

Développement de systèmes spatiaux d'aide à la décision en environnement : applications de l'Outil Géo-Environnemental d'Aide à la Décision (OGEAD) valorisant les données sols

Patrick Engels ⁽¹⁾, Laurent Bock ⁽¹⁾, Philippe Hecq ⁽²⁾, Luc Opdecamp ⁽³⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Géopédologie. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique). E-mail : engels.p@fsagx.ac.be

⁽²⁾ Direction de la Coordination informatique. Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE). Avenue Prince de Liège, 15. B-5100 Jambes (Belgique).

⁽³⁾ Division de la Police de l'Environnement. Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (DGRNE). Rue Nanon, 98. B-5000 Namur (Belgique).

Le projet OGEAD (Outil Géo-Environnemental d'Aide à la Décision) vise la diffusion des informations géographiques environnementales tant à destination des agents du Ministère de la Région wallonne que du monde extérieur. Dans cet article, nous exposons trois exemples valorisant les données du milieu physique, et en particulier celles relatives aux sols. Ces exemples traduisent une gradation dans les outils allant de l'accès par des applications monopostes à la diffusion intranet/internet avec des applications WebGIS. Il y est illustré que la diffusion de données du milieu physique doit s'accompagner, pour être efficace, d'éléments de lecture, d'interprétation et de diagnostic.

Mots-clés. Système d'information géographique, intranet/internet, bases de données, système informatique, aide à la décision, environnement, sol, diffusion des données, milieu physique, Belgique.

Setting up Spatial Decision Support Systems in environmental fields: examples from "Outil Géo-Environnemental d'Aide à la Décision (OGEAD)" with a special emphasis for soil data. OGEAD is a project that aims to disseminate geographical information related to the environment to civil servants and interested people. This publication describes/explains three examples highlighting environmental data, in particular those related to soil. These examples show an evolution from stand alone applications to WebGIS applications allowing intranet and internet distribution. The publication emphasises the importance of linking data distribution with adapted tools for an efficient use; these tools include various components such as presentation, interpretation and diagnostics.

Keywords. Geographical information systems, intranet/internet, databases, computer systems (applications), decision support, environment, physical environment, soil, data publishing, Belgium.

1. INTRODUCTION

Le 25 juin 1998, à Aarhus, la Commission européenne adoptait la convention d'accès à l'information et la participation citoyenne dans la prise de décision visant les domaines environnementaux. En 2000 à Lisbonne, l'Europe se donnait comme objectif de devenir la société de l'information et, étape supplémentaire, celle de la connaissance. Dans le domaine de l'information géographique, ces politiques se traduisent par l'initiative INSPIRE (pour INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) qui constitue un plébiscite pour une infrastructure répartie entre organisations. Le domaine prioritaire d'action d'INSPIRE est

l'environnement. D'autre part, la préparation de la Directive européenne sur les sols a pour but essentiel la protection et la conservation de ceux-ci ; elle rend plus que jamais nécessaire la connaissance des sols.

Les initiatives régionales (Région wallonne) dans cette optique se multiplient avec les projets OGEAD (Outil Géo-Environnemental d'Aide à la Décision) débuté en 1998, SIGMaTE (Système d'Information Géographique pour le Management Territorial et Environnemental) débuté en 2001, et InfraSIG débuté en 2002, qui poursuivent les mêmes objectifs mais à des niveaux d'organisation différents. Ces niveaux d'organisation sont respectivement la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement

(DGRNE) pour le projet OGEAD, la DGRNE et la Direction générale de l'Aménagement, du Territoire, du Logement et du Patrimoine (DGATLP) pour le projet SIGMaTE et, enfin, le Ministère de la Région wallonne (MRW) et le Ministère de l'Équipement et des Transports (MET) pour le projet InfraSIG.

La prise de conscience de l'importance de la ressource sol et de sa diversité géographique est palpable notamment dans le décret wallon sur les sols et dans la mise en œuvre du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW).

