
Les carrières souterraines abandonnées d'ardoise et de coticule à Vielsalm et Bertrix

(Province du Luxembourg, Belgique) :
développement d'un outil de gestion SIG

Xavier DEVLEESCHOUWER ⁽¹⁾
Eric GOEMAERE ⁽¹⁾
Cyril MULLARD ⁽¹⁾

Abandoned underground slate and coticule workings at Vielsalm and Bertrix (Luxembourg, Belgium): development of a GIS management tool

Géologie de la France, n° 1-2, 2006, pp. 135-140, 4 fig.

Mots-clés : Système d'information géologique, Carrière souterraine, Gisement ardoisier, Abrasif, Coticule, Analyse des risques, Belgique

Key words: Geographic information systems, Underground quarries, Slate quarries, Abrasives, Risk assessment, Belgium

Abstract

Rare minerals and famous rocks (slate veins and coticule) are known since the XVIIIth century. During more than three centuries, the commune of Vielsalm was the centre of an extractive industry, which exploits the rocks of the Salm Group (Ordovician age). At the same time, even earlier, slate veins were also exploited in the vicinity of Bertrix along the Aise Valley. The underground workings are opened in Lower Devonian series.

The slate veins and coticule were initially exploited in open pits and later, starting from the middle of the XIXth century, in underground workings. Around 30 concessions of slate veins and coticule were active around Vielsalm. Initially, slate veins were extracted in open pits, then 150 to 450 meters long galleries were dug into the hillside until they reached the slate vein layers. In the commune of Bertrix, the underground workings are dug through inclines and galleries in the hill. The slate veins have been exploited through successive rooms separated by long pillars along one gallery. Several galleries sometimes with more than 12 rooms are distributed at different altitudes. The rooms excavated at different exploitation floors are superimposed one on the other according to the inclination of the slate vein layer.

The GIS application with ESRI ArcView 8.3 products is an utility tool for country planners and also a management tool of the territory for legal authorities. This GIS application highlights the limits of risk zones still unknown by visualizing the underground infrastructures at the surface.

Introduction

Les carrières souterraines d'ardoise et de coticule constituèrent une activité essentielle au cours de la révolution industrielle et une phase de développement pour la région avant la première guerre mondiale. Aujourd'hui, l'activité extractive souterraine est quasi éteinte en Belgique à l'exception de quelques exploitations locales. Le développement de la mine à court et moyen terme était établi afin de garantir un rendement, un bénéfice optimal et la sécurité des ouvrages souterrains pendant la période de l'exploitation. Ce n'est que très récemment que les questions commencèrent à se poser sur le devenir de la mine et l'impact environnemental, après l'abandon des travaux et la fermeture du site. Les questions liées à l'après-mine des exploitations souterraines concernent l'ensemble des ressources naturelles qui ont été extraites dans les gisements belges, dans un passé plus ou moins proche. Certains phénomènes en surface accompagnés de dégâts aux infrastructures ont été observés et sont connus dans l'histoire de l'exploitation souterraine comme l'effondrement survenu à Warmifontaine en 1912 (Hardy, 1913). Il y a une méconnaissance des processus encore en évolution aujourd'hui dans ces travaux souterrains abandonnés et susceptibles d'avoir des répercussions en surface. L'élément clef réside dans l'absence d'un inventaire et d'une cartographie détaillée des infrastructures souterraines et des accès en surface (entrées de galeries, puits, plans inclinés, etc.).

En 2004, le Service Géologique de Belgique (SGB) a lancé le programme BD-ARCO (Banque de Données sur les

(1) Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Service géologique de Belgique (Dpt VII), 13 - Rue Jenner, B-1000 Bruxelles, Belgique. xavier.devleeschouwer@sciencesnaturelles.be, eric.goemaere@sciencesnaturelles.be, cyril.mullard@laposte.net

