

LA CARTE

16 mai 2013, Jambes (Namur), BELGIQUE

HYDROGÉOLOGIQUE

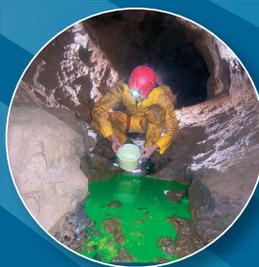
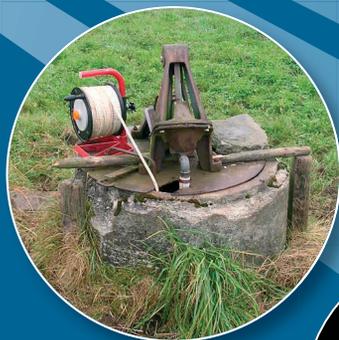
DE WALLONIE

UN OUTIL AU SERVICE DE TOUS

COLLOQUE



Synthèse des exposés



EVENEMENTS

SPW | Éditions

Ressources
naturelles
Environnement



Wallonie

COLLOQUE

LA CARTE **HYDROGÉOLOGIQUE** DE WALLONIE **Un outil au service de tous**

Synthèse des exposés



**DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT**

Direction de la Coordination des données
Direction des Eaux souterraines

Table des matières

Session 1 : Présentation de la Carte hydrogéologique de Wallonie

Naissance et développement de la carte hydrogéologique de Wallonie	6
Méthodologie et terminologie dans l'élaboration de la carte hydrogéologique	13
Présentation du site et de l'application webGIS de la carte hydrogéologique de Wallonie	17

Session 2 : Les utilisateurs de la carte hydrogéologique

Carte hydrogéologique de Wallonie, outil de mémoire des acquis et des données : réflexions, exemples et aspects scientifiques	28
La carte hydrogéologique, outil d'aide à la décision pour les dossiers de zones de prévention des captages et les permis d'environnement	33
Carte hydrogéologique, Carte géologique et Cartographie géotechnique de Wallonie : des bases et des perspectives communes au service du public	39
Utilisation de la carte hydrogéologique dans le cadre de la caractérisation des sites pollués	42

Session 3 : Les utilisateurs de la carte hydrogéologique (suite) et Modélisation en hydrogéologie

Contribution de la carte hydrogéologique aux études de risque dans le cadre du Décret sol	46
Interaction carte hydrogéologique, forages d'eau et forages de géothermie	52
Utilisation des cartes piézométriques de Wallonie dans le cadre de l'étude des nappes transfrontalières (France -Belgique)	59
Modélisation régionale et locale sur base des données de la carte hydrogéologique	64

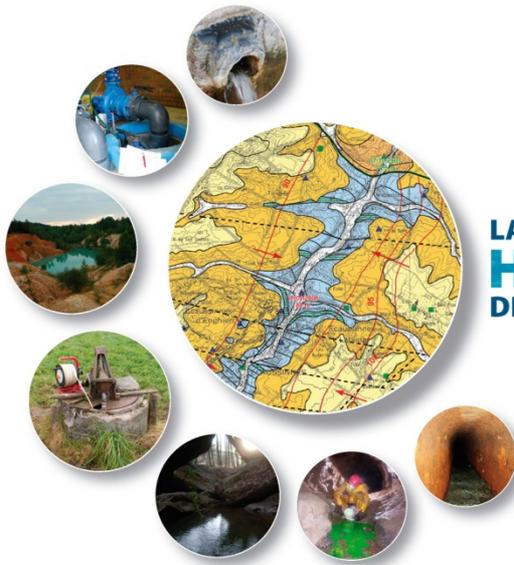
Atelier 1 : Modélisation de l'interaction nappe-carrière

Modélisation hydrogéologique du bassin carrier du Tournaisis : étude de cas et interaction nappe-carrière	68
Utilisation de la carte hydrogéologique dans le cadre des examens des interactions entre ressources en eau et industrie extractive en Wallonie	76

Atelier 2 : Expertise sur base de cas concrets

Application concrète de la carte hydrogéologique : Cellule de diagnostic pesticide-captage, étude de la pollution d'un captage à Perwez (Brabant Wallon)	84
Etude d'incidence sur l'environnement et expertise de tassement de terrain	88
Potentiel de la carte hydrogéologique de Wallonie : cas des producteurs d'eau, des sociétés des forages et de pollution accidentelle	92
Win-Win avec la carte hydrogéologique et son application webGIS	97
Annexe : Liste des participants inscrits	101

Jeudi 16 mai 2013,
Jambes (Namur), Belgique



LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Un outil au service de tous COLLOQUE

<http://environnement.wallonie.be/cartehydrogeo>

En 1999, la Région Wallonne lance le programme de cartographie des eaux souterraines.

Les cartes au 1/25000ème, accompagnées de notices explicatives, dressent un inventaire de l'ensemble des données hydrogéologiques disponibles en Région Wallonne, en les commentant et les interprétant.

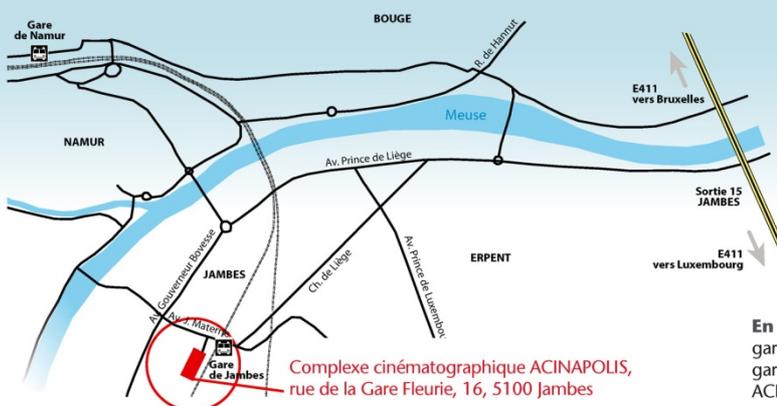
A ce jour, 121 cartes ont été réalisées, 42 cartes sont éditées, publiées et consultables en ligne via application webGIS sur le portail environnement de la DGO3 : <http://environnement.wallonie.be/cartehydrogeo>

Cette journée de conférences, d'ateliers et de débats, le jeudi 16 mai 2013, poursuivait les objectifs suivants :

- informer les utilisateurs des usages potentiels de la carte hydrogéologique
- créer un espace d'échanges entre les utilisateurs de la carte et les auteurs de la carte et de l'application webGIS
- lancer les jalons du futur de la carte

"La carte hydrogéologique de Wallonie - un outil au service de tous".

Un colloque organisé par la Direction de la Coordination des données et la Direction des Eaux souterraines, DGO3 (Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement) du Service public de Wallonie.



Accès :

En voiture :
autoroute E411
Bruxelles-Luxembourg,
sortie 15, LOYERS vers
Jambes.

En train :
gare de Namur puis vers Dinant. Arrêt :
gare de Jambes (2 min à pied du complexe
ACINAPOLIS - voir plan)

08h30 Accueil et café

9h00 : **Discours d'ouverture de la session plénière**
Par Monsieur Didier Cadelli, représentant du Ministre de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de la Mobilité, Monsieur Philippe Henry

Session 1 : Présentation de la Carte hydrogéologique de Wallonie

SALLE 4
Présidence : Monsieur Jean-Pierre Bouvry, Directeur (DGO3-Département de l'Etude du Milieu naturel et agricole-Direction de la Coordination des données)

9h15 : **Naissance et développement de la carte hydrogéologique de Wallonie**
Saadia Imerzoukène (DGO3-Direction de la Coordination des données) et Roland Masset (DGO3-Direction des Eaux Souterraines)

9h35 : **Méthodologie et terminologie dans l'élaboration de la carte hydrogéologique,**
Vincent Hallet, Professeur (UNamur)

9h55 : **L'application webGIS de la carte hydrogéologique de Wallonie**
Saadia Imerzoukène (DGO3-Direction de la Coordination des données)

10h10 : Questions-Réponses

10h30 : Pause café

Session 2 : Les utilisateurs de la carte hydrogéologique

SALLE 4
Présidence : Benoît Tricot, Inspecteur général (Département de l'Environnement et de l'Eau, DGO3)

10h50 : **La carte hydrogéologique, outil de mémoire des acquis et des données**
Alain Dassargues, Professeur (ULg)

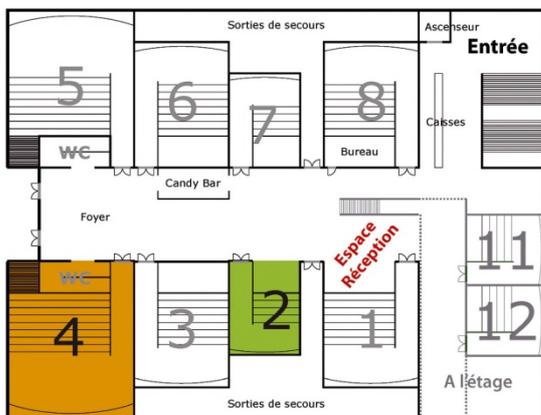
11h10 : **La carte hydrogéologique, outil d'aide à la décision pour les dossiers de zones de prévention des captages et les permis d'environnement**
Pierre Nogarède et Grégoire Bougard, (DGO3 - Direction des eaux souterraines)

11h30 : **Carte hydrogéologique, Carte géologique et Cartographie géotechnique de Wallonie : des bases et des perspectives communes au service du public**
Daniel Pacyna (DGO3 - DRIGM) et Philippe Welter, Directeur, (DGO1, Direction de la géotechnique)

11h50 : **Utilisation de la carte hydrogéologique dans le cadre de la caractérisation des sites pollués**
Catherine Collart, Ingénieur (ISSEP Liège)

12h10 : Questions-Réponses

12h30 - 13h30 : Pause déjeuner



Session 3 : Les utilisateurs de la carte hydrogéologique (suite) et Modélisation en hydrogéologie

SALLE 4
Présidence : Vincent Lejeune, Directeur-associé (Geolys)

13h30 : **Contribution de la carte hydrogéologique aux études de risque dans le cadre du Décret sol**
Mathieu Lambert, Responsable du Département Sol (Geolys)

13h50 : **Interaction carte hydrogéologique, forages d'eau et forages de géothermie**
Vincent Debbaut, Maître de conférence (ULg)

14h10 : **Utilisation des cartes piézométriques de Wallonie dans le cadre de l'étude des nappes transfrontalières (France -Belgique)**
François Crastes De Paulet, Hydrogéologue (B.R.G.M. Nord Pas-de-Calais, France)

14h30 : **Modélisation régionale et locale sur base des données de la carte hydrogéologique**
Philippe Orban, Chercheur (ULg)

14h50 : Questions-Réponses

15h10 : **Discours de clôture de la session plénière**
Par Monsieur François Ghysel, représentant du Ministre des Travaux publics, de l'Agriculture, de la Ruralité, de la Nature, de la Forêt et du Patrimoine, Monsieur Carlo Di Antonio

Atelier 1 : Modélisation de l'interaction nappe-carrière

SALLE 2
Présidence : Xavier Verdonck, Directeur technique des Carrières du Hainaut

15h30-16h45 :

- **Modélisation hydrogéologique du bassin carrier du Tournaisis : étude de cas et interaction nappe-carrière**
Pierre-Yves Bolly, Administrateur délégué (AQUALE SPRL - ECOFOX SA)
- **Utilisation de la carte hydrogéologique dans le cadre des examens des interactions entre ressources en eau et industrie extractive en Wallonie**
Louise Collier, Chercheur (UNamur)

Atelier 2 : Expertise sur base de cas concrets

SALLE 4
Présidence : Alain Rorive, Chargé de cours (UMons)

15h30-16h45 :

- **Application concrète de la carte hydrogéologique : Cellule de diagnostic pesticide-captage, étude de la pollution d'un captage à Perwez (Brabant Wallon)**
Vincent Hallet, Samantha Rekk, Ludovic Capette (UNamur)
- **Etude d'incidence sur l'environnement et expertise de tassement de terrain**
Alain Rorive, Sylvie Roland (UMons)
- **Potential de la carte hydrogéologique de Wallonie : cas des producteurs d'eau, des sociétés des forages et de pollution accidentelle**
Vincent Debbaut, Mohamed Bouezmami (ULg Campus d'Arlon)
- **Win-Win avec la carte hydrogéologique et son application webGIS**
Alain Dassargues, Ingrid Ruthy (ULg)

16h45 : **Synthèse générale**
Benoît Tricot, Inspecteur général (DGO3-Département de l'Environnement et de l'Eau)

17h00 : Drink de clôture



Session 1

Présentation de la Carte hydrogéologique de Wallonie

NAISSANCE ET DÉVELOPPEMENT DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Saadia IMERZOUKENE, attachée scientifique, Direction de la Coordination des données
Roland MASSET, Directeur ff, Direction des Eaux souterraines
Service Public de Wallonie
DGO 3 Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
Avenue Prince de Liège, 15 B-5100 Jambes (Namur) - Belgique

La naissance du projet

- 24 septembre 1997: réunion du Comité de pilotage de la carte géologique. Le Directeur général, Claude Delbeuck, avait souhaité que la Région se dote d'une carte hydrogéologique à l'initiative de Louis Franssen⁺.
- 12 novembre 1997: réunion des experts géologues et hydrogéologues et de l'administration (Alain Rorive, Albéric Monjoie⁺, Vincent Debbaut, Christian Dupuis, Guy Seret, Pierre Ghysel, Cyril De Pelsmaeker, Louis Franssen⁺ et Caroline Lemaire).
- 11 février 1998 : création du projet de carte hydrogéologique de Wallonie.
- 28 décembre 1998 : signature de deux conventions d'un an avec la FPMs et l'ULg pour réaliser 2 cartes prototypes (budget = 2.984.000 FB/contrat).
- 1^{er} février 1999 : début des travaux.

Une carte se compose d'un poster A0 et d'une notice explicative.

Le poster contient :

- La carte au 1/25.000^{ème} sur fond géologique.
- Une ou deux coupes.
- Deux ou trois cartes thématiques au 1/50.000^{ème} (informations complémentaires et caractères des nappes, volumes prélevés et isohypses, si disponibles).
- Le tableau de correspondance géologie – hydrogéologie.
- Les différentes légendes.

Base de données Access associée

Depuis le début des travaux, une base de données est associée aux cartes afin d'y stocker les données récoltées. Elle a évolué au fil du temps de la manière suivante :

- Jusqu'en 2005 : une base de données Access par carte, pas de structure commune aux différentes équipes, pas d'interface non plus.
- 2005 : travail de fin d'étude et stage de Piotr Wojda à l'ULg. Il développe une structure harmonisée de la base de données baptisée « BD Hydro ». Elle reprend toutes les données des BD Hydro individuelles (une par université) et certaines données de la base de données des captages d'eau souterraine de la DGO 3 baptisée « 10-Sous ».
- 2006 : convention SPW – ULg (Piotr Wojda). Finalisation de la structure commune, reprise plus complète des données de la base de données 10-Sous de l'administration, réalisation d'une interface-utilisateur, développement d'un module import-export pour permettre aux équipes universitaires d'alimenter la BD Hydro désormais centralisée.

- A partir de 2007 : analyse et développement pour le passage sous Oracle pour une utilisation client-serveur multiutilisateur, reprise de 10-sous périodique, interface Access maintenu (NSI).
- Depuis 2010 : reprise directe des données de 10-sous dans la bd Oracle, et analyse-développement pour une interface-utilisateur réécrite et plus performante (NSI).

A qui est destinée la carte hydrogéologique ?

- Au départ, l'outil était destiné aux agents du SPW, essentiellement DGO 3 (Environnement) et DGO 4 (Aménagement du territoire).
- Rapidement, les agents se sont rendus compte que l'outil pouvait intéresser d'autres acteurs dans le domaine de l'hydrogéologie : sociétés de distribution d'eau, bureaux d'études en environnement et en aménagement du territoire, gestionnaires de carrières, ...
- Finalement, la carte est utilisée par un public bien plus large, allant jusqu'au particulier.

Diffusion de la carte hydrogéologique

Le produit étant destiné à l'administration, sa diffusion à un plus grand nombre d'utilisateurs a du être alors envisagée. La mise à disposition de ce produit s'est rapidement avérée nécessaire.

Détail de la démarche :

- Janvier 2005 : 1^{ère} réflexion sur la diffusion de la carte hydrogéologique de Wallonie sur Internet.
- Mai 2006 : lancement du site web et mise en ligne des 4 premières cartes hydrogéologiques.
- Au 1^{er} mars 2013 : 42 cartes sont diffusées sur un total de 132.

Ces cartes hydrogéologiques de Wallonie éditées sont désormais consultables en ligne et téléchargeables (poster et notice). La diffusion par Internet de la carte hydrogéologique s'est imposée car ce support est souple et modulable. Elle permet de faire des sélections géographiques (zoom) et thématiques (choix des couches d'information visibles).

Le Web offre un accès simple, rapide et direct à l'information (pas de délai d'impression et d'envoi).

Financement et bref historique du projet

- Initiation et financement : Service public de Wallonie – DGO 3 (DGARNE).
- Gestion financière et administrative : Direction des Eaux souterraines.
- Coordination des équipes universitaires, gestion des données numériques et édition : Direction de la Coordination des Données.

Le projet a démarré en 1999 par la signature de deux conventions d'un an avec les Universités de Liège et de Mons (ULg Département ArGEnCo – Secteur GEO³ - Unité Hydrogéologie et UMons (FPMs à l'époque) Service de Géologie Fondamentale et Appliquée). En 2002, deux autres équipes universitaires rejoignent le projet dans le but d'accélérer la cadence de réalisation des cartes. Il s'agit de l'ULg - Campus d'Arlon, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement (anciennement FUL-Fondation Universitaire Luxembourgeois) et UNamur, Département de Géologie (anciennement FUNDP Faculté universitaire Notre-Dame de la Paix de Namur).

- Détail des conventions successives et budget

01/02/1999 au 31/01/2000 : ULg et UMons, 2 cartes/équipe/an	73.971 €
01/06/2000 au 31/05/2001 : ULg et UMons, 3 cartes/équipe/an	85.114 €
01/06/2001 au 31/05/2004 : ULg et UMons, 3 cartes/équipe/an	263.151 €
01/02/2002 au 31/01/2003 : FUNDP et FUL, 3 cartes/équipe/an	87.197 €
01/02/2003 au 31/01/2004 : FUNDP et FUL, 3 cartes/équipe/an	95.519 € 95.565 €
01/02/2004 au 31/01/2007 : FUNDP et FUL, 3 cartes/équipe/an	299.805 €
01/06/2004 au 31/05/2007 : ULg et UMons, 3 cartes/équipe/an	299.805 €
01/02/2007 au 31/08/2010 : FUNDP et ULg Arlon, réalisation + diffusion	427.886 €
01/06/2007 au 31/08/2010 : ULg et UMons, réalisation + diffusion	375.705 €
01/09/2010 au 31/08/2012 : 4 équipes, réalisation + diffusion	295.832 à 323.662 € TVAac
01/09/2012 au 31/08/2014 : 4 équipes, réalisation + diffusion ou diffusion	316.704 à 353.720 € TVAac
2015 : fin du programme	

Acteurs actuels du projet

- SPW – DGO 3 (D GARNE)

Roland Masset (Chef de projet) Direction des Eaux souterraines

Saadia Imerzoukène (Coordination, édition, gestion des données numériques, conception et gestion du site Internet et de l'application webGIS) Direction de la Coordination des données

- UNIVERSITES

Chefs de projet : Alain Dassargues - ULg (qui a succédé à Albéric Monjoie⁺), Alain Rorive - UMons, Vincent Debbaut - ULg Arlon, Vincent - Hallet UNamur

Chercheurs :

Nom du chercheur	Université	Nombre de cartes réalisées
Ingrid Ruthy	ULg	34
Emilie César	ULg	1
Mohamed Bouezmarni	ULg Arlon	22
Vincent Debbaut	ULg Arlon	4
Sylvie Roland	UMons	19
Samantha Rekk	UNamur	18
Ludovic Capette	UNamur	9
Vincent Hallet	UNamur	1

Autres universitaires qui ont participé à la réalisation de la Carte

- Université de Liège :

Nom du chercheur	Nombre de cartes réalisées
Valérie Péters	2
Radu Gogu	2
Vincent Hallet	3
Florence Goffinet	1
Mylène Gylson	5
Pierre Briers	5

- Université de Mons :

Nom du chercheur	Nombre de cartes réalisées
Frédéric Habils	17
Grégoire Bougard	3
Anne Mengeot	2
Julie Bastien	3

- Université de Namur :

Nom du chercheur	Nombre de cartes réalisées
Yves Vanbrabant	3
Isabelle Bonniver	1
Frédéric Dossin	5
Pierre Nogarède	5
Aurélie Sorel	8

- Université de Liège – Campus d’Arlon :

Nom du chercheur	Nombre de cartes réalisées
Pierre Denne	8

Autres personnes de la DGARNE qui ont participé de près ou de loin au projet

- Direction des Eaux souterraines
 - Caroline Lemaire : gestion administrative du projet avant Roland Masset
 - Francis Delloye : structure de la base de données Access associée à la carte au tout début du projet
- Direction de la Coordination des données
 - Patrick Engels : en 2005, participation à la structuration des données en ArcGIS-PGDB et à l’élaboration de la toute première version de l’application webGIS
 - Xavier Demarets : membre du Comité d’accompagnement du projet avant décembre 2004
 - Véronique Willame : Conception et réalisation du site avec Saadia Imerzoukène

Personnes du SPW qui participent à l’édition (avec n° ISBN et N° Dépôt légal de la Carte)

- Séverine Gaspar : Direction des Cours d'eau non navigables - DGO 3
- Yves Thair, Michel Bagérius et leur équipe : Direction de l'Édition – DGT 1
- Christophe Boreux et Véronique Willame : Direction des Eaux souterraines - DGO 3
- Dominique Dubois : Direction de la Communication - DGO 3 CREA
- Sylvie Lenoir : Direction de la Coordination des données - DGO 3

Ceux-ci ont réalisé l’impression des cartes au format A0, l’impression et la reliure des notices explicatives de la Carte, le pliage des cartes au format A0, le graphisme de la couverture des notices explicatives, le rognage des quatre côtés des cartes au format A0 et la mise en pochette des cartes et leur notice.

Comité d'accompagnement

Depuis le début du projet, un Comité d'accompagnement oriente les travaux et valide les rapports. Il est composé d'agents de l'administration (Direction des Eaux souterraines, Direction de la Coordination des données, Direction des Risques industriels, géologiques et miniers, Direction de l'Aménagement régional, Direction de la Géotechnique, des équipes universitaires, de représentants du Comité de pilotage de la carte géologique, d'un représentant du Service géologique de Belgique et d'un représentant de la S.W.D.E.

Gestion et propriété des données

La carte hydrogéologique est basée sur un maximum de données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques disponibles à la date de son édition. Elles sont recueillies par les équipes universitaires auprès de divers organismes.

Ces données sont cartographiées, interprétées, structurées et harmonisées par les universités pour leur stockage sur les serveurs de la DGO 3. Leur édition, publication, diffusion et gestion incombent à la Direction de la Coordination des données.

Toutes les données de la carte hydrogéologique sont la propriété du SPW (DGO 3). La propriété intellectuelle appartient aux différentes universités qui participent au projet.

Consultation des cartes et notices pas encore diffusées

Il est possible d'obtenir une copie de certaines cartes déjà réalisées ou de les consulter soit, à l'administration, soit, auprès de l'équipe universitaire qui a réalisé la carte.

Les cartes hydrogéologiques sont disponibles lorsqu'elles utilisent l'ancien fond géologique ou le nouveau fond géologique déjà édité. Une copie peut-être fournie par l'université au format papier ou fichiers pdf. La copie comporte le poster A0 et sa notice explicative. Leur acquisition nécessite l'accord de la Direction des Eaux souterraines.

Les cartes réalisées avec le nouveau fond géologique pas encore édité, sont consultables auprès de la Direction des Eaux souterraines du SPW – Avenue Prince de Liège, 15 B-5100 Jambes ou auprès de l'équipe universitaire de réalisation.

Les cartes en cours de réalisation ne sont pas consultables.

Mise à jour de l'application webGIS

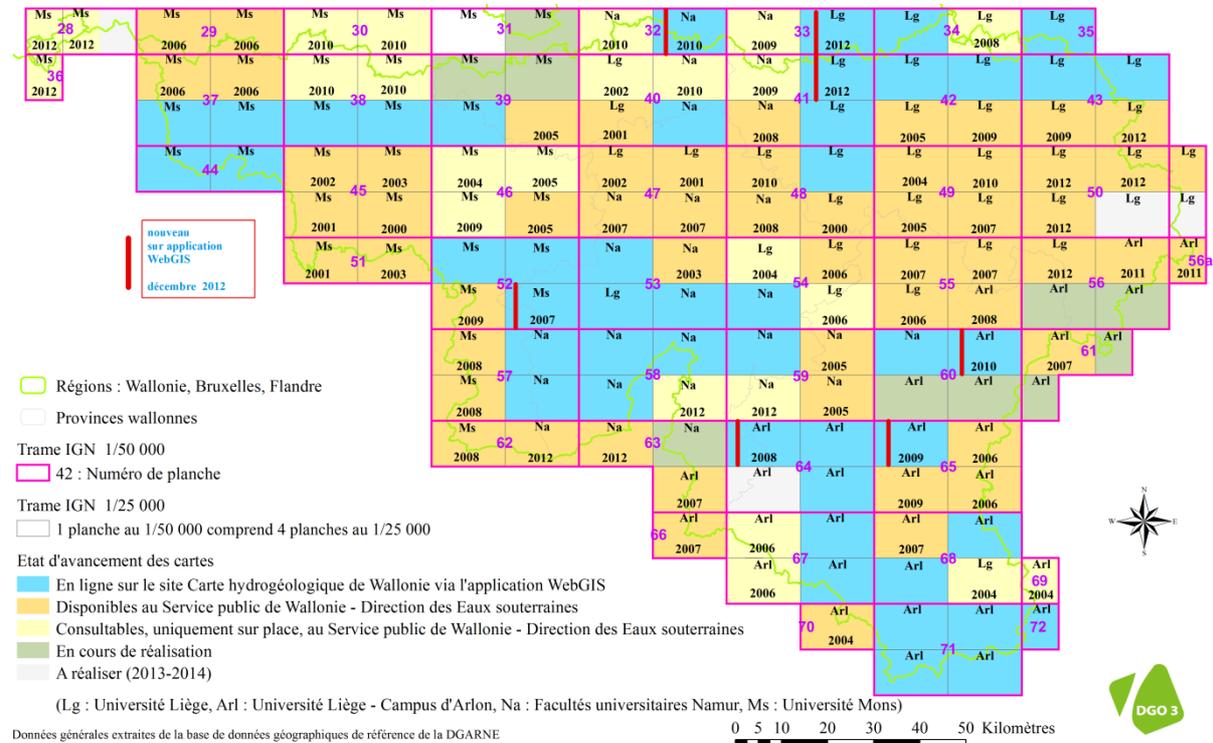
Ne peuvent être diffusées que les cartes qui remplissent les conditions suivantes:

- Fond géologique utilisé ancien (vers 1900 ou 1950) ou nouveau mais déjà édité par la Carte géologique de Wallonie.
- Données géographiques numériques restructurées en Personal GDB ou File GDB (ArcGIS 9.x ou 10.x) avec domaines et LYR de la version en cours.
- Carte et notice lues et approuvées par le chef de projet à l'université, le Comité d'accompagnement de la carte hydrogéologique et le Comité de lecture.
- Carte et notice ont passé avec mention « données acceptées » le contrôle qualité à la DGO 3-Direction de la Coordination des données.

Les cartes et leurs notices sont éditées et publiées par la DGARNE.

Etat d'avancement de la carte

Au 1^{er} mars 2013, 122 cartes étaient réalisées. Les dix dernières cartes restantes (en gris ou en blanc sur la figure 1) seront déposées à l'administration avant la fin de l'année 2013. L'édition et la diffusion de toutes les cartes seront effectives en 2015.



Les années mentionnées ici sont celles de la première édition de la carte.

Les cartes diffusées (cadre bleu) ont été revues et validées. La date d'actualisation se trouve sur le poster A0 et dans la notice explicative.

1. Les cartes **disponibles** ont été réalisées soit avec l'ancien fond géologique (1/40.000), soit avec le nouveau fond géologique qui est déjà édité (1/25.000). Elles sont accompagnées d'une notice explicative. Leur acquisition nécessite la signature d'une convention avec le Service public de Wallonie.
2. Les cartes **consultables** ont été réalisées avec le nouveau fond géologique qui n'est pas encore édité. La consultation sur place a lieu, sur rendez-vous, auprès du Service public de Wallonie - Direction des eaux souterraines.
3. Les cartes **en cours de réalisation** ne sont pas disponibles à la consultation.
4. Les cartes **à réaliser** concernent les parties non couvertes de la Wallonie. Elles feront l'objet de conventions futures

Figure 1 : Etat d'avancement de la carte

Ancienne carte et mise en page actuelle (édition)

La carte hydrogéologique a bien évolué depuis sa création. L'exemple de la carte Antoing-Leuze (37/7-8) des figures 2 et 3 est assez parlant. Cette carte faisait partie des cartes prototypes de la première convention. A l'époque, les équipes travaillaient individuellement et la présentation générale de la carte n'avait pas été fixée. Sur la figure 2, on remarque notamment une coupe mise verticalement, des échelles différentes pour les trois cartes thématiques, une dispersion des légendes et l'absence de cartouche pour les informations relatives aux auteurs et à l'administration. En outre, la structure de la notice n'avait pas été définie, et chaque équipe gérait de manière séparée les données informatiques.