Les *Systèmes Spatiaux d'Aide à la Décision*, encore appelés *Systèmes d'Aide à la Décision Spatiale*, permettent à la fois la diffusion de l'information et une meilleure connaissance de certaines thématiques comme celle des sols. Ce sont des systèmes informatiques, basés sur des Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD), diffusant l'information géographique *via* des interfaces conviviales et ergonomiques, et permettant leur utilisation par un grand nombre d'utilisateurs non spécialisés. En outre, de tels systèmes intègrent le savoir d'experts, l'analyse spatiale ou la modélisation. Ils facilitent enfin la prise de décision.

Les logiciels de Systèmes d'Information Géographique (SIG) ne répondent pas toujours à l'ensemble de ces considérations, entre autres parce qu'ils ne sont pas accessibles à un grand nombre d'utilisateurs.

La contribution d'OGEAD dans le développement de Systèmes Spatiaux d'Aide à la Décision concerne

- le développement d'une infrastructure d'organisation et de diffusion des données géographiques environnementales au sein d'une organisation : la DGRNE ;

- la valorisation des documents du milieu physique, dont ceux relatifs aux sols, par des outils dédiés.

2. ARCHITECTURE ET INFRASTRUCTURE INFORMATIQUES LIÉES AUX OUTILS OGEAD

L'infrastructure matériel-logiciels présentée à la **figure 1** suit l'évolution des SIG pour répondre graduellement aux besoins croissants tant internes qu'externes d'accès à l'information. Actuellement l'infrastructure du système informatique est organisée autour d'une architecture trois-tiers. Le SGBD, au centre de cette architecture et connu sous le nom de "Base de Données géographiques de Référence", a comme vocation d'accueillir toutes les données géographiques environnementales et est, dans son essence, interopérable (Capoen *et al.*, 2003).

Les jeux de données concernent tous les domaines environnementaux (eaux souterraines, eaux de surface, conservation de la nature, milieu physique, etc.) et sont complétés par des jeux de données de localisation et de repérage.

Les flux d'information entre acteurs (gestionnaires, producteurs, utilisateurs spécialisés, utilisateurs) sont améliorés au sein de cette infrastructure. Elle contribue à la visualisation des informations géographiques, tant en applications monopostes que clients-serveur ou de type WebGIS en intranet et internet.

Ces applications ont, pour la plupart, un caractère générique et répondent aux besoins exprimés par les utilisateurs. Elles sont ainsi utilisées pour de nombreux dossiers environnementaux : Permis d'Environnement, Natura 2000, Gestion des Eaux Souterraines, SOS-Pollutions, Assainissement, etc.