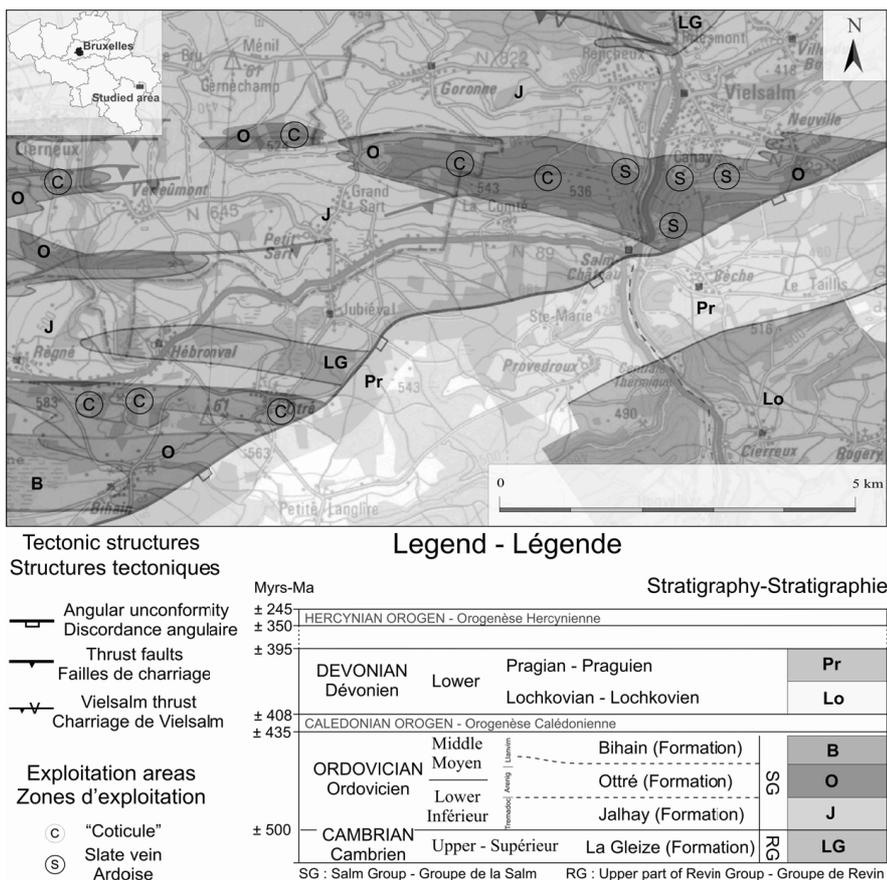


Fig. 1.- Carte géologique de Vielsalm avec la localisation des exploitations de coticule et d'ardoises.

Fig. 1.- Geological map of the Vielsalm area with the localization of the exploitations of coticule and slate veins.

ARdoises et le COticule). Il concerne la création et le développement d'un outil SIG (Système d'Information Géographique) qui permet de centraliser les données dispersées et de natures différentes, de faciliter la gestion de ces travaux souterrains abandonnés localisés dans les communes de Vielsalm et de Bertrix-Herbeumont. Les objectifs sont multiples : établir une cartographie détaillée, déterminer les zones à risque potentiel en terme d'aménagement du territoire, préserver la biodiversité (animale et végétale) spécifique à ces milieux anthropiques et finalement conserver et protéger ce patrimoine industriel et culturel hérité du labeur des générations précédentes.

Le principal aspect développé dans cet article sera de présenter l'approche géomatique utilisée tant à Vielsalm qu'à Bertrix pour gérer les documents qui décrivent les travaux souterrains dans les ardoisières et les exploitations de coticule tout en les replaçant dans le contexte géologique et minier des deux bassins d'exploitation.

