

Projet WalRB : traduction de la légende de la Carte des Sols de la Belgique dans le système *World Reference Base for Soil Resources* (WRB)

Antoine Bouhon ⁽¹⁾, Vincent Brahy ⁽²⁾, Patrick Engels ⁽²⁾, Jean Chapelle ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Haute École Charlemagne. Rue des Rivageois, 6. B-4000 Liège (Belgique). E-mail : antoine.bouhon@hech.be

⁽²⁾ Direction Générale Opérationnelle de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et de l'Environnement. Service Public de Wallonie. Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Namur (Belgique).

Pour la gestion du territoire et de l'environnement, les cartes des sols constituent un outil incontournable. Les problématiques de remembrement, d'affectation des terres, de potentiel agricole, d'érosion ou de pollution des sols sont autant de sujets nécessitant une information spatiale sur les sols. À l'échelle internationale, l'intérêt croissant dans ces matières et leur nature transfrontalière exigent une harmonisation des informations relatives aux sols. Consciente de ce besoin, l'Union européenne a choisi comme standard officiel le système international de classification des sols *World Reference Base for Soil Resources* (IUSS Working Group WRB, 2007). Suite à un gigantesque travail de cartographie, la Belgique est un des premiers pays à avoir réalisé une carte des sols à grande échelle (1/20 000) sur l'ensemble de son territoire. L'unité de base de la légende de la Carte des Sols est la série principale ; elle met l'accent sur la texture, le drainage naturel, le développement de profil et la nature de la charge caillouteuse pour les sols contenant plus de 15 % en éléments grossiers. Le système WRB est lui organisé selon deux niveaux, 32 *Reference Soil Groups* (RSGs), auxquels s'appliquent différents *Qualifiers* (préfixes, suffixes ou les deux). Une méthodologie commune entre la Flandre, la Wallonie et le Grand-Duché de Luxembourg (qui partage en grande partie sa légende des sols avec la Belgique) est indispensable pour mener au mieux la traduction du système belge dans le système WRB. Dans ce but, trois projets sont menés en parallèle en Wallonie, en Flandre et au Luxembourg. Pour mener à bien cette tâche, les données, cartes numériques des sols, descriptions des profils, données analytiques, modèles numériques de terrain et autres (cartes d'aléa d'inondation, etc.) sont collectées, organisées et centralisées dans une base de données de référence [*Belgian Soil Profile Database* (BSP)] sur un serveur dédié. Il est proposé que leur validation se fasse sous l'égide du Comité National des Sols de l'Académie Royale des Sciences et des Arts de Belgique. Le système de gestion de base de données est *PostgreSQL* avec extension géographique *PostGIS* ; les algorithmes de traitement des données sont implémentés en *Perl* et en *R*.

Mots-clés. Carte des Sols de la Belgique, *World Reference Base for Soil Resources*, base de données sols, *PostgreSQL*, *Belgian Soil Profile*.

WalRB project: translation of the legend of the soil map of Belgium into World Reference Base for Soil Resources (WRB). Soil maps are among the most important reference maps in environmental and agriculture fields. Determination of land, agricultural potential, erosion threat, land management or soil pollution are some topics that need spatial soil data. Attention to cross-border environmental matters, such as soil protection, has become an international concern that requires harmonized soil information. This is why the World Reference Base for Soil Resources has been selected by European Union as official soil classification system (IUSS Working Group WRB, 2007). Belgium is one of the first nations to have achieved the whole country soil survey at large scale (1:20,000). The legend of the soil map of Belgium is based on three or four main soil specifications, texture, drainage class, profile development and stoniness nature (for stony soil), each one represented by a letter. Those three or four letters all together form the main soil series. Prefix and suffix may be added to further detail it. The WRB system based on soil morphology is formed of two levels, 32 Reference Soil Groups (RSGs), and various qualifiers (prefix, suffix or both). A common methodology between Flanders, Luxembourg and Wallonia (that use the same soil map legend) is requested to carry out the translation. Data from different databases, digital soil maps, soil profile descriptions, soil analytical data, Digital Elevation Model, other thematic maps (e.g. flooding hazard areas) are collected and organized under a common *PostgreSQL* database [*Belgian Soil Profile Database* (BSP)], with *PostGIS* geographical extension, hosted under a dedicated server. Data validation is proposed to be done under the auspices of *National Soil Committee of Royal Academy for Sciences and Arts of Belgium*. Algorithms are implemented in *Perl* and *R* languages.