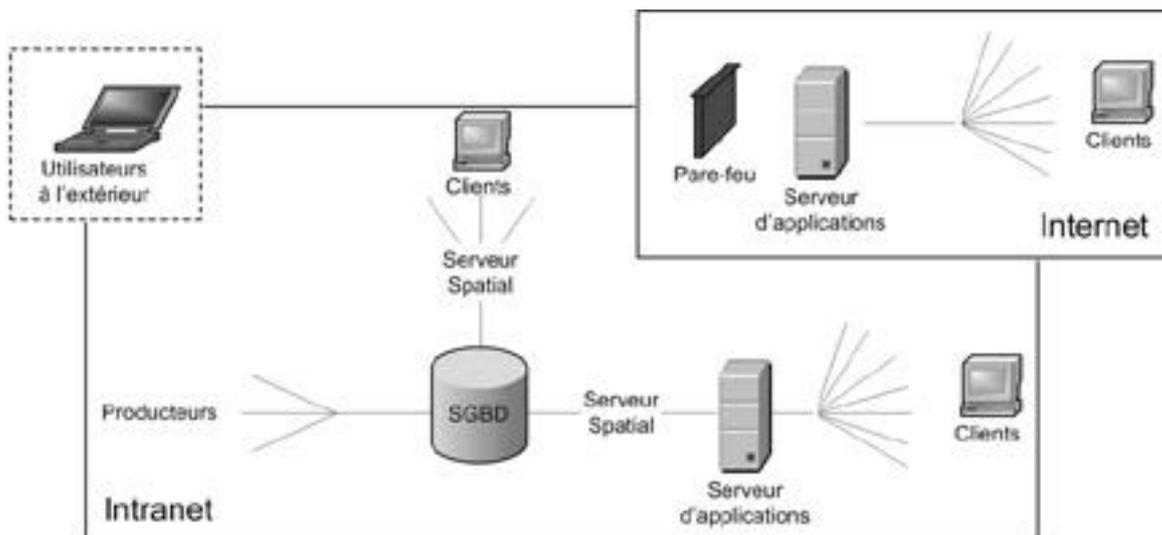


Figure 1. Infrastructure centrée autour de la "Base de Données géographiques de Référence" et permettant la diffusion des données par les applications OGEAD — *Infrastructure based on the "Geographic Reference Database" and allowing data diffusion with OGEAD applications.*

3. EXEMPLES D'APPLICATION OGEAD VALORISANT LES DONNÉES DU MILIEU PHYSIQUE

Les exemples, présentés ci-après, sont des extensions des applications génériques qui mettent en exergue les informations géographiques relatives au milieu physique ; parmi celles-ci, les données relatives aux sols tiennent une place prépondérante.

3.1. Outils d'écodiagnostic

L'utilité de la carte des sols de la Belgique à 1/20000 (IRSIA, date des planchettes) intégrée à un SIG a déjà été montrée en agriculture et en gestion forestière (Engels *et al.*, 1993) ainsi qu'en aménagement du territoire (Closson *et al.*, 1999). Les outils d'écodiagnostic ont été développés en 1999. Ils sont disponibles sur les applications OGEAD monopostes et sont utilisables, notamment, pour les interventions en SOS-Pollutions. Celles-ci concernent régulièrement des épandages accidentels d'hydrocarbures. L'utilisateur peut aisément déterminer les enjeux sensibles, notamment en ce qui concerne les captages ou les cours d'eau. La compréhension du milieu de transit est par contre plus délicate. Les choix opérés pour intégrer le savoir d'expert aux outils de diagnostic se basent sur des sources convergentes (dont un certain nombre de manuels : CONCAWE, 1979 ; 1982 ; Brichford *et al.*, 1995 ; Water Quality Initiative, 1995 ; Cam *et al.*, 1996 ; Weigmann, 1996) traduites en un modèle paramétrique combinant les données géologiques, hydrogéologiques, pédologiques et topographiques.

Dans cette interprétation, les paramètres de la carte des sols de la Belgique sont abondamment utilisés. Il s'agit notamment de la texture, du drainage naturel, de la profondeur et du type de substrat (si présent).

Concrètement, l'utilisateur peut visualiser, à petite échelle, une carte de sensibilité et à grande échelle une grille de lecture de la carte des sols en termes d'infiltration.

Parallèlement, une toposéquence peut être réalisée automatiquement. Elle consiste en une coupe topographique sur laquelle sont drapées les unités de la carte des sols de la Belgique. Cet outil original aide à la lecture du document pédologique qui sous-tend les informations du relief.

Ces outils apportent, *in fine*, des éléments de l'écodiagnostic qui peuvent conditionner le degré d'urgence de l'intervention et le choix du type d'intervention.

Deux de ces outils sont illustrés à la **figure 2**.

3.2. Application WebGIS liée à la qualité des terres

La carte des associations de sols à 1/500000 (Maréchal, Tavernier, 1970; 1974) a été utilisée à l'échelle régionale, notamment pour la confrontation avec des inventaires floristiques (Vanderpoorten, Engels, 2002 ; 2003). Nous présentons ici une valorisation de cette carte au format digital au sein de laquelle les données de la qualité des sols numérisées à l'échelle de la parcelle agricole ont été agrégées. Les données proviennent des analyses de terres préalables à l'épandage de boues de stations d'épuration. Le nombre d'échantillons est de 2.100. Les paramètres retenus sont le pH eau et la teneur totale en éléments traces métalliques (ETM) suivants : cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb et zinc. La base de données et les traitements qui lui sont associés ont abouti à la publication de l'inventaire de la qualité des sols de Wallonie (Defoux, Petit, 2001).