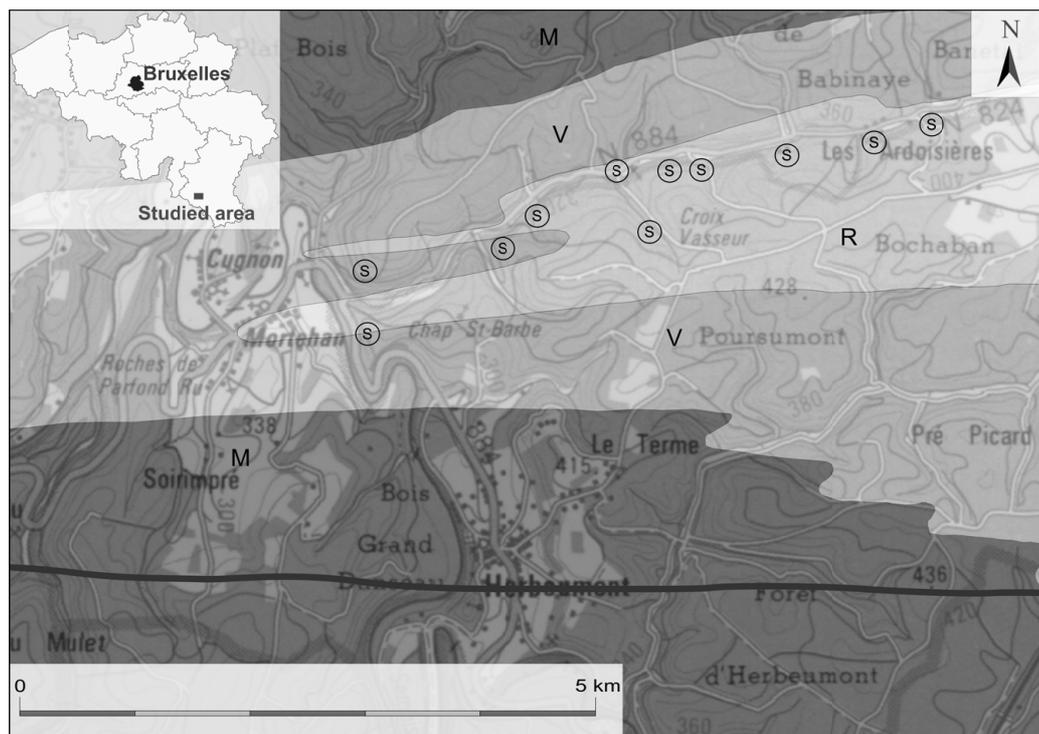
Contexte géographique et géologique des exploitations souterraines

Les deux zones étudiées en Province du Luxembourg (Belgique) se situent dans la commune de Vielsalm

(carières souterraines d'ardoise et de coticule, figure 1) et à cheval sur les communes de Bertrix et d'Herbeumont (les ardoisières de la vallée d'Aise, figure 2). Les ardoisières exploitées de manière intensive à Vielsalm sont localisées sur le Thier des Carrières (flancs nord et ouest) et sur le Thier du Mont. Ces collines culminent à une altitude moyenne de 530-550 m et se situent de part et d'autre de la rivière Salm qui coule entre les villages de Vielsalm et de Salmchâteau. Ces villages se trouvent dans la vallée à une altitude moyenne de 360 m. Les exploitations de coticule sont essentiellement réparties à proximité des villages de Ottre, Bihain, Joubiéval, La Comté, Lierneux sur les flancs des collines Thier de Regné, Thier du Mont et Thier del Preu. Les exploitations souterraines d'ardoise et de coticule concernent des séries sédimentaires d'âge Ordovicien. Les exploitations sont réalisées dans la Formation d'Ottre (Groupe de la Salm) d'une épaisseur de 230 m et composées de phyllades de couleur rouge alternant avec des lits jaune et blanc de coticule de 1 à 15 cm d'épaisseur, de couleur violet riche en chloritoïdes, de siltites rouges, et de veines d'ardoises de couleur sombre. Ces roches sédimentaires sont enrichies en fer et en manganèse comme en témoigne la présence de plusieurs concessions exploitées pour des gisements de manganèse à cheval sur les communes de Vielsalm et de Lierneux.

Les ardoisières exploitées durant plusieurs siècles à proximité de la ville de Bertrix sont toutes ouvertes à flanc de collines dans la vallée d'Aise.

Rappelons que le coticule est une roche abrasive utilisée pour affiler les lames métalliques des couteaux, rasoirs, instruments médicaux, etc. Le coticule est une roche métamorphique, finement grenue et très riche en manganèse. Elle se présente sous forme de couches centimétriques à pluricentimétriques interstratifiées dans les séries sédimentaires (phyllades) de l'Ordovicien du massif de Stavelot. Elle se compose de grenat spessartine (en taille microscopique) de micas et de quartz. Ce sont d'anciens dépôts formés par les courants de densité de boues carbonatées en domaine de bassin. Le remplacement du calcium par le manganèse et la formation de grenat spessartine se seraient probablement produits respectivement après l'enfouissement et au cours du métamorphisme. Ces conditions très particulières expliqueraient la rareté des couches de coticule que l'on observe uniquement en Belgique dans la région du massif de Stavelot (Lamens *et al.*, 1985 ; Lamens, 1986).