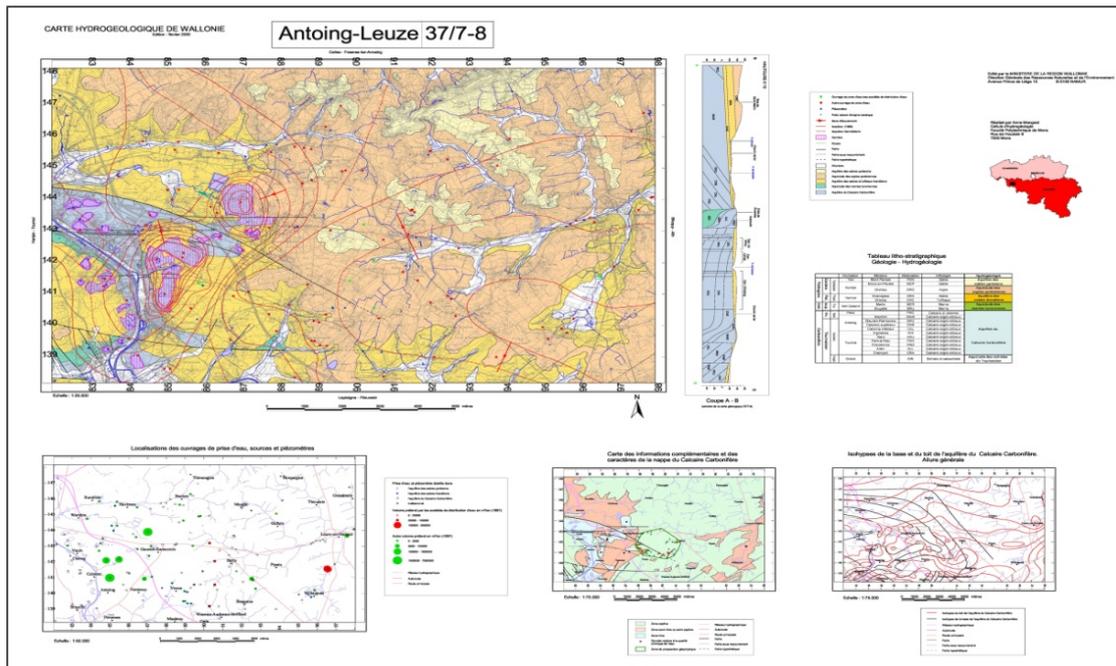


Figure 2 : Ancienne mise en page

Au fil des ans, la méthode de travail s'est affinée. Ainsi la figure 3 reprend la carte Antoing-Leuze nettement améliorée pour son édition. La structure du poster est maintenant standardisée et identique pour toutes les cartes éditées. La structure de la notice a également été fixée (table des matières et polices de caractères). Enfin, toutes les données informatiques sont stockées de manière identique pour toutes les cartes éditées.

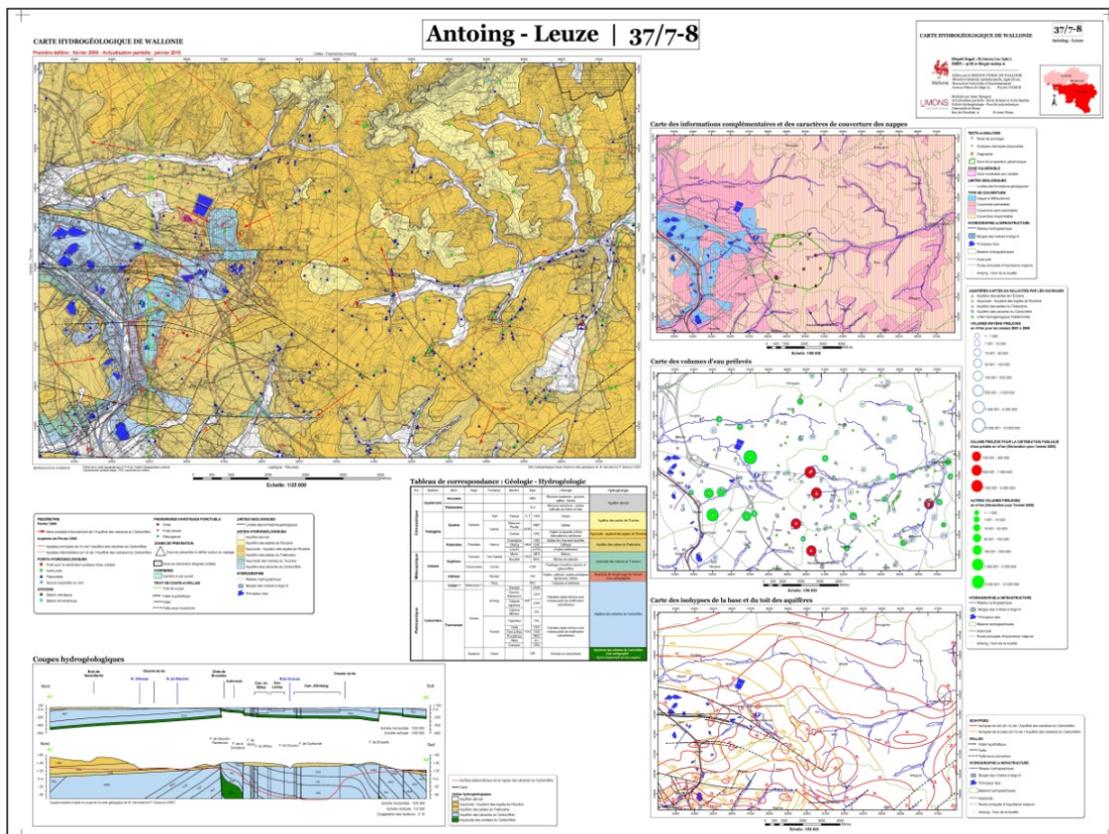


Figure 3 : Mise en page actuelle pour l'édition

MÉTHODOLOGIE ET TERMINOLOGIE DANS L'ÉLABORATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Vincent HALLET, Professeur
Université de Namur – Département de Géologie
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur - Belgique

Introduction

La dénomination « carte hydrogéologique » ne doit pas faire oublier à l'utilisateur que la carte, document principal, est accompagnée d'un livret explicatif et que le projet se base sur une vaste banque de données appelée « BD-Hydro » (Gogu et al., 2001). La « carte » a donc pour objectif de synthétiser de très nombreuses données hydrogéologiques : cartographie des potentialités aquifères, données piézométriques, paramètres hydrodynamiques, données hydrochimiques, ... Les données à collecter sont donc très diversifiées. En conséquence, de très nombreuses sources sont consultées auprès de divers organismes ou équipes de recherche notamment les équipes des cartes géologiques. Informer l'utilisateur de la carte sur la méthodologie de sa construction et sur l'origine des données peut donc s'avérer utile.

Caractérisation des unités hydrogéologiques

Les unités hydrogéologiques sont classées selon trois grandes catégories : aquifère – aquitard – aquiclude. L'aquifère est l'unité hydrogéologique pour laquelle la productivité en eau souterraine est importante ; l'aquiclude est quasi improductif tandis que l'aquitard présente une productivité limitée. L'identification de l'unité est basée sur la lithologie des roches ; lithologie décrite dans le cadre de la carte géologique de Wallonie <http://geologie.wallonie.be>. Pour les roches meubles, la potentialité aquifère est estimée à partir de la granulométrie des sédiments ; pour les roches cohérentes, les calcaires, grès et conglomérats sont considérés comme « aquifère » et les shales comme « aquiclude ». Notons que pour ces roches cohérentes, outre la lithologie, la potentialité hydrogéologique dépend directement de la fracturation et/ou de l'altération et peut donc fortement varier spatialement.

La coupe hydrogéologique facilite une visualisation 3D. Contrairement aux coupes géologiques habituelles, les coupes hydrogéologiques présentent une exagération verticale de 5 à 10 fois. Si cette exagération déforme les structures géologiques, elle a l'avantage de bien mettre en évidence l'influence de la géomorphologie sur l'hydrogéologie : localisation des niveaux de base régionaux, situation drainante ou infiltrante des rivières, échange de flux entre bassins versants, ...

Localisation des ouvrages de captages et des sources.

Les ouvrages de captages (puits et galeries) sont identifiés et localisés à partir de la banque de données Dix-sous <http://carto1.wallonie.be/10SousInt> qui contient la liste des ouvrages déclarés au SPW. Une enquête de terrain ou après de certains organismes (firme de forage, SPAQuE, ...) permet de localiser d'autres puits et de préciser, si nécessaire, leur localisation et compléter les informations techniques (profondeur, diamètre, équipement, ...). Pour les sources, seules celles qui ont fait l'objet d'études hydrogéologiques (débit, hydrochimie, ...) sont inventoriées et localisées sur la carte.

Données piézométriques

La piézométrie des nappes est une information essentielle ; elle renseigne sur la profondeur d'une nappe, sur ses fluctuations saisonnières et sur son évolution à long terme. Quelques grands aquifères disposent d'une carte piézométrique régionale : les nappes des sables bruxelliens dans la partie nord-ouest de la Wallonie, des craies de Hesbaye et du Pays de Herve, des craies du Bassin de Mons, des grès de Florenville en Lorraine et des calcaires dévono-carbonifères du Tournaisis. Au sud du Sillon Sambre et Meuse (synclinorium de Dinant, anticlinorium de l'Ardenne), le cloisonnement des aquifères, suite à l'hétérogénéité des formations géologiques et à leur structure plissée, ne permet pas de dresser des cartes piézométriques régionales. Sur les cartes hydrogéologiques de cette zone figurent, dès lors, des valeurs mesurées localement. Dans le livret, peuvent figurer des chroniques provenant de banques de données (par exemple du réseau patrimonial du SPW comprenant 186 sites quantitatifs) ou mesurées sur une saison hydrogéologique lors de la réalisation de la carte.

Quantification des paramètres hydrogéologiques

Les essais de pompage permettent de définir les paramètres hydrogéologiques (conductivité hydraulique, coefficient d'emmagasinement) d'un aquifère. Les données sont obtenues en consultant les résultats d'études d'incidence et tout particulièrement les études réalisées dans le cadre de la délimitation des zones de prévention autour des captages. La Région wallonne dispose également d'un réseau patrimonial de piézomètres ; tous ont été testés et contribuent ainsi à une meilleure quantification des paramètres. Remarquons que dans le cas des roches meubles, on peut espérer des valeurs de paramètres représentatifs à l'échelle d'une unité hydrogéologique spécifique ; pour les roches cohérentes, les paramètres hydrogéologiques, fortement influencés par l'altération et la fissuration, ne peuvent être évalués que localement.

Les essais de traçage permettent de définir les connexions karstiques au sein d'un même bassin ou entre bassins versants voisins. Une première interprétation permet de définir des temps de transfert et donc des vitesses de circulation. En cas de modélisation, la valeur de certains paramètres peut être quantifiée : porosité, dispersivités longitudinale et transversale, porosité d'eau immobile, coefficient d'échange, ... Ces paramètres ne sont valables que pour le site étudié et ne peuvent être extrapolés à l'ensemble de l'unité hydrogéologique.

Caractérisation et estimation qualitative des ressources en eau souterraine

Les données qualitatives proviennent d'analyses physico-chimiques réalisées principalement dans le cadre du réseau de surveillance mis en place dans le cadre de la Directive Cadre européenne sur l'eau <http://environnement.wallonie.be>. Ce réseau comprend 206 sites patrimoniaux auxquels s'ajoute le réseau des producteurs d'eau (193 sites). Les données sont reprises dans la BD-Calypso. Outre cette banque de données, les équipes complètent leurs informations en se renseignant auprès des compagnies d'eau, des industries, des agriculteurs et des particuliers qui disposent d'analyses. Les résultats sont synthétisés, par unité hydrogéologique, sous forme de diagramme de Piper (Piper, 1944).

Pour les éléments sensibles, tels que les nitrates, des courbes d'évolution peuvent figurer dans la notice explicative.

Informations diverses (cartes thématiques)

De nombreuses informations complémentaires figurent sur la carte principale et les cartes annexes.

Pour la carte principale, les zones de prévention arrêtées et les zones de prévention à définir sont localisées. Ces informations sont fournies par le SPW.

Les cartes des isohypses se basent sur les informations fournies par la carte géologique complétées par d'éventuelles nouvelles données obtenues lors du recensement des forages. Elles permettent de connaître la puissance des unités hydrogéologiques. Ces cartes n'existent que pour les formations géologiques post-hercyniennes.

Les cartes des volumes d'eau prélevés localisent les captages privés ou publics et précisent les débits pompés lors d'une année de référence ainsi qu'un débit moyen calculé sur les cinq dernières années. Elles sont réalisées à partir des données de la BD Dixsous complétées par des informations directement fournies par le producteur. Pour chaque captage, l'unité hydrogéologique sollicitée est précisée.

Enfin, une troisième carte fournit des informations complémentaires telles que la présence éventuelle d'une zone vulnérable aux nitrates et du caractère captif ou libre du principal aquifère. Figurent également sur ces cartes la localisation des sites où des données spécifiques à l'hydrogéologie ont été collectées : essais de pompage, essais de traçage, diagraphies, prospections géophysiques, analyses chimiques, ...

Le livret, les bases de données géographiques

L'utilisateur ne doit pas oublier que la carte est accompagnée d'un livret explicatif qui explicite et détaille les informations fournies sur la carte principale et les cartes thématiques (poster A0). Via l'application WebGIS

<http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo>, l'utilisateur peut disposer directement de certaines de ces données.

Conclusions

Le projet « carte hydrogéologique » (carte principale, cartes thématiques, livret explicatif, base de données géographiques et BD-Hydro associée) constitue une vaste synthèse des informations hydrogéologiques de Wallonie. Grâce à l'application WebGIS, ces informations sont mises à la disposition d'un vaste public.

La haute qualité des informations fournies n'aurait pu être atteinte sans une approche multidisciplinaire sollicitant la collaboration de très nombreuses personnes, sociétés de distribution d'eau, organismes divers, entreprises, ... Qu'ils en soient tous remerciés.

Bibliographie

Gogu, R.C., Carabin G., Hallet V., Peters V., Dassargues A., (2001): GIS-based hydrogeological databases and groundwater modelling, *Hydrogeology Journal*: 9 : 555-569.

Piper, A., (1944). A graphic procedure in geochemical interpretation of water analyses. *Transaction geophysical Union*. 25:914-923.

PRÉSENTATION DU SITE ET DE L'APPLICATION WEBGIS DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE

Saadia IMERZOUKENE, attachée scientifique
Service Public de Wallonie

DGO 3 Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
Direction de la Coordination des données
Avenue Prince de Liège, 15 B- B-5100 Jambes (Namur) - Belgique

1. Site web 'Carte hydrogéologique de Wallonie'

C'est en mai 2006 que furent lancés le premier site Internet et l'application webGIS de la Carte hydrogéologique de Wallonie. Cette dernière ne contenait que 4 cartes hydrogéologiques (une par équipe universitaire). Url du site : <http://environnement.wallonie.be/cartehydrogeo/>



Figure 1 : Page d'accueil du site

Depuis, la Carte hydrogéologique a bien évolué tant au niveau de la forme que de la structure informatique des données et de leurs légendes.

Le site contient des informations sur le projet (Historique, Objectifs, Moyens mis œuvre, Acteurs) mais aussi des onglets sur la Méthodologie de la carte, les Concepts hydrogéologiques, Quand utiliser la carte, un Mode d'emploi de l'application webGIS et surtout un Avertissement et le Cadre juridique à consulter avant tout usage de ce produit.



Figure 2 : Menu du site

En 2012, les cartes et les notices sont téléchargeables au format pdf à très haute résolution avec la nouvelle mise en page suite aux travaux d'édition entamés cette même année. En outre, une liste des cartes hydrogéologiques de Wallonie, éditées et diffusées, est disponible sur le site. Elle est utile, comme référence bibliographique avec ISBN, en cas d'utilisation des données ou de la notice explicative d'une des cartes.

http://environnement.wallonie.be/cartosig/cartehydrogeo/document/Liste_cartes_hydrogeologiques_ISBN_Ref_biblio.pdf

Programme de diffusion

Le programme de diffusion est accessible sur la page d'accueil.



Figure 3 : Programme de diffusion

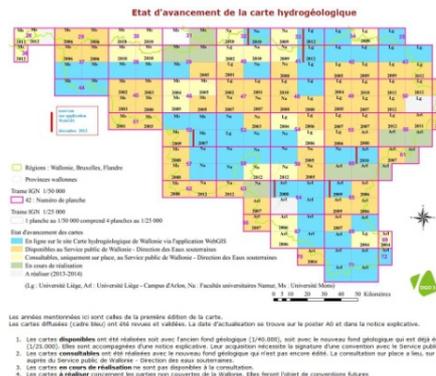


Figure 4 : Etat d'avancement des travaux de réalisation de la carte

Etat d'avancement de la Carte

Au 15 février 2013, 122 cartes ont été réalisées et 42 cartes sont éditées et diffusées par le SPW (DGO 3) sur ce site. Les 8 dernières cartes à réaliser seront disponibles vers la fin 2013. Le processus d'édition, de publication et de diffusion dépendra de l'état d'avancement et de l'édition de la nouvelle carte géologique de Wallonie et du comité de lecture de la carte hydrogéologique.

Les années mentionnées ici sont celles de la première édition de la carte.

Les cartes diffusées (cadre bleu) ont été revues et validées. La date d'actualisation se trouve sur le poster A0 et dans la notice explicative.

Les cartes **disponibles** ont été réalisées soit avec l'ancien fond géologique (1/40.000), soit avec le nouveau fond géologique qui est déjà édité (1/25.000). Elles sont accompagnées d'une notice explicative. Leur acquisition nécessite la signature d'une convention avec le Service public de Wallonie.

Les cartes **consultables** ont été réalisées avec le nouveau fond géologique qui n'est pas encore édité. La consultation sur place a lieu, sur rendez-vous, auprès du Service public de Wallonie - Direction des Eaux souterraines.

Les cartes **en cours de réalisation** ne sont pas disponibles à la consultation.

Produit Carte hydrogéologique de Wallonie

Le produit 'Carte hydrogéologique de Wallonie' comprend une ou deux cartes au format A0 et une notice explicative dûment documentée.

La carte contient :

- ▶ une carte principale, à 1/25 000, qui reprend les unités hydrogéologiques (aquifères, aquitards, aquicludes), les captages, les galeries et aqueducs, les zones de protection de captages, la piézométrie (points de mesures, isopièzes et sens

d'écoulement), les phénomènes karstiques, les failles, les carrières, le trait de coupe, les stations climatiques et limnimétriques.

- ▶ un tableau des unités hydrogéologiques présentes sur la carte.
- ▶ une ou deux coupes hydrogéologiques.
- ▶ une carte des isohypses, à 1/50 000, qui contient les isohypses et les cotes ponctuelles du toit et de la base des unités hydrogéologiques présentes.
- ▶ une carte des volumes d'eau pompés, à 1/50 000, qui contient les volumes d'eau annuels moyens, les volumes pompés destinés à la distribution publique, les volumes pompés par des particuliers et les autres activités, les volumes d'eau de surface, les volumes de démergement et les prises d'eau souterraines avec une légende indiquant l'aquifère capté ou sollicité.
- ▶ Une carte des informations complémentaires et du caractère des nappes, à 1/50 000, qui reprend la position des captages où des tests et des analyses ont été effectués (essai de pompage, traçage, diagraphie, analyses chimiques et étude géophysique), le type de nappe (libre, semi-captif, captif), le type de couverture et la zone vulnérable aux nitrates.

La notice explicative est bien documentée et comprend les chapitres suivants :

- ▶ Cadres géographique, géomorphologique et hydrographique
- ▶ Cadre géologique
- ▶ Cadre hydrogéologique
- ▶ Hydrochimie
- ▶ Exploitation des aquifères
- ▶ Paramètres hydrogéologiques d'écoulement et de transport
- ▶ Zones de prévention des captages
- ▶ Méthodologie d'élaboration de la carte
- ▶ Bibliographie

2. Application webGIS 'Carte hydrogéologique de Wallonie'

Technologie, public cible et propriété des données

L'application webGIS est construite à la DGO 3 (Direction de la Coordination des données) avec la technologie ESRI ArcIMS 9.3.1. Le viewer est développé et personnalisé en html et en Javascript.

C'est une application "métier" qui permet de télécharger, de visualiser, de consulter, de croiser et de faire des requêtes sur les données cartographiées telles qu'elles se présentent sur le poster au format A0 (de la carte) et ne contient donc que les données de la carte.

Elle peut être consultée par tous les publics, mais pour des expertises techniques, l'utilisation par un spécialiste est recommandée.

Le Service public de Wallonie - DGO 3 est propriétaire des données. Les universités qui ont réalisé la carte en ont la propriété intellectuelle. Il s'agit de l'Université de Liège (dont le Campus d'Arlon), l'Université de Mons et l'Université de Namur.

Il ne faut pas oublier de lire la page **Cadre juridique** qui contient les 'Mentions légales' et les 'Conditions d'utilisation' des données et de l'application webGIS

Conception et amélioration de la structure des données

En 2008, un gros travail d'assemblage au niveau de la base de données géographiques et d'uniformisation des légendes des cartes diffusées via l'application webGIS est réalisé à la Direction de la Coordination des données. Une très nette amélioration de la mise en page et

des différentes fonctionnalités est alors apportée dont la très demandée image géo-référencée de la carte principale.

Les principales fonctionnalités ajoutées sont une meilleure légende personnalisée des différents thèmes (couches), l'ajout d'une liste déroulante pour passer d'une carte à l'autre, le fond géologique ancien ou nouveau utilisé, un bouton pour la désélection, des requêtes personnalisées par thème, possibilité de pointer vers le paragraphe traitant le thème dans la notice explicative de la carte consultée, possibilité de lien vers d'autres sites ou pages web via l'application tels que la base de données des captages 10Sous du SPW-DGO 3-Direction des Eaux souterraines.

Structure des données dans la table des matières

Les données géographiques sont construites et structurées en Personal GeoDataBase puis en File Geodatabase avec la Technologie ESRI ArcGIS 9.x et 10.1.

Dans la table des matières, les thèmes sont regroupés en huit parties :

- ▶ **ELEMENTS CARTE** : Frontière, Limite régionale, cache, Wallonie
- ▶ **F_IGN_ANCIEN** : Fond IGN ancien (N/B) à 1/10 000è
- ▶ **DONNEES DE FLANDRE (DOV-VMW)** pour les cartes limitrophes : piézométrie, captages, zone de prévention des captages, zone vulnérable aux nitrates, type de nappe, rivières, bassins hydrographiques, etc.
- ▶ **TRAME COMMUNE** : rivières, bassins hydrographiques, berges, lacs, routes, communes, anciennes communes, localités.
- ▶ **CARTE PRINCIPALE** : piézométrie, captages, phénomènes karstiques, zone de prévention des captages, unités hydrogéologiques, limites géologiques, failles, trait de coupe hydrogéologique, carrières.
- ▶ **CARTE DES ISOHYPSES** : isohypses du toit et de la base des aquifères, cotes ponctuelles du toit et de la base des aquifères.
- ▶ **CARTE DES VOLUMES** : captages avec mention de l'aquifère capté ou sollicité, volumes d'eau moyens pompés, volume d'eau pompés pour la distribution publique, volume d'eau pompé par d'autres activités, volume d'eau de démergement pompé, volume d'eau de surface pompé.
- ▶ **CARTE DES INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES** : localisation des captages où sont disponibles des données de pompages d'essai, d'analyses chimiques, de tests de diagraphie et de traçage, zone de prospection géophysique, zone vulnérable aux nitrates, zone d'artésianisme, type de couverture, type de nappe.

Accès à l'application webGIS et navigation

Le premier accès à l'application se fait en cliquant sur un des cadres bleus de la page d'accueil du site Internet de la Carte hydrogéologique. Puis, la navigation se fait par carte. On peut visualiser, consulter, croiser, identifier et faire des requêtes sur les données d'une carte à la fois telle qu'elle se présente sur le poster au format A0. Bien que les fonctionnalités soient identiques, les thèmes affichés ainsi que leur légende, les coupes, le tableau litho-stratigraphique, l'image géo-référencée, les listes déroulantes des requêtes des thèmes et des communes sont propres à chaque carte.



Figure 5 : Accès à une carte de l'application webGIS

Echelle d'affichage des données

Pour les données hydrogéologiques (lignes et polygones), les données ne s'affichent plus lorsque le zoom est inférieur à 1/10 000 qui est l'échelle de détail des levés sur le terrain pour le fond géologique utilisé. Les données ponctuelles et celles de la trame commune sont visibles à toutes les échelles. L'IGN n'est pas visible à moins de 1/1 000 et à plus de 1/30 000.

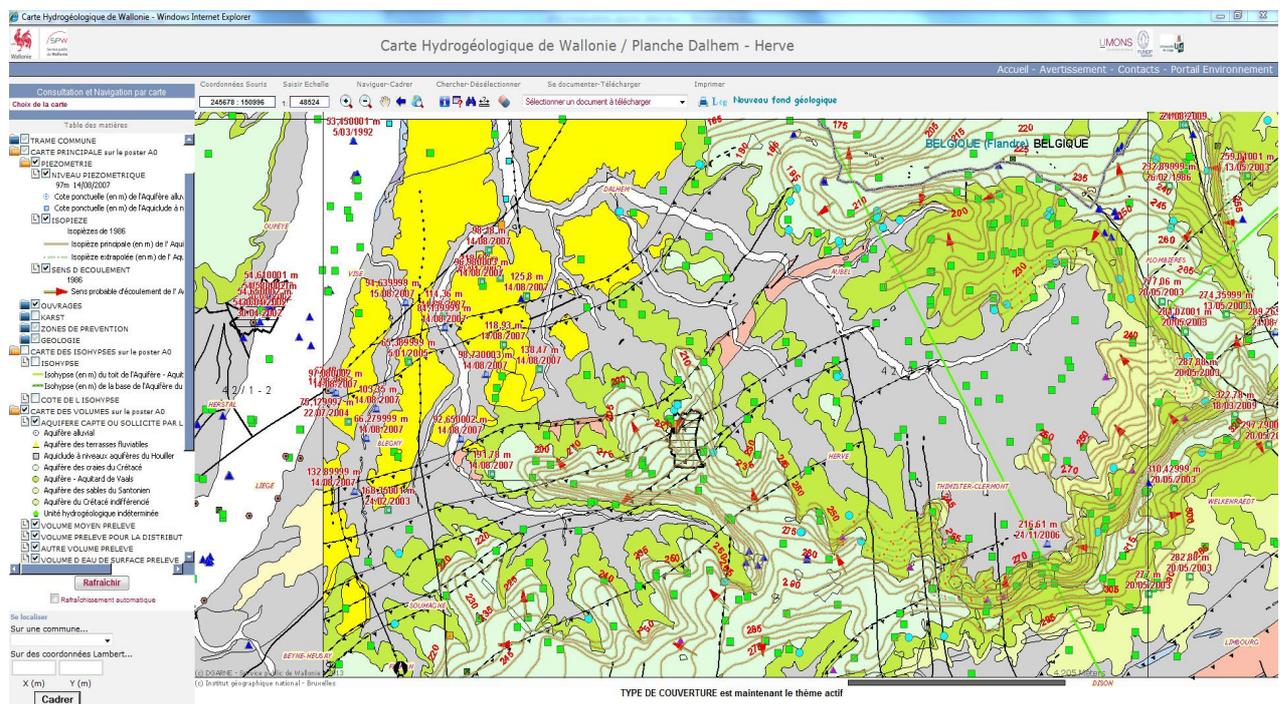


Figure 6 : Une vue sur une carte de l'application webGIS

Pour passer à une autre carte, il faut utiliser la liste déroulante en haut à gauche de l'écran.



Figure 7 : Liste déroulante pour naviguer d'une carte à l'autre

Téléchargement de documents

L'outil de téléchargement de l'image géo-référencée de la carte Principale, de la coupe hydrogéologique ainsi que le Tableau lithostratigraphique de la carte consultée est situé en haut au milieu du menu de l'application webGIS.



Figure 8 : Outil de téléchargement de documents

Outils de localisation et de visualisation

Les outils de localisation offrent la possibilité de se positionner sur une commune



, sur un point de coordonnées X,Y connues , en saisissant une échelle 1: , en zoomant et en dé-zoomant sur la carte  , en se déplaçant sur la carte  et en zoomant sur un enregistrement donné restitué lors d'une requête au niveau d'un thème de la table des matières

3	4237001	244480	148925	0	LONEXA 01	SOCIETE WALLONNE DES EAUX
					SURVEY NITRATES	JL COMPERE
4	4247001	252061	150805	0	BOUXHMONT-GALERIE	S.W.D.E.- SOCIETE WALLONNE DES EAUX

Zoom to these records

Outils d'identification et d'analyse

L'outil d'identification  d'un élément cartographique permet, en cliquant dessus, d'afficher sa ligne d'enregistrement dans la table attributaire (de la base de données géographiques) du thème activé.