L'application WebGIS qui valorise cet inventaire sur le réseau intranet du MRW/MET est une extension de l'application générique OGEAD pour l'intranet. L'application de l'inventaire de la qualité des sols comprend toutes les fonctionnalités de la version générique et, en sus, des outils dédiés (**Figure 3**).

L'application a pour objectif essentiel de montrer des représentations cartographiques dynamiques illustrant des niveaux de perception et d'agrégation variables. Au niveau de détail, elle esquisse la gestion parcellaire intégrée en superposant les contraintes environnementales aux parcelles de l'inventaire (**Figure 4**).

Ces représentations n'ont pas la prétention de refléter une information exhaustive sur les ETM mais viennent utilement compléter les études relatives à des approches plus systématiques, telle que Pollusol (Bock *et al.*, 2003).

3.3. Application WebGIS internet de diffusion de la carte géologique

En raison de la très haute qualité technique et scientifique du document, la carte géologique de Wallonie à 1/25.000 a constitué le pilote pour la diffusion des données cartographiques en internet (année 2003) à destination notamment de citoyens non initiés. Le site (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartegeologique>) a une vocation didactique et scientifique. Il présente notamment des explications complètes sur le levé de la carte géologique. Elle comprend non seulement toutes les fonctionnalités de base d'un SIG mais également l'accès direct aux informations complémentaires à valeur explicative : coupes géologiques, colonnes stratigraphiques, livrets, etc. (**Figure 5**).

Le site, à l'usage, acquiert un caractère technique. Il est notamment très utilisé par les bureaux d'études.

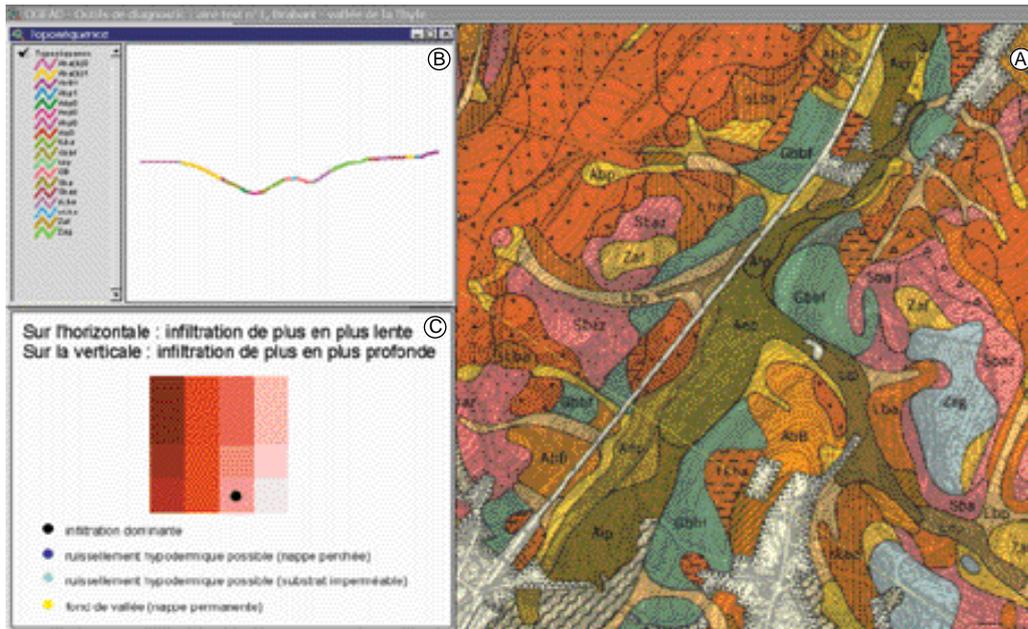


Figure 2. Copie d'écran de la version monoposte d'OGEAD incluant les outils de diagnostic, exemple pris dans la vallée de la Thyle, Brabant — *Screenshot of the stand alone version of OGEAD with diagnostic tools, case study in Thyle valley, Brabant.*

