

# Prise en compte des contraintes physiques liées au karst : une approche cartographique au service de l'aménagement du territoire en Belgique (Région Wallonne)

BARTHOLEYNS Jean-Pierre; MICHEL, Georges; THYS, Georges  
Commission Wallonne d'Etudes et de Protection des Sites Souterrains  
Avenue Rodin, 21 – 1050 Bruxelles – Belgique

## Résumé

La Direction de l'Aménagement du Territoire de la Région Wallonne (DGATLP), a confié la réalisation d'une cartographie numérique des contraintes physiques inhérentes au karst à l'Université de Liège, à la Faculté Polytechnique de Mons et la Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains (CWEPPSS).

Pour mettre l'accent sur les problèmes que peut poser le karst par rapport aux équipements, aux constructions et aux entreprises existantes et en projet et d'en tenir compte lors des permis d'urbanisme, l'étude s'est limitée, à la détermination des contraintes karstiques situées en zones urbanisables.

Pour que cette contrainte physique particulière puisse être prise en compte au moment de délivrer un permis d'urbanisme comme le prescrit l'article 136 du Code Wallon pour l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine (CWATUP), une cartographie des zones de contraintes a été établie à l'échelle de 1/10.000. Celle-ci a été réalisée sur le logiciel de cartographie ArcView sur base de l'Atlas du Karst Wallon, inventaire des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie, réalisé par la CWEPPSS.

## Summary:

To take in account the effects and possible impacts of karst on land use management, the Wallonian government has ordered a scientific inquiry to evaluate and represent these physical restraints in urbanised areas. This study was conducted by the University of Liège, the Polytechnic Faculty of Mons and the « Commission Wallonne d'Etude et de Protection des Sites Souterrains (CWEPPSS) between 1998 and 2000.

The three teams have mapped on a 1/10.000 scale all the area's where the probability of a karstic risk occurred. Each of those areas has been described and a list of recommendations was proposed to reduce the risk and possible impact of a karstic accident.

This cartographic survey was done with ArcView (GIS software) on the basis of the « Atlas du Karst Wallon », which is a cartographic inventory of all karstic sites and underground rivers of Wallonia, organised as a geo-referenced database.

Those maps will be a tool for land use management and will help to take in account the karstic dimension in an integrated approach of the environment.

## 1. Qu'est-ce qu'une contrainte karstique ?

En Wallonie, les roches carbonatées sont nettement influencées par les phénomènes de dissolution. C'est dans les calcaires

dévonien (givétiens et frasniens) et carbonifères (tournaisiens et dinantiens), que se concentrent les cavités et les autres phénomènes karstiques résultant de l'effet des eaux agressives sur la roche carbonatée et en particulier des circulations d'eaux souterraines.

Ces processus karstiques sont à la fois responsables de phénomènes souterrains (grottes et rivières souterraines) et de sites visibles en surface (dolines, points de pertes, effondrements...). La présence de ces phénomènes karstiques et leur évolution continue peut poser de graves problèmes de stabilité du sol et peut nécessiter une grande prudence en matière d'urbanisation.

Les zones de contraintes karstiques se limitent donc aux affleurements calcaires présentant une dissolution et des risques de tassement ou d'effondrement. La présente étude délimite dans ces massifs calcaires karstifiés un ensemble de périmètres dans lesquels les prescriptions suivantes devraient être appliquées :

- l'urbanisation devrait être interdite dans la zone de contrainte forte ;*
- tout nouveau programme d'urbanisation devrait être faire l'objet d'études complémentaires pour s'assurer de la stabilité du sous-sol dans la zone de contrainte faible.*

La délimitation des zones de contraintes ainsi que l'intensité forte ou faible de celles-ci est directement liée à la présence de phénomènes karstiques connus, à leur densité, à la vitesse de leur développement et au cadre géologique et géomorphologique général dans lequel ils se développent. Parmi les phénomènes karstiques dont la présence est un critère pour définir les zones de contraintes physiques liées au karst, il faut citer en particulier les suivants :

### 1.1. Incidence des dolines sur les zones urbanisables

Elles constituent les formes karstiques de surface les plus courantes ; elles sont la conséquence d'une intense dissolution de la roche calcaire en profondeur. Les dolines se forment dans les zones de faible résistance (fissures, failles), à la verticale de réseaux de galeries souterraines (grottes), sur l'axe de rivières souterraines et dans les vallées sèches. Les dolines d'effondrement (*sinkholes ou puits naturels*) se forment brutalement par effondrement du sol ou du sous-sol, parfois sur plusieurs mètres de profondeur.