L'outil de requête  offre, en cliquant dessus après avoir activé un thème de la table des matières, la possibilité de rechercher et de questionner la base de données via une liste de noms et codes contenus dans une liste déroulante. On peut ainsi retrouver un captage par son type ou son exploitant.

Figure 9 : Exemple de requête

Pour un problème environnemental ou hydrogéologique donné à solutionner, des analyses plus complexes peuvent être réalisées en croisant et en superposant deux ou plusieurs thèmes, en questionnant plusieurs couches, en zoomant, en se référant à différentes chapitres de la notice explicative. Cela est le cas lors du forage d'un nouveau puits, lorsque les producteurs d'eau destinée à la distribution publique recherchent de nouvelles sources d'approvisionnement, lors d'études de réhabilitation d'un site pollué, lors des permis d'environnement délivrés par les agents du S.P.W. tant au niveau de l'aménagement du territoire qu'au niveau de la gestion des déchets ou pour les études d'incidences.

Ainsi on peut avoir une idée en quelques clics sur la géologie, les éléments essentiels relatifs aux aquifères (nature et extension), piézométrie (niveau d'eau), sens d'écoulement des eaux souterraines, la nature libre ou captive des nappes en présence, la topographie, la présence de captages d'eau, de zones de prévention, de stations de mesures limnimétriques, les volumes d'eau prélevés, les niveaux piézométriques, les phénomènes karstiques. En outre, il est possible de prendre connaissance de l'existence d'études hydrogéologiques locales complémentaires telles que hydrochimie, diagraphies, essais de pompage, tests de traçage, prospection géophysique, etc.

Outils d'analyse Requête et identification ex. *piézométrie - pompages*

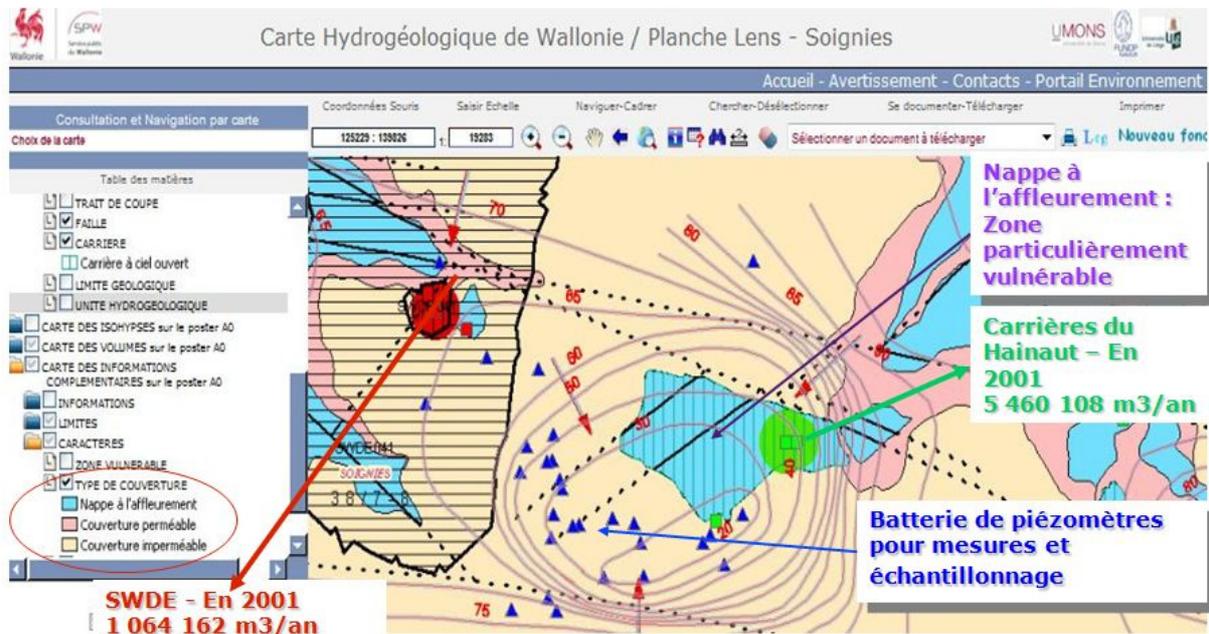


Figure 10 : Exemple de mise en évidence d'une zone surexploitée dans une nappe à l'affleurement vulnérable

3. Publications

La carte hydrogéologique de Wallonie a été présentée à l'occasion de diverses manifestations scientifiques (ordre chronologique):

- Colloques, conférences avec présentation orale ou poster

17-20 Juin 2003 – Bologne, Italie – 4th European Congress on Regional Geoscientist Cartography and Information Systems où deux articles ont été présentés

Article 1: Coupling GIS with a DataBase for hydrogeological mapping : Article + poster

Article 2: GIS and hydrogeological mapping of Walloon Region (Belgium) Article + Poster-Hydrogeo_Map

3° trimestre 2004, périodique trimestriel (EcoKarst) sur le karst édité par le CWEPS : Programme de cartographie hydrogéologique de la Région wallonne : Article

June 13th-16th 2006 - Barcelone-Spain : 5th European Congress on Regional Geoscientific Cartography and Information Systems - Earth and Water : 'Hydrogeological mappinf of the Walloon Region (Belgium) : now on the web!!' : Article

March 22th 2007 - Brussels - B-IWA Happy Hour–e-Water–Innovative Information Techniques Towards Water Management : 'Use of modern databases coupled to modelling and mapping tools in groundwater studies' : Article

22-23 novembre 2007, Oujda, Maroc - Congrès International, Eau et Déchets, Proceedings pp. 298-299 : Cartographie moderne des eaux souterraines : synthèse optimale de l'information hydrogéologique et outil performant de gestion, cas de la Wallonie (Belgique)

24 novembre 2010, Gembloux - 3^e Journée d'étude du Projet de Cartographie numérique des sols de Wallonie (PCNSW): 'La carte des sols: un appui à la réalisation de la carte hydrogéologique de Wallonie' : Article

17th-18th April 2012, Barcelona, Spain - 18th Conference of the LIBER 'Groupe des Carthothécaires' - Maps Expert Group - : 'Hydrogeological maps of Wallonia (Belgium): how to manage an ongoing collection of born-digital maps in a library' : Article

April 23th 2012, Fez - Morocco research advance in ICT, for water : 'Digital mapping of groundwater: effective tool management in Wallonia (Belgium), applicable to other countries or regions' : Article

10 octobre 2012, Beez-Namur - Colloque SPGE-DGARNE - Ressources en eau souterraine : de la modélisation régionale à la protection des captages : 'La carte hydrogéologique de Wallonie, un outil pour la gestion des eaux souterraines' : Poster.

- ▶ Journées d'étude où la Carte a participé via une présentation power point sans article annexé.

13 Mars 2002, Liège – Colloque 'Louis Franssen' sur la carte géologique de Wallonie.

2002, Liège - Journée d'étude consacrée à la Carte géologique, à l'Inventaire des ressources du sous-sol et à la Carte hydrogéologique: Les cartes hydrogéologiques de Wallonie - Banque de données hydrogéologiques.

16-17 Novembre 2002 – Han-sur-Lesse - Journées de la spéléologie scientifique

04 Juin 2004, Valvert (Etalle) – Journée d'étude du Comité Belge des Hydrogéologues: Les eaux minérales et eaux de source en Belgique

14-17 Septembre 2004, Bruxelles - 3th International PostGraduate –Symposium, organisé par le "Quaternary Research Association"

2006, Liège -Jeudis de l'Aquapôle : 'Cartes hydrogéologiques de Wallonie: réalisation et diffusion WebGIS'

2007, Bucarest - Workshop du projet 'Aquaprotect',: 'Hydrogeological mapping of the walloon Region (Belgium)'

24 janvier 2007, Beez-Namur - Journée d'étude WebGIS DGRNE-DCI : Accès au SIG environnemental de la DGRNE. Présentation des applications WebGIS Internet, 'Application Carte hydrogéologique de Wallonie'.

25 mai 2007, Gembloux - Journée d'étude WebGIS DGRNE-DCI : Accès au SIG environnemental de la DGRNE. Présentation des applications WebGIS Internet, 'Application Carte hydrogéologique de Wallonie'.

2007, Namur - Journée d'études – Géologie de l'Ingénieur, Les nouvelles sources d'informations sur la toile et ailleurs en Belgique et régions limitrophes

Session 2

Les utilisateurs de la carte hydrogéologique

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE, OUTIL DE MÉMOIRE DES ACQUIS ET DES DONNÉES : RÉFLEXIONS, EXEMPLES ET ASPECTS SCIENTIFIQUES

Alain DASSARGUES, Professeur Ordinaire
Université de Liège – Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement, Secteur Géo3, Dpt ArGENCo
Sart Tilman - B52 B-4000 Liège - Belgique

La carte hydrogéologique et la Base de Donnée (BdD) qui lui correspond sont indubitablement des outils très précieux qui permettent à la fois d'archiver et de rendre accessible un nombre important de données hydrogéologiques et cela de manière évolutive. Il est bon néanmoins de veiller à quelques aspects importants relatifs à leur utilisation par les scientifiques et les professionnels du domaine.

Cartes hydrogéologiques et le nouveau paradigme de mise à disposition des données

Le premier fait marquant est sans doute lié à la simultanéité de cet exercice de cartographie hydrogéologique avec le changement de paradigme qui est train de s'opérer en matière de mise à disposition de données. En effet, le premier point positif de l'élaboration de la carte hydrogéologique est sûrement l'archivage et la 'mise en mémoire' des observations et mesures hydrogéologiques, ce qui permet d'assurer que les acquis dans ce domaine, le restent et le resteront pour le futur. Là où les choses changent c'est que cette 'mise en mémoire' permet désormais une mise en commun hautement facilitée. En même temps, nous évoluons vers un monde qui se veut de plus en plus 'transparent' ou 'open source' où les données sont de plus en plus partagées voire publiques. Outre le fait qu'il peut y avoir des cas particuliers où ces données ne peuvent pas être publiques pour des raisons de confidentialités commerciales ou juridiques (cas finalement relativement isolés quand il s'agit d'eaux souterraines), cette attitude ou ce monde 'open source' est accompagné d'une hypothèse corollaire d'un monde 'adulte' où l'interprétation de la donnée partagée ou publique fait partie de la pleine responsabilité de chaque utilisateur (avec chacun s'exprimant dans sa spécialité). Donc, a contrario, ceci peut devenir trompeur voire dangereux lorsque ces données sont aux mains d' 'interpréteurs' ou de 'end users' non compétents dans le domaine, voire peu scrupuleux.

Par contre, ce changement de pratique amène des obligations nouvelles :

- régler et/ou réduire la confidentialité des données (pour un bien commun comme l'eau souterraine cela semble logique ...) ;
- maintenir, entretenir et développer les plateformes WEB et des BdD ;
- alimenter et actualiser les contenus en données grâce aux nouvelles observations et mesures ;
- susciter de nouveaux réflexes et habitudes (de rigueur et de prudence) chez les utilisateurs notamment par rapport aux valeurs et aux incertitudes liées aux données.

Utilisateurs

Les utilisateurs potentiels sont nombreux et une liste de ceux-ci ne peut être exhaustive. Lors de ce colloque, il nous sera permis notamment d'entendre des échos venant d'une série d'entre-eux :

- les chercheurs universitaires et/ou d'autres institutions et parastataux ;
- les hydrogéologues de bureaux d'études ;
- les hydrogéologues de compagnies d'eau ;
- les géologues et experts de l'industrie extractive ;
- les hydrogéologues d'administrations et de ministères ;
- les différents spécialistes de l'aménagement du territoire ;
- ...

Paradoxe de la caractérisation en sciences de la Terre et en hydrogéologie

Il n'est pas rare (et on pourrait dire que c'est même très courant dans les sciences géologiques et de façon plus générale dans les sciences naturelles) que les études hydrogéologiques fournissent des données qui à leur tour soulèvent d'autres questions. Le pessimiste pourrait se borner à constater qu'on n'a pas forcément progressé. Il est plus rigoureux et optimiste de considérer que les données ont permis d'avancer dans la caractérisation tout en reconnaissant que forcément on ne dispose pas encore d'informations tout à fait complètes sur les processus en cours dans le sous-sol. En tout cas, on a déjà de fortes chances d'être plus fiable et réaliste dans l'interprétation qu'on en fait. Un bel exemple de cette situation peut être évoqué avec les nombreux essais de traçages réalisés dans les craies de Hesbaye pour la détermination des zones de prévention autour des galeries captantes. Certes, il était attendu que le transport de solutés serait à la fois très 'advectif' à cause du rôle des nombreuses fissures et mini-conduits présents dans la craie et à la fois très dispersif et influencé par un effet d'eau immobile important dans les zones peu fissurées de matrice crayeuse poreuse où l'eau n'est que très peu mobile. A la vue des résultats présentant une série de courbes de restitution très variées, ce pronostic a été vérifié mais de nombreuses questions additionnelles (et parfois de caractère relativement fondamental) se sont fait jour : comment représenter dans les modèles ces comportements si différents ? quelle est la signification réelle de la porosité effective de transport dans des zones fissurées ? quel est le rôle de l'effet d'eau immobile ? comment les galeries de drainage interagissent-elles réellement avec l'aquifère ? etc.

Cartes hydrogéologiques et les données nécessaires pour une étude hydrogéologique et la simulation

Pour toute étude hydrogéologique complète et notamment pour toute modélisation en hydrogéologie, on peut classer et résumer les différents types de données qui sont nécessaires comme suit :

- données relatives à la géométrie (1D, 2D ou 3D) de la zone à étudier (ou à modéliser): géologie, topographie, hydrologie, ...
- données sur les valeurs des propriétés du milieu influençant les processus concernés par l'étude (ou simulés). Par exemple, pour un problème d'écoulement 3D en nappe captive et en régime transitoire, la conductivité hydraulique (K) et le coefficient d'emmagasinement spécifique (S_s), ou pour un problème 2D relatif à une nappe libre, la transmissivité ($T(h)$) et le coefficient d'emmagasinement assimilé à la porosité efficace ($S=n_e$).
- données relatives aux sollicitations ('stress factors') appliquées au système : exemple pour l'écoulement, les infiltrations, pompages, injections, ...
- données historiques (mesurées) concernant la variable dépendante du problème ou sa dérivée : pour l'écoulement, les hauteurs piézométriques mesurées et les débits ou flux mesurés, pour le transport de contaminants, les concentrations mesurées... qui seront utilisées lors de la vérification des calculs voire de la calibration et la validation du modèle.

Idéalement, toutes ces données devraient, en grande partie, pouvoir être trouvées dans les cartes hydrogéologiques et leurs bases de données. Conceptuellement, la zone d'étude ou la zone modélisée est ramenée à un 'système' (figure 1) décrit par sa géométrie et ses propriétés (caractéristiques), soumis à des sollicitations extérieures (variables indépendantes) qui vont induire une réponse ou réaction (variables dépendantes). Donc, si on pompe dans un aquifère, le système aquifère est décrit géométriquement et par ses propriétés, la sollicitation est le débit de pompage et la réponse est constituée par les hauteurs piézométriques rabattues dans la zone étudiée.

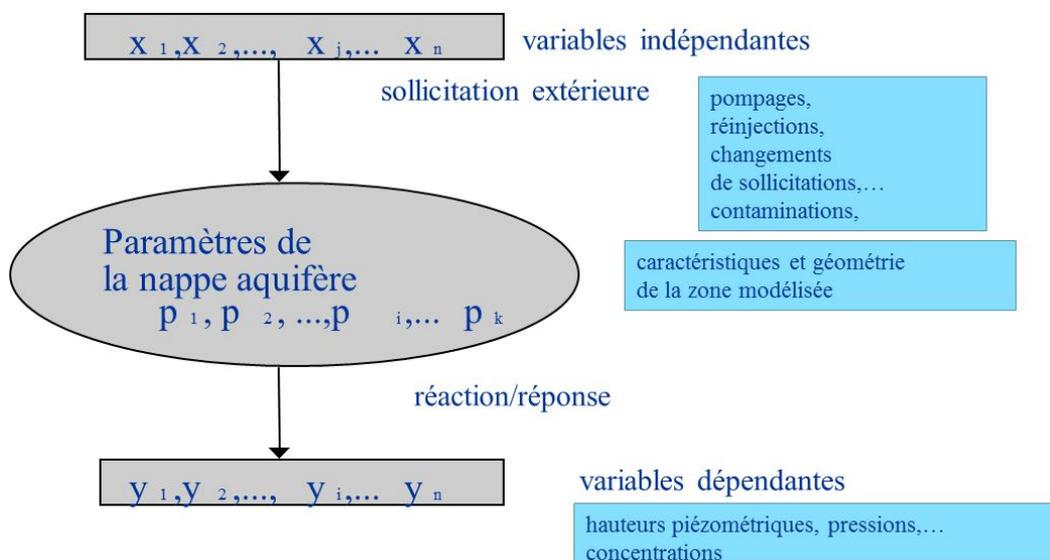


Figure 1 : Schéma conceptuel d'un problème hydrogéologique

Cartes hydrogéologiques et bases de données: attention aux effets d'échelles

Les roches meubles ou indurées constituant le sous-sol peuvent toutes être considérées comme formant ce qu'on appelle un milieu poreux se caractérisant par la présence d'une

matrice solide et d'espaces. Ces espaces correspondent aux pores de la roche ou aux chenaux, fissures, fractures, cavités que l'on peut rencontrer dans diverses formations géologiques. En hydrogéologie, et en zone saturée, l'eau occupe ces espaces disséminés dans le milieu. On suppose généralement qu'une portion suffisante d'entre-eux constitue un espace interconnecté de manière à rendre possible le mouvement de l'eau et le transport de contaminant. En fait, les variables et les paramètres sont obtenus en homogénéisant (en prenant une valeur moyenne "équivalente") les propriétés décrites au niveau microscopique sur un Elément de Volume Représentatif (EVR) macroscopique et localisé autour du point concerné. En fait, chaque valeur (moyenne) d'un paramètre devrait être assortie d'une information sur la taille du volume de milieu poreux sur laquelle elle est valable. La taille idéale de l'EVR dépend à chaque fois de la situation étudiée, des objectifs de précision des calculs, de l'échelle à laquelle ont été prises les mesures. La taille d'un EVR doit donc être suffisamment grande par rapport à celle des pores, chenaux et fissures afin de définir des valeurs moyennes significatives, et suffisamment petites pour que d'un EVR à l'autre, la variation des paramètres puisse être considérée comme continue.

Dans les bases de données, chaque fois qu'une valeur est donnée à une propriété du sous-sol, la taille de l'EVR concerné devrait au minimum être explicite en fonction du type de mesure(s) dont elle découle. Il est, par exemple, indispensable de savoir si la conductivité hydraulique a été déterminée en laboratoire ou sur base d'essais de pompage.

A nouveau, les craies de Hesbaye nous fournissent un excellent exemple en la matière. A l'échelle microscopique (EVR de quelques centimètres), la craie est constituée d'agrégats de microfossiles (μm), sa porosité peut être très dépendante d'éventuels phénomènes de diagenèses mais la distribution spatiale des vides semble homogène. Des échantillons de quelques centimètres semblent représentatifs pour la mesure de la porosité de pores et celle-ci sera de l'ordre de 40 à 45% pour une conductivité hydraulique de l'ordre de $1 \cdot 10^{-8}$ m/s (multipliée par un facteur 2 à 6 si des microfissures sont observées dans l'échantillon). A l'échelle macroscopique (EVR jusqu'à quelques décimètres), des réseaux de microfissures/ microfractures existent et recoupent normalement les plans de stratification, la porosité efficace est considérée égale à la porosité de fissure avec des valeurs de l'ordre de 1 à 3%, la porosité totale restant de 40 à 45 %. Les valeurs de conductivité hydraulique sont de $1 \cdot 10^{-5}$ à $1 \cdot 10^{-4}$ m/s et le transport peut être plus advectif que dispersif dans les fissures et microfissures et plus diffusif qu'advectif et dispersif dans la matrice crayeuse (effet d'eau immobile). A l'échelle mégascopique (EVR jusqu'à quelques kilomètres dans le plan horizontal), les craies sont caractérisées par des conductivités hydrauliques de $1 \cdot 10^{-4}$ à $1 \cdot 10^{-3}$ m/s déterminées le plus souvent par essais de pompages et les porosités effectives de 1 à 7%. Il est donc particulièrement crucial de bien connaître l'EVR considéré explicitement ou implicitement lors de l'essai (ou de la mesure) ayant produit la valeur proposée par la base de données. Il faut aussi bien connaître l'échelle du problème pour lequel la valeur de la propriété va être utilisée.

Un autre exemple, très connu dans la littérature internationale, est la dépendance du coefficient de dispersivité longitudinale par rapport à l'échelle du problème de transport considéré.

Cartes hydrogéologiques et bases de données: attention à la variabilité temporelle

Outre les variations temporelles attendues des sollicitations (infiltrations, pompages, injections, ...) et des variables dépendantes (hauteurs piézométriques, concentrations, ...), l'utilisateur de la carte hydrogéologique et des bases de données doit être parfois très vigilant quant aux variations temporelles qui sont implicitement comprises dans certaines des propriétés pour lesquelles des valeurs sont proposées. L'exemple typique est l'utilisation de valeurs de transmissivités renseignées pour une nappe libre. De par la définition même de la transmissivité, sa valeur va dépendre directement de la hauteur piézométrique du moment... donc il est erroné de considérer cette valeur comme constante dans le temps. Les valeurs de transmissivité sont toujours à discuter d'autant plus qu'elles sont le plus souvent déterminées par interprétation d'essais de pompage ... et donc en pratique conditionnées par l'épaisseur saturée crépinée du puits de pompage.

Dans l'absolu, d'autres variations peuvent affecter dans le temps les valeurs de paramètres le plus souvent considérés comme constants. En effet, les valeurs de porosités, de porosités effectives, de conductivités hydrauliques peuvent être influencées par une série de processus. On peut citer de manière non exhaustive, les tassements parfois eux-mêmes induits par des pompages, les précipitations et dissolutions induites et influencées par les conditions physico-chimiques, le 'clogging' à proximité des ouvrages induits par des changements de conditions biochimiques, les effets de température influençant principalement la viscosité de l'eau, les changements de densité de l'eau induits par de fortes concentrations en sels, ...

Conclusions

Toutes ces considérations mènent à la conclusion évidente que la carte hydrogéologique et la base de données associée sont un acquis et un outil remarquable. Comme tous les outils de ce genre, il se doit d'être utilisé avec l'expertise nécessaire et en gardant un œil critique sur les valeurs proposées dans la base de données et sur l'interprétation proposée en carte.

Tous les utilisateurs avisés de cette carte hydrogéologique sont donc extrêmement reconnaissants à la Région Wallonne de leur proposer désormais cet outil qui leur fait gagner un temps précieux et qui augmente la productivité et le haut niveau d'expertise et d'acquis pour tous.

Vu par les scientifiques du domaine, deux types de recherches peuvent habituellement apporter le côté innovant indispensable à notre société en progrès. Soit la recherche est innovante par les aspects méthodologiques qu'elle développe pour aborder des problématiques liées aux eaux souterraines, soit la recherche est innovante par les aspects de nouvelle connaissance et de compréhension locale qu'elle apporte pour une zone d'étude particulière. On peut aisément constater et conclure que dans les deux cas, la carte hydrogéologique est l'outil de base devenu indispensable à toute recherche

LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE, OUTIL D'AIDE À LA DÉCISION POUR LES DOSSIERS DE ZONES DE PRÉVENTION DES CAPTAGES ET LES PERMIS D'ENVIRONNEMENT

Grégoire BOUGARD, Attaché, Pierre NOGAREDE, Attaché
Centre extérieur de Namur - Direction des Eaux souterraines
Service Public de Wallonie

DGO 3 Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
Avenue Reine Astrid, 39 B-5000 Namur - Belgique

Contexte général

La Direction des Eaux Souterraines, une des cinq directions du Département de l'Environnement et de l'Eau de la DGO 3 (SPW), a pour missions principales la caractérisation, la gestion, la surveillance et la protection de la ressource en eau souterraine de la Wallonie. Elle est structurée en une Direction centrale basée à Jambes, au siège central de la DGO 3, et en quatre antennes extérieures décentralisées (Liège, Marche-en-Famenne, Mons et Namur).

La Direction centrale assure les missions couvrant l'ensemble du territoire régional ainsi que les collaborations et concertations avec les régions et états voisins. Elle participe entre autres à la mise en œuvre des directives européennes (notamment la Directive Cadre sur l'Eau) en les transposant dans le cadre réglementaire wallon, de la caractérisation des masses d'eau souterraine, en menant notamment les études nécessaires à l'amélioration des connaissances y relatives, de la gestion des réseaux de surveillance de l'état quantitatif et de l'état chimique de ces masses d'eau, de l'étude et de la lutte contre les pollutions ponctuelles et diffuses ainsi que contre la surexploitation des ressources en eau souterraine et, enfin, de l'élaboration et de la mise en œuvre des Plans de Gestion par District Hydrographique (PGDH).

Chaque Antenne extérieure assure sur le territoire qui relève de son autorité, d'une part la remise d'avis sur des demandes de permis d'environnement et d'urbanisme, notamment sur l'exploitation des prises d'eau souterraine et les forages et équipement de puits (futurs prises d'eau souterraine, sondes géothermiques,...) et d'autre part l'instruction et le suivi technique, scientifique et administratif des dossiers de délimitation des zones de prévention des prises d'eau potabilisables, depuis l'établissement d'un protocole d'étude en concertation avec les exploitants des prises d'eau concernées, leurs consultants et la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) jusqu'à la désignation officielle de ces zones par un arrêté ministériel. S'ajoutent à ces deux missions principales l'implication régulière des antennes extérieures de la Direction des Eaux Souterraines dans certaines études hydrogéologiques particulières et groupes de travail (dégâts liés aux pompages, exploitation conjointe des ressources Eau et Pierre et valorisation des eaux d'exhaure,...), ainsi que des sollicitations régulières tant internes à l'Administration (Direction centrale, Département des Permis et Autorisations, Département de la Police et des Contrôles,...) qu'externes à celle-ci (bureaux d'étude, exploitants d'installations existantes ou demandeurs pour futures installations, citoyen curieux ou inquiet de ce qui se passe sous ses pieds,...).

Un outil de base au quotidien alimenté par et au service de la Direction des Eaux souterraines

Qu'il s'agisse de traiter une demande de permis d'environnement, d'assurer la bonne exécution et le suivi d'un dossier de délimitation de zones de prévention ou, tout simplement, de répondre de la manière la plus adéquate et la plus exhaustive possible aux nombreuses demandes ponctuelles de renseignements qui lui sont adressées, la Direction des Eaux souterraines et plus particulièrement ses antennes extérieures sont quotidiennement et continuellement amenées à positionner les objets concernés dans leurs contextes géologiques et hydrogéologiques régionaux et locaux afin de disposer de tous les éléments d'information utiles ou nécessaires pour se prononcer sur les demandes et dossiers qui lui sont soumis. Pour ce faire, toutes les sources de données disponibles sont consultées, parmi lesquelles la Carte Hydrogéologique occupe une place primordiale et centrale en ce qu'elle constitue la seule synthèse scientifique, compilée à une échelle régionale et coordonnée et harmonisée sur l'ensemble du territoire wallon, des caractéristiques et du fonctionnement des systèmes hydrogéologiques de notre région, plus ou moins fortement sollicités et/ou impactés par les activités humaines.

Une fois cette contextualisation terminée et les avis ou informations demandés transmis, une part importante et plus administrative des missions de l'Administration consiste en l'encodage dans la base de données de la Direction des Eaux souterraines (10-Sous) de l'ensemble des informations pertinentes en vue, d'une part, d'assurer un archivage aussi fidèle, complet et utile que possible d'un maximum de données et un suivi optimal de chaque dossier et, d'autre part, de se donner les outils nécessaires à une vision d'ensemble des installations et activités existantes ou projetées, dans une perspective constante de gestion pragmatique et durable de la ressource en eau souterraine wallonne. Outre les données chimiques et piézométriques issues des réseaux de surveillance gérés par la Direction centrale et grâce à un couplage efficace entre la base de données 10-Sous et la base de données Hydrogéologiques (BD Hydro) qui sous-tend la Carte Hydrogéologique, la majeure partie des données encodées dans 10-Sous (localisation et nature des ouvrages, coupes géologique et technique, nappe et masse d'eau souterraine concernées, niveaux d'eau mesurés,...) sont, presque en temps réel, rendues disponibles dans la BD Hydro et peuvent ainsi immédiatement être exploitées lors de la réalisation ou de la mise à jour de la Carte Hydrogéologique de Wallonie.

Ce double rôle d'utilisateur intensif de la Carte Hydrogéologique et de contributeur, certes modeste mais non négligeable pour autant par l'alimentation directe et indirecte des différentes bases de données informatiques de l'Administration, permet également à la Direction des Eaux souterraines d'en faire une utilisation critique, positive et constructive, assurant ainsi déjà, en interne, un souci et une démarche constante et profitable d'évolution et d'amélioration de cet outil qui nous est indispensable au jour le jour. L'implication de la Direction des Eaux souterraines elle-même, et plus particulièrement de ses antennes extérieures, dans le processus de relecture et de validation scientifique des cartes avant leur publication, témoigne également de ce souci constant.