Keywords. Soil Map of Belgium, *World Reference Base for Soil Resources*, soil database, *PostgreSQL*, *Belgian Soil Profile*.

1. INTRODUCTION

Les cartes des sols sont parmi les plus importantes cartes de référence pour tous les sujets liés à l'environnement, l'agriculture et l'aménagement du territoire.

L'affectation des terres, le potentiel agricole, les risques d'érosion, la biodiversité, le stockage du carbone ou la pollution des sols sont autant de problématiques nécessitant une information spatiale sur les sols.

L'attention croissante des institutions internationales pour les problèmes environnementaux transfrontaliers en lien avec la protection des sols nécessite une harmonisation des divers systèmes nationaux de classification des sols. En 1998, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) a publié le système WRB, *World Reference Base for Soil Resources*, afin que ce système devienne le nouveau standard mondial de classification des sols. À terme, ce système, qui a fait l'objet d'une deuxième édition en 2006 et d'une révision en 2007 (IUSS Working Group WRB, 2007) doit fonctionner comme un cadre au sein duquel les différents systèmes de classification nationaux existants doivent être harmonisés et corrélés entre eux. C'est pourquoi le système WRB a été récemment reconnu par la Commission européenne comme le système de classification des sols officiel de l'Union européenne.

Étant donné les prochains rapportages de données « sols » qui devront être effectués dans le cadre des obligations de la future directive du Parlement européen et du Conseil européen définissant un cadre pour la protection des sols [COM(2006) 232], il apparaît nécessaire de préparer dès à présent la traduction de la légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW) dans le système de classification WRB préconisé par les instances européennes, à un niveau de détail approprié. La WRB ne va donc pas se substituer à la légende de la Carte des Sols de la Belgique, mais constituer un outil complémentaire, utile et essentiel pour communiquer avec les instances internationales et permettre des comparaisons avec les autres pays membres de l'Union européenne sur les thématiques relatives aux sols. C'est dans ce contexte que la DGARNE a financé le projet WalRB visant à mettre au point une méthodologie de traduction de la légende de la Carte des Sols de la Belgique dans le système WRB commun aux régions wallonne et flamande, et au Grand-Duché de Luxembourg.

2. CONTEXTE

2.1. Carte des Sols de la Belgique

Entre 1947 et 1991, un intensif travail de cartographie des sols (unique au monde) a été mené en Belgique.

Pour réaliser la Carte des Sols, les pédologues de terrain effectuaient des sondages selon un maillage de 75 m, les sondages étaient réalisés à la tarière jusqu'à une profondeur maximale de 125 cm. Les cartes des sols étaient levées sur les plans cadastraux à l'échelle 1/5 000, l'attribution des sigles et le dessin des plages pédologiques étaient effectués sur le terrain.

Ces levés étaient alors transposés sur fond topographique à l'échelle 1/10 000, puis les cartes étaient imprimées à l'échelle 1/20 000 constituant 373 planchettes de 8 000 ha chacune, l'ensemble de la Belgique représentant 441 planchettes.

En plus des sondages à la tarière, des descriptions de profils ont été réalisées avec échantillonnage des différents horizons afin de réaliser des analyses ; des échantillons de la couche superficielle furent également prélevés. En tout, quelque 15 000 profils ont été décrits et 75 000 horizons échantillonnés pour analyses. Les analyses effectuées sur les échantillons comprenaient dans la plupart des cas le pH(H₂O et KCl), la teneur en carbone organique et la granulométrie ; dans un nombre plus limité de cas, la teneur en CaCO₃, la capacité d'échange cationique, la teneur en oxydes de fer libre et la minéralogie de la fraction sableuse.

La plupart des données liées à ces profils ont été encodées dans la base de données *Aardewerk* (Dudal et al., 2005).

La Carte des Sols de la Belgique est dotée d'une légende nationale.

Les sols sont répartis selon la topographie entre :

- les sols des plateaux et des pentes,
- les sols des vallées et des dépressions.

L'unité de base de cette classification est la série principale.

Les séries principales de sols mettent l'accent sur la texture, le drainage naturel (hydromorphie, présence de gley, de pseudo-gley), le développement de profil (pédogenèse) et la nature de la charge caillouteuse pour les sols contenant plus de 15 % d'éléments grossiers.

Les séries sont représentées dans la légende par un sigle composé de symboles (ce que nous appelons ici *symboles* sont les lettres et les chiffres constituant le sigle, **figure 1**).