A = carte des sols de la Belgique — *soil map of Belgium* ;

B = toposéquence, coupe topographique à laquelle sont superposées les unités de sols — *catena, topographical cut with soil units* ;

C = grille de lecture en termes d'infiltration d'une unité de sol. La position du point dans la grille traduit l'évaluation de la vitesse et de la profondeur d'infiltration. La couleur du point symbolise l'intensité des phénomènes d'hydromorphie — *interpretation grid for infiltration within a soil type. The position of the marker symbol in the grid shows an evaluation of the speed and depth of infiltration. The colour of the marker symbol shows the intensity of natural drainage.*

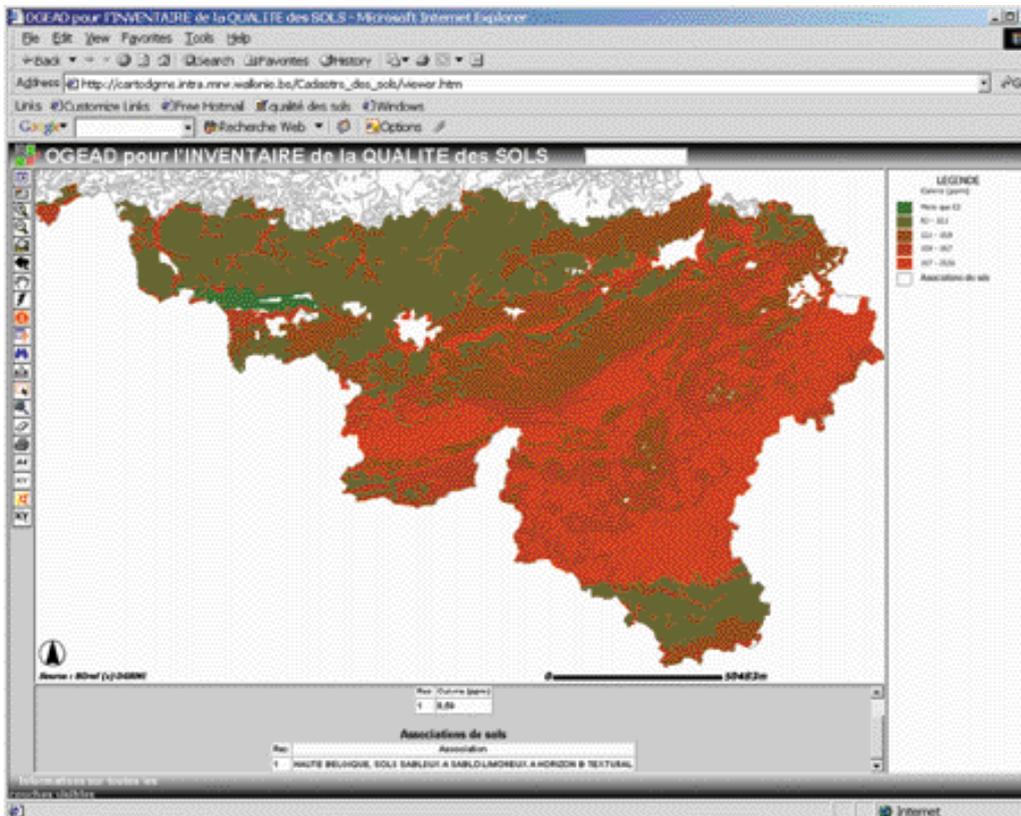


Figure 3. Copie d'écran illustrant la répartition régionale des concentrations en cuivre. Application WebGIS "OGEAD pour l'Inventaire de la Qualité des Sols" disponible sur l'intranet du Ministère de la Région wallonne — *Screenshot showing copper distribution at a regional level. WebGIS application "OGEAD pour l'Inventaire de la Qualité des Sols" available on the Ministry of the Walloon Region intranet.*

