr](mailto:mickaël.hedde@versailles.inra.fr)

<sup>3</sup>INRA, UR1115 « Plantes et Systèmes de culture Horticoles », Domaine Saint-Paul, 84914 Avignon Cedex 09, France, [capowiez@avignon.inra.fr](mailto:capowiez@avignon.inra.fr)

<sup>4</sup>INRA/INPL, UMR 1120 « Laboratoire Sols et Environnement », Nancy-Université, 2, avenue de la Forêt de Haye, BP 172, 54505 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France, [jerome.cortet@ensaia.inpl-nancy.fr](mailto:jerome.cortet@ensaia.inpl-nancy.fr)

<sup>5</sup>UFR Sciences et Techniques, UPRES EA 1293 « ECODIV », Université de Rouen, 76821 Mont Saint Aignan Cedex, France, [thibaud.decaens@univ-rouen.fr](mailto:thibaud.decaens@univ-rouen.fr)

<sup>6</sup>CNRS, UMR 7205, Muséum National d'Histoire Naturelle, CP50, 45 rue Buffon, 75005 Paris, France, [deharven@mnhn.fr](mailto:deharven@mnhn.fr)

<sup>7</sup>IRD, UMR 137 « BioSol », Centre Ile de France/Universités de Paris, 93143 Bondy Cedex, France, [florence.dubs@ird.fr](mailto:florence.dubs@ird.fr)

<sup>8</sup>Université de Rennes 1, UMR 6553 « Ecobio », Station Biologique de Paimpont, 35380 Paimpont, France, [muriel.guernion@univ-rennes1.fr](mailto:muriel.guernion@univ-rennes1.fr)

<sup>9</sup>Université de Lille 1, EA 4515 « Laboratoire Génie Civil & géo Environnement », Lille Nord de France, Ecologie Numérique et Ecotoxicologie - Bat SN3, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France, [fabien.grumiaux@univ-lille1.fr](mailto:fabien.grumiaux@univ-lille1.fr), [celine.pernin@univ-lille1.fr](mailto:celine.pernin@univ-lille1.fr)

<sup>10</sup>CEFE/CNRS, UMR 5175, équipe « Bioflux », Campus du CNRS 1919, route de Mende, 34293 Montpellier 5, France, [johanne.nahmani@cefe.cnrs.fr](mailto:johanne.nahmani@cefe.cnrs.fr)

<sup>11</sup>UHP-Nancy, UMR 7178 « IPHC – DEPE », Boulevard des Aiguillettes, BP 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy Cedex, France, [alain.pasquet@sbiol.uhp-nancy.fr](mailto:alain.pasquet@sbiol.uhp-nancy.fr)

<sup>12</sup>CNRS, UMR 7179 « Laboratoire d'Ecologie », Muséum National d'Histoire Naturelle, 4 Avenue du Petit-Château, 91800 Brunoy, France, [ponge@mnhn.fr](mailto:ponge@mnhn.fr), [ssalmon@mnhn.fr](mailto:ssalmon@mnhn.fr)

### Introduction

La dégradation anthropique représente la première cause de la diminution de la biodiversité au niveau mondial (Vitousek *et al.*, 1997). Surveiller et contrôler la biodiversité afin de comprendre les patterns d'évolution des communautés en réponses aux changements environnementaux est une étape nécessaire à l'évaluation de l'impact anthropique. Parmi les nombreuses méthodes d'appréciation de la biodiversité, les approches basées sur les traits fonctionnels se sont développées durant ces trois dernières décennies (Violle *et al.*, 2007). Les traits fonctionnels sont des caractéristiques morphologiques, physiologiques ou phénologiques mesurables au niveau de l'organisme, de la cellule jusqu'à l'organisme entier

et liées à sa fitness (Violle *et al.*, 2007). Ils présentent tous les critères de bons bioindicateurs, à savoir : (i) qu'ils n'ont pas de limitation biogéographique, (ii) que la réponse est spécifique au type de changement environnemental (naturel ou anthropique), (iii) que la réponse est spécifique à l'intensité du changement environnemental, (iv) qu'ils dérivent de concepts écologiques théoriques (Dolédéc *et al.*, 1999) et enfin (v) que les réponses sont multiscalaires dans le sens où elles couvrent un domaine allant de l'individu à des niveaux d'organisation supérieurs (*e.g.* démographique, communautaire, écosystémique) (Violle *et al.*, 2007).

Parmi les organismes, les invertébrés du sol jouent un rôle majeur dans les pédo-écosystèmes. Par leur influence sur les processus du sol, ils contribuent à la délivrance des fonctions du sol (*e.g.* transformation du carbone, régulation des populations biologiques) qui contribuent aux services écosystémiques à l'échelle de l'écosystème (Barrios, 2007; Kibblewhite *et al.*, 2008). Par ailleurs, ils répondent rapidement aux perturbations (Cortet *et al.*, 1999). Malgré ces constats, l'utilisation des traits fonctionnels chez les invertébrés du sol reste rare.

### Enjeux conceptuels et méthodologiques du projet BETSI

L'objectif scientifique du projet BETSI est d'identifier les traits fonctionnels à partir de données déjà existantes et de définir ceux qui sont pertinents pour évaluer les réponses des invertébrés aux changements environnementaux impactant le sol. Le projet se divise en quatre étapes (Figure 1) : (i) définir une sémantique commune des traits aux travers de réflexions conceptuelles et de la construction d'un thésaurus, (ii) identifier et sélectionner les informations pertinentes de la littérature, (iii) construire une base de données de traits pour les invertébrés du sol et enfin (iv) tester les réponses des invertébrés à des changements environnementaux contrastés.