Une série principale est composée de trois ou quatre lettres, la première, en majuscule, symbolise la texture, la deuxième, généralement en minuscule, le drainage naturel et la troisième, généralement en minuscule, le développement de profil (Bah et al., 2007).

La nature et la profondeur d'apparition d'un substrat géologique aberrant, des variantes dans les développements de profils ou encore la position topographique vont constituer des séries ou dérivées, elles-mêmes subdivisées en variantes et/ou en phases ; l'ensemble de ces informations formeront des préfixes et suffixes qui s'ajoutent à la série principale.

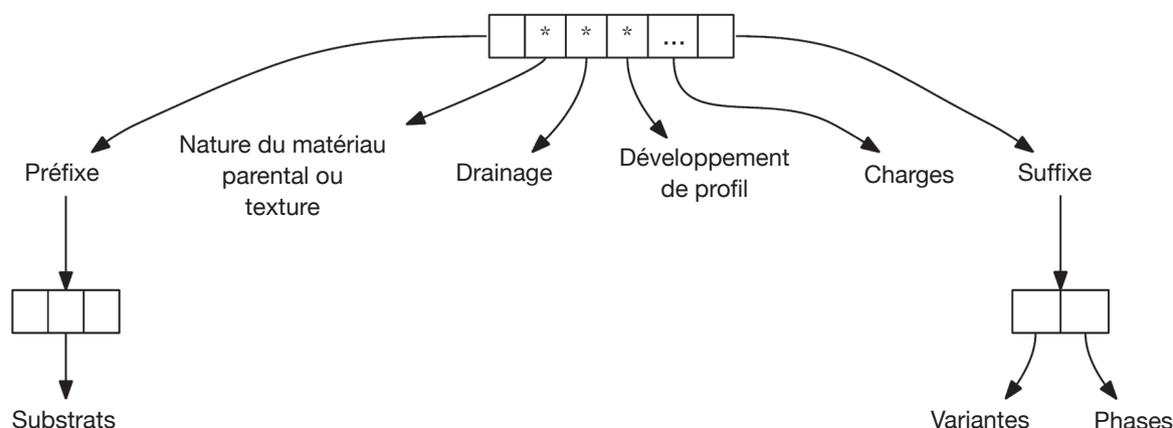


Figure 1. Décomposition du sigle pédologique de la légende de la Carte des Sols de la Belgique en ses différents constituants — *Split symbol of the Belgium Soil Map legend into its different parts.*

2.2. World Reference Base (WRB)

En 1980, à l'initiative de la FAO, de l'UNESCO, de l'UNEP et de l'IUSS, un programme pour développer un système international de classification des sols a vu le jour. Basant ses travaux sur la légende révisée de la Carte Mondiale des Sols (FAO, 1988) dès 1992, il nomma ce système WRB en 1994 et c'est en 1998 que la première version officielle fut présentée. La version utilisée pour le projet WalRB est la version « 2006, first update 2007 » (IUSS Working Group WRB, 2007).

La classification WRB est basée sur les propriétés des sols définies en termes d'horizons diagnostiques, de propriétés diagnostiques et de matériaux diagnostiques, ces caractéristiques étant dans la mesure du possible mesurables sur le terrain.

Le système est construit sur deux niveaux :

- les *Reference Soil Groups* constitués de 32 groupes de sols (RSGs),
- les *Qualifiers*, en nombre variable, venant s'ajouter en préfixes ou suffixes aux RSGs.

La détermination du RSG d'un sol s'effectue à l'aide d'une clé dichotomique. Dès que les horizons, propriétés et matériaux diagnostiques sont déterminés sur l'ensemble du profil, ils sont comparés avec la clé WRB. La clé doit être parcourue systématiquement en commençant par le début en excluant un par un les RSGs pour lesquels les conditions requises ne sont pas remplies. À tous les RSGs sont associés des listes de *prefix qualifiers* et de *suffix qualifiers*. La détermination de ces *qualifiers* doit s'effectuer dans l'ordre de la liste proposée. Les suffixes sont notés entre parenthèses.

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. Canevas

La mise au point d'une méthodologie de traduction de la légende de la Carte des Sols de la Belgique est un travail réalisé de concert entre la Région wallonne, la Région flamande et le Grand-Duché de Luxembourg. Pour ces régions et pays ayant utilisé des méthodologies et légendes similaires, le but est d'avoir une traduction cohérente de part et d'autre des frontières.