Une source de données aussi multiples que variées, de fond comme de forme

L'atout majeur de la Carte Hydrogéologique de Wallonie en tant qu'outil d'aide à la décision dans le traitement des dossiers de zones de prévention et de demande de permis

d'environnement réside principalement dans la diversité de fond comme de forme des multiples données qui y sont compilées. Il ne s'agit pas simplement d'une carte mais bien de plusieurs cartes ayant chacune leurs spécificités, de coupes géologiques et hydrogéologiques et de tableaux, assortis d'une notice explicative. Le tout permet aisément et rapidement d'appréhender, de manière parfois très détaillée, le contexte géologique et hydrogéologique régional et local d'un dossier précis, avec l'avantage de pouvoir l'aborder, en fonction des besoins, sous différentes approches descriptives ou fonctionnelles.

Sont reprises ci-dessous, de manière non exhaustive et dans une perspective de pertinence de l'information apportée par la Carte Hydrogéologique dans le processus décisionnel de traitement des dossiers, quelques-unes des données jugées les plus prioritaires, systématiquement recherchées dans la Carte Hydrogéologique et utilisées, lorsqu'elles sont disponibles, dans le cadre du travail quotidien de la Direction des Eaux souterraines.

Les unités hydrogéologiques

Il s'agit de la première donnée recherchée lorsqu'un nouveau dossier est ouvert (carte principale et tableau de correspondance Géologie – Hydrogéologie). En effet, au même titre que le 'Code Nappe' de la base de données 10-Sous, il est primordial de pouvoir attribuer à un ouvrage de prise d'eau souterraine ou, de manière plus générale et lorsque cela est possible, à un maximum de points d'intérêt hydrogéologique quels qu'ils soient, une unité hydrogéologique correspondante et issue d'un référentiel hydrogéologique coordonné et harmonisé sur l'ensemble du territoire wallon. Bien que certaines spécificités locales puissent apparaître (lithologies particulières, variations latérales de faciès ou d'épaisseur,...), alors décrites dans la notice explicative, les caractéristiques hydrogéologiques d'ensemble d'une même unité hydrogéologique sont sensiblement pareilles partout en Wallonie et peuvent d'emblée orienter l'approche qui est adoptée pour traiter chaque dossier. Au même titre que le 'Code Nappe' et la masse d'eau souterraine, l'unité hydrogéologique est mentionnée textuellement dans tout avis émis par la Direction des Eaux souterraines.

Le contexte structural

Il accompagne utilement et obligatoirement toute association d'un point d'intérêt hydrogéologique avec une unité hydrogéologique, en particulier s'il s'agit de prises d'eau souterraine, afin d'établir un schéma descriptif et fonctionnel du système hydrogéologique régional et local. Dédit de l'observation de la carte principale, des coupes géologique et hydrogéologique ainsi que de la description qui en est faite dans la notice explicative, il permet par exemple, en complément des unités hydrogéologiques identifiées, de réduire la zone d'influence probable d'un puits de production ou encore de limiter la profondeur ou de contraindre l'équipement d'un projet de forage d'eau afin d'éviter la mise en communication de deux nappes superposées dans le cas de demandes de permis d'environnement. De même, il peut orienter, en première approche et de manière parfois bien contrainte, la délimitation de la zone d'alimentation supposée d'un captage dans le cadre du dossier de délimitation de ses zones de prévention.

La piézométrie

Les données piézométriques, lorsqu'elles sont disponibles, sont fondamentales afin de confirmer ou d'infirmer le schéma descriptif et fonctionnel établi à partir des unités hydrogéologiques et du contexte structural. Toutes les informations disponibles quant à la profondeur de la nappe, les sens d'écoulement, les gradients de même que les évolutions

temporelles des niveaux piézométriques, régulièrement développées et illustrées dans les notices explicatives, sont autant d'informations utiles voire nécessaires. Figurées sous forme de cotes ponctuelles, de courbes isopièzes, de tracés hypothétiques ou avérés sur les coupes hydrogéologiques ou encore de séries temporelles et remises en perspective du contenu d'un dossier de demande de permis d'environnement tel que déposé, elles amènent parfois, par exemple, à réorienter un projet de forage dont la profondeur prévue atteint à peine la surface de la nappe ou, au contraire, descend bien trop profondément au regard des volumes escomptés compte tenu d'un caractère aquifère de l'unité hydrogéologique concernée. Dans le cadre d'un dossier de délimitation de zones de prévention en cours d'étude, les données piézométriques, éventuellement couplées à d'autres méthodes d'investigation (géophysique,...), permettent de positionner plus judicieusement l'implantation de nouveaux piézomètres ou encore de préciser l'extension de la zone d'alimentation d'un captage sur la base, par exemple, du tracé d'une crête hydrogéologique indépendante de la topographie de surface.

Les points d'intérêt hydrogéologique

Toutes les informations ponctuelles reprises sur la carte principale et les cartes thématiques, et directement ou indirectement liées à la ressource en eau souterraine, présentent un intérêt non négligeable. Il s'agit notamment des ouvrages de prise d'eau souterraine, des piézomètres, des phénomènes karstiques,... Elles permettent par exemple de contextualiser au mieux l'environnement immédiat d'un projet de forage (densité et répartition des prises d'eau souterraine existantes et des volumes prélevés, proximité d'un karst bien exprimé en surface ou, au contraire, remblayé et passant inaperçu,...) ou encore, dans le cadre d'une étude de délimitation de zones de prévention ou d'une étude hydrogéologique particulière, d'identifier des ouvrages où pourraient être réalisées des investigations complémentaires ou spécifiques en vue de préciser la délimitation des zones de prévention d'une prise d'eau potabilisable (pompages d'essai, essais de traçage,...) ou d'étudier de manière plus ciblée une problématique de pollution ponctuelle ou diffuse (analyses chimiques,...).

Sources de données en amont de la Carte Hydrogéologique

La particularité de la Direction des Eaux souterraines, à la fois commanditaire et utilisatrice de la Carte Hydrogéologique de Wallonie, est d'être, par sa situation au sein de la DGO 3 et par la nature de ses missions, à la source et à l'origine d'un certain nombre de données utilisées pour la réalisation des cartes hydrogéologiques (base de données géographiques de référence de la DGO 3, base de données hydrochimiques Calypso, 10-Sous, BD Hydro,...). Certaines de ces données évoluent en permanence alors qu'elles sont arrêtées et figées à la date d'édition ou de mise à jour des planches disponibles et consultables. L'analyse des données nécessaires à un traitement optimal et exhaustif des demandes de permis d'environnement et des dossiers de délimitation de zones de prévention impose de manière implicite l'utilisation de ces sources de données en complément à leurs équivalents repris et figurés dans les cartes hydrogéologiques, contemporains, représentatifs et arrêtés à la période de réalisation ou de révision de ces cartes.

Des formats et des modalités d'utilisation 'A la Carte'

Tout l'intérêt et la puissance d'un outil d'aide à l'information et à la décision tel que la Carte Hydrogéologique de Wallonie réside, entre autres, dans la capacité de cet outil à être rendu disponible au bon moment, au bon endroit et dans un format permettant d'accéder facilement et rapidement à une information aussi ciblée et détaillée que nécessaire. Force

est de constater, dans le quotidien du travail de la Direction des Eaux souterraines et plus particulièrement dans le cadre des missions dévolues aux antennes extérieures, que les formats et supports sous lesquels la Carte Hydrogéologique de Wallonie y est disponible et utilisée satisfont pleinement à ces exigences actuelles.

Les cartes papier (posters A0 et notices explicatives), toutes disponibles au sein de l'Administration pour les planches réalisées ou révisées, se révèlent particulièrement utiles au bureau, à l'ouverture de tout nouveau dossier de demande de permis ou au démarrage d'une nouvelle étude hydrogéologique de délimitation de zones de prévention. Elles permettent d'avoir un aperçu global, complet et plus ou moins approfondi selon les besoins, des contextes géologiques et hydrogéologiques régionaux à locaux depuis l'échelle de la planche entière jusqu'à celle de la zone d'intérêt concernée par le dossier à l'instruction. Organisées en cartothèque, à portée de main, elles permettent également, par leur structure commune tant au niveau du poster A0 que de la notice explicative, de trouver facilement et rapidement une éventuelle réponse à toute question ponctuelle qui se poserait sur l'hydrogéologie d'une zone donnée.

Les versions électroniques au format .pdf en haute résolution des posters A0 et des notices explicatives offrent l'avantage principal de la mobilité en dehors du bureau lorsqu'elles sont embarquées dans la mémoire d'un ordinateur portable ou d'une tablette, évitant dès lors de devoir se déplacer avec une ou plusieurs cartes au format papier. Elles permettent également de réaliser très utilement et très aisément des recherches sur la base de mots clés dans la notice explicative ou encore, à des fins de présentation ou d'illustration et moyennant les citations d'usage des sources, des extraits d'une zone donnée de la carte principale, des extraits de cartes, figures, tableaux ou de textes issus de la notice explicative, etc. Elles offrent a priori les mêmes potentialités que les versions papier, leur usage régulier dépendant cependant objectivement beaucoup plus des affinités des personnes à utiliser de préférence soit des documents papiers, soit des documents électroniques que d'un réel aspect pratique à l'utilisation exclusive de ces derniers.

Les images géoréférencées des cartes principales sont d'une très grande utilité dès lors qu'intégrées à un projet cartographique dans un environnement SIG, elles peuvent être croisées avec une multitude de couches de données géographiques dont un très grand nombre est disponible au sein de la DGO 3, notamment la base de données géographiques de référence de la DGO 3 (BD Ref), la base de données 10-Sous de la Direction des Eaux Souterraines, la base de données BD Hydro qui sous-tend la Carte Hydrogéologique de Wallonie, la base de données hydrochimiques Calypso, ... L'interrogation directe et poussée de ces couches de données géographiques superposées aux cartes principales permet d'aboutir rapidement et aisément à une contextualisation centralisée, détaillée et exhaustive fournissant tous les éléments d'information utiles ou nécessaires au processus décisionnel de traitement, entre autres, des dossiers de demande de permis et de délimitation des zones de prévention.

Enfin, l'Application WebGIS de la Carte Hydrogéologique de Wallonie ne peut bien entendu pas être oubliée, offrant un support souple et modulable d'accès simple, rapide et direct à l'information contenue dans les cartes hydrogéologiques publiées en ligne. Cependant et compte tenu de ce qui précède, l'utilisation de cette application dans le cadre des missions dévolues aux antennes extérieures de la Direction des Eaux Souterraines reste marginale par rapport aux formats décrits ci-dessus.

Conclusions et perspectives : un outil d'avenir au service d'une gestion efficace, pragmatique et durable de la ressource en eau souterraine

La Carte Hydrogéologique de Wallonie accompagne depuis des années et au quotidien le travail des agents de la Direction des Eaux Souterraines. Elle constitue un outil aussi indispensable qu'effectivement utilisé en vue d'alimenter et de faire aboutir, de la manière la plus pertinente, la plus éclairée et la plus exhaustive possible, le processus d'information et de prise de décisions inhérent au traitement, entre autres, des dossiers de demande de permis d'environnement et de délimitation des zones de prévention des prises d'eau souterraine potabilisable.

Elle permet, en tant qu'outil de base occupant une position centrale dans la recherche des éléments de réponses aux questions qui se posent dans le traitement des dossiers et des demandes d'information gérés par la Direction des Eaux souterraines, à différentes échelles et sous différentes facettes et approches, de contextualiser aisément et rapidement les cadres géologique et hydrogéologique d'une zone donnée.

En tant que synthèse très complète compilant des données nombreuses et variées, par moment et logiquement concises et résumées à l'essentiel, elle offre une porte d'entrée et des chemins d'accès vers une information de détaillée et des sources de données multiples qui se cachent « derrière » la carte et sa notice. Utilisées pour l'élaboration de ces dernières, ces sources de données sont, le plus souvent, aisément et rapidement accessibles aux agents de la Direction des Eaux souterraines afin de disposer, en complément des données figurées et décrites dans la carte et sa notice, d'une information la plus exhaustive et la plus à jour possible.

Le développement et l'utilisation de plus en plus répandue et de plus en plus intensive des Systèmes d'Information Géographique (SIG) dans la gestion des ressources naturelles et, plus particulièrement, de la ressource en eau souterraine wallonne au sein de la Direction des Eaux souterraines, a bénéficié très utilement de la mise à disposition des images géoréférencées des cartes principales comme support permettant de croiser un grand nombre de couches de données.

Les potentialités infinies et en perpétuelle évolution des outils SIG, devenus incontournables, permettent d'entrevoir assez aisément ce que pourrait être le futur de la Carte Hydrogéologique de Wallonie. Une carte dynamique et mise à jour en temps réel, une couverture vectorisée continue sur l'ensemble du territoire de notre région, connectée, consultable et exploitable de manière poussée dans un environnement SIG, aussi bien au bureau (environnement Desktop) que sur le terrain (environnement SIG Mobile). En synthèse, un outil qui a un avenir plus que prometteur mais qui se doit d'évoluer avec son temps dans un souci permanent de qualité, de fiabilité et de complétude d'une information qui doit être rendue disponible au bon moment, au bon endroit et dans un format permettant d'en faire une consultation et une exploitation aussi rapide, ciblée et détaillée que nécessaire.

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE, CARTE GÉOLOGIQUE ET CARTOGRAPHIE GÉOTECHNIQUE DE WALLONIE : DES BASES ET DES PERSPECTIVES COMMUNES AU SERVICE DU PUBLIC

Daniel PACYNA, Attaché, Marc SALMON, Attaché,
Direction des Risques industriels, géologiques et miniers
Service Public de Wallonie
DGO 3 Direction Générale Opérationnelle Agriculture, Ressources naturelles et Environnement
Avenue Prince de Liège 15 B-5100 Jambes (Namur)

Philippe WELTER, Directeur
Direction de la Géotechnique
Service Public de Wallonie
DGO 1 Direction Générale Opérationnelle Routes et Bâtiments -
Rue Côte d'Or 253 B-4000 Liège- Belgique

Le Programme de Révision de la Carte géologique de Wallonie

Le Programme de Révision de la Carte géologique de Wallonie a débuté en 1990 et se terminera en 2018. Il consiste à revoir les 142 feuilles à 1/25.000 couvrant le territoire wallon, avec cinq équipes de géologues, un géologue coordinateur scientifique, une dactylo-encodeuse et une illustratrice. Les Institutions impliquées sont l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (Service géologique de Belgique), l'Université de Liège, l'Université Catholique de Louvain, l'Université de Mons (Faculté Polytechnique) et l'Université de Namur, remplaçant depuis 2011 l'Université Libre de Bruxelles.

L'édition et la publication des cartes et notices, sur support papier ou informatique, est assurée par l'équipe du SPW, comprenant le Chef de Projet, l'Experte Coordinatrice technique, l'Expert Géographe SIG et le Dessinateur. Ils sont assistés par deux des cartographes qui effectuent, à mi-temps, les contrôles préalables à l'entrée en édition. Cette phase comprend aussi le reviewing scientifique. La publication des cartes doit s'étendre de 1994 à 2024 environ.

La Carte géologique : ses particularités

Contrairement à l'ancienne Carte géologique de Belgique à 1/40.000, établie sur une base biostratigraphique, la Carte géologique de Wallonie représente les formations, unités lithostratigraphiques. Ce choix permet donc de définir des ensembles avec des propriétés physiques homogènes (par exemple la perméabilité), facilement exploitables par des techniciens ou des ingénieurs.

La Carte géologique est, en outre, conçue depuis l'origine comme une carte informatique. Ceci lui assure une cohérence globale à travers tout le territoire wallon et lui permettra d'évoluer facilement dans l'avenir.

Elle est complétée par toute une série de bases de données qui enrichissent de manière concrète son intérêt pour le public et les utilisateurs : sondages, affleurements, anciennes exploitations souterraines, galeries d'exhaure, terrils, karst, glissements de terrain,...

Depuis 2011, la base de données "Sondages" de la Carte est restructurée dans le cadre d'une convention RW/UMons. La nouvelle structure, basée sur les notions de description d'objets géologiques et d'interprétation au travers de canevas propres à un projet, permet d'envisager la cartographie tridimensionnelle, chaque élément de volume pouvant être affecté de paramètres spécifiques. La même démarche est en cours pour adapter la BD "Affleurements", toujours dans l'objectif d'une exploitation 3D d'une partie des données existantes et à venir. Cet outil est destiné initialement à la mise à jour continue de la Carte après 2018.

La Carte géologique : une base pour d'autres cartes

La Carte géologique lithostratigraphique constituait naturellement la base pour la définition des unités de la Carte hydrogéologique. Malheureusement, le projet de la Carte hydrogéologique est mené selon un timing plus rapide (1999 - 2016) que celui de levé et de publication de la Carte géologique. De ce fait, une partie de ces cartes ont dû se baser sur l'ancienne carte à 1/40.000, parfois complétée par des cartes plus anciennes. Des mises à jour seront donc à envisager dans le futur.

La Carte géologique constituera aussi, dans un futur que nous espérons proche, une des bases de la Carte géotechnique de Wallonie, notamment à partir du moment où elle aura été complétée d'une carte des formations superficielles : une telle proto-carte est en cours de réalisation avec l'Institut scientifique de Service public (ISSeP Colfontaine) dans le cadre d'une définition des zones d'aléa sur et autour des anciennes exploitations souterraines.

Vers des cartes globales informatiques

Les démarches d'évolution de la Carte géologique doivent pouvoir servir à d'autres projets qui y sont liés. Tout comme la mise à jour continue de la Carte doit pouvoir s'alimenter aux données collectées dans d'autres cadres, réinterprétées suivant un canevas géologique.

La Carte hydrogéologique étant une carte évolutive par essence, tant du fait des nouvelles connaissances acquises que du fait de la variabilité des sollicitations des masses d'eau, elle gagnerait, dans l'avenir, à être revue comme une carte globale, dont les éléments variables seraient revus régulièrement, au sein d'ensembles cohérents ignorant le découpage IGN et en lien avec des bases de données dynamiques. L'influence de certains objets relevant de thématiques jusqu'ici marginales pourrait être intégrée (exploitations souterraines, galeries d'exhaure, karst,...).

La Carte géotechnique, toujours en projet, est elle aussi une carte de nature évolutive, en fonction des données collectées. Elle ne peut se détacher de la Carte géologique ni de la Carte hydrogéologique, voire de la Carte des Sols. Les éléments principaux sur lesquelles elle est construite sont les sondages, les essais de sol réinterprétés et les données piézométriques, soit des données en partie communes aux cartes géologiques et hydrogéologiques. Ici aussi, un certain nombre d'éléments thématiques sont importants à intégrer (anciennes exploitations souterraines, karst, terrils, glissements de terrains ou éboulements de parois,...). Envisagée comme une carte informatique globale appuyée sur

des bases de données bien structurées, elle a des potentialités d'utilisation concrète très importantes, puisque parlant directement aux utilisateurs du sol.

La nouvelle base de données "Sondages" restructurée avec l'UMons pourrait être l'outil de ces changements, dès lors où elle est adaptable par projet et par discipline, moyennant des canevas et des lexiques à créer pour chaque discipline. La structure d'encodage et de développement elle-même existe et sera disponible d'ici fin 2013. A partir de ces BD, il est dès lors possible de générer des cartes 3D et 2D, où chaque élément de volume aurait des caractéristiques propres (porosité, cohérence,...). Le partage des sondages décrits permettrait en outre à chaque discipline et projet d'utiliser les sondages des autres, via une interprétation, selon son canevas personnel.

Vers des outils pour les utilisateurs de tous les jours

A ce jour, tant la Carte géologique que la Carte hydrogéologique ne décrivent pas encore ce qui se trouve juste sous les pieds des Wallons, dans les premiers mètres du sous-sol où s'appuient et s'inscrivent la majorité des projets individuels et collectifs.

C'est à ce niveau, en parallèle au développement de la Carte géotechnique, que la Carte géologique et la Carte hydrogéologique, devront, à moyen terme, concentrer leurs efforts de manière à mettre entre les mains du public et des techniciens des cartes et bases de données décrivant les formations superficielles du point de vue géologique, hydrogéologique et géotechnique, avec une priorité sur les noyaux urbanisés et les zones d'activité économique. La Carte des Sols y jouera un rôle pour le premier mètre de profondeur.

UTILISATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DANS LE CADRE DE LA CARACTÉRISATION DES SITES POLLUÉS

Catherine COLLART,
Cellule "Déchets et Sites à Risques",
Direction de la surveillance de l'environnement,
ISSeP - Institut scientifique de service public -
Rue du Chéra 200 B-4000 Liège - Belgique

Introduction

La carte hydrogéologique constitue un outil essentiel pour tout acteur intervenant dans le domaine de l'environnement et de l'aménagement du territoire. Elle synthétise les informations hydrogéologiques disponibles à l'échelle régionale. Son atout réside dans le fait qu'elle permet de consulter simultanément des données déjà disponibles à d'autres endroits en y ajoutant des éléments essentiels relatifs aux aquifères.

L'expert qui réalise l'étude de caractérisation d'un site pollué trouve dans la carte hydrogéologique un outil essentiel à la prise de décision.

Quelques mots sur le Décret Sols

Le décret du 5 décembre 2008 relatif à la gestion des sols (M.B. du 18 février 2009 et du 06 mars 2009, dénommé ci-après « décret Sols ») vise, entre autres, à identifier les sources potentielles de pollution, à organiser les investigations permettant d'établir l'existence d'une pollution et à déterminer les modalités d'assainissement des sols pollués.

Le Décret Sols instaure donc une procédure d'évaluation des terrains potentiellement pollués, selon un canevas bien établi et grâce à des outils – instruments de référence - mis à la disposition des experts. Le premier outil est le Compendium Wallon des Méthodes d'Échantillonnage et d'Analyse (CWEA.). Il rassemble les méthodes de prélèvement et de pré-traitement des échantillons ainsi que les procédures analytiques permettant de déterminer les teneurs en contaminants dans les sols et les eaux souterraines.

Le second outil est le Code Wallon des Bonnes Pratiques – CWBP-. L'essence du CWBP est de constituer l'ensemble des procédures standards, pour orienter le travail des experts dans la mise en œuvre pratique d'une étude des sols ou d'un projet d'assainissement en conformité avec le décret sols. Il est constitué de 5 guides :

- Le guide de référence pour l'étude d'orientation
- Le guide de référence pour l'étude de caractérisation
- Le guide de référence pour l'étude de risques
- Le guide de référence pour le projet d'assainissement
- Le guide de référence pour l'évaluation finale

L'étude d'orientation a pour objectif de vérifier la présence potentielle d'une pollution de sol et de fournir, le cas échéant, une première description et estimation de l'ampleur de cette pollution.

L'étude de caractérisation a, quant à elle, comme objectif, d'identifier la nature, de délimiter spatialement et d'évaluer l'intensité des pollutions rencontrées et le cas échéant, d'établir si elles constituent des menaces graves. Dans ce dernier cas, la conclusion de l'étude doit également permettre de justifier la nécessité de procéder ou non à une étude de risques.

Utilisation de la carte hydrogéologique

Un des objectifs d'une étude environnementale d'un site pollué consiste à évaluer l'impact qu'une pollution présente au droit du site pourrait avoir sur les ressources en eau souterraine et les autres cibles / récepteurs associés aux eaux souterraines, telles que les eaux de surface, les captages, les zones de protection particulières, ...

Dans cette problématique, les informations fournies par la carte hydrogéologique sont particulièrement utiles. Celles-ci interviennent à différentes étapes de l'étude environnementale d'un site pollué.

Tout d'abord, lors de l'établissement du plan de forages. Le sens probable d'écoulement de la nappe permet de positionner les piézomètres en aval d'une source de pollution. La profondeur attendue de la nappe et la profondeur du plancher de l'aquifère, dans le cas de la recherche d'une phase dense (DNAPL : Dense Non Aqueous Phase Liquid), contribuent à choisir au mieux le matériel de forage et à évaluer de manière plus précise les coûts des investigations. Lors des opérations de forages, des informations sur le battement des nappes permettent de positionner au mieux les crépines des piézomètres, notamment lorsque le polluant est présent sous forme de couche flottante (LNAPL : Light Non Aqueous Phase Liquid).

Au niveau de l'interprétation des résultats, plusieurs informations issues de la carte hydrogéologique peuvent également être exploitées, dont par exemple, la localisation des zones de protection de captage et le sens d'écoulement des nappes. La première influence le type d'usage à considérer pour la comparaison des normes. En effet, dans le cas où un site est situé dans une zone de protection de captage, le type d'usage à considérer est le type I (Naturel), soit l'usage le plus contraignant, et ce quel que soit l'usage réel du site. Le sens d'écoulement des nappes permet, pour sa part, d'identifier les cibles / récepteurs associés aux eaux souterraines, comme les eaux de surface, les captages, les zones de protection particulières, ...

En première approximation, l'évaluation des risques de dispersion d'un polluant peut également s'appuyer sur certaines données reprises sur les cartes hydrogéologiques comme, par exemple, la localisation des unités hydrogéologiques (aquifère, aquitard, aquiclude), le sens d'écoulement des nappes et les caractéristiques hydrodynamiques des aquifères (paramètres d'écoulement et de transport).

Enfin, au stade du projet d'assainissement, si une action est requise vis-à-vis de l'eau souterraine (rabattement pour excavation, assainissement in-situ, ...) les paramètres hydrogéologiques utiles sont déterminés via des tests pilote de terrain. Toutefois, les conditions et contraintes du terrain font que certains paramètres ne sont pas mesurables directement ou sans consentir un investissement déraisonnable.

La carte hydrogéologique peut permettre de palier le manque de données, de confirmer des mesures réalisées sur le terrain et de manière générale, de dimensionner au préalable les différents dispositifs impliqués à ce stade (ouvrages de prises d'eau, installations de traitement/de rejet) ou de positionner un piézomètre de surveillance post-assainissement éloigné.

Conclusions

Du point de vue de la caractérisation des pollutions du sol et de l'eau souterraine, la carte hydrogéologique est un outil d'aide à la décision et une source d'informations qui accompagne l'expert et l'entrepreneur tout au long du processus jusqu'aux actes et travaux d'assainissement. Au vu de son caractère synthétique et de la différence d'échelle avec le problème étudié lors de la caractérisation d'un site pollué, elle doit être utilisée comme source d'informations souvent nécessaire mais rarement suffisante. Dans ce contexte, le retour d'expérience des acteurs du secteur de la caractérisation et la dépollution des sols et des eaux souterraines pourrait constituer une amélioration de la quantité d'informations disponibles et ainsi encore augmenter l'utilité de la carte hydrogéologique lors des futures études environnementales.

Session 3

Les utilisateurs de la Carte hydrogéologique (suite) et Modélisation en hydrogéologie

CONTRIBUTION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE AUX ÉTUDES DE RISQUE DANS LE CADRE DU DÉCRET RELATIF À LA GESTION DES SOLS

Mathieu LAMBERT, Directeur-associé, Responsable du Département Sol
Roland MARCHAL, Directeur-associé, Responsable Marketing et commercial
Geolys Etude Conseil & Suivi opérationnel
Rue des Champs Elysées, 4 B-5590 Ciney - Belgique

Introduction

Les objectifs de l'exposé sont d'expliquer les différentes contributions de la carte hydrogéologique aux évaluations des risques pour les eaux souterraines (ER-Nappe) et en particulier pour:

- élaborer un critère de classification des nappes permettant d'appliquer le concept de menace grave¹ ;
- déterminer les paramètres hydrogéologiques utiles.

Un cas d'étude illustre concrètement l'utilisation de la carte hydrogéologique dans ce contexte des études de risque.

Présentation du contexte général du « décret relatif à la gestion des sols du 5 décembre 2008² » (DS)

L'objectif du décret relatif à la gestion des sols (DS) est défini à l'article 1^{er} et vise à :
« *prévenir l'appauvrissement du sol, l'apparition de la pollution du sol, à identifier les sources potentielles de pollution, à organiser les investigations permettant d'établir l'existence d'une pollution et à déterminer les modalités de l'assainissement des sols pollués* »

Selon le DS, le 30 avril 2007 constitue la date pivot entre les pollutions dites « nouvelles » et celles dites « historiques ». Les pollutions nouvelles, générées après le 30 avril 2007, font d'office l'objet d'une obligation d'assainissement alors que l'assainissement des pollutions historiques (càd générées avant le 30 avril 2007) est quant à lui soumis à une double condition :

1. dépasser les normes définies par le décret (Valeurs Seuil) ;
ET
2. présenter une « menace grave ».

Le concept de **menace grave** est défini au point b de l'article 6 du DS comme suit :

pollution du sol susceptible de porter préjudice aux réserves en eau potabilisable.

¹ Le concept de menace grave tel qu'il est défini à l'article 6 du décret relatif à la gestion des sols du 5 décembre 2008.

² L'objet de cet exposé concernant la carte hydrogéologique, les concepts relatifs au décret sols sont présentés de manière simplifiée dans le seul but de comprendre l'exposé. Pour une présentation exhaustive du décret, on se référera aux guides méthodologiques s'y rapportant (CWBP).