Legend-Légende

Geological map : layout from Asselberghs, 1946 - Carte géologique : tracés d'Asselberghs, 1946

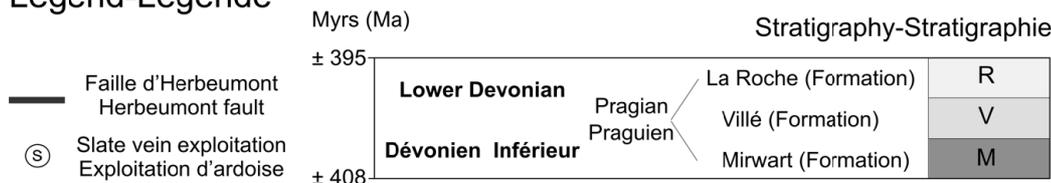


Fig. 2.- Carte géologique de la Vallée d'Aise près de Bertrix avec localisation des travaux souterrains des ardoisières.

Fig. 2.- Geological map of the Aise Valley near Bertrix with the slate vein underground workings.

Application SIG

L'architecture de l'outil SIG

L'architecture globale de l'application SIG développée pour les exploitations souterraines d'ardoise et de coticule est constituée par 2 modules qui concernent d'une part les données spatiales et les vecteurs et d'autre part, les données sémantiques. Les données spatiales sont reliées à des entités géographiques localisées appelées « rasters » ou images telles que les documents miniers, les cartes géologiques, les plans du cadastre, les différentes cartes topographiques, etc. Les vecteurs correspondent aux données vectorisées à partir des documents disponibles (cartes géologiques, parcelles cadastrales, zones Natura 2000, etc.). Les données sémantiques (chronologie des propriétaires des exploitations, publications géologiques, etc.) décrivent ces entités géographiques et sont organisées à travers un système de gestion de bases de données relationnelles basé sur le logiciel Microsoft Access 2000 (Copyright © 1991-2002 Microsoft Corporation). Les données spatiales sont intégrées au sein d'un SIG : ESRI ® ArcView 8.X (Copyright © 1999-2002 ESRI Inc.) sous la forme de couches d'informations. Une description détaillée de l'archi-

itecture de l'application SIG est présentée par Devleeschouwer *et al.* (soumis).

Géoréférencement et vectorisation

Le géoréférencement des plans et des documents relatifs aux exploitations souterraines d'ardoise et de coticule est une étape essentielle du processus. Beaucoup de ces documents ne contiennent pas de références géographiques. Pour les documents de Vielsalm, nombre de plans mentionnent les parcelles cadastrales. La comparaison et la superposition des tracés du cadastre représentés sur les plans avec ceux des données digitales ont permis de géoréférencer la plupart de ces documents. À l'opposé, les plans des ardoisières de la vallée d'Aise ne contiennent aucune information relative aux parcelles cadastrales mais bien des repères géographiques comme le croi-

sement de routes, la présence du tracé de la rivière, etc. Ces éléments permettent de géoréférencer les documents en servant de points d'ancrage en terme de coordonnées géographiques. Dans les deux cas, un relevé sur le terrain est indispensable afin de retrouver et de déterminer les coordonnées géographiques des repères mentionnés sur les plans (entrées de galeries, puits, entrées des plans inclinés, etc.) au moyen du GPS. Cette étape permet d'affiner le positionnement des documents dans le SIG (Devleeschouwer *et al.*, soumis). L'étape suivante concerne la vectorisation de l'ensemble des objets représentés sur les plans : entrées de galeries, puits, galeries, chambres exploitées, galeries de jonctions, etc. La procédure explicitée par Devleeschouwer *et al.* (soumis) présente deux cas de figures liés à la différence dans la technique d'exploitation des veines entre les deux bassins ardoisiers. A Vielsalm, l'exploitation s'est réalisée sur 2 voire 3 niveaux successifs jusqu'à 60-70 m de profondeur et relativement peu décalés compte tenu du pendage des couches qui est de 60° vers le sud. Cette disposition des couches ne permet pas de distinguer les contours des différents niveaux représentés sur les plans en projection horizontale. Il est donc délicat de scinder les différents niveaux au cours de la vectorisation, Le périmètre global a donc été vectorisé pour chaque ensemble de chambres