La méthode de traduction est composée de plusieurs étapes :

- le sigle est décomposé : un algorithme confronte chaque symbole du sigle de manière séquentielle aux conditions nécessaires pour chaque RSG de la clé WRB. Deux cas se présentent : les informations contenues dans le sigle permettent de répondre exactement aux exigences de la clé WRB, un RSG est alors déterminé – ceci est le cas A; les exigences de la clé WRB ne sont pas exactement remplies (ex. les profondeurs se chevauchent, manque d'information sur certains critères diagnostiques, etc.), le RSG est retenu provisoirement, mais le sigle continue de parcourir la clé jusqu'à arriver à un RSG pour lequel les exigences de la clé sont pleinement remplies – ceci est le cas B. Au terme de cette première étape un RSG (cas A) ou plusieurs RSGs (cas B) sont proposés pour le sigle. Une fois les RSGs choisis, la même démarche est appliquée pour les *qualifiers* ;
- les résultats de la première étape sont alors confrontés à la base de données « *Belgian Soil Profiles Database* » (2. **Figures 2 et 3**) ; cette base

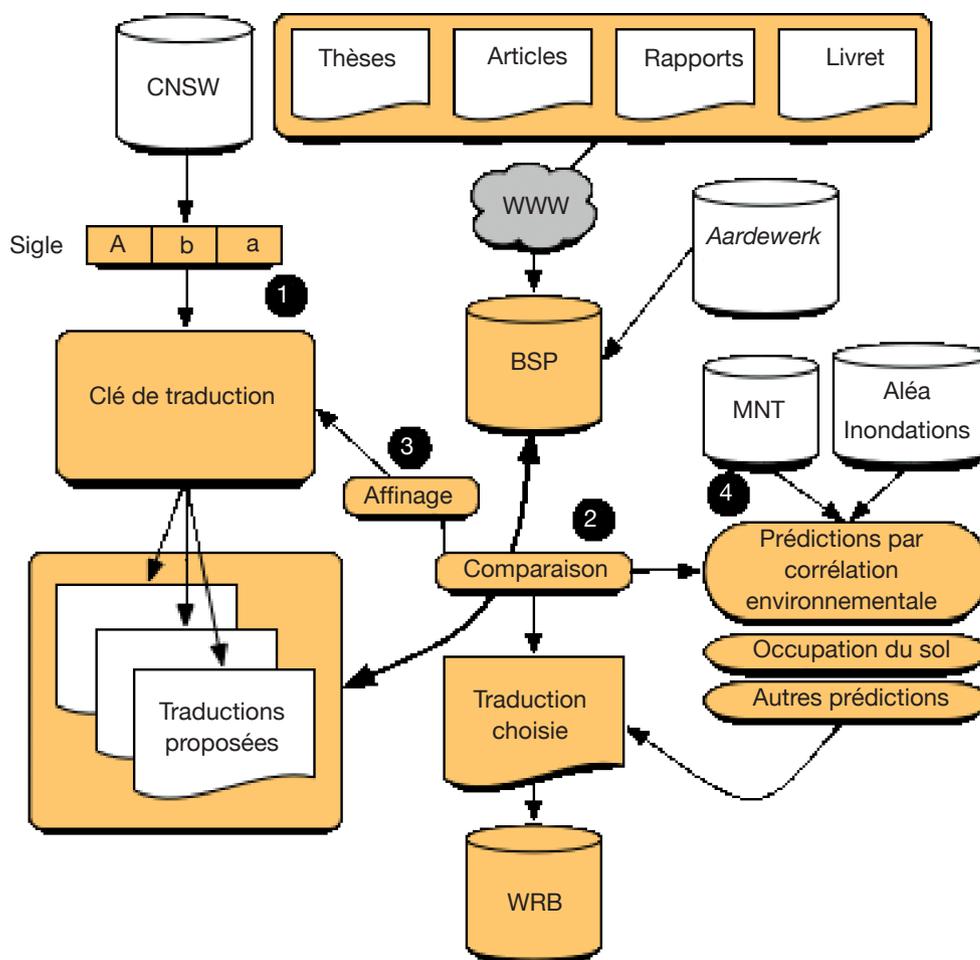


Figure 2. Vue d'ensemble de la méthode employée et de ses différentes étapes — *Overview of the methodology used and of its different steps.*