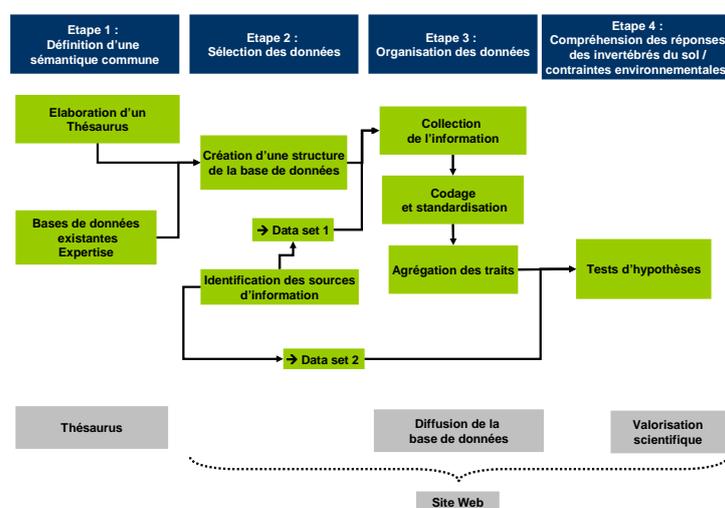


Figure 1. Déroulement chronologique du projet BETSI

### Premières avancées du projet BETSI : sémantique & initiation d'un thésaurus

La littérature sur les invertébrés des sols présente une diversité de caractéristiques mesurées appelées « traits » qui ne présentent aucune définition précise. Le terme de trait est souvent employé à mauvais escient (*e.g.* à des niveaux d'organisation incorrectes : population, communauté) et le concept auquel il fait référence est également mal perçu (Violle *et al.*, 2007). Par ailleurs, aucun lien sémantique n'a jamais été établi entre les traits de plusieurs groupes d'invertébrés du sol afin de créer une structure commune des traits en écologie des sols.

La construction d'un thésaurus, (vocabulaire contrôlé dans une structure hiérarchique simple) permettra de matérialiser formellement les spécifications explicites des termes

relatifs aux concepts des traits fonctionnels chez les invertébrés du sol. Ce thésaurus que l'on nommera **Thesaurus for Soil Invertebrates Trait-based Approaches (T-SITA)** présentera une fois sa construction achevée de nombreux intérêts dans ce domaine d'expertise : (i) partager le savoir et sa structure, (ii) expliciter ce qui est considéré comme implicite, (iii) distinguer le savoir conceptuel du savoir opérationnel et enfin (iv) évaluer le savoir (Noy and Mc Guinness).

La construction du thésaurus se déroule en deux phases.

La première phase consiste à définir l'ensemble des concepts et descripteurs du concept des traits fonctionnels. Les termes de la littérature (e.g. traits fonctionnels, fitness, performances, traits d'effets, traits de réponse, traits d'histoires de vie) ont été redéfinis ou définitivement évincés. Par ailleurs, ils ont été sémantiquement liés entre eux pour associer clairement la terminologie («le signifiant») et son concept associé («le signifié»). Cette étape a pour objectif d'élaborer un cadre conceptuel pour le thésaurus.

La deuxième phase consiste à lister les traits d'intérêts et leurs propriétés (e.g. définitions, unités, synonymes) et à les replacer dans ce cadre conceptuel. Ce travail n'avait jamais été auparavant réalisé pour les invertébrés du sol dans leur ensemble. Malgré les fortes variabilités phylogénétiques, un total d'environ 75 traits ont été sélectionnés. Ils sont le plus possible communs aux groupes les plus étudiés des invertébrés du sol dans ces approches de traits fonctionnels (*Araneae*, *Carabidae*, *Collembola*, *Lumbricina*). Leurs propriétés sont en cours de caractérisation. Ils constituent une base solide sur laquelle pourront se greffer d'autres traits spécifiques aux divers groupes d'invertébrés.

### **Perspectives**

Un outil collaboratif de création de thésaurus : le Thesauform (Laporte *et al.*, 2011) sera utilisé pour la construction du T-SITA. Le travail déjà effectué sera implanté dans le Thesauform et pourra ainsi être édité et validé dans cet outil informatique par un large spectre d'écologues du sol. Une fois achevé, le T-SITA facilitera la collection et l'implantation des données dans une base de données opérationnelle sur les traits des invertébrés du sol.

### **Références**

- Barrios, E. (2007). "Soil biota, ecosystem services and land productivity." *Ecological Economics* 64(2): 269-285.
- Cortet, J., Vauflery, A. G.-D., Poinso-Balaguer, N., Gomot, L., Texier, C. and Cluzeau, D. (1999). "The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects." *European Journal of Soil Biology* 35(3): 115-134.
- Dolédec, S., Statzner, B. and Bournard, M. (1999). "Species traits for future biomonitoring across ecoregions: patterns along a human-impacted river." *Freshwater Biology* 42(4): 737-758.
- Kibblewhite, M. G., Ritz, K. and Swift, M. J. (2008). "Soil health in agricultural systems." *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 363(1492): 685-701.
- Laporte, M.-A., Mougnot, I. and Garnier, E. (2011). "ThesauForm – Traits : a web based collaborative tool to develop a thesaurus for plant functional diversity research." *Ecological Informatics*.
- Noy, N. F. and Mc Guinness, D. L. "Développement d'une ontologie 101 : Guide pour la création de votre première ontologie."
- Violle, C., Navas, M. L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. and Garnier, E. (2007). "Let the concept of trait be functional!" *Oikos* 116(5): 882-892.
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J. and Melillo, J. M. (1997). "Human domination of earth's ecosystems." *Science* 277: 494-499.