### 1.2. Incidence des chantoirs et des rivières souterraines sur les zones urbanisables

Les chantoirs ou pertes du réseau hydrographique dans le massif calcaire induisent des contraintes particulières vis-à-vis de l'aménagement du territoire :

Celles liées à *l'évolution hydrogéologique de certaines régions karstiques*. On observe au cours du temps un recul des points de pertes vers l'amont, pouvant aller jusqu'au point de contact entre le substrat imperméable et l'affleurement calcaire. Les inventaires

successifs de phénomènes karstiques démontrent que ce déplacement peut atteindre plusieurs centaines de mètres en 1 siècle et qu'il faut tenir compte de la mobilité des pertes dans la gestion rationnelle du territoire.

Les chantoirs sont des *têtes de réseaux d'écoulements souterrains* qui se poursuivent jusqu'aux points de résurgences. Les eaux dans leur parcours souterrain continuent à dissoudre le calcaire, provoquant un sapement de la roche pouvant entraîner l'effondrement de la voûte calcaire. On observe de nombreux cas d'effondrements qui s'alignent sur le parcours de ces rivières souterraines. Il faut tenir compte de ces axes sensibles du point de vue des contraintes karstiques dans la gestion du territoire.

Enfin, des augmentations du débit d'amenée d'eau peuvent provoquer l'engorgement et la *saturation de certains points de pertes*, induisant le débordement du chantoir et l'inondation des terrains environnants. Ce phénomène peut avoir un caractère catastrophique en zone urbaine où le sol, imperméabilisé par le bitume, provoque un afflux d'eau de ruissellement dans les chantoirs, ce qui nécessite des travaux importants de génie civil pour évacuer le trop-plein des chantoirs lors des orages.

### 1.3. Incidence de la pollution sur l'hydrologie karstique

Les nappes aquifères karstiques sont très sensibles aux pollutions. Cela résulte de la très grande perméabilité (porosité de fissures) du substratum calcaire et de la transmissivité observée dans les nappes karstiques, favorisant la propagation de la pollution sur des très grandes distances. Cette caractéristique physique et hydrogéologique est également une contrainte très importante pour l'aménagement du territoire. En effet la gestion et l'épuration

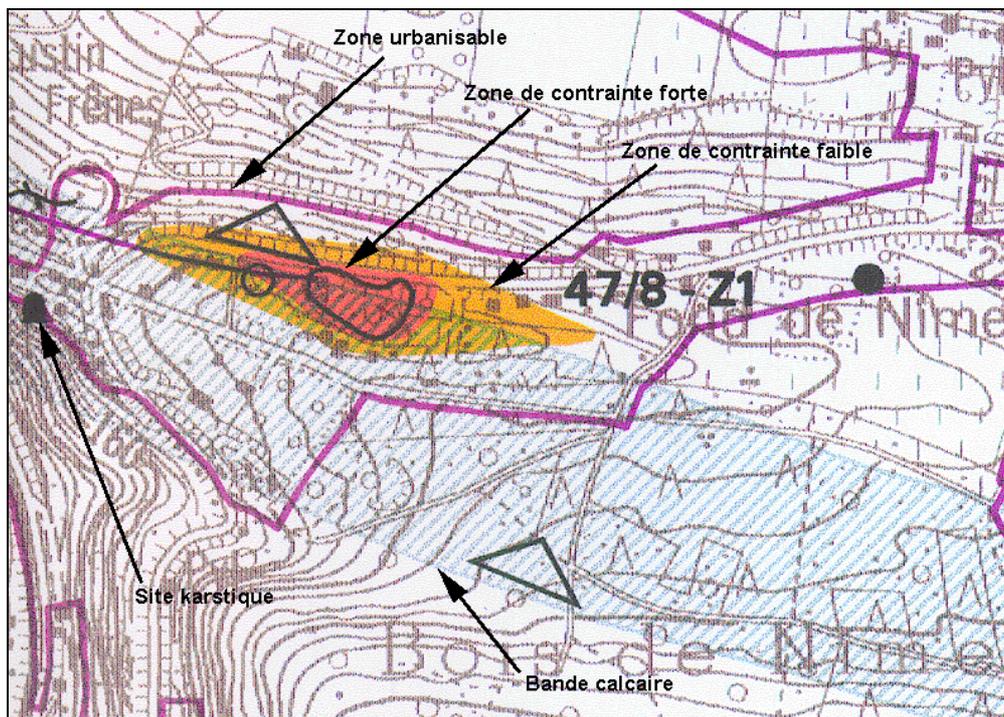
des eaux usées doivent être prioritaire dans les zones karstiques, vu les conséquences que peuvent avoir ces rejets sur la qualité des eaux souterraines. Les nappes aquifères carbonatées constituent les réserves d'eaux potabilisables les plus importantes de Wallonie.