1 : Application de la clé de traduction au sigle décomposé — *Fulfillment of the translation key to the split symbol* ; 2 : Comparaison des résultats obtenus avec les descriptions de profils de référence stockés dans la base de données BSP — *Comparison between translation key results and profile description stored into BSP database* ; 3 : Adaptation de la clé de traduction selon les correspondances trouvées — *Refinement of the translation key based on the recorded concordance* ; 4 : Déduction des critères manquants par corrélation (par exemple avec le modèle numérique de terrain pour la détermination des alluvions, ou avec le pH pour la détermination de la saturation en bases) — *Deduction of missing criteria through correlations (e.g. with digital elevation model for determining alluvium, or with pH for base saturation determination).*

de données reprend les données de profils de référence, possédant toutes les données (description et analyses) nécessaires à un classement assuré dans le système WRB. Un arbitrage est alors effectué, sous l'expertise du Comité National des Sols de l'Académie des Sciences, parmi les traductions proposées à l'étape 1,

- Les critères de traduction de la clé sont finalement affinés en fonction des correspondances observées entre les résultats proposés et la base de données BSP (3. **Figure 2**),
- Pour les cas où les règles de la clé de traduction ne permettent pas de proposer une traduction correspondant aux traductions des profils de

référence dans BSP, une étude au cas par cas est réalisée (4. **Figure 2**).

3.2. Clé de traduction

La clé de traduction est un algorithme implémenté en *Perl*¹ et exécuté sur le serveur. Le programme se connecte aux serveurs de la base de données *PostgreSQL-PostGIS*² (**Figure 4**). Ce serveur héberge plusieurs bases de données : CNSW, BSP, base de données WRB (qui est composée des résultats de la traduction).

Les opérations réalisées par le programme sont :

1. connexion à la base de données CNSW,
2. extraction d'un sigle,

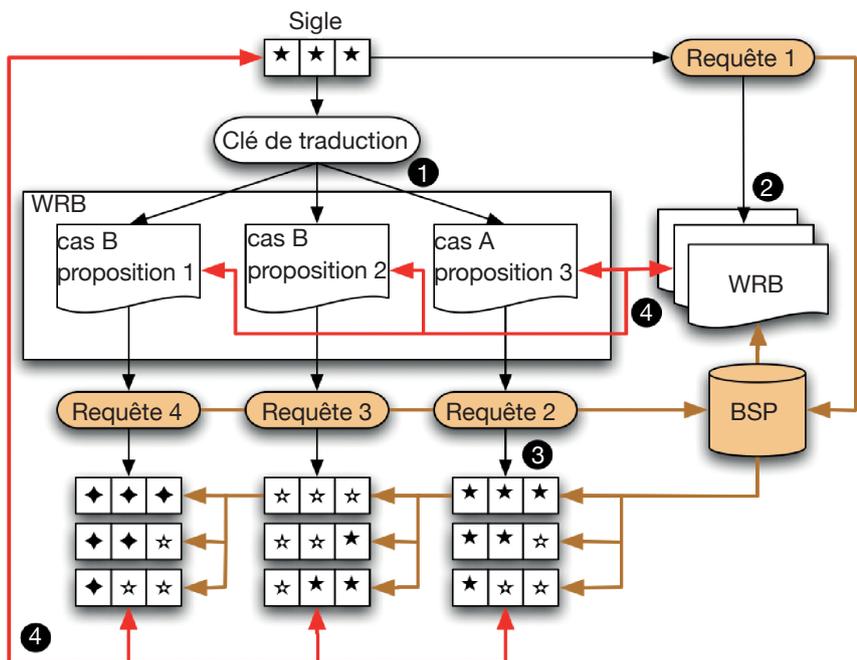


Figure 3. Comparaison des résultats de la clé avec BSP — *Results from the key comparison with BSP.*

1 : Résultats proposés par la clé de traduction — *Results proposed by the translation key* ; 2 : Classification WRB pour les profils BSP qui correspondent au sigle analysé — *WRB classification for BSP profiles matching with the studied symbol* ; 3 : Sigles attribués aux profils BSP correspondant aux traductions proposées par la clé — *Symbols given to BSP profiles and matching with the translations proposed by the key* ; 4 : Recoupement entre les résultats des requêtes effectuées sur BSP et les résultats proposés par la clé de traduction — *Crosscheck between the queries on BSP and the results proposed by the translation key.*