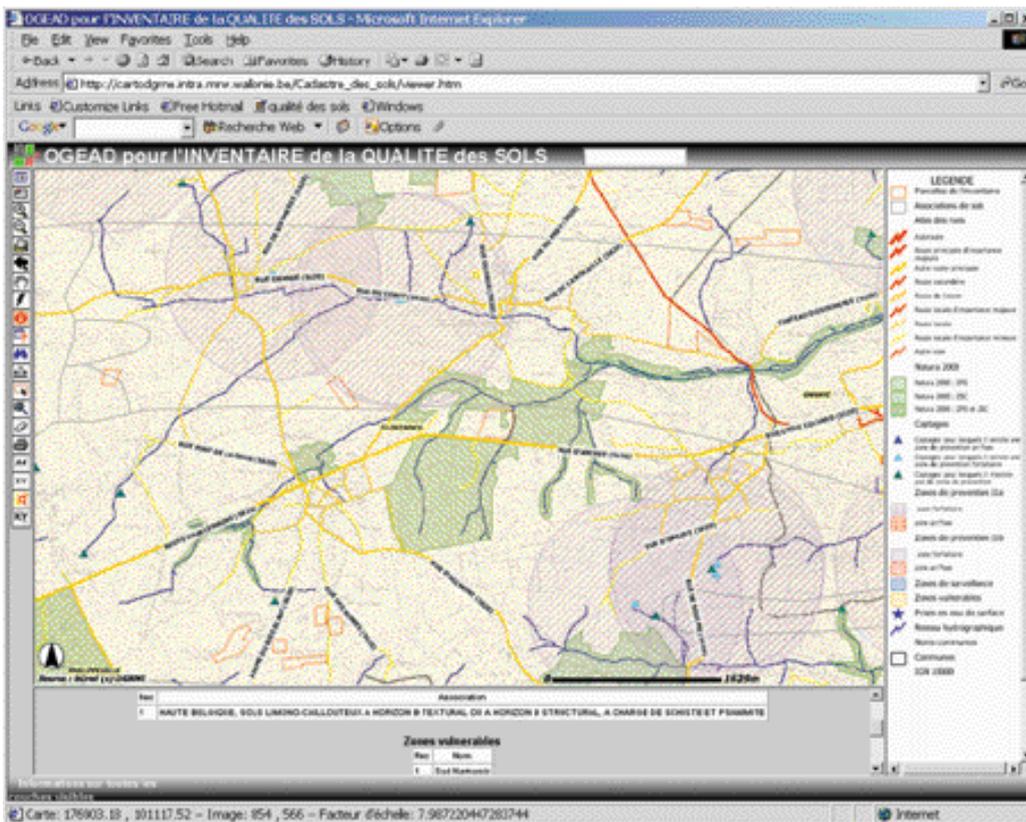


Figure 4. Copie d'écran illustrant les parcelles de l'inventaire de la qualité des sols et les contraintes environnementales (captages, zones de prévention, périmètres Natura 2000, etc.). Application WebGIS "OGEAD pour l'Inventaire de la Qualité des Sols" disponible sur l'intranet du Ministère de la Région wallonne — Screenshot showing the plots of the soil quality survey and environmental constraints (wells, water protection areas, Natura 2000 areas, etc.). WebGIS application "OGEAD pour l'Inventaire de la Qualité des Sols" available on the Ministry of the Walloon Region intranet.