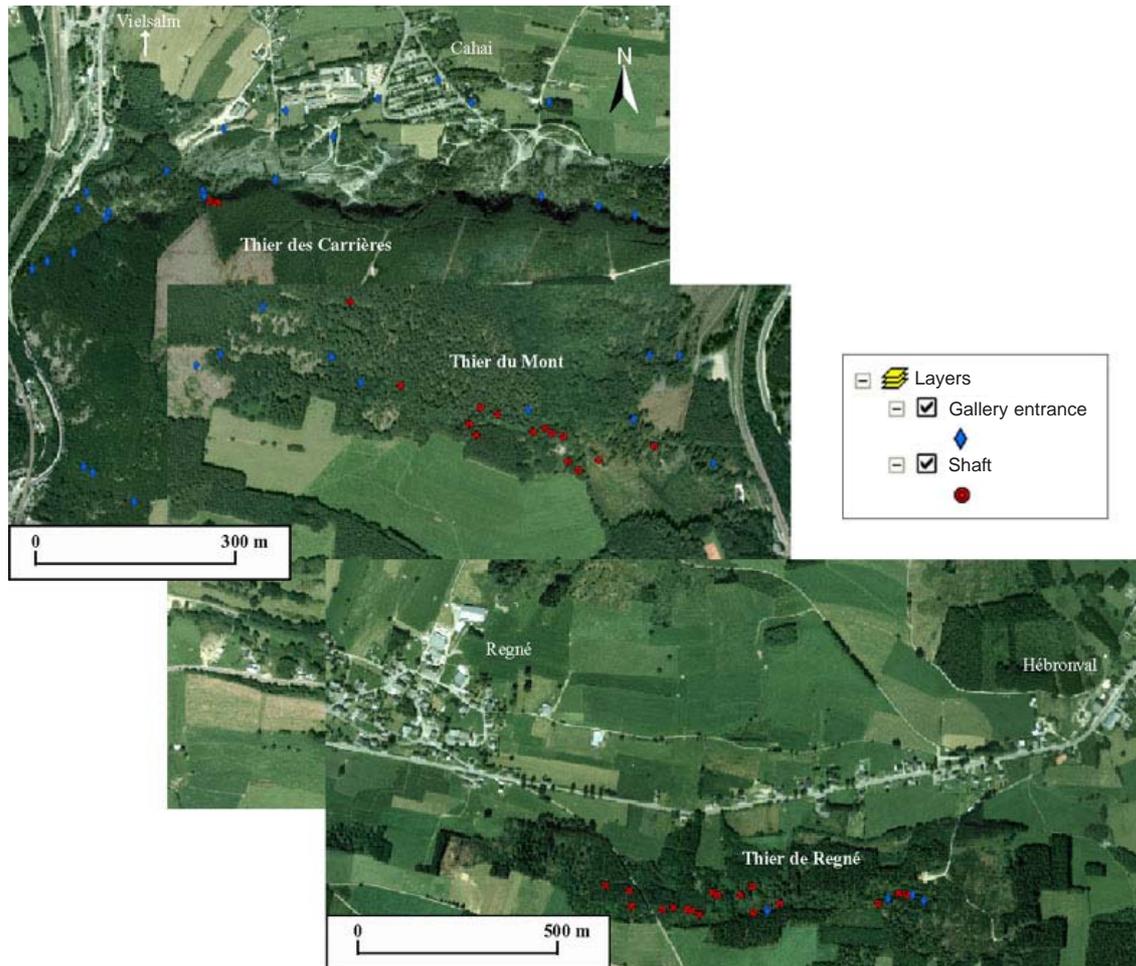


Fig. 3.- Puits et entrées de galeries identifiées sur les 3 collines.

Fig. 3.- Shafts and gallery entrances identified on the three hills.

regroupant les différents niveaux. À Bertrix, les travaux souterrains ont été exploités à partir de plans inclinés creusés en suivant le pendage de 40-45° vers le sud des veines ardoisières. Les galeries sont ouvertes à la base de la couche et suivent la direction de celle-ci. Le pendage des couches permet de visualiser très clairement la représentation des chambres des différents étages sur les plans en projection horizontale. La vectorisation des plans est facilitée et permet donc d'individualiser tous les objets à vectoriser.

Cartographie et analyse de risque

Les résultats cartographiques des campagnes de terrain et des relevés par GPS permettent de visualiser la densité des puits et des entrées de galeries dans les différentes zones d'exploitation (fig. 3).

Dans la commune de Vielsalm, les exploitations d'ardoises sont présentes essentiellement sur les collines nommées Thier des Carrières et Thier du Mont. Le quartier résidentiel de Cahay (au sud de Vielsalm), qui jouxte le site du Thier des Carrières, est partiellement implanté sur certaines galeries menant aux chambres d'extraction et dont on ignorait la localisation précise. L'outil SIG réalisé dans le cadre de cette étude a permis

de superposer les tracés vectoriels de toutes les galeries connues avec le tracé des infrastructures de surface. Une marge d'erreur de 10 m tient compte des erreurs liées au géoréférencement et aux prises de mesures sur le terrain. L'analyse spatiale identifie 9 bâtiments (en blanc sur la figure) se situant à l'aplomb de deux galeries (fig. 4).