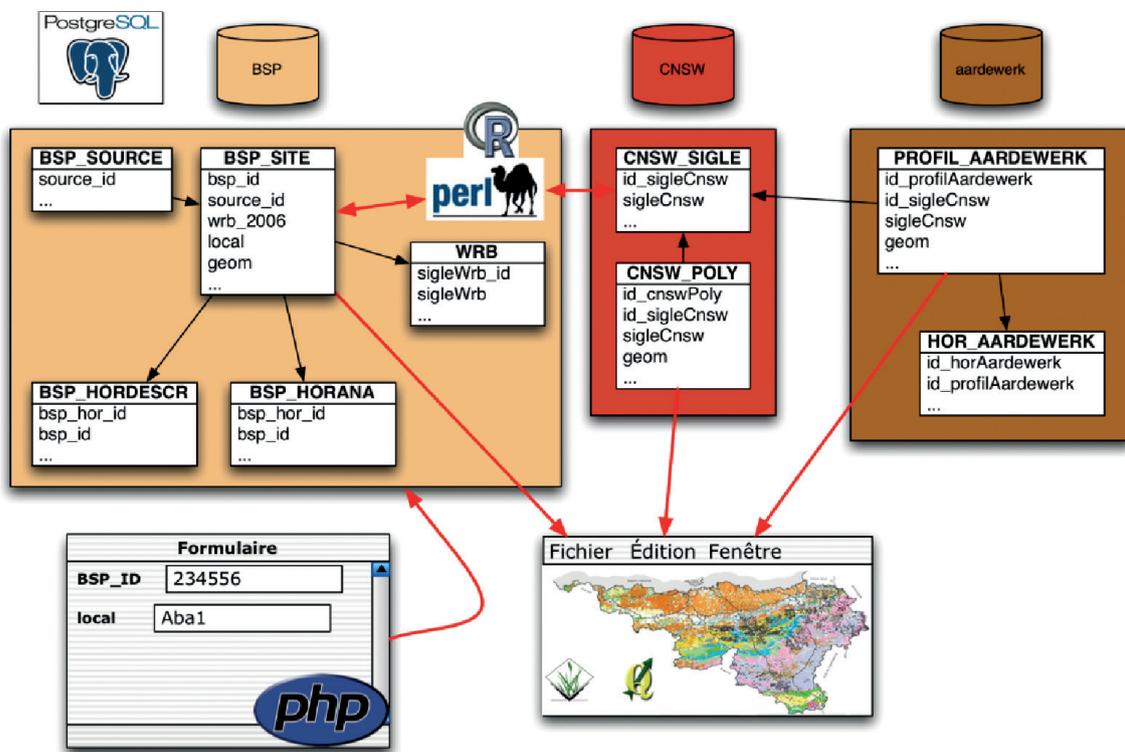


Figure 4. Vue d'ensemble du système de gestion de base de données — *Overview of database management system.*

Liens entre les différents constituants du système de gestion de base de données ; la base de données est implémentée en PostgreSQL ; la manipulation et le traitement des données (statistiques, clé de traduction) sont réalisés en Perl et R ; les formulaires sont réalisés en php ; les traitements cartographiques sont réalisés avec QGIS et GRASS. PostgreSQL, Perl, R, php, QGIS et GRASS sont des langages/logiciels sous licence open source — *Links between different components of the database management system; the database is implemented in PostgreSQL; data processing (statistics, translation key) is made under Perl and R; forms are made under php; mapping processing is made under QGIS and GRASS. PostgreSQL, Perl, R, php, QGIS, GRASS are open source software.*

3. décomposition du sigle en : substrat, texture, drainage naturel, développement de profil, variante de développement de profil, variante du matériau parental meuble, charge caillouteuse, variante de charge, phase, série spéciale,
4. application de la clé pour le premier RSG (1. **Figure 2**) : soit les critères sont pleinement remplis, cas A, cf. étape 7, soit les critères ne sont pas pleinement remplis, cas B,
5. application de la clé pour le deuxième RSG : groupe A, cf. étape 7 ; groupe B,
6. application de la clé jusqu'à ce que le sigle soit dans le groupe A pour un RSG, ou jusqu'au bout de la clé,
7. application de la clé pour déterminer les *qualifiers* en fonction du RSG,
8. connexion à BSP (2. **Figure 2**),
9. recherche de profils de même sigle, association du sigle avec les profils BSP correspondants (3. **Figure 3**),
10. comparaison de la traduction proposée par la clé et la traduction dans BSP (4. **Figure 3**) : soit une des traductions proposées par la clé correspond : validation de cette traduction ; soit il n'y a pas de correspondance : pour les sigles dont les traductions proposées ne trouvent pas de correspondance dans BSP et les sigles pour lesquels plusieurs traductions proposées trouvent une correspondance dans BSP, une étude au cas par cas sera effectuée sur base de prédiction environnementale, de traitement statistique du pH pour en déduire la saturation en bases, d'utilisation des cartes d'aléa d'inondation pour différencier colluvions et alluvions, etc. (4. **Figure 2**). La clé sera affinée en fonction des correspondances entre les résultats proposés et BSP (3. **Figure 2**).