Le code de l'eau est la seule référence réglementaire clarifiant le concept d'**eau potabilisable** (article D2, 37°) :

Toutes les eaux souterraines ou de surface qui, naturellement ou après un traitement approprié physico-chimique ou microbiologique, sont destinées à être distribuées pour être bues sans danger pour la santé

Cette définition générique ne permet pas une application concrète du concept de menace grave, toutes les eaux étant potentiellement potabilisables.

Il était donc nécessaire de disposer d'un critère « objectif » permettant une classification des ressources en eaux souterraines pour appliquer le concept de menace grave. L'élaboration de ce critère a été réalisée lors de la consolidation du guide de référence pour les études de risque (GRER³).

Il semblait assez naturel que ce critère de classification soit lié au caractère **exploitable ou non d'une nappe**. On peut en effet raisonnablement considérer que l'impact d'une contamination sera plus ou moins préjudiciable selon que la nappe est exploitable ou non.

Les travaux de consolidation du GRER ont permis de définir de manière précise ce qui répond au critère de nappe exploitable ou non, comme on le verra ci-dessous.

Utilité et enjeux du critère de classification : nappe exploitable versus non exploitable

Le principe général d'une étude de risque est d'évaluer la probabilité qu'une source de contamination (S) ne porte pas préjudice à une cible (C) via une voie de transfert (T) dans des circonstances données. Il s'agit d'analyser la concomitance des trois éléments d'une chaîne Source – voie de Transfert – Cible (S-T-C).

Dans ce contexte, l'évaluation des risques pour les eaux souterraines comporte deux volets :

- un volet lessivage relatif au processus de transfert de polluants de la zone non saturée vers la nappe ;
- un volet « dispersion⁴ » relatif au processus de transfert de polluants dans la zone saturée vers l'aval.

L'enjeu de ce critère de classification des nappes est essentiel dans la mesure où le GRER établit :

- qu'une nappe exploitable constitue une cible au droit d'une pollution de sol (par processus de lessivage);
- qu'une nappe non exploitable ne constitue pas une cible au droit d'une pollution de sol mais uniquement en limite aval du terrain étudié.

³ Le GRER constitue un des 5 guides de référence du code wallon des bonnes pratiques (CWBP) nécessaires à l'application du décret.

⁴ Par convention, le terme « dispersion » entre guillemets fait référence au processus général par lequel une substance se répand de manière désordonnée dans l'environnement. Lorsqu'il est fait référence au processus hydrogéologique (au sens du phénomène de mélange essentiellement lié à la variabilité des vitesses, quelle qu'en soit l'échelle d'observation, au sein d'un milieu poreux – de Marsily, 1981), le terme dispersion apparaît sans guillemets. (extrait du GRER version de déc. 2012, partie C, p.1).

En outre, la méthodologie du GRER a établi que **les normes applicables seront plus sévères pour les nappes exploitables qu'elles ne le sont pour les nappes non exploitables.**

Cette différenciation montre toute l'importance du critère de classification.

Contribution de la carte hydrogéologique à la définition du critère de nappe exploitable

La carte hydrogéologique a naturellement servi de base de référence pour l'élaboration de ce critère de classification. En particulier, la définition des aquifères, aquitards et aquicludes présentait un grand intérêt. Leurs représentations cartographiques permettaient de prendre une décision sur la base d'un critère « objectivable ».

Malheureusement, le livret guide de la carte hydrogéologique attire lui-même l'attention sur le fait que la définition d'un aquifère (*au sens d'une formation [...] permettant d'exploiter des quantités appréciables d'eaux souterraines de nappes*) est relative :

- aux besoins en eau : la quantité d'eau sera appréciée différemment selon qu'il s'agit d'alimenter une exploitation agricole ou une ville ;
- au contexte géologique : une formation de grès argileux pourra être considérée comme aquifère dans les Ardennes et aquitard dans un environnement calcaire (par ex. dans le Condroz).

Dès lors, la carte hydrogéologique n'a pas permis d'utiliser la classification « aquifères – aquitards – aquicludes » comme critère de classification de nappe exploitable ou non. Une définition spécifique et sécuritaire a donc dû être élaborée dans le cadre du GRER selon lequel (extrait du GRER, version de déc. 2012, partie C, p.18) :

« sont considérés comme nappes exploitables :

- *tous les terrains indurés (roche cohérente) saturés d'eau, indépendamment du débit pompé ;*
- *les terrains meubles saturés d'eau sur une épaisseur suffisante pour être « pompable », constituant une masse d'eau continue et pérenne et dont la perméabilité est $> 10^{-7}$ m/s.*

Par conséquent, sont considérés comme nappes non exploitables :

- *tous les remblais, les limons ainsi que les formations argileuses et/ou marneuses du IV, du III ou du II ;*
- *de manière plus générale, les formations saturées, de trop faible épaisseur pour être « exploitables », discontinues (par exemple, les zones saturées surmontant des lentilles argileuses), saisonnières ou logées dans un terrain très peu perméable ($K < 10^{-7}$ m/s) »*

Contribution de la carte hydro aux ESR-N

En plus de sa contribution lors de l'élaboration du critère de classification des nappes, la carte hydrogéologique a aussi des applications lors de la mise en œuvre des évaluations des risques pour les eaux souterraines.

Elaboration du Modèle Conceptuel du Site (MCS)

Le modèle conceptuel d'un site est la représentation schématique des liens existants (voies de transfert) entre les sources de pollution et les cibles identifiées.

Lors de l'élaboration d'un MCS pour une étude de risque, la carte hydrogéologique apporte des informations précieuses pour :

- identifier la nappe en présence ;
- évaluer sa profondeur ;
- déterminer la direction générale de l'écoulement ;
- identifier les cibles potentielles ;
- localiser les éventuels ouvrages de contrôle existants.

Cette contribution est particulièrement importante dans le cadre d'études de risque sur des sites de petites tailles pour lesquels l'acquisition de données spécifiques engendrerait un coût potentiellement disproportionné.

Evaluation simplifiée des risques de lessivage (ESR-Lessivage)

Dans le cadre d'une ESR-lessivage, selon la méthodologie du GRER, les concentrations mesurées sont comparées à des normes dont les valeurs sont « ajustées » aux conditions spécifiques du site. Un des paramètres ajustés est le facteur de dilution (FD)⁵.

En effet, lors de l'élaboration des normes du décret, ce facteur a été fixé sur la base de la moyenne géométrique des facteurs de dilution des 6 principaux aquifères en région wallonne, soit une valeur de 30.

Celle-ci résultant d'une moyenne géométrique, elle n'est donc pas sécuritaire. Or, pour statuer sur la présence ou non d'un risque au stade d'une ESR, il est nécessaire de fixer la valeur des paramètres d'ajustement de manière sécuritaire et pertinente par rapport au type d'aquifère rencontré.

Dès lors, pour l'ajustement du FD, la méthodologie du GRER a prévu de se référer aux valeurs spécifiques des paramètres hydrogéologiques correspondants au type d'aquifère rencontré à partir de données extraites d'études hydrogéologiques disponibles pour chacun des 6 aquifères de référence.

Evaluation simplifiée des risques de dispersion (ESR-« Dispersion »)

Concernant l'évaluation des risques de « dispersion », le GRER prévoit qu'au stade de l'ESR, l'expert puisse faire appel à une formule analytique simple (formule de Domenico) pour évaluer l'évolution d'un panache de contamination dissoute.

⁵ Le facteur de dilution est un facteur représentatif de l'effet de dilution d'un polluant lessivé lorsqu'il atteint une nappe donnée. Son calcul fait notamment intervenir les paramètres hydrogéologiques suivants : conductivité hydraulique, gradient hydraulique, infiltration efficace.

Lorsque les données de terrain ne sont pas disponibles, l'expert peut alors se référer aux valeurs par défaut de paramètres hydrogéologiques calculés à partir de données extraites d'études hydrogéologiques disponibles pour chacun des 6 aquifères de référence.

Les paramètres d'ajustement dont il est question sont :

- la conductivité hydraulique,
- le gradient piézométrique,
- la porosité efficace,
- la dispersivité.

L'utilisation de la carte hydrogéologique aux trois niveaux d'une évaluation des risques pour les eaux souterraines telle que décrite ci-dessus montre à quel point la validité de cette banque de données et sa mise à jour sont essentielles pour l'évaluation de ces risques.

Cas d'étude

Ce cas d'étude concerne un site industriel avec une activité à risque constituée d'une citerne enterrée de 10.000 l de carburant. Une prise d'eau par puits est également présente sur le site. A 200 m en aval du site, se trouve un 2^{ème} captage destiné à la distribution en eau potable.

Dans le cadre de l'étude du projet, le chargé d'étude considère que l'aquifère schisto-gréseux présent au droit du site est captif sous un aquifère superficiel dans les limons (fig 1 ci-dessous). Il en déduit que le captage n'est pas une cible et en conséquence qu'en l'absence de risque, aucune mesure de sécurité particulière ne doit être prise.

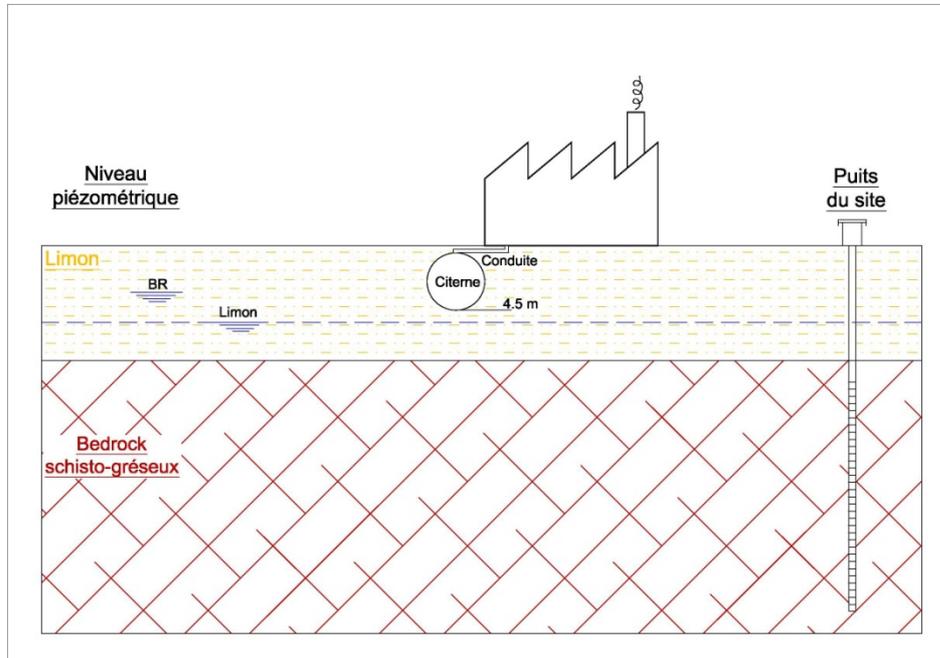


Figure 1 : Schéma de principe du modèle conceptuel présumé du site

En cours d'exploitation, on découvre une pollution dans le sol et l'aquifère superficiel. Quelque temps plus tard, le captage du site puis celui en aval sont également impactés.

Cette pollution fait l'objet d'une étude dont la première étape du volet hydrogéologique commence par la consultation des données hydrogéologiques existantes et en particulier de la carte hydrogéologique.

Il s'avère que la carte hydrogéologique mentionne clairement le caractère libre de la nappe concernée et non captif comme présumé.

L'étude complète du site permet d'établir le MCS (fig 2 ci-dessous) et de comprendre le processus de contamination. Il s'avère en fait que :

- la nappe superficielle est présente entre 2 et 3 m de profondeur en raison de la présence d'une couche d'argile d'altération du bed-rock schisto-gréseux entre 3 et 4 m) ;
- la nappe profonde présente entre 6 et 10 m de profondeur (zone de battement) est bien libre. Elle est toutefois en « décrochage » par rapport à la nappe superficielle ;
- l'installation de la citerne enterrée à 4,5 m de profondeur a nécessité l'excavation de la couche d'argile d'altération. La disparition de celle-ci a permis la migration verticale de la pollution jusqu'à l'aquifère profond.

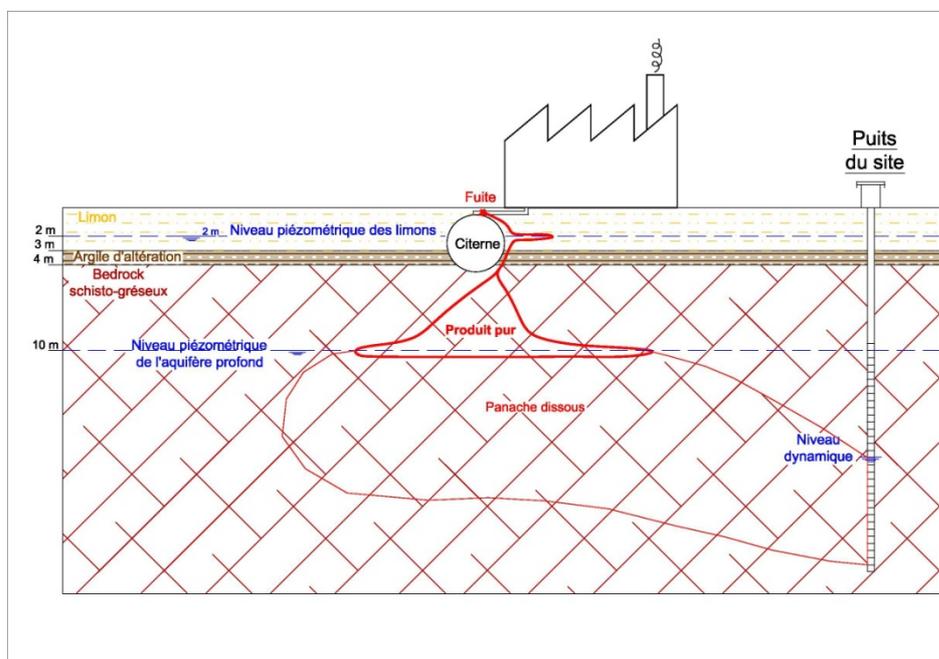


Figure 2 : Modèle conceptuel du site avéré

Dans ce cas d'étude, il est frappant de constater qu'une simple consultation de la carte hydrogéologique aurait permis d'identifier les captages comme des cibles potentielles d'une éventuelle pollution générée par cette activité à risque. Elle aurait dû conduire le chargé d'étude à prendre des mesures appropriées de prévention du risque.

INTERACTION CARTE HYDROGÉOLOGIQUE, FORAGES D'EAU ET FORAGES DE GÉOTHERMIE

Vincent DEBBAUT, Maître de conférences
Université de Liège - Campus d'Arlon – Laboratoire des Ressources hydriques
Avenue de Longwy, 185 - B-6700 Arlon - Belgique

Introduction

Les entreprises de forage sont des utilisateurs des cartes hydrogéologiques, dans la préparation des projets de forage, pour leur implantation, l'estimation des profondeurs, la définition des mesures à prendre pour respecter les prescriptions techniques dépendant du contexte hydrogéologique, pour trouver les informations requises dans les annexes des formulaires de demande de permis.

Mais ces entreprises contribuent aussi à alimenter les bases de données où sont archivées les informations utilisées pour établir les cartes. La qualité de ces dernières étant fort dépendante du nombre d'informations disponibles, de leur précision et de leur fiabilité, ces apports sont fondamentaux. La collecte et l'organisation de ces informations dans des bases de données et des études de synthèse hydrogéologiques permettent de les mettre à disposition de l'administration, des chercheurs et de manière générale de toute personne intéressée.

Activités de forage concernées

Trois types d'activité de forage sont distingués, en fonction de la destination de l'ouvrage réalisé :

- Les forages d'eau, destiné à prélever de l'eau souterraine.
- Les forages pour sondes géothermiques (utilisés avec une pompe à chaleur), destinés à échanger de la chaleur avec les roches du sous-sol, soit en pompant l'eau souterraine, soit par le biais d'une circulation d'un fluide caloporteur dans un ou plusieurs tubes en forme de U.
- Les forages de reconnaissance qui regroupent les piézomètres, les sondages pour la reconnaissance de gisement miniers ou carriers, les études géotechniques.

Dans les dossiers les plus importants (gros captages, géothermie haute, moyenne et basse énergie), l'implantation, la définition des caractéristiques techniques ainsi que le compte-rendu des données hydrogéologiques et techniques sont généralement assurés par un bureau d'études. La suite de l'exposé se concentrera plus spécifiquement sur les forages d'eau et les sondes géothermiques (géothermie de très basse énergie), gérés principalement par l'entreprise de forage.

Cadre légal de l'activité de forage et de la collecte des données hydrogéologiques

Avant 1990 l'activité de forage était peu réglementée. Un arrêté royal portant obligation de déclarer les explorations du sous-sol, du 28/11/1939, imposait une déclaration préalable pour tout ouvrage dépassant 30 mètres de profondeur. L'exploitation d'une prise d'eau était soumise à autorisation, mais pas le forage.

Les entreprises avaient défini des règles de bonne pratique, mais il n'y avait pas d'obligation ni de suivi. Peu de données géologiques, hydrogéologiques et techniques étaient récoltées, et l'archivage était disparate.

Au début des années 1990, avec le Décret du 30 avril 1990 sur la protection et l'exploitation des eaux souterraines et des eaux potabilisables, les demandes d'autorisation de prise d'eau doivent comporter des données techniques plus détaillées, qui peuvent être archivées.

Le permis d'environnement en 1999 et sa mise en œuvre progressive durant les années 2000, ont conduit à la promulgation des textes suivants :

- Conditions intégrales relatives aux installations de prise d'eau (AGW du 12-2-2009)
- Conditions sectorielles relatives aux prises d'eau (AGW du 12-2-2009)
- Conditions sectorielles relatives aux forages (AGW du 13-9-2012)
- Annexe XVIII à l'AGW du 4-7-2002 relatif à la procédure et à diverses mesures d'exécution du décret du 11-3-1999 relatif au permis d'environnement

Les rubriques du permis concernées sont :

45.12.01. Forage et équipement de puits destinés au stockage de déchets nucléaires ou destinés à recevoir des **sondes géothermiques**. (Classe 2)

45.12.02. Forage et équipement de puits destinés à une **future prise d'eau souterraine** (hormis les forages inhérents à des situations d'urgence ou accidentelles). (Classe 2)

74.30.03. Forage et équipement de puits de reconnaissance géologique, de puits de prospection, de piézomètres, ou de puits de contrôle de la qualité de l'eau. (Classe 3)

Les demandes de permis comportent des informations générales sur le projet. Les coupes géologiques et techniques ainsi que les résultats d'essais de pompage doivent être fournis.

Usages de la carte hydrogéologique par les entreprises de forage

• Identification des ressources potentielles

L'information relative aux formations aquifères, à leur localisation (carte) et à leur géométrie (coupe), aux paramètres hydrodynamiques et à la productivité des aquifères sont autant d'éléments qui aident à la préparation d'un projet de forage.

Par exemple, sur l'extrait de la carte « Huy-Nandrin », plusieurs formations aquifères peuvent être identifiées sur le tableau de concordance Géologie-Hydrogéologie. Les unités aquifères peuvent être localisées sur la carte principale et sur les coupes. Les données d'exploitation des aquifères et les résultats d'essai de pompage repris dans la notice permettent d'avoir un ordre de grandeur des potentialités de ces différentes unités

hydrogéologiques (sans pour autant constituer une garantie, la grande variabilité des productivités des ouvrages sollicitant des aquifères de fissure apparaissant clairement).

La localisation des ouvrages existants et des éventuelles zones de prévention est également disponible sur la carte.

Les données de qualité pour les différentes unités hydrogéologiques donnent également des informations utiles, comme la probabilité de solliciter une nappe avec des teneurs en fer et manganèse nécessitant un traitement.

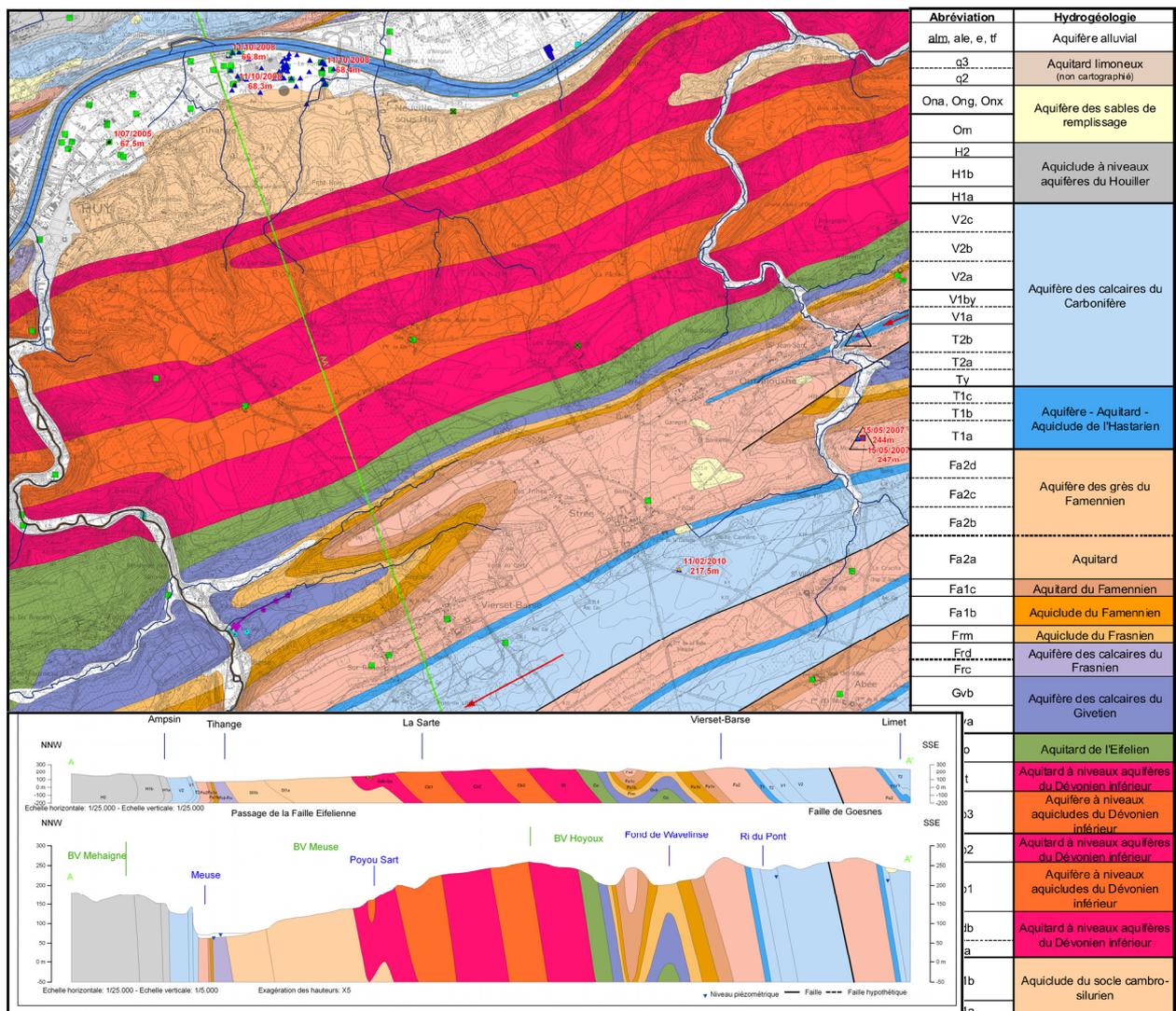


Figure 1 : Extrait de la carte hydrogéologique 48/3-4 Huy-Nandrin (Ruthy et Dassargues 2011)

- **Informations nécessaires pour répondre aux exigences légales**

- **Données générales sur l'aquifère sollicité**

Le formulaire XVIII à annexer à la demande de permis requiert une série d'informations, qui pour la plupart peuvent être trouvées sur la carte ou dans la notice, notamment la caractérisation du type d'aquifère sollicité: les épaisseurs des formations sont données dans la notice, l'altitude de leur base peut être trouvée sur les cartes d'isohypses lorsqu'elles ont pu être dessinées. Si les données piézométriques étaient suffisantes pour être représentées

sur la carte (mesure ponctuelle ou carte d'isopièzes) ou dans la notice, une évaluation de la profondeur du niveau de l'eau au point de forage peut être faite. La carte piézométrique et les flèches indiquant les sens probables d'écoulement permettent de situer le projet par rapport à d'autres exploitations ou à des zones de préventions ou à des sites qui présenteraient un risque pour la qualité de l'eau.

A.4. PIÈCES A ANNEXER	
Coupe géologique probable du (des) puits, avec profondeur estimée de la nappe aquifère.	Annexe n°
Description des méthodes prévues de forage et d'équipement du (des) puits * avec coupe technique à l'appui.	Annexe n°
Description de l'aménagement de surface prévu avec schéma coté à l'appui.	Annexe n°
S'il existe, un rapport technique portant sur le type et la nature de la (des) nappe(s) aquifère(s) en présence et contenant les données devant permettre à l'Administration d'apprécier la répercussion probable du projet sur la nappe aquifère ainsi que sur les propriétés publiques et privées en surface.	Annexe n°
S'il existe, un plan de situation reprenant la position du (des) puits et celle de l'éventuel piézomètre associé, ainsi que la piézométrie locale supposée et le sens des écoulements.	Annexe n°

* Outils et fluides de forage, matériaux de soutènement et d'équipement du puits, s'il échet matériaux et méthode de remplissage de l'espace entre les tubes d'équipement et le terrain, cahier des charges si disponible,... Ces annexes doivent également être renseignées dans le tableau « Annexes fournies par l'exploitant » du formulaire de demande (annexe I).

Figure 2 : extrait de l'Annexe XVIII aux demandes de permis d'environnement

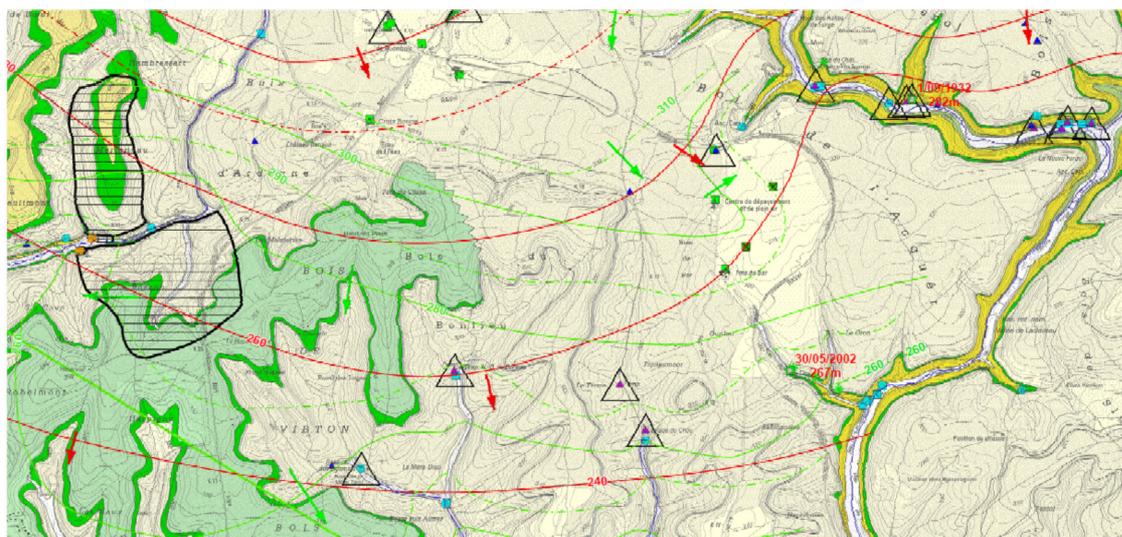


Figure 3 : Extrait de la carte 71/1-2 Meix-devant-Virton – Virton (Bouezmarni, Denne et Debbaut 2009) avec la piézométrie des nappes de Florenville (rouge) et Orval (vert)

- **Identification de situations qui nécessitent des caractéristiques spécifiques de l'ouvrage**

Certaines situations hydrogéologiques imposent de prendre des dispositions techniques particulières.

Les conditions sectorielles relatives au forage et à l'équipement de puits destiné à une future prise d'eau souterraine (AGW du 13-9-2012) spécifient que « Lorsque plusieurs nappes d'eau souterraine sont séparées par un horizon peu perméable, une opération

d'aveuglement de la (des) nappe(s) d'eau non exploitée(s) est réalisée ». La figure 3 montre un exemple où cette disposition doit être appliquée : cinq niveaux aquifères différents sont identifiés, et peuvent chacun faire l'objet de projets d'exploitation. Cette situation peut être facilement mise en évidence à l'aide de la carte et de la coupe hydrogéologique.