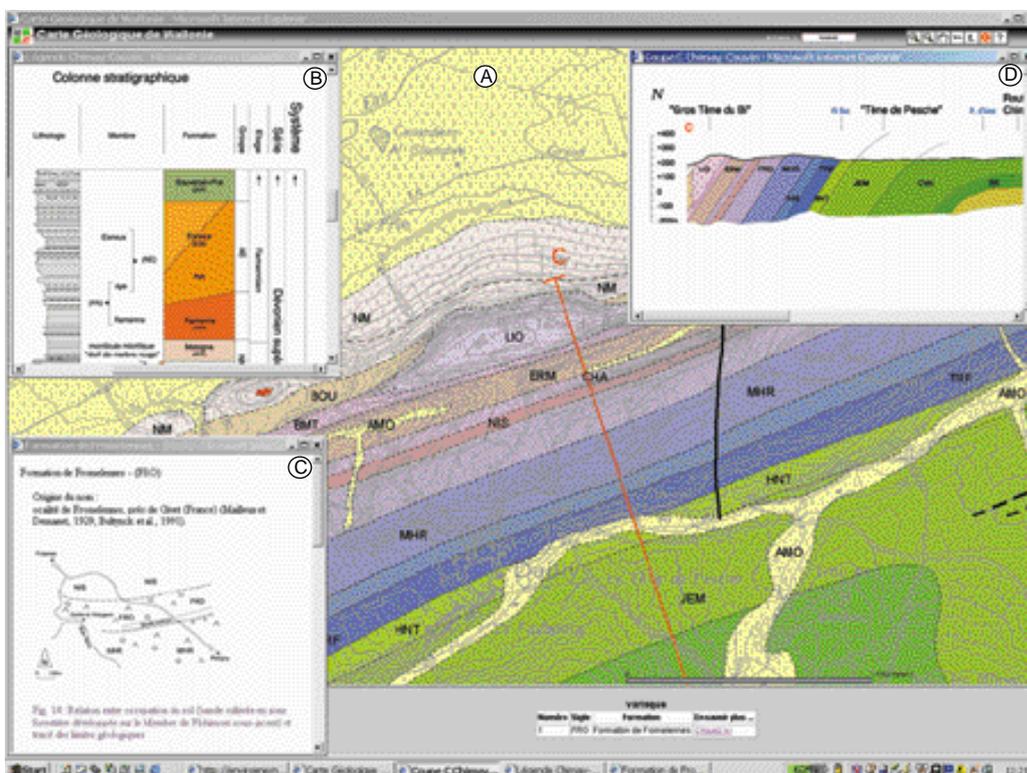


Figure 5. "Carte géologique de Wallonie", application WebGIS internet en ligne — "Geological map of Wallonia", WebGIS application available online (<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartegeologique>). A = carte géologique — geological map ; B = colonne stratigraphique — stratigraphic column ; C = livret — booklet ; D = coupe géologique — geological cut.

4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les exemples présentés ci-dessus illustrent l'utilisation des informations géographiques environnementales orientée dans l'optique de déterminer la sensibilité du milieu physique. Les applications OGEAD, dont ces exemples sont issus, contribuent également à l'installation de réseaux de mesures et d'observations, tel que le réseau du suivi de la qualité des sols, ou concourent à une réflexion sur la diffusion des informations de la carte des sols. Ces applications sont opérationnelles. Certaines d'entre elles, pour leur extension sur toute la Région wallonne, nécessitent la complétude des sources authentiques, à laquelle plusieurs projets se sont attelés. La disponibilité des données viendra bientôt compléter les applications dédiées, les infrastructures et les systèmes de diffusion actuels.

Dans leur fondement, les applications OGEAD attirent l'attention sur le fait que la diffusion des informations géographiques, en particulier celles liées au milieu physique, doit s'accompagner d'éléments de lecture, d'interprétation, de représentation dynamique et d'accès aux bases de connaissance. Ce principe limite les erreurs d'usage et d'interprétation. Celles-ci s'ajoutent aux erreurs, déjà bien étudiées, d'acquisition et de traitement dans les SIG. Toutefois, la diffusion d'information géographique s'accompagne d'un retour des utilisateurs aux producteurs de données et concourt à l'amélioration des infrastructures géospatiales, ce qui atténue à terme ces erreurs.