3.3. Belgian Soil Profiles Database (BSP)

Belgian Soil Profile Database est la base de données contenant les données de descriptions et d'analyses des profils de référence (**Figure 4**). Cette base de données est du type relationnelle ; le système de gestion de base de données choisi est *PostgreSQL* couplé au module géographique *PostGIS*. L'architecture de la base de données est inspirée de WISE (Batjes, 1995) pour permettre son intégration dans un système européen.

¹ *Perl* est un langage de programmation *open source*, c'est un langage interprété particulièrement adapté au traitement et à la manipulation de fichiers texte.

² *PostgreSQL* est un système de gestion de base de données *open source*, *PostGIS* est une extension à ce système permettant la manipulation d'informations de géométrie conformément aux standards établis par l'*Open Geospatial Consortium*.

La base est peuplée à l'aide d'une interface graphique accessible grâce à un navigateur internet permettant un encodage aisé et ne nécessitant pas l'installation d'un programme spécifique.

BSP est prévu pour servir de base de données de référence pour les profils pédologiques en Belgique.

Les profils pédologiques sont sélectionnés selon la fiabilité de leurs données et s'ils sont représentatifs de leur environnement ou de leur unité cartographique.

BSP a été conçu pour permettre de corréliser la cartographie des sols belges à l'échelle 1/20000 aux systèmes de classification des sols internationaux et, en particulier, le système WRB.

Cette base de données est constituée d'une sélection de profils, comme par exemple les profils du monitoring forestier en Flandre (Mikkelsen et al., 2008), considérés comme représentatifs, c'est-à-dire étant suffisamment bien décrits et analysés pour être retenus comme référence pour la classification dans les différents systèmes.

4. RÉSULTATS

Dans un premier temps, la méthodologie est testée puis validée sur quatre zones tests. Les zones tests ont été choisies en fonction de la représentativité des sols qui les couvraient et de la présence de sols caractéristiques.

La première zone correspond aux cartes des sols 103E Hamme-Mille et 103W Duisburg ; elle est principalement située en région sablo-limoneuse et secondairement, en région limoneuse.

D'une superficie de 16000 ha, à cheval sur les régions wallonne et flamande, elle se situe au sud-est de Bruxelles, au sud de Leuven, au nord de Wavre.

La deuxième zone couvre la vallée du Hoyoux dans le Condroz. Elle est située au sud de Huy et au nord de Modave. La zone est couverte par les cartes des sols 146W et 157W.

La troisième zone s'étend de Transinne au Plateau des Tailles en Ardenne. Cette zone est une bande longue de 46 km et large de 200 m ; elle est située au nord-est de Transinne, au nord de Saint-Hubert, au sud-est de Han-sur-Lesse, au sud de la Roche-en-Ardenne, au sud-ouest de la Baraque Fraiture. Les cartes pédologiques concernées sont 202E, 203W, 194E, 195W, 195E, 196W, 186E, 187W, 187E, 178E, 179W et 188W.

La quatrième zone est frontalière avec le Grand-Duché de Luxembourg, elle est située au sud-est d'Arlon et au nord-est de Longwy.

Lors des six mois qu'a finalement pris la réalisation de la convention WalRB, des relations étroites de travail ont pu être établies avec les gestionnaires du projet à la Région wallonne, ainsi qu'avec nos partenaires flamands et luxembourgeois.

Ce travail a permis de mettre en place une méthodologie commune de traduction de la légende de la Carte des Sols de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg vers la classification WRB.

La mise en place de cette méthodologie a conduit à réaliser différents outils :

- une « clé de traduction » légende de la Carte des Sols de la Belgique, WRB,
- une base de données, BSP,
- un Système d'Information Géographique *ad hoc*.