Conclusions

L'application développée est le résultat d'un travail de recherche des documents et des archives disponibles sur des travaux souterrains exploitant l'ardoise et le coticule. La structure de la base de données est établie de manière exhaustive sur base des données disponibles, elle est évolutive et se développera à partir des nouvelles acquisitions de données, voire de nouvelles campagnes de mesures réalisées *in situ*. L'outil est relativement complet car il comprend trois modules complémentaires qui organisent, stockent, valorisent et exploitent les données collectées. L'outil SIG développé permet également de croiser de nouvelles informations concernant la géologie locale, la présence d'associations minérales uniques, la répartition d'espèces végétales et animales tant en surface qu'en souterrain et donc de spatialiser la biodiversité associée à ces sites. Cet outil permet également d'améliorer

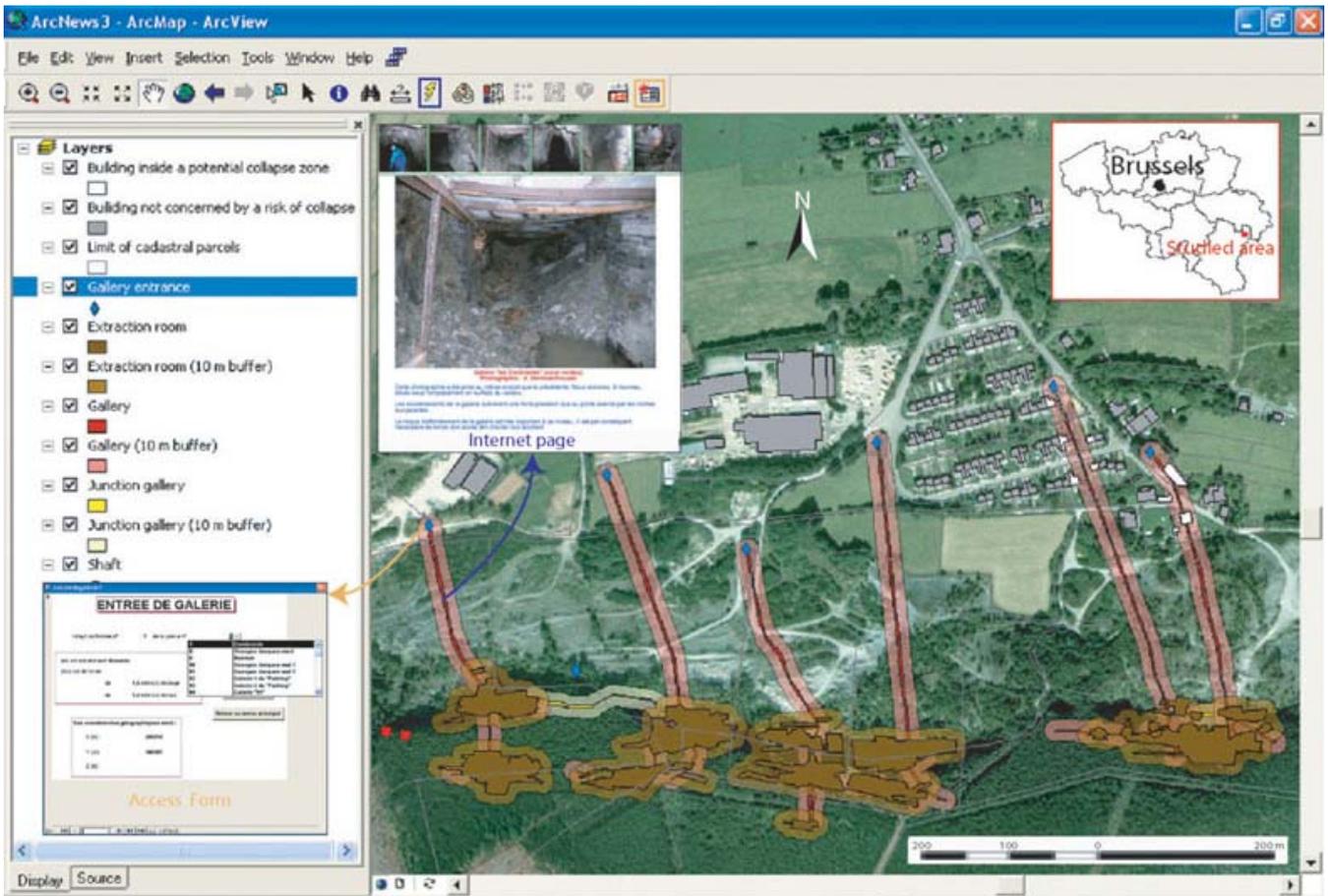


Fig. 4.- Cartographie des travaux souterrains, des puits et des galeries à proximité du quartier de Cahay. Neuf bâtiments sont identifiés à l'aplomb de deux galeries différentes.

Fig. 4.- Cartography of the underground workings, shafts and galleries close to the Cahay quarter. Nine buildings are identified above two different galleries.

la protection et la valorisation de ce remarquable héritage par les autorités compétentes (surveillance, acquisition de terrains, restriction d'accès sur les sites, extension des zones de protection sous la forme de réserve naturelle, etc.).

Les communes de Vielsalm et de Bertrix sont concernées par la présence, la gestion et l'absence de cartographie et d'inventaire des travaux souterrains abandonnés liés à l'exploitation de l'ardoise et du coticule. Les objectifs du programme BD-ARCO sont donc de développer un outil SIG évolutif qui permet de fournir aux acteurs de terrain et aux autorités compétentes les informations nécessaires à la sécurisation et à la prise en compte de l'impact à la surface et de l'extension de ces travaux souterrains abandonnés. Les étapes réalisées aujourd'hui concernent :

1 - la collecte des données et documents « miniers » sur ces sites souterrains,

2 - l'inventaire le plus exhaustif possible des sites souterrains abandonnés. Il convient de signaler ici la difficulté de retrouver toutes les traces des exploitations de coticule qui sont disséminées et masquées par la densité du couvert végétal,