### 1.4. Pourquoi parler de contrainte karstique plutôt que de risque lié au karst ?

La cartographie réalisée permet de localiser *les zones des contraintes karstiques, mais elle ne peut être considérée comme une carte des zones à risques karstiques*. Dans cette étude, il s'agissait de déterminer des zones dans lesquelles des indices physiques doivent inciter les autorités à une certaine prudence quand il s'agit de délivrer un permis. La nature karstique de ces zones rend l'urbanisation classique sans mesure de stabilité du sol ou de renforcement des fondations hasardeuses. Cette étude délimite ces zones, mais c'est aux dirigeants de définir les mesures à prendre pour atténuer les contraintes.

## 2. Gradation des contraintes liées au karst

Suivant la proximité avec les phénomènes karstiques, la taille, l'importance et la dynamique de ceux-ci, leur densité sur le terrain et la présence d'éléments favorables à la réactivation des réseaux souterrains par des écoulements d'eaux, différentes classes quant à l'intensité des contraintes ont été définies sur les cartes.



Les différents types de contraintes karstiques tels que représentés dans cette l'étude (extrait de la carte 47/8 sud, vallon du Fond de Nîmes) – Province de Namur

### 2.1. Interdiction de construction sur les sites karstiques (représentés en noir)

Cette interdiction veut rencontrer deux buts : 1/ protéger les constructions elles-mêmes [les phénomènes karstiques, tant souterrains (cavités et circulations d'eaux souterraines) que de surface (dolines, résurgences, chantoirs...), peuvent rejouer et s'effondrer, causant ainsi des dégâts importants aux constructions].

2/ Eviter qu'une construction ne détruise ce un phénomène karstique de grande valeur et qui fait partie du patrimoine de la Région. Il s'agit donc aussi d'une mesure de préservation pour le karst.

### 2.2. Les zones de contraintes fortes (en rouge sur la carte)

Une zone de contrainte dépassant le simple diamètre du phénomène karstique a été définie lorsque :

- plusieurs phénomènes karstiques proches justifiait la coalescence de leur aires de contraintes, formant ainsi une zone pouvant par endroit être très étendue (ex: les champs de dolines regroupés formant une zone de contrainte plutôt qu'un ensemble de cercles de 30m où la construction est interdite).
- les indices observés sur le terrain, indiquent la présence d'une zone active où la formation de nouveaux phénomènes karstiques présente une forte probabilité (ex: un vallon sec sous lequel le soutirage et la dissolution liée à la circulation d'eau souterraine peuvent induire des effondrements).
- les phénomènes karstiques étudiés sont réactivés (cfr. Tournaisis suite au dénoyage du calcaire carbonifère) et que l'on peut prévoir la manière dont ils risquent d'évoluer (ex : la tendance naturelle au recul des chantoirs vers l'amont, le rejeu et l'approfondissement de certaines dolines...).

La *contrainte forte* = zone où toute construction est à éviter, voire interdire, car les risques sont importants. Sont pris en compte dans la délimitation des zones de contraintes fortes :

- les superficies où la densité des phénomènes karstiques est la plus forte;
- les zones très actives du point de vue karstique (celles où de nouveaux phénomènes sont apparus);
- la présence de circulations d'eaux souterraines et notamment les vallons secs;
- la densité de la fissuration et de la fracturation du calcaire que constitue le substrat rocheux;
- tout autre indice de terrain confirmant l'activité karstique en cet endroit.

### 2.3. Les zones de contraintes faibles (en orange sur la carte)

Les zones de contraintes faibles concernent des périmètres comprenant des sites karstiques, mais dont la dimension, la densité et l'inactivité (pas de rejeu connu ni de formation de nouveaux phénomènes à proximité) impliquent des risques inférieurs à ceux en zone de contrainte forte. Souvent, des zones de contraintes faibles ont été définies autour des zones de contraintes forte comme «périmètre de sécurité».

Dans ces zones, les constructions ne doivent pas être formellement interdites mais elles feront l'objet d'*investigations complémentaires* en vue de vérifier et de garantir la stabilité du sol et des fondations. Suivant la nature du sous-sol, un renforcement des fondations est à suggérer pour les constructions surtout si elles sont de grande dimension (comme par exemple pour les équipements collectifs et les industries).

Des *prescriptions strictes* concernant l'*égouttage* et la gestion des eaux usées doivent y être imposées. Un rejet direct des eaux peut avoir des conséquences graves sur les nappes aquifères calcaires. Par ailleurs, les rejets d'eaux peuvent également réactiver le karst et engendrer de nouveaux effondrements.

### 2.4. L'ensemble des affleurements calcaires en Wallonie (hachures bleues sur la carte).

Toutes les roches calcaires peuvent être corrodées par les eaux acides qui s'écoulent à leur contact. L'ensemble des zones urbanisables sur ce type d'affleurement peuvent potentiellement présenter des risques d'apparition de phénomènes karstiques à même d'entraîner une contrainte pour l'habitat.