Grâce à un logiciel dédié, la clé de traduction associe à chaque *Reference Soil Group* de la WRB les sigles correspondants de la légende de la Carte des Sols de la Belgique. Cette correspondance se base sur la comparaison automatisée des définitions des deux systèmes. Les résultats proposés par la clé de traduction sont confrontés aux données de description de profils contenus dans la base de données BSP.

La base de données BSP est composée des données de description de profils de référence. Les profils choisis pour figurer dans la base de données sont décrits intégralement et précisément, ce qui autorise une classification WRB rigoureuse. Il est proposé que la classification en WRB de ces profils soit soumise à l'approbation du Comité National des Sols de l'Académie des Sciences de Belgique afin d'éviter d'éventuels doublons.

Le traitement des sigles pour leur traduction est effectué par un programme informatique. Ce programme effectue :

- la décomposition du sigle en chacun de ses symboles,
- l'application de la clé de traduction,
- la comparaison avec les profils de la base de données.

Au terme de ces processus, sont proposées, pour chaque sigle, différentes traductions en Groupes de Sols de Référence (RSGs) et en *qualifiers*. Ce programme, couplé à la base de données BSP qui est géo-référencée, constitue le Système d'Information Géographique, l'ensemble des outils informatiques utilisés étant *open source*.

La méthodologie a été appliquée et validée avec succès sur la zone test Duisburg - Hamme-Mille. Il reste néanmoins à l'appliquer sur les autres zones tests afin d'améliorer la précision sémantique de la clé de traduction et d'augmenter le nombre d'entrées dans BSP.

La validation des règles de la clé de traduction dans le contexte du Condroz (deuxième zone) et de l'Ardenne (troisième et quatrième zones) sera effectuée dans des phases ultérieures du projet.

Liste des abréviations

BSP : *Belgian Soil Profile database*

CNSW : Carte Numérique des Sols de Wallonie

IUSS : *International Union of Soil Sciences*

RSG : *Reference Soil Group*

UNEP : *United Nations Environmental Programme*

WISE : *World Inventory of Soil Emission Potentials*

WRB : *World Reference Base for Soil Resources*

Remerciements

Nous remercions la DGARNE-SPW, le bailleur de fonds du projet WalRB ; nos remerciements vont également à Seppe Deckers, Esther Goidts, Christophe Hissler, Jérôme Juilleret, Roger Langohr, Xavier Legrain, Simone Marx, Katrien Oorts, Martine Swerts, Eric Van Ranst pour leur support scientifique et technique et Stefaan Dondeyne en particulier pour ses contributions importantes.

Bibliographie

- Bah B., Legrain X., Engels P., Colinet G. & Bock L., 2007. *Légende de la Carte Numérique des Sols de Wallonie – version 2. Convention Région Wallonne (DGA, MRW)*. Gembloux, Belgique : Unité Sol-Écologie-Territoire (Laboratoire de Géopédologie), Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux.
- Batjes N.H., ed., 1995. *A homogenized soil data file for global environmental research: a subset of FAO, ISRIC and NRCS profiles (Version 1.0.)*. Working Paper and Preprint 95/10b. Wageningen, The Netherlands: International Soil Reference and Information Center.
- Dudal R., Deckers J., Van Orshoven J. & Van Ranst E., 2005. Soil survey in Belgium and its applications. In: Jones R.J.A., Houšková B., Bullock P. & Montanarella L., eds. *Soil resources of Europe*. 2nd ed. *European soil bureau research report No.9, EUR 20559 EN*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 63-71.
- FAO, 1988. *FAO-UNESCO Soil map of the world, revised legend, with corrections and updates*. *World Soil Resources Report No.60*. Roma: Food and Agriculture Organisation.
- IUSS Working Group WRB., 2007. *World reference base for soil resources 2006, first update 2007*. *World Soil Resources Reports No.103*. Roma: Food and Agriculture Organisation.
- Legrain X., Demarcin P., Colinet G. & Bock L., 2011. Cartographie des sols en Belgique : aperçu historique et présentation des travaux actuels de valorisation et de révision de la Carte Numérique des Sols de Wallonie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **15**(S2), 647-656.
- Mikkelsen J.H., Cools N., De Vos B. & Sioen G., 2008. *Soil profile description and classification (WRB-2006) of the 10 Flemish Level I Forest Plots*. *INBO.IR.2008.42*. Brussels: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek.