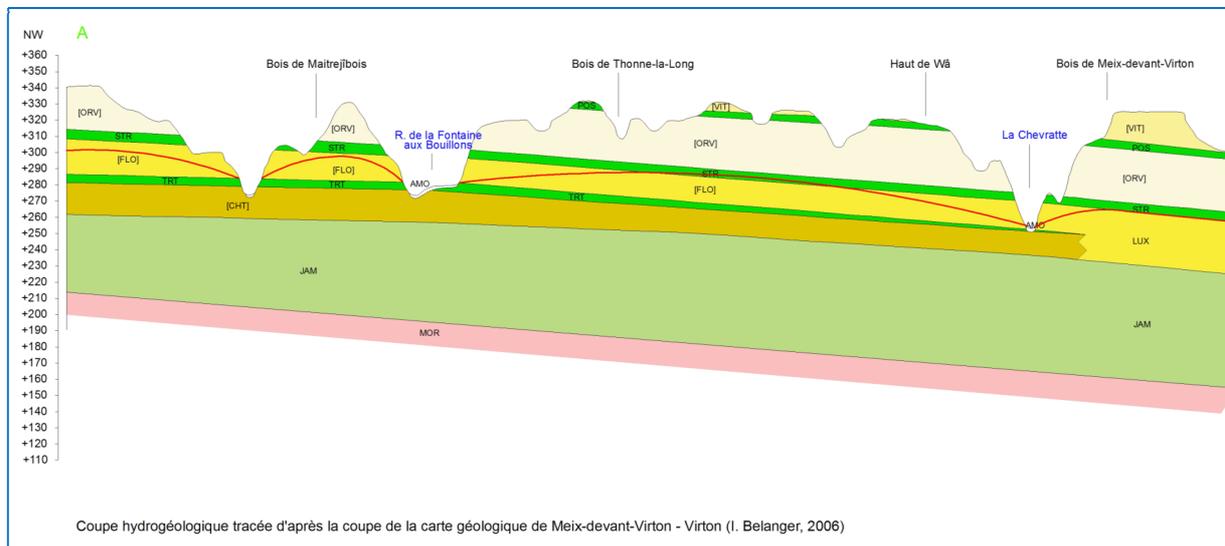


Figure 4 : Extrait de la coupe du poster 71/1-2 Meix-devant-Virton – Virton (Bouezmarni, Denne et Debbaut 2009) avec la superposition des formations aquifères de Mortinsart (MOR), de la Chevratte (CHT), de Florenville (FLO) pour laquelle la piézométrie est marquée d'une ligne rouge d'Orval (ORV) et de Virton (VIR).

La législation wallonne prévoit également le remblayage des puits abandonnés (conditions sectorielles relatives au forage et à l'équipement de puits destiné à une future prise d'eau souterraine, AGW du 13-9-2012). Les dispositions techniques de ces opérations doivent être adaptées si des cavités ou fissures importantes empêchent une cimentation. Les informations figurant dans les notices peuvent aider à identifier de telles situations.

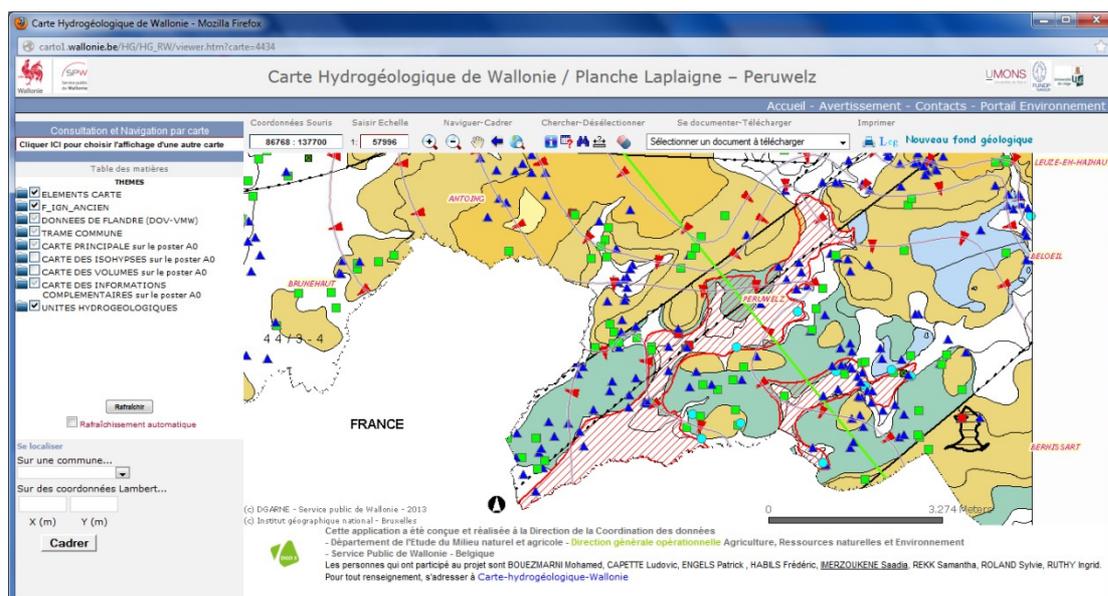


Figure 5 : Extrait de la carte 44/3-4 Laplaigne – Peruwelz (Roland, Habils et Rorive 2010)

La figure 5 montre un exemple de région où la nappe est artésienne. En cas de forage dans ces zones, des dispositions particulières doivent être prises pour maîtriser cet artésianisme, ne pas surexploiter inutilement la ressource et éviter d'inonder les parcelles environnantes. La connaissance préalable de cette situation permet de prévoir les mesures adéquates, et leur coût.

Informations provenant des foreurs

La législation actuelle (conditions sectorielles relatives au forage et à l'équipement de puits destiné à une future prise d'eau souterraine, AGW du 13-9-2012) prévoit que l'exploitant remette à l'administration, après les travaux, un rapport reprenant les données techniques relatives à l'ouvrage réalisé. Dans la pratique, la réalisation de ce rapport est très largement assurée par l'entreprise de forage.

De plus, lorsque des ouvrages plus anciens sont identifiés et datant de périodes où ces données n'étaient pas exigées, il est fréquent que les exploitants renvoient les auteurs des cartes vers les entreprises de forage pour vérifier si elles conservent dans leurs archives les informations recherchées.

Ces informations concernent :

- **La géologie**

- Les descriptions des terrains traversés fournissent des informations sur la nature et la géométrie des formations géologiques, et donc des unités hydrogéologiques
- Cela permet souvent de préciser la position d'horizons imperméables, de failles

- **L'hydrogéologie**

- Le caractère aquifère ou non des terrains recoupés en forage
- La localisation des venues d'eau
- La position des niveaux piézométriques
- La productivité des ouvrages
- D'éventuelles données de qualité de l'eau (fer, ..)

- **Les caractéristiques techniques des ouvrages**

- La coupe technique, qui synthétise l'architecture de l'ouvrage de prise d'eau, permet de déterminer quelle unité hydrogéologique est sollicitée, si les mesures d'isolation nécessaires ont bien été prises, ...

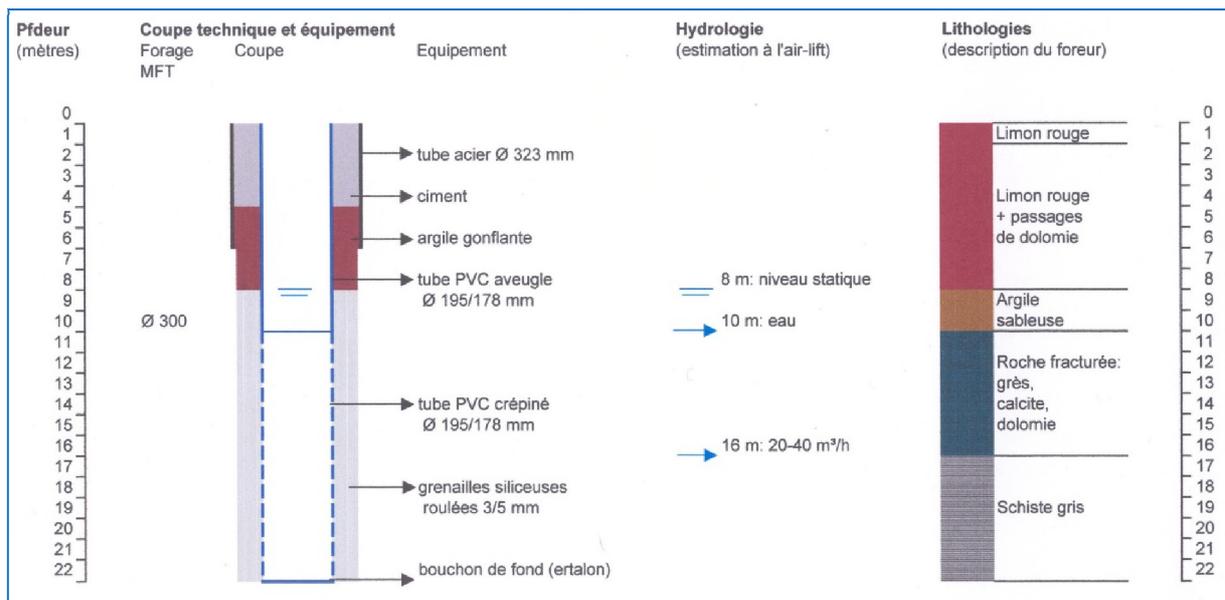


Figure 6 : Coupe de synthèse, équipement, nature des roches et données hydrogéologiques (exemple réalisé par l'entreprise Moors)

Références

Bouezmarni M., Denne P., Debbaut V. (2009). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Meix-Devant-Virton - Virton n° 71/1-2. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2009/12.796/2 - ISBN 978-2-8056-0064-7.

Roland S., Habils F., Rorive A. (2010). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Laplaigne - Péruwelz n° 44/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal D/2010/12.796/7 - ISBN 978-2-8056-0075-3.

Ruthy I., Dassargues A. (2011). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Huy - Nandrin n° 48/3-4. Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal – D/2011/12.796/3 - ISBN : 978-2-8056-0081-4.

UTILISATION DES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES DE WALLONIE DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE DES NAPPES TRANSFRONTALIÈRES (FRANCE - BELGIQUE)

François CRASTES DE PAULET, Hydrogéologue
BRGM Nord-Pas-de-Calais
Synergie Park, 6 ter rue Pierre et Marie Curie, F-59260 Lezennes - France

Introduction

En 2009-2010, une initiative de l'UNESCO - le programme ISARM (*Internationally Shared Aquifer Resources Management*) - a recensé environ 270 aquifères transfrontaliers à l'échelle mondiale. De son côté, l'UNECE (*United Nations Economic Commission for Europe*) a publié son 2nd rapport depuis 2007, faisant état de 200 nappes transfrontalières au sein d'une zone incluant l'Europe, le Caucase et l'Asie centrale [UNECE, 2011].

Actuellement, de nombreux aquifères sont partagés entre la France et la Belgique. Des terrains les plus jeunes aux plus anciens, les exemples les plus connus sont : les Sables du Thanétien (Tertiaire) - appelé aussi localement Landénien - dans Bassin des Flandres ; la Craie du Crétacé (Secondaire) et les Calcaires du Carbonifère (Primaire) dans l'Avesnois et la région allant de Ath (Be) à Lille (Fr).



Figure 1 : Extension de la zone d'étude de l'aquifère des Calcaires du Carbonifère sur la carte géologique

Concernant les Calcaires Carbonifères, ceux-ci sont partagés entre le Nord - Pas-de-Calais, la Wallonie et la Flandre. Depuis 2009, ils représentent le seul aquifère à faire l'objet d'une coopération scientifique et institutionnelle, par l'intermédiaire du projet ScaldWin.

L'aquifère des Calcaires Carbonifères

L'aquifère est caractérisé par une alternance de couches calcaires, parfois dolomitiques, et de calcschistes d'âges Tournaisien et Viséen, dont l'épaisseur totale atteint plus de 400 m au forage 00144C0069 à Roubaix (Fr). La zone de recharge est située en Belgique, à proximité des Dendres orientale et occidentale, alors que la majorité des prélèvements en eau souterraine ont lieu dans sa partie captive, entre les villes de Lille (Fr) et Mouscron (Be). Connu pour être partiellement karstifié dans sa partie supérieure entre Lille et Mouscron, ainsi qu'à proximité de Tournai (Be), cet aquifère peut drainer localement d'autres nappes, comme les sables du Tertiaire en Belgique ou la Craie séno-turonienne en France. Dans les zones karstiques, un remplissage à base de matériaux sédimentaires d'âge Wealdien a été plusieurs fois observé.

Si les prélèvements à la fin du XIX^{ème} siècle étaient représentatifs du développement de l'activité industrielle – textile en particulier - dans les deux pays, ils sont devenus minoritaires depuis les années 1980 en France au profit de l'alimentation en eau potable ; en Belgique, la part utilisée pour l'eau potable est passée d'environ 20 à 30 % entre 1985 et 2010 [Crastes de Paulet & Dufrénoy - BRGM, 2012]. La sur-exploitation a d'ailleurs causé une diminution du niveau piézométrique de l'ordre 1 m par an, abaissant la nappe de 70 à 90 m par endroits.

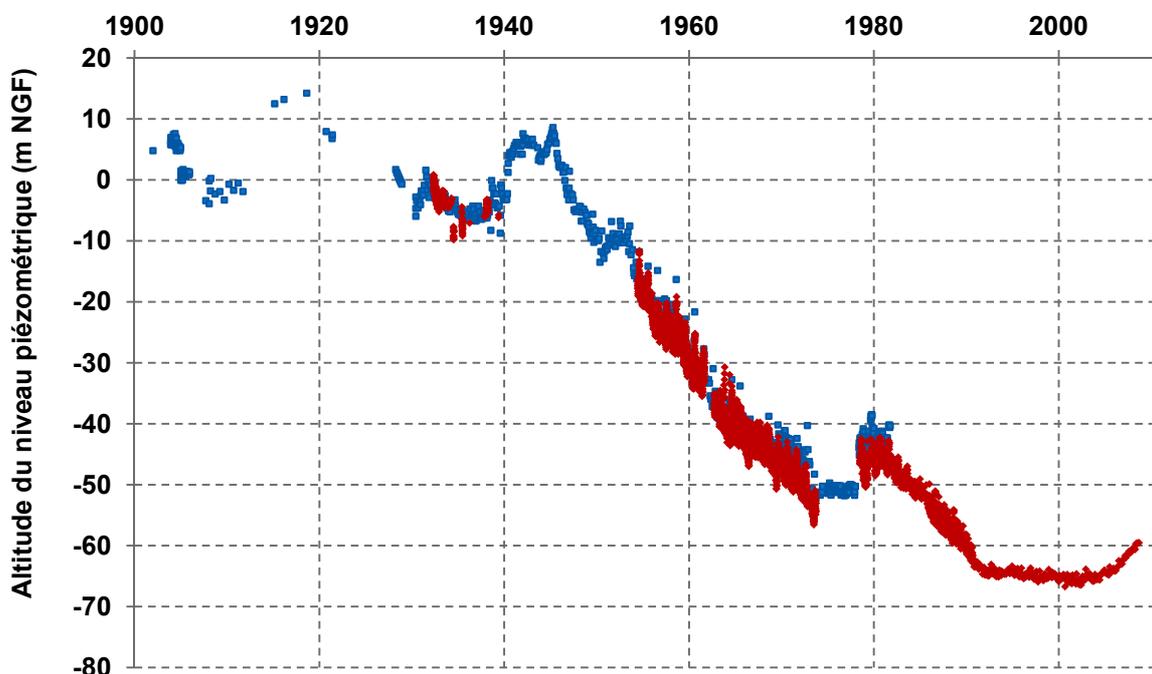


Figure 2 : Chroniques piézométriques des forages 00144C0054 et 00143B0102, respectivement à Roubaix et Tourcoing [Crastes de Paulet & Dufrénoy - BRGM, 2012]

Au cours des années 1990, une stabilisation des prélèvements globaux au sein de l'aquifère des Calcaires du Carbonifère est apparue ; la gestion des ressources a commencé à

s'améliorer. En 2009, la part française représentait 18% des prélèvements, contre 82 % pour la Belgique.

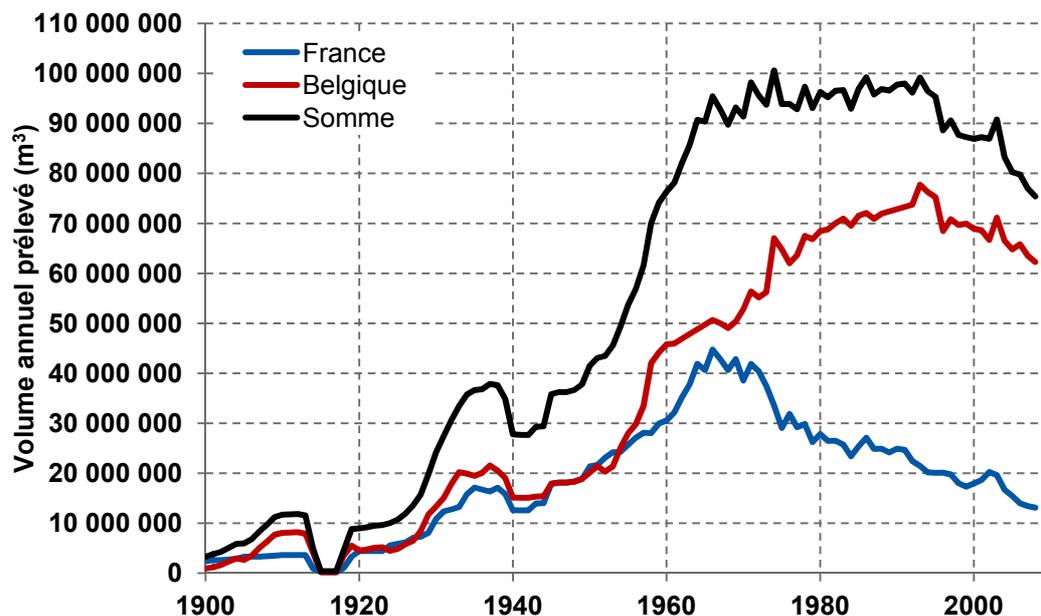


Figure 3 : Reconstitution des volumes annuels prélevés en France et en Belgique (ainsi que leur somme) pour l'aquifère des Calcaires du Carbonifère sur la période 1900 -2010 [Craustes de Paulet & Dufrenoy - BRGM, 2012]

La piézométrie des Calcaires Carbonifères

Le constat d'une évolution du volume et de la répartition des prélèvements au cours de plus de 100 ans d'exploitation a entraîné la nécessité de réaliser le tracé de deux nouvelles cartes piézométriques (phase 1 du projet ScaldWin) Pour rappel, des cartes piézométriques avaient déjà été tracées en 1910, 1935, 1968, 1969, 1973, 1980, 1986 et 2006 ; certaines ayant fait l'objet d'une coopération transfrontalière.

Apport des cartes hydrogéologiques du SPW

Une fois les correspondances établies entre les systèmes altimétriques et cartographiques utilisés en France et en Belgique, le tracé d'une 1^{ère} version de la carte piézométrique a été entamé. Face à la répartition hétérogène des points de mesure, le choix a été fait de s'appuyer sur le tracé des cartes hydrogéologiques BRGM antérieures et sur celles réalisées par le SPW (Service Public de Wallonie), à savoir les cartes de :

- « Hertain – Tournai » et « Antoing – Leuze » pour la piézométrie des Calcaires du Carbonifère au niveau des carrières d'Antoing, dans la zone faillée entre Rumes et Tournai, mais aussi le long de l'Escaut au sud de Tournai ;
- « Laplaigne – Peruwelz » et « Blicquy - Ath » pour la piézométrie des Calcaires du Carbonifère le long du bord nord du Bassin d'Orchies et dans la zone libre de l'aquifère où des échanges peuvent avoir lieu avec des aquifères sous-jacents et/ou des cours d'eau ;
- « Celles - Frasnes-lez-Anvaing » et « Templeuve - Pecq », dans une moindre mesure, pour l'influence des captages Warcoing et Mouscron.

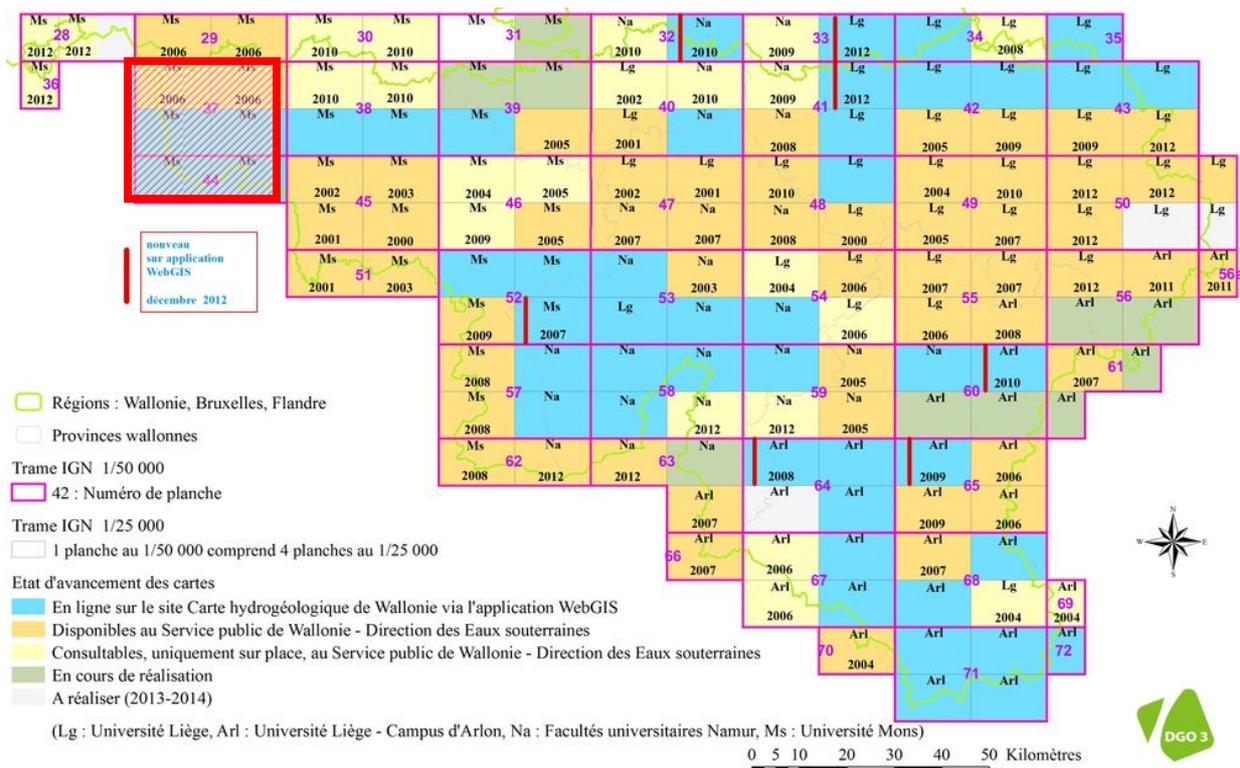


Figure 4 : Identification des cartes hydrogéologiques belges, utilisées pour le tracé de la carte piézométrique réalisée conjointement par le BRGM et l'UMons en octobre-novembre 2010 (Source : SPW-DGO 3-Site Internet carte hydrogéologique de Wallonie)

Résultat final

Le travail de comparaison entre les cartes du BRGM et celles réalisées par le SPW a ainsi permis de valider la carte suivante :

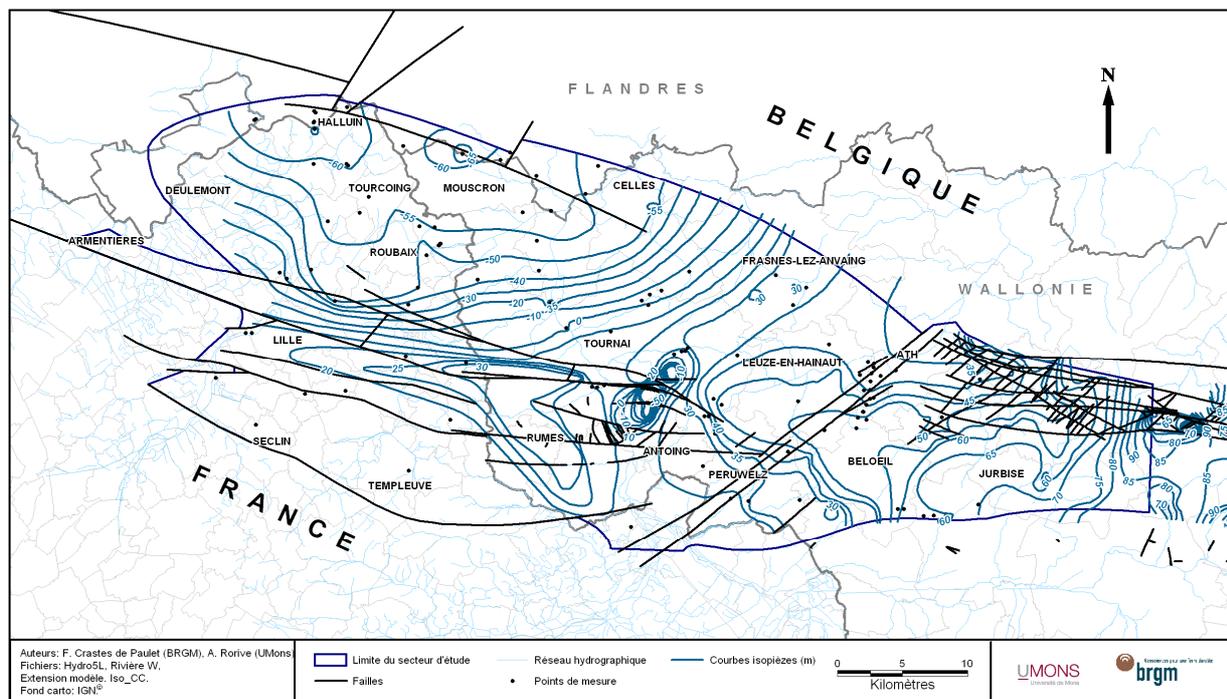


Figure 5 : Carte piézométrique des Calcaires Carbonifères, réalisée en octobre-novembre 2010 [Crastes de Paulet & Dufrenoy – BRGM/UMons, 2011]

De façon simplifiée, on peut distinguer les informations suivantes :

- La partie orientale de la zone d'étude montre que les écoulements ont lieu en régime libre, malgré la présence de terrains sédimentaires sus-jacents pouvant localement limiter l'infiltration d'eau de pluie. Les cours d'eau s'écoulant en direction du nord-est représentent les exutoires préférentiels de l'aquifère du Carbonifère. Quant à l'Escaut, celle-ci semble drainer l'aquifère sur quelques kilomètres de part et d'autre de son lit ;
- Malgré la stabilité des volumes totaux prélevés en France et en Belgique, l'influence anthropique est toujours aussi importante dans la zone de Halluin (Fr) et Mouscron (Be) où se trouvent les points les plus bas de la nappe, ainsi que dans la zone des carrières du Tournaisis. Les rayons d'influence autour de ces forages industriels et d'eau potable atteignent des valeurs comprises entre 5 et 10 km ;
- La forme des isopièzes indique un gradient important de direction nord-sud, le long d'un axe Lille (Fr) - Tournai (Be). Ce gradient est la conséquence de la présence de terrains moins perméables du Tournaisien inférieur, conjuguée au plongement et à l'augmentation de l'épaisseur des couches du Carbonifère vers le nord ;
- La partie française, autour de Seclin et Templeuve, présente un gradient hydraulique très faible de direction sud et des couches non karstifiées. Certains forages y sont d'ailleurs improductifs, voire secs (absence de niveau piézométrique). La circulation des eaux souterraines étant extrêmement lente, la connexion avec des terrains sous-jacents (Houiller, Dévonien...) est à envisager - sans pouvoir être démontrée sans apport de la chimie isotopique.

Conclusion

La nécessité d'étudier et de gérer de façon responsable l'aquifère transfrontalier des Calcaires du Carbonifère a permis une meilleure coopération, autant scientifique qu'institutionnelle, dont l'une des étapes primordiales a été la synthèse de connaissances locales. A ce titre, le BRGM a sollicité le concours du SPW dans la fourniture de cartes hydrogéologiques en Belgique, ainsi que l'appui de l'UMons pour leur interprétation. Ce travail a engendré l'organisation de deux campagnes piézométriques et la réalisation de la carte piézométrique du Calcaires du Carbonifère d'octobre-novembre 2010 ; soit la carte la plus fidèle au regard de celles réalisées depuis 1910. Celle-ci a servi de base aux phases suivantes du projet ScaldWin : la recherche de points d'échantillonnage d'eaux souterraines à des fins d'analyse chimique et isotopique et la construction d'un modèle hydrogéologique en 3D et en régime transitoire. Au-delà des besoins du projet ScaldWin, cette carte est devenue un outil pour les bureaux d'études et les décideurs, français et belges, lors de projets d'installation de forages ou de modélisation hydrogéologique.

Bibliographie

Crastes de Paulet F., Dufrénoy R., avec la collaboration de Rorive A. et Bastien J. (2011) – Etude de la nappe du Calcaire Carbonifère - Campagnes piézométriques de juillet et d'octobre de 2010. Rapport BRGM/RP-59756-FR

Crastes de Paulet F., Dufrénoy R. (2012) – Caractérisation du fonctionnement de l'aquifère du Calcaire Carbonifère à l'aide des techniques de traitement du signal. Rapport BRGM/RP-61029-FR

UNECE (2011) - Second Assessment of transboundary rivers, lakes and groundwaters

MODÉLISATION RÉGIONALE ET LOCALE SUR BASE DES DONNÉES DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Philippe ORBAN, Chercheur
Université de Liège – Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement
Sart-Tilman - Bâtiment B52 B-4000 Liège - Belgique

Les modèles mathématiques et numériques sont des outils utilisés classiquement en hydrogéologie. Ils permettent d'intégrer au sein d'une représentation simplifiée de la réalité, l'ensemble des données existantes afin de comprendre le fonctionnement d'un système hydrogéologique. Une fois calibrés, ils permettent également de tester différents scénarios, par exemple de gestion des ressources en eaux souterraines.