Enfin, la compréhension du milieu physique nécessite, entre autres, l'accès à des informations multi-sources appartenant à diverses organisations. Ceci est désormais rendu possible par l'existence de services répartis qui comprennent des données réparties et des traitements répartis.

Remerciements

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'une convention financée par la Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement (Ministère de la Région wallonne).

Bibliographie

- Brichford S., Jansen C., Yahner J., Eigel J. (1995). *Indiana farmstead assessment for drinking water protection site evaluation*. Purdue University Indiana Extension Service. <http://hermes.ecn.purdue.edu:8001/cgi/convwqtest?wq-22-s11.in.ascii> (accédé en juillet 2000)
- Cam C., Froger D., Moulin J., Rassineux J., Servant J. (1996). Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. Carte thématique à l'infiltration verticale. *Étud. Gestion Sols*, **3** (2), p. 97–112.

- Capoen E., Pasquasy F., Bels F., Swennen C., Engels P. (2003). Comportement des géométries entre STAR CX et ESRI Geodatabase via le stockage en Oracle Spatial. *AM-FM GIS* **27**, p. 15–19.
- Closson D., Engels P., Demarets X. (1999). The use of the soil map of Belgium in the assessment of landslide risk. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **3** (3), p. 165–172.
- Bock L., Bogaert P., Colinet G., Delcarte E., Delvaux B., Ducarme F., Laroche J., Maesen P., Marcoen JM., Sonnet P., Wibrin MA. (2003). *Convention d'étude Pollusol: établissement et cartographie des teneurs bruits de fond en éléments traces métalliques et micropolluants organiques dans les sols de la Région wallonne*. Rapport final du groupe d'étude APPP, "Application de la pédologie aux problèmes de pollution" (SPAQuE-UCL-FUSAGx-BEAGx-CAFX), 125 p.
- CONCAWE (1979). *Protection of groundwater from oil pollution*. Report 3/79. La Haye, 61 p.
- CONCAWE (1982). *Manuel révisé de nettoyage des sites pollués à la suite d'épandages terrestres accidentels de produits pétroliers*. Rapport n° 7/8. La Haye, 108 p.
- Defoux J., Petit P. (2001). *Inventaire de la qualité des sols en Région wallonne*. 1^e éd. Direction de la Protection des Sols, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Région wallonne, 60 p.
- Engels P., Bock L., Neven C., Mathieu L. (1993). Exemples d'utilisation de la carte des sols de Belgique comme base d'un Système d'Information Géographique pour la gestion des terroirs. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **28** (2–3), p. 181–195.
- IRSIA (date des planchettes). *Carte des sols de la Belgique à 1/20000 et textes explicatifs*. Gembloux, Belgique : Laboratoire de Géopédologie (pour la partie méridionale du pays), Faculté universitaire des Sciences agronomiques.
- Maréchal R., Tavernier R. (1970). Pédologie – Associations de sols, 1/500000. Comité national de géographie, *Atlas de Belgique, planche 11 B*.
- Maréchal R., Tavernier R. (1974). *Pédologie, commentaires des planches 11 A (extraits de la carte des sols) et 11 B (Associations de sols)*. Comité national de géographie, 64 p.
- Vanderpoorten A., Engels P. (2002). The effects of environmental variation on bryophytes at a regional scale. *Ecography* **25**, p. 513–522.
- Vanderpoorten A., Engels P. (2003). Patterns of bryophyte diversity and rarity at a regional scale. *Biodiversity Conserv.* **12**, p. 545–553.
- Water Quality Initiative (1995). *Reducing the risk of ground-water contamination by site evaluation*. University of Missouri-Columbia, <http://muextension.missouri.edu/explore/envqual/wq0658.htm> (accédé en mars 2004)
- Weigmann DL. (1996). *Fact Sheet/Worksheet No. 1 Site Evaluation: Groundwater, Soils, & Geology*. Virginia Farmstead Assessment System publications, <http://www.ext.vt.edu/pubs/farmasyst/442-901/442-901.html> (accédé en mars 2004)

(16 réf.)