Le risque n'est donc pas nul sur substrat calcaire et c'est la raison pour laquelle sur la carte ont été repris tous les affleurements calcaires afin d'attirer l'attention des gestionnaires sur la particularité du sous-sol de ces zones lorsqu'il s'agit de prévoir le développement urbain et au moment de délivrer les permis de bâtir.

## 3. Conclusions

L'objectif de cette étude était de contribuer à la mise en œuvre du Code Wallon de l'Aménagement du Territoire de l'Urbanisme et du Patrimoine (CWATUP) et du Schéma de Développement de l'Espace Régional, adopté par le Gouvernement wallon le 27 mai 1999.

L'étude porte sur les contraintes naturelles pouvant affecter les zones urbanisables, en l'occurrence celles relatives aux phénomènes karstiques : risques d'enfouissement des cours d'eau, de tassement ou d'effondrement du sol, d'inondation, etc. Vu l'ampleur de la tâche, ces contraintes physiques n'ont été cartographiées que dans les zones urbanisables. Mais il est prévu d'étudier d'autres zones limitrophes aux terrains urbanisables et par rapport auxquelles le karst peut présenter une contrainte physique majeure.

L'étude poursuit le double objectif de protéger les bâtiments et les ouvrages des risques karstiques, mais aussi de protéger le patrimoine karstique, là où cela s'impose, des dégradations liées à certaines activités humaines. Les dommages susceptibles d'être faits aux constructions peuvent être extrêmement coûteux, tout comme ceux que les activités humaines peuvent provoquer à l'égard du patrimoine naturel. L'investissement fait dans cette étude évitera bien des déboires et des frais liés à des accidents prévisibles.

***Le produit final du travail vise la cartographie numérique des contraintes karstiques situées dans les zones urbanisables inscrites aux plans de secteur de la Région wallonne.***

La cartographie a été harmonisée en vue de pouvoir être présentée sous une légende applicable à toute la Région Wallonne. La réalisation s'est concrétisée à partir d'un Système d'Information Géographique (SIG), traité par le logiciel ArcView. Outre les cartes imprimées (à 1/10.000 pour toute la Wallonie) et le texte correspondant sous forme d'une fiche descriptive (qui constitue en fait une véritable petite monographie de chaque demi-planchette), le travail sera également consultable sur CD-ROM.

***On notera que pour la première fois, les contraintes inhérentes au sous-sol sont prises en compte dans l'aménagement du territoire d'une Région.***

Le degré de contrainte a été précisé : trois classes ont été établies qui catégorisent l'importance du danger et représentent une proposition de gradation dans les prescriptions des mesures à prendre en vue d'un aménagement rationnel intégré. Les mesures de précaution proposées ne prétendent pas à une valeur légale. Il reste aux responsables de l'aménagement de la Région Wallonne à réaliser les arbitrages avant d'inscrire les périmètres de contraintes physiques aux plans de secteur.

***Enfin, ce travail comporte trois principaux centres d'intérêt. Il correspond à la situation existante de fait en 1999 ; il a un caractère prospectif et sa version informatique offre une grande souplesse d'usage.***

***Le caractère d'actualité*** provient de ce que la cartographie intègre l'analyse de la situation existante et se base sur de multiples sources bibliographiques mais aussi sur un minutieux travail de terrain.

***La valeur prospective*** du travail résulte des informations connues à ce jour auquel nous avons appliqué des modèles tenant compte de l'évolution probable des phénomènes karstiques.

***La souplesse d'utilisation*** et la rapidité de consultation des documents, cartes, fiches descriptives et illustrations est assurée

par la disponibilité de cette étude sous la forme de CD-ROM consultables à l'aide d'un logiciel ArcView.

#### **4. Bibliographie**

**COMMISSION WALLONNE D'ETUDE ET DE PROTECTION DES SITES SOUTERRAINS, 1992-96.** Atlas du Karst Wallon, 4 tomes Province de Namur, 3 tomes Province de Liège, 2 tomes Province de Luxembourg, 2 tomes Province de Hainaut. Réalisé par la CWEPS. Non publié (à l'exception de la Province de Liège)

**CWATUP, 1998.** Code wallon de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme et du patrimoine. Décret du 27 novembre 1997. Ministère de la Région wallonne, DGATLP. Non édité.

**EK C. et CLOSSON D., 1997.** Le karst en temps que contrainte physique en aménagement du territoire (Belgique), Proceeding of the 12<sup>th</sup> International Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds, Switzerland, 1: 322.

**EK C., JASPAR A. et MICHEL R, 1999.** La cartographie des contraintes karstiques en Région Wallonne (Belgique), Bulletin de la Société géographique de Liège, t.36 : 53-64.