Lors des étapes de la construction d'un modèle puis de sa calibration, il est indispensable de disposer de données permettant de définir (1) la géométrie du système étudié, (2) les valeurs des paramètres utilisés dans les équations décrivant le système (conductivité hydraulique par exemple), (3) les sollicitations appliquées à ce système (recharge, débits captés, par exemple) et (4) données historiques (mesurées) concernant la variable dépendante du problème ou sa dérivée (hauteurs piézométriques par exemple).

La carte hydrogéologique et la base de données associée qui synthétisent l'ensemble des informations hydrogéologiques disponibles en Région Wallonne sont ainsi devenues des outils incontournables lors du développement de modèles hydrogéologiques tant à l'échelle locale que régionale. La compilation et la structuration des données, notamment sous forme vectorielles géoréférencées, facilitent et engendrent un gain de temps lors du développement des modèles. L'équipe d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement de l'Université de Liège a ainsi développé une méthodologie permettant de faciliter l'intégration de ces données au sein des modèles qu'elles développent (Figure 1).

Au travers de deux exemples, l'utilisation de la carte hydrogéologique pour la construction de modèles numériques hydrogéologiques sera mise en évidence. Le premier exemple portera sur le développement d'un modèle hydrogéologique local de la plaine alluviale de la Meuse à Liège en vue d'étudier la faisabilité et l'impact d'un système ouvert de géothermie basse énergie. Le second exemple sera le modèle hydrogéologique régional de la masse d'eau souterraine RWM021 développé dans le cadre du projet Synclin'Eau.

Ces deux exemples permettront de montrer que si la carte hydrogéologique et la banque de données associée sont devenues des outils indispensables au développement de modèles hydrogéologiques, il convient de rester critique par rapport à ces données. Le premier exemple permettra, par exemple, de montrer que l'extrapolation des données existantes n'est pas toujours pertinente. Le second exemple permettra de mettre en évidence la problématique de la représentativité des données vis-à-vis de la thématique étudiée.

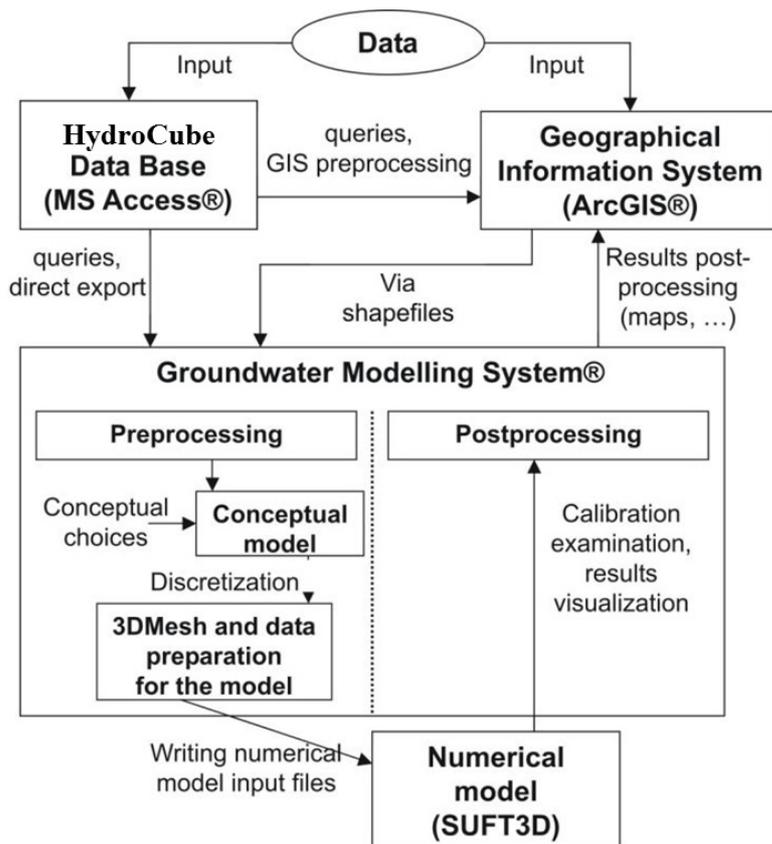


Figure 1 : Schéma de la procédure de gestion des données développée pour la modélisation régionale des eaux souterraines (Orban et al, 2005)

Atelier 1

Modélisation de l'interaction nappe - carrière

MODÉLISATION HYDROGÉOLOGIQUE DU BASSIN CARRIER DU TOURNAISIS : ÉTUDE DE CAS ET INTERACTION NAPPE-CARRIÈRE

Pierre-Yves BOLLY, Administrateur délégué
AQUALE SPRL. ECOFOX SA
Rue Ernest Montellier, 22 B-5380 Noville-les-Bois - Belgique

Contexte de l'étude

L'objet du cas d'étude est la gestion des masses d'eaux souterraines sollicitées dans le même temps par les carrières et les producteurs d'eau dans le bassin carrier du Tournaisis.

Une étude hydrogéologique détaillée, continuellement enrichie depuis 2008, s'est opérée dans le cadre des études d'incidences concernant les projets d'exploitation Obesco² (HOLCIM) en rive gauche de l'Escaut et ensuite le projet d'exploitation Barry (CCB) à l'est des exploitations déjà existantes en rive droite de l'Escaut (carrière de Gaurain, carrières d'Antoing, carrière du Milieu, carrière Lemay).

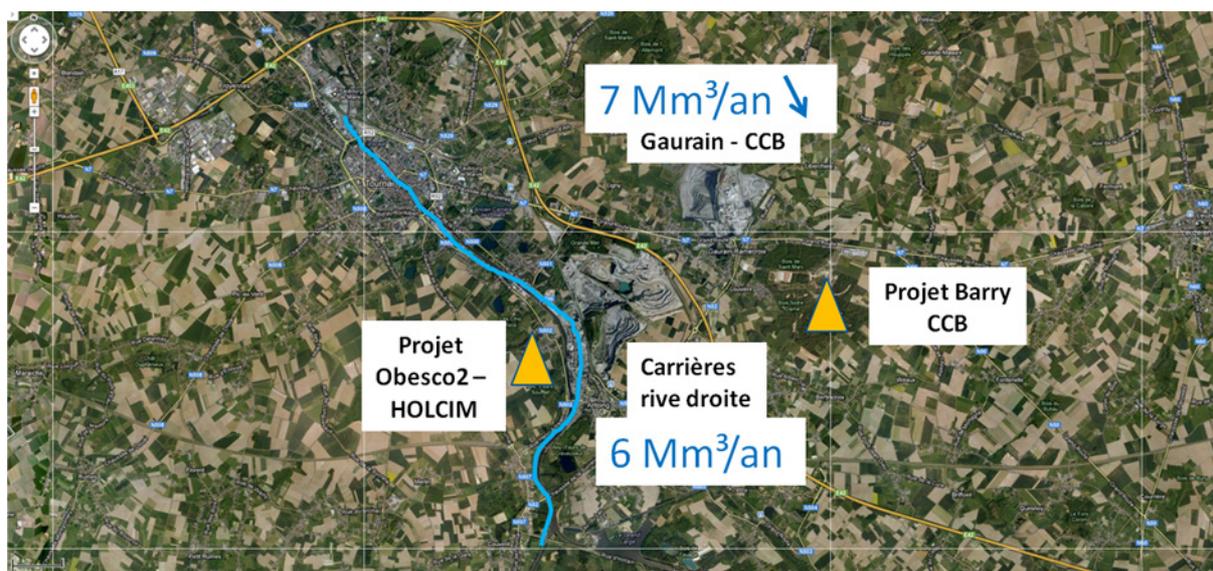


Figure 1 : Localisation et vue aérienne des exploitations actuelles et projetées

Le contexte hydrogéologique régional revêt une importance particulière dès lors que la masse d'eau située en aval (RWE060) de celle étudiée (RWE013) est très sensible compte tenu de sa mauvaise réalimentation couplée aux pompages qui la sollicitent.

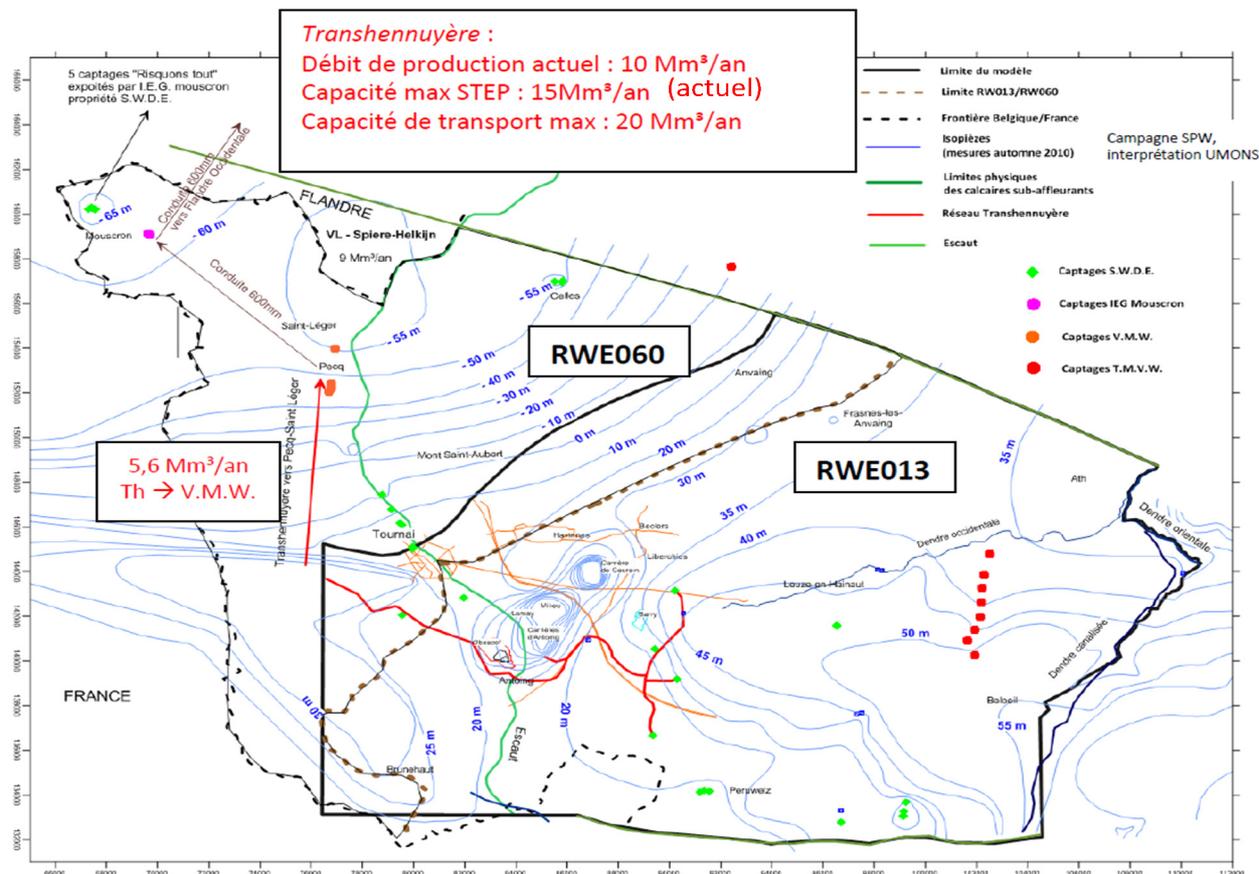


Figure 2 : Contexte régional

Les deux figures suivantes illustrent la baisse importante des niveaux d'eau connue au Nord de la masse d'eau RWE060 (phase de surexploitation) et la remontée de ces niveaux au début des années 2000 (tendant aujourd'hui à se stabiliser) connue depuis la mise en place du projet de la Transhennuyère. Ce projet fait suite à un accord Wallonie / Flandre pour soulager la masse d'eau surexploitée en réduisant les prélèvements dans celle-ci. Cette réduction de captages est compensée par l'adduction d'un mélange d'eaux provenant de captages et des fosses de carrières sis dans la RWE013. Ce mélange est traité à la station de Gaurain qui le renvoie vers la zone de Pecq, au Nord (RWE060).

	Total RW (Mm³/an)	VL (Mm³/an)	TOTAL (Mm³/an)	Transhennuyère (Mm³/an)
1993	18,4	15,5	33,9	-
1996	14,1	14,6	28,7	-
2001	14,5	11,9	26,4	-
2002	13,6	10,0	23,6	3,3
2003	14,3	10,4	24,8	6,7
2004	12,3	10,1	22,4	7,4
2005	10,6	9,2	19,8	8,1
2006	9,1	9,6	18,7	9,9
2007	8,3	7,9	16,3	9,2
2008	8,4	8,4	16,8	9,0
2009	9,1	8,7	17,8	9,5
2010	9,1	8,6	17,7	9,4
2011	10,2	10,1	20,2	9,4
2012	9,8	9,4	19,2	8,8

Figure 3a : Surexploitation de la masse d'eau RWE060 et évolution des débits dans celle-ci

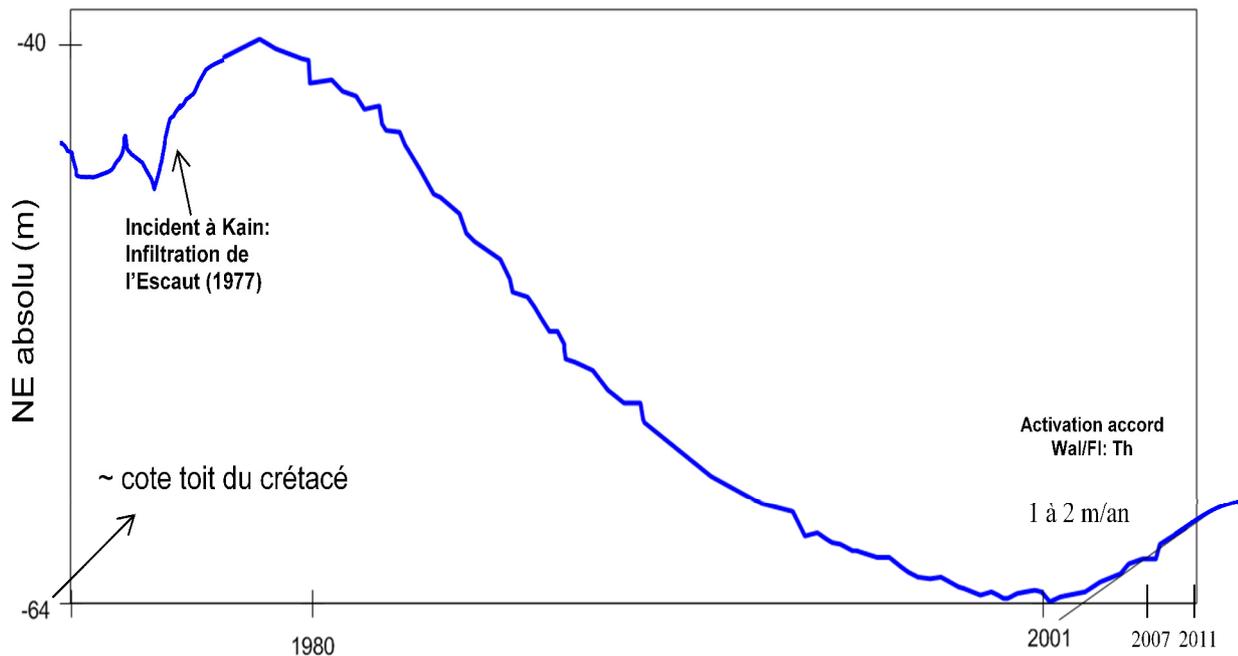


Figure 3b : Surexploitation de la masse d'eau RWE060 et évolution des débits dans celle-ci

Le tableau montre que le débit prélevé dans la masse d'eau RWE060 a déjà diminué jusqu'à 17 Mm³/an grâce au réseau de la Transhennuyère (dont la production est également précisée à la dernière colonne). Le débit total dans la masse d'eau RWE060 est remonté en 2011 et 2012 pour palier le lessivage des sulfates présents dans les niveaux de sables pyritiques (au nord de Pecq).

Méthodologie de l'étude

L'approche scientifique élaborée consiste à réaliser une étude hydrogéologique moyennant une collecte de données hydrogéologiques suffisantes (bibliographiques et campagnes de caractérisation hydrogéologique importantes) pour alimenter la construction d'un modèle numérique des écoulements souterrains dont les objectifs principaux sont l'évaluation des incidences hydrogéologiques des exploitations projetées. Sur la base de l'exploitation de la carte hydrogéologique et des résultats des campagnes de caractérisation, un modèle conceptuel a été élaboré en fixant une série d'hypothèses jugées représentatives de la réalité.

Ainsi, les données de forages, pompages d'essai, puits de pompages (localisation et débits), extensions des carrières, caractéristiques des rivières et leurs interactions avec la nappe, tracés et comportements hydrogéologiques des failles, etc. ont été utilisées pour construire les paramètres physiques de l'outil mathématique.

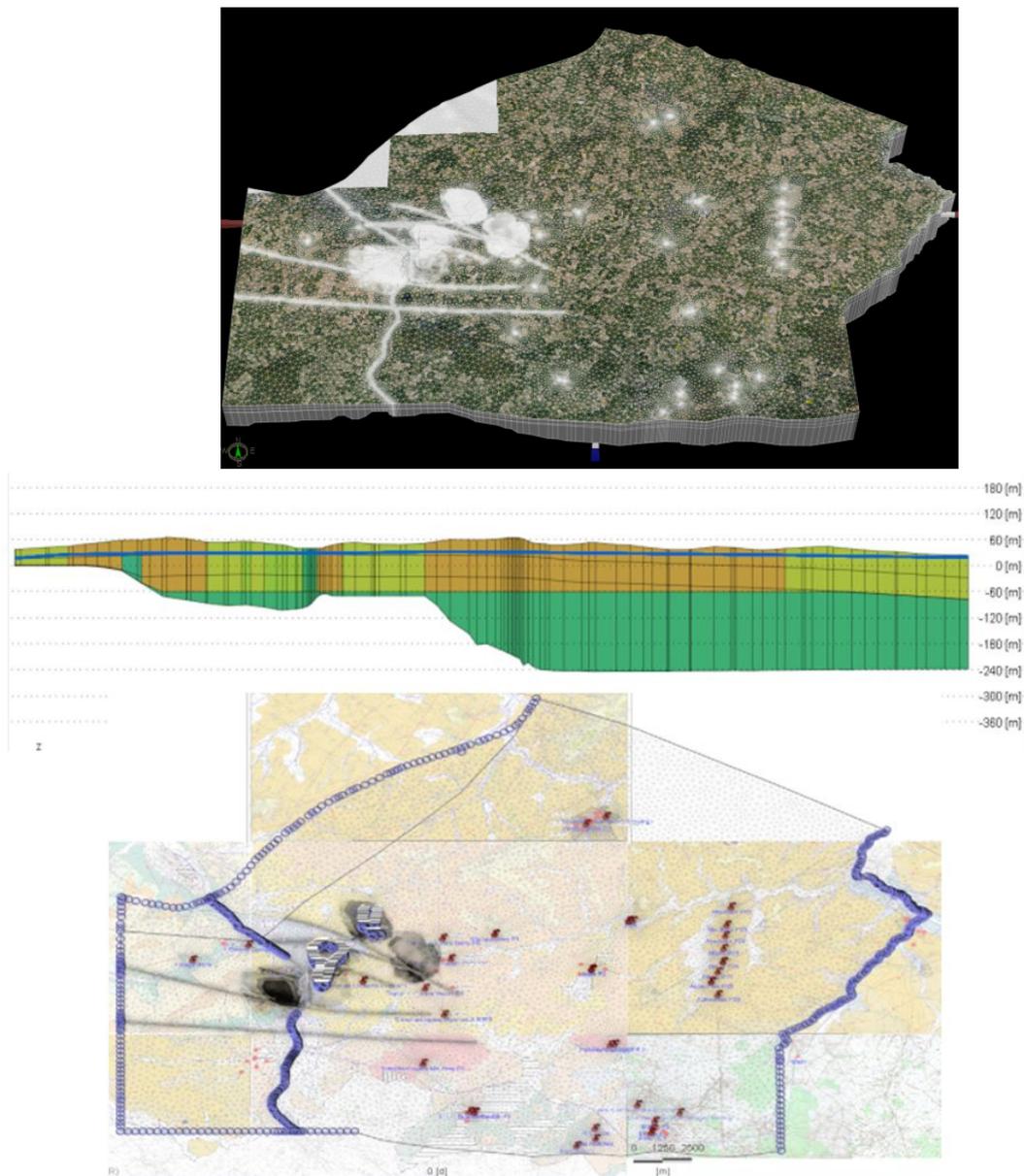
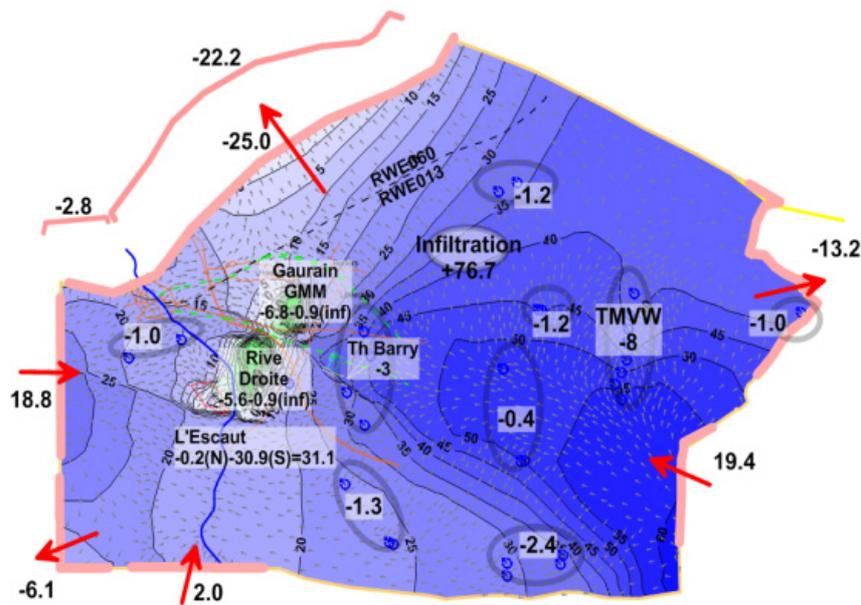


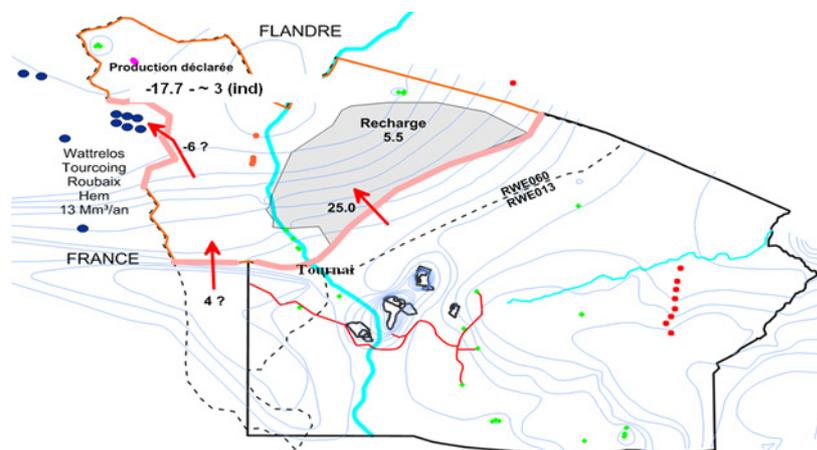
Figure 4 : Etape de construction du modèle numérique

La campagne piézométrique de l'automne 2010 et plusieurs données piézométriques complémentaires réparties sur l'année 2010 ainsi que les débits d'exhaure des carrières actuelles ont servi de cibles pour le calibrage du modèle numérique.

De façon à conforter la représentativité de l'outil calibré, une évaluation des ordres de grandeurs des débits déduits des frontières mathématiques a été opérée. Cette évaluation s'est concentrée sur la frontière Nord du modèle, c'est-à-dire celle qui interagit directement avec la masse d'eau RWE060 dont l'impact des prélèvements dans la masse d'eau RWE013 est évalué dans le cadre de cette étude.



En 2010 (en l'état des connaissances)



BILAN GLOBAL (Mm³/an)

Total entrées: 34.5

• Frontières avec modèle: 25 (simulé)

• Frontière à l'Ouest du modèle: 4 (estimé)

• Infiltration: 5.5

Total sorties: 26.7

• Production déclarée: -17.7 -3 ind

• Captages français: -6

Figure 5 : Bilan des flux du modèle calibré (état 2010) et interaction RWE013/RWE060

Le débit de 25 Mm³/an calculé au travers de la frontière nord apparaît cohérent avec les ordres de grandeurs déduits des données hydrogéologiques disponibles en aval de la zone du modèle.

L'outil mathématique est jugé représentatif et fiable pour déterminer les tendances hydrogéologiques locales et servir d'aide à la décision en termes de gestion de la surexploitation des masses d'eau.

Sous l'égide du S.P.W. et présidé par Benoît Tricot, un Groupe de Travail spécifique [Gestion équilibrée de la ressource en eau des calcaires carbonifères du bord nord du synclinorium de Namur (GECC)] a été constitué pour regrouper les acteurs (carriers et producteurs d'eau), l'Université de Mons et les bureaux d'études. Cette structure permet de maximaliser les données et définir les scénarii les plus réalistes possibles dans le cadre de l'exploitation de l'outil prédictif qu'est le modèle numérique.

Plusieurs scénarii ont été définis en ce sens et sont fonction des stratégies d'exploitation des carriers, des producteurs d'eau et des industriels prélevant les eaux souterraines. Par

ailleurs, les hypothèses sont basées sur les projets techniques de collaboration entre les carriers et la S.W.D.E. pouvant tous deux valoriser les eaux d'exhaure grâce au réseau existant de la Transhennuyère. A titre d'exemple, compte tenu de la bonne qualité des eaux souterraines au droit du site de Barry, il est réaliste de considérer une diminution des débits des captages de la Transhennuyère sis à proximité pour les compenser avec la fourniture des eaux d'exhaure de qualité.

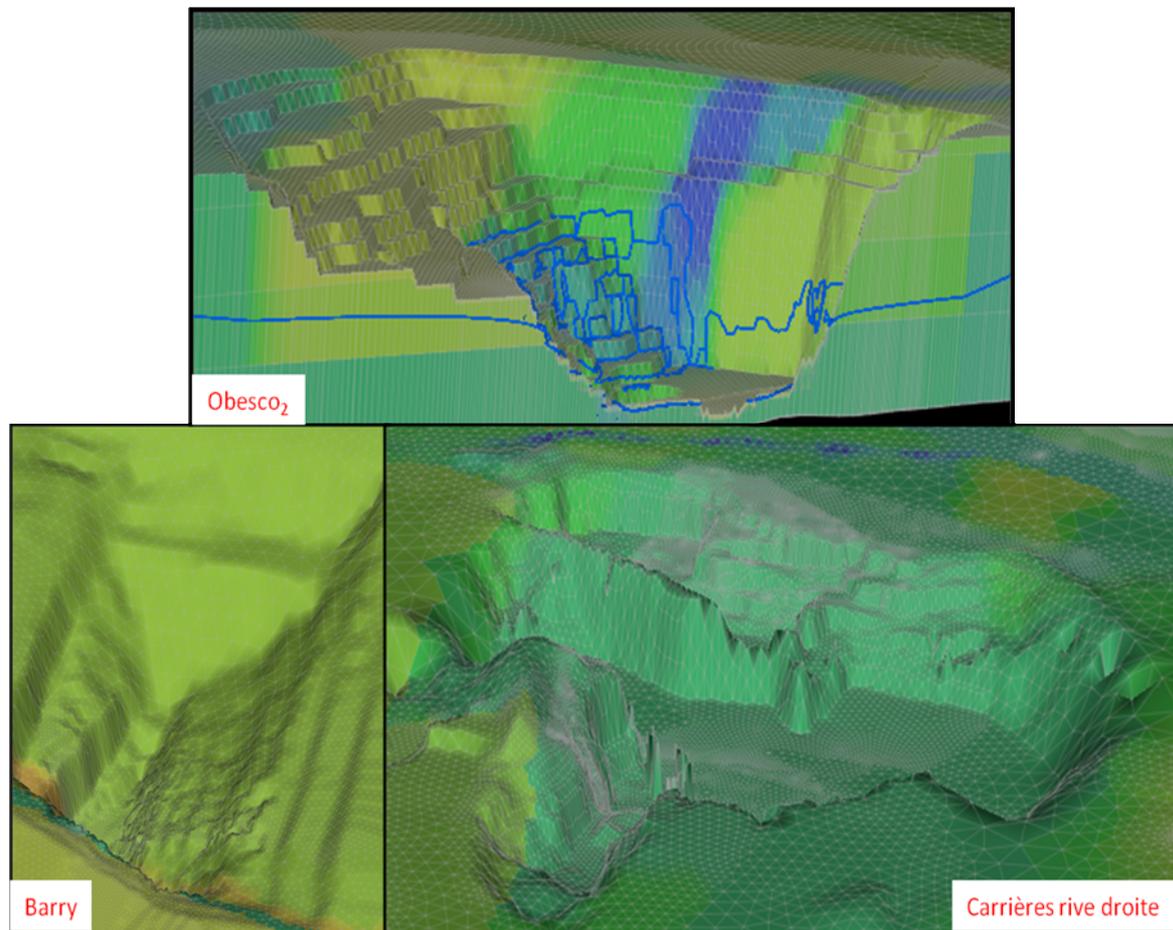


Figure 6 : Exploitation du modèle : intégration des géométries de fosses – scénario long terme

Un exemple de résultat de l'exploitation du modèle dans le cadre de la gestion de la nappe considérant les interactions entre carriers et producteurs d'eau est illustré à la figure suivante. Ce scénario considère la période ~2030. L'exhaure de Barry est estimée à environ 8 Mm³/an en faisant l'hypothèse que les puits de la Transhennuyère situés à l'est de Barry sont éteints (valorisation des eaux d'exhaure de Barry).