3 - la cartographie au sein du SIG des travaux souterrains connus à partir des documents miniers mis à disposition,

4 - de confirmer la présence et de valider la position de l'ensemble des infrastructures résiduelles de surface donnant l'accès à ces sites souterrains (puits, entrées de galeries, plans inclinés, etc.),

5 - de déterminer au sein du SIG l'impact en surface que représentent ces sites souterrains pour l'aménagement du territoire.

Il convient d'envisager de nouvelles approches pour déterminer l'impact en surface pour les infrastructures présentes, le comportement futur de ces infrastructures souterraines, les méthodes utiles pour suivre l'évolution de la stabilité et celles qui permettraient de minimiser le risque. Une modélisation 3D, des travaux souterrains, replacée sur un modèle numérique de terrain permettrait de mieux cerner la disposition de l'exploitation souterraine en regard de la géologie locale et de la structuration tectonique de ces séries sédimentaires. Cette approche permettrait également d'analyser la biodiversité de ces milieux souterrains.

Références bibliographiques

- Devleeschouwer X., Goemaere E., Mullard C. (2005) - In Vielsalm, Belgium, Abandoned Underground Quarries Managed with GIS. ESRI GIS in action, summer 2005.
- Devleeschouwer X., Mullard C., Goemaere E. (2005) - Underground workings of slate vein and coticule in the Commune of Vielsalm (Belgium): the geological risk management through database and GIS. *In: Proceedings of the Post-Mining Colloquium organized by GISOS, Nancy, November 2005*, 13 p.
- Devleeschouwer X., Mullard C., Goemaere E. (soumis) - Management of abandoned slate and coticule underground quarries by means of GIS, Vielsalm, Belgium. *In: Proceedings of the 10th IAEG Congress, Nottingham, United Kingdom, September 2006*, 11 p.
- Hardy A. (1913) - L'effondrement du Siège Sainte-Barbe des Ardoisières de Warmifontaine Tock & Cie. *Ann. Min. Belgique*, t. **18**, 99-111.
- Lamens J. (1986) - Depositional history of Salmian (Lower Ordovician sediments in Belgium). *Aardkundige Mededelingen*, **3**, 125-138.
- Lamens J., Geukens F., Viaene W. (1985) - Geological setting and genesis of coticules (spessartine metapelites) in the Lower Ordovician of the Stavelot Massif, Belgium. *J. Geol. Soc.*, **143**, 253-258.