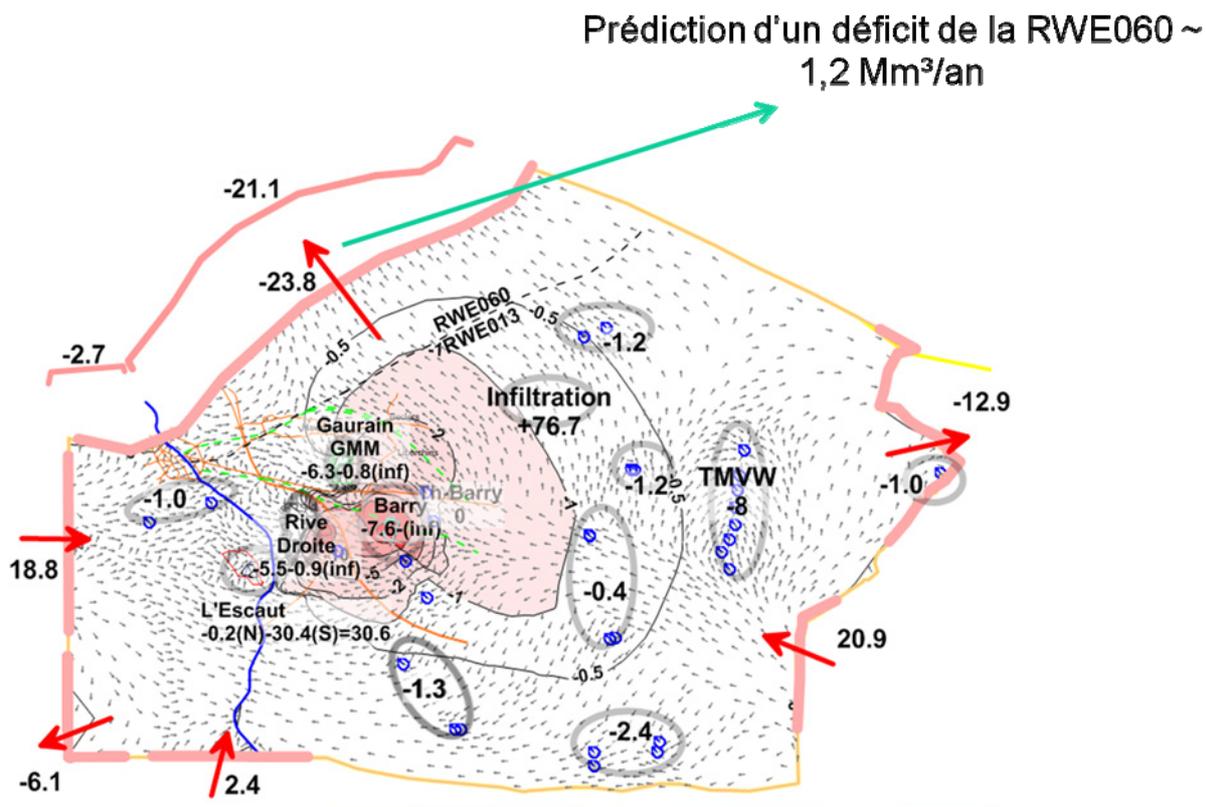


Figure 7 : Bilan des flux – résultats du scénario ~2030

Considérant l'état actuel de calibrage du modèle, les hypothèses actuelles telles que par exemple une recharge moyenne constante, il apparaît que l'ensemble des exploitations en ~ 2030 contribuerait à créer un déficit de ~ 1,2 Mm³/an dans la masse d'eau RWE060. Ce déficit doit être compensé en concertation avec tous les acteurs. Plusieurs solutions techniques de compensation existent : l'infiltration artificielle maîtrisée et la valorisation des eaux d'exhaure.

Conclusions

L'exploitation d'un modèle numérique régional, jugé représentatif de la réalité, permet d'apprécier les incidences de nouvelles exhaures de carrières et de minimiser rationnellement celles-ci en respectant les impératifs de la DCE 2000/60. Afin d'optimiser les stratégies et solutions techniques, un Groupe de Travail spécifique [Gestion équilibrée de la ressource en eau des calcaires carbonifères du bord nord du synclinorium de Namur (GECC)] présidé par Benoît Tricot regroupe les divers carriers, distributeurs d'eau et scientifiques depuis mai 2012.

L'évaluation des incidences hydrogéologiques des projets carriers met en évidence un déficit d'alimentation de la masse d'eau RWE060 à terme. Ce déficit reste toutefois gérable et compensable moyennant des solutions de valorisation des eaux d'exhaure ou des techniques d'infiltration artificielle maîtrisée.

La consultation de la carte hydrogéologique couplée à l'exploitation de modèle numérique permet d'optimiser la mise en place des outils de monitoring tels que :

- Programme de surveillance piézométrique des ouvrages.
- Programme de surveillance des débits des prises d'eau et des cours d'eau.
- Programme de surveillance biologique et chimique des cours d'eau.
- Autorisations de prises d'eau graduelles (ex: permis HOLCIM – OBESCO² octroyé début 2013 jusqu'à 4,5 Mm³/an).

Il existe actuellement en Wallonie diverses solutions techniques et de gestion pour rendre compatibles les activités d'extraction des ressources minérales et l'exploitation des ressources en eau.

Pour autant, il apparaît nécessaire que les mentalités des différents acteurs concernés continuent de converger positivement vers un souhait de gestion commune de ces ressources. Un consensus financier doit pouvoir être dégagé entre ces acteurs pour mener à bien cette mission.

UTILISATION DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DANS LE CADRE DE L'EXAMEN DES INTERACTIONS ENTRE LES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE ET L'INDUSTRIE EXTRACTIVE EN WALLONIE

Louise COLLIER, chercheur et Vincent HALLET, professeur
Université de Namur – Département de Géologie
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur - Belgique

I Introduction

Il existe deux ressources souterraines importantes en Wallonie. D'une part, l'eau souterraine dont les réserves, annuellement renouvelables, sont estimées à 550 millions de mètres cube et dont les deux tiers environ sont captés (Source : <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>). D'autre part, la roche dont la production moyenne annuelle s'élève à plus de 60 millions de tonnes par an (Source : *Fediex*, 2011).

Vu la forte densité de population et les fortes pressions environnementales, l'extension spatiale des carrières est de plus en plus limitée et seul, pour autant que la structure du gisement le permette, un approfondissement est envisageable pour l'exploitant.

Dans ce contexte, l'activité des carrières nécessite souvent la mise en place d'exhaure dont les conséquences sur les ressources en eau souterraine peuvent s'avérer importantes. En effet, l'activité extractive peut entraîner une série d'impacts environnementaux pouvant être directs, c'est-à-dire concerner l'hydrogéologie, ou être indirects et se manifester en surface sur la géomorphologie notamment.

En cas d'exhaure, suivant le contexte hydrogéologique, l'impact peut se traduire par une diminution du niveau piézométrique de la nappe souterraine (Figure 1) et/ou un changement de direction des flux d'eau, entraînant une variation de la transmissivité de la formation hydrogéologique contenant celle-ci, une diminution du rendement spécifique des puits environnants ainsi qu'une diminution du débit des sources et des cours d'eau.

En cas de rabattement important et prolongé, des impacts morphologiques et géotectoniques, peuvent se manifester par désaturation des terrains, par subsidence locale (voire régionale) du sol et/ou l'apparition de dolines et d'avens suite à l'effondrement de formations carbonatées peu profondes.

D'éventuels impacts qualitatifs s'observent par des variations des propriétés physico-chimiques des eaux souterraines. Ceux-ci découlent par exemple de l'infiltration directe au droit des sites carriers d'eaux météoritiques suite à la suppression des terrains de couverture et de la zone non-saturée, ou encore, de l'altération et du lessivage de roches mises en remblai présentant notamment des minéralisations sulfatées.

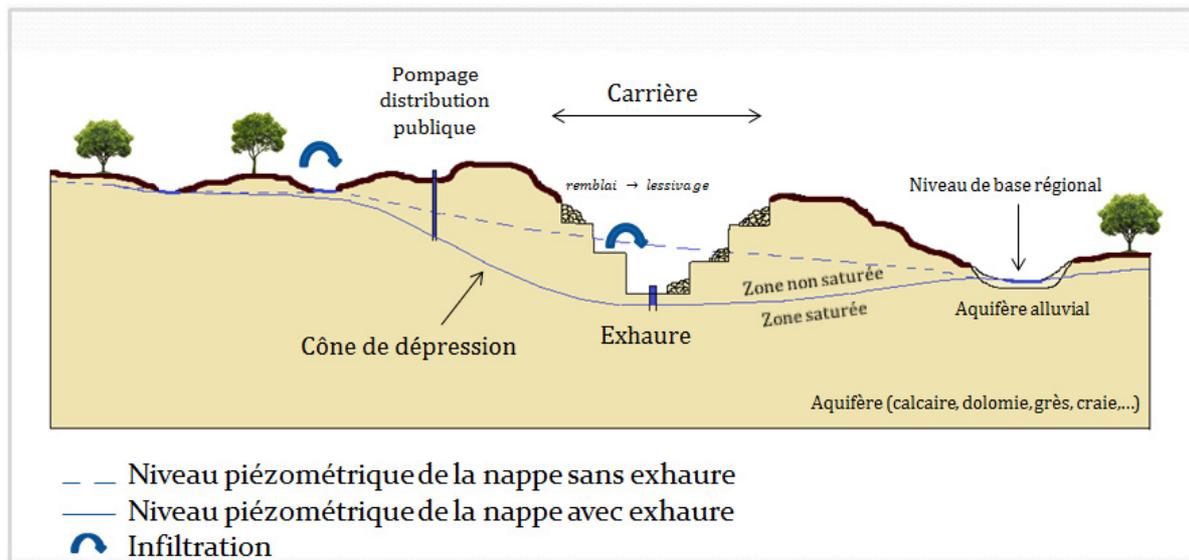


Figure 1 : Coupe schématique d'un site carrier et du contexte hydrogéologique

II Etude de l'interaction site carrier/eau souterraine à l'aide de la carte hydrogéologique

L'interaction entre les 160 sites carriers en activité en Wallonie et les ressources en eau souterraine a été étudiée pour définir le type d'étude qui permettrait de mieux caractériser la géologie et l'hydrogéologie des sites étudiés (suivis piézométriques, forages, essais de traçage, essais de pompage, etc.) et ainsi, se positionner par rapport aux mesures préventives à prendre pour minimiser l'impact environnemental.

Dans ce but les cartes hydrogéologiques de Wallonie ont été utilisées. Outre la localisation d'ouvrages de captage, elles ont permis d'identifier : le bassin hydrogéologique au droit duquel se trouve le site étudié, le sous-bassin hydrogéologique, la masse d'eau souterraine, les différentes unités hydrogéologiques concernées par l'exploitation ainsi que leurs extensions longitudinale et transversale, la cote piézométrique de la nappe en équilibre sans exhaure, le type de nappe sollicitée (libre, captive, semi-captive), la présence de phénomènes karstiques ponctuels, les écoulements karstiques reconnus par traçage, les zones de prévention théoriques ou arrêtées des captages présents à proximité de la carrière et les zones vulnérables aux nitrates. La présence de pertes et de résurgences indique si les cours d'eau sont naturellement drainants, infiltrants ou en pseudo-équilibre.

A partir de la B.D. Dix-sous une approche géocentrique, centrée sur la carrière étudiée et de rayon variable (fonction de la nature et de l'extension des formations hydrogéologiques), est réalisée pour localiser les prises d'eau. Y sont repris les captages pour la distribution publique d'eau potable (puits, galeries, sources à l'émergence), les puits privés, avec leur profondeur, les volumes annuels pompés, l'usage de l'eau, etc., les pompes d'exhaure et les piézomètres. Des données techniques complémentaires peuvent être obtenues grâce à la B.D. Hydro.

Les formations calcaires (principalement dans le Parautochtone de Namur, le Synclinorium de Dinant et le Tournaisis) fournissent annuellement plus de la moitié des volumes d'eau souterraine prélevés, et les craies (dans le bassin de Mons et en Hesbaye) près d'un quart. Les formations carbonatées fournissent donc ensemble à peu près les trois quarts de la

L'indice « aléa »

En ce qui concerne le contexte hydrogéologique, le site carrier peut rentrer dans quatre catégories possibles. Soit l'exploitation est ouverte au droit d'une formation aquiclude (y compris aquiclude à niveaux aquitards), soit au droit d'une formation aquitard (y compris aquitard à niveaux aquifères et aquiclude à niveaux aquifères), soit au droit d'une formation aquifère, soit au droit d'une formation aquifère karstifiée.

En ce qui concerne le contexte géologique, il existe quatre catégories possibles. Soit l'exploitation se situe au droit d'une formation complètement isolée par d'autres formations géologiques de faible perméabilité, soit au droit d'une formation cloisonnée et d'extension limitée, soit au droit d'une formation d'extension locale, ou soit au droit d'une formation d'extension régionale.

En ce qui concerne le contexte piézométrique, il existe également quatre catégories possibles :

- Soit la cote altimétrique du plancher de la carrière est supérieure à la cote piézométrique de la nappe souterraine concernée,
- soit la cote altimétrique est inférieure à la cote piézométrique mais supérieure à celle d'un thalweg imposant le niveau de base régional,
- soit la cote altimétrique est inférieure à la cote piézométrique de la nappe et à la cote altimétrique du thalweg d'une rivière qui impose un potentiel,
- ou soit la cote altimétrique du thalweg du niveau de base régional ne constitue plus un potentiel imposé sur l'entièreté de son cours et le cône de dépression se propage au-delà de la rivière.

Dans ces deux derniers cas, la rivière devient infiltrante.

		Contexte géologique					
		Totalement isolé	Partiellement isolé	Extension locale	Extension régionale		
Contexte hydrogéologique	Aquifère karstifié				7	Plancher < Thalweg (≠ potentiel imposé) < Nappe	Contexte piézométrique
			7	4	14	Plancher < Thalweg (potentiel imposé) < Nappe	
		1	4		9	Thalweg < Plancher < Nappe	
		2	5	4	15	Plancher > Nappe	
	Aquifère					Plancher < Thalweg (≠ potentiel imposé) < Nappe	
					4	Plancher < Thalweg (potentiel imposé) < Nappe	
		3	1	4	7	Thalweg < Plancher < Nappe	
			9	2	19	Plancher > Nappe	
	Aquitard					Plancher < Thalweg (≠ potentiel imposé) < Nappe	
		4				Plancher < Thalweg (potentiel imposé) < Nappe	
				1	1	Thalweg < Plancher < Nappe	
		1	4	4	1	Plancher > Nappe	
	Aquiclude					Plancher < Thalweg (≠ potentiel imposé) < Nappe	
				2		Plancher < Thalweg (potentiel imposé) < Nappe	
		3	2	4	6	Thalweg < Plancher < Nappe	
		1		4	1	Plancher > Nappe	

Figure 3 : Tableau reprenant les trois paramètres pris en compte dans l'aspect « aléa » et le nombre de carrières par catégorie

L'indice « vulnérabilité »

En ce qui concerne le potentiel quantitatif de la nappe souterraine concernée, il peut être faible, comme dans les formations aquicludes, moyen, comme dans les formations aquitards, ou élevé, comme dans les formations aquifères dû à une importante fracturation et/ou dissolution de la roche (réseaux karstiques).

En ce qui concerne, le potentiel qualitatif de la nappe souterraine, il peut être faible, dû à la présence de nitrates et de pesticides ou de sulfates par exemple, moyen, dû à des pertes ponctuelles amenant directement les eaux de surface dans le réseau karstique, ou élevé, lorsque la nappe souterraine est bien isolée de toutes les sources de pollution anthropiques et naturelles.

L'état des lieux des masses d'eau souterraines, estimé par la méthode SEQ-ESO et publié par le S.P.W. <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas>, constitue également une source d'informations très utile pour la détermination de ce paramètre.

Finalement, le site exploité peut se situer soit dans la zone de prévention des captages pour la distribution publique, soit dans leur zone d'alimentation ou soit en dehors de ces zones. Des zones de prévention sont en effet définies par la Région wallonne autour des prises d'eau pour la distribution d'eau potable. Dans le cadre de l'établissement de ces zones, des études plus ou moins poussées, selon l'importance du captage, ainsi qu'un inventaire des mesures à prendre, sont réalisées par les producteurs d'eau. Des actions de prévention y sont menées pour garantir la pérennité de la qualité de l'eau.

		Potentiel Quantité				
		Faible	Moyen	Elevé		
Potentiel qualité	Elevé			10	Zone de protection	Captage
			2	14	Zone d'alimentation	
		8	9	32	Hors zone	
	Moyen	1		5	Zone de protection	
		1		6	Zone d'alimentation	
		12	10	24	Hors zone	
	Faible	1		1	Zone de protection	
		3		1	Zone d'alimentation	
		3		14	Hors zone	

Figure 4 : Tableau reprenant les trois paramètres pris en compte dans l'aspect « vulnérabilité » et le nombre de carrières par catégorie

IV Résultats et perspectives

Cette classification a l'avantage de contextualiser aisément et de manière systématique tout site d'étude et d'estimer l'impact de toute modification liée à l'extension d'une carrière ou de l'implantation d'un nouveau captage à proximité d'une carrière. Elle pourrait éventuellement être utilisée pour déterminer l'importance de l'étude de faisabilité/incidence nécessaire. En effet, suivant les catégories auxquelles appartient le site étudié, une étude hydrogéologique plus ou moins poussée devrait être mise en place.

Dans l'intérêt de quantifier ces résultats, une nouvelle convention a été lancée par le S.P.W. Elle a pour but de développer une méthodologie et un outil permettant d'estimer l'interaction entre l'activité extractive, les captages et les ressources en eaux souterraines.

Différents scénarios seront testés à l'aide de modèles mathématiques. Ces derniers permettront de quantifier les interactions carrières/captages/aquifères/réseau hydrographique et d'identifier les paramètres hydrogéologiques (conductivité hydraulique, conditions frontières, etc.) qui influencent prioritairement les volumes pompés et l'extension des cônes de dépression.

Un indice d'interaction sera ainsi calculé sur la base de critères scientifiques rigoureux (contexte et paramètres hydrogéologiques). Le calcul de celui-ci sera basé sur les méthodes utilisées pour l'estimation des risques naturels et pour l'évaluation de la vulnérabilité des nappes aquifères.

Atelier 2

Expertise sur base de cas concrets

APPLICATION CONCRETE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE : CELLULE DE DIAGNOSTIC PESTICIDE-CAPTAGE, ETUDE DE LA POLLUTION D'UN CAPTAGE A PERWEZ (BRABANT WALLON)

Ludovic CAPETTE, Samantha REKK, Chercheurs, Vincent HALLET, Professeur
Université de Namur – Département de Géologie
Rue de Bruxelles, 61 - B-5000 Namur - Belgique

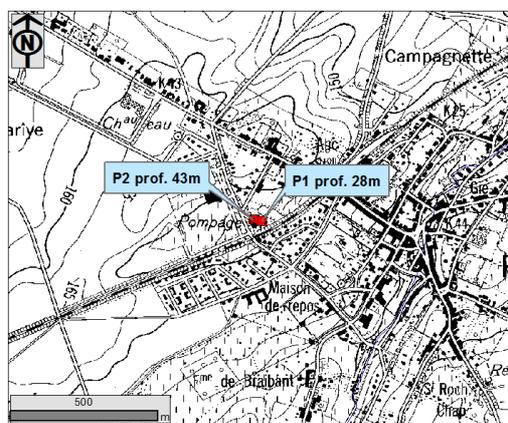
La Cellule de Diagnostic Pesticide-Captage

Face à la problématique de la pollution des eaux par les pesticides, aux coûts engendrés par les traitements appropriés et aux exigences accrues en terme de qualité des eaux, la Société Publique de Gestion de l'Eau (SPGE) a décidé de financer un outil concret d'aide à destination des producteurs d'eau.

La « Cellule de Diagnostic Pesticide-Captage », constituée de différents experts (hydrogéologues, pédologues, phytopharmaciens et agronomes) et coordonnée par le Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W), a ainsi été mise en place. Elle a pour objectifs d'étudier les causes des pollutions par les pesticides survenues aux captages et de proposer des solutions de remédiation.

La démarche consiste dans un premier temps à collecter l'ensemble des informations disponibles sur le captage et sur la qualité de l'eau. Le site est ensuite visité et les différents acteurs pouvant être concernés par la problématique (services communaux, agriculteurs, ...) sont concertés afin d'obtenir des informations sur leurs pratiques phytosanitaires. Par le biais de ces rencontres, les utilisateurs de pesticides sont sensibilisés à l'impact de leurs actions sur la qualité de l'eau. Sur la base du contexte hydrogéologique et pédologique ainsi que des données collectées, des hypothèses sont émises quant aux causes de la pollution de la prise d'eau. Cette démarche s'effectue toujours en étroite collaboration avec le producteur d'eau.

Le captage de Perwez



Le captage, situé en périphérie de la ville (Figure 1), est composé de deux puits forés où les pompages se font en alternance : le puits P1 d'une profondeur de 28 m et exploitant les sables de l'Eocène (Formation de Bruxelles) et le puits P2 foré à 43 m de profondeur dans le socle quartzitique cambro-silurien (Formation de Blanmont). Le premier aquifère s'étant déposé en discordance sur le second.

Figure 1 : Situation du captage

Ces deux puits présentait en septembre 1998 des concentrations élevées en désherbants (atrazine, diuron, bromacile et 2,6-dichlorobenzamide - Figure 2).

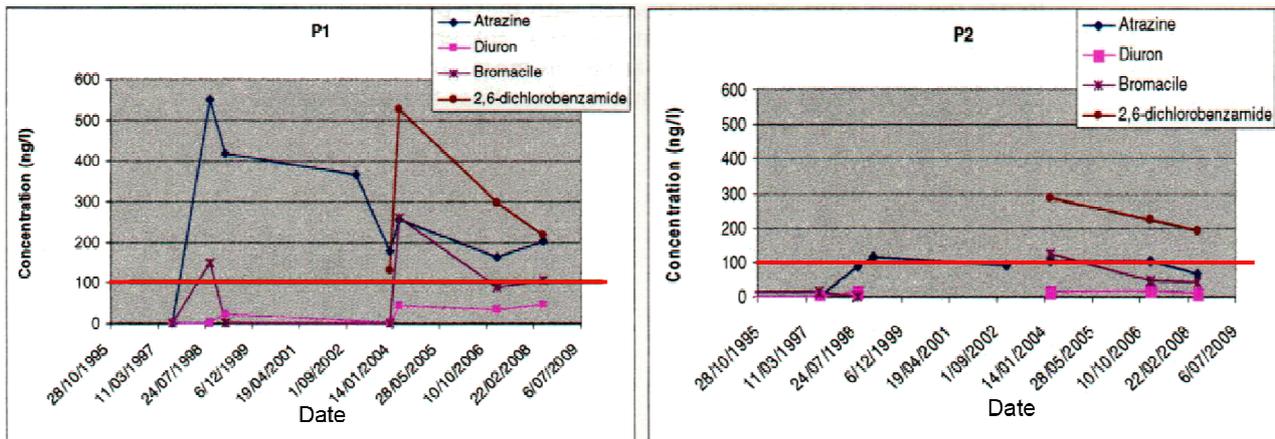


Figure 2 : Evolution des concentrations en pesticides de 1995 à 2009 aux puits P1 et P2

Malgré une diminution des concentrations en pesticides depuis 2004, il convient d'identifier clairement la source de pollution afin de fixer durablement les teneurs en pesticides sous les normes de potabilité (100 ng/l par substance ; 500 ng/l pour la somme des pesticides).

C'est dans cette optique qu'il a été décidé d'une collaboration entre le CRA-W et le Département de Géologie de l'Université de Namur en novembre 2008 pour que ce dernier contextualise l'hydrogéologie du site.

Utilisation de la carte hydrogéologique dans l'identification de la source de pollution

La zone d'étude se trouve sur le territoire de la carte hydrogéologique 40/7-8 Perwez – Eghezée (Capette *et al.*, 2012⁶), celle-ci est montrée d'un intérêt particulier tout au long de l'étude, elle a notamment permis :

L'identification des aquifères en présence et de leur comportement hydrodynamique

La carte hydrogéologique a permis d'identifier deux aquifères superposés, en l'occurrence l'aquifère des sables de l'Eocène et l'aquifère du socle cambro-silurien, exploités respectivement par le « P1 » et le « P2 ». Les mesures piézométriques, effectuées au droit des deux ouvrages lors de la réalisation de la carte, ont montré des cotes identiques ce qui permet, en outre, de confirmer la continuité hydrogéologique entre les deux aquifères et donc une source de pollution pouvant être identique.

⁶ Mise à jour en 2012

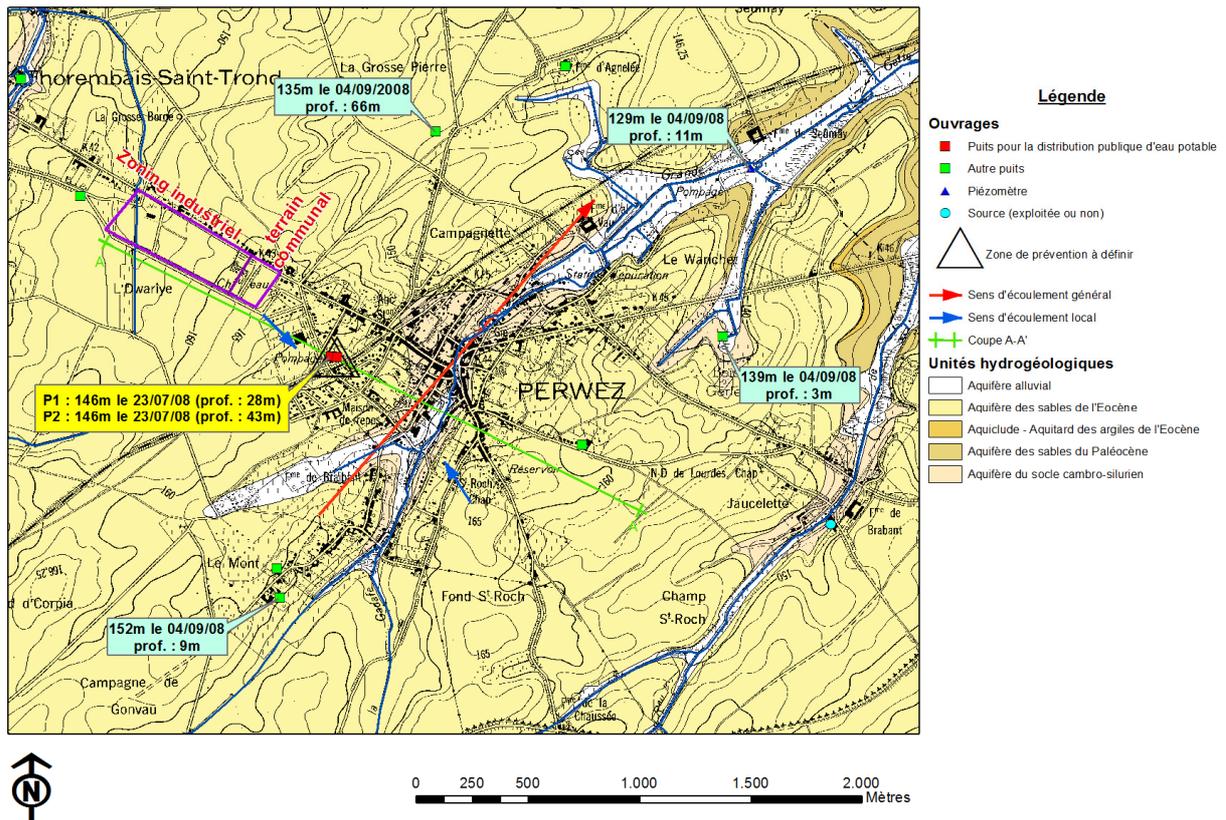


Figure 3 : Extrait de la carte hydrogéologique 40/7-8 et représentation des sens d'écoulement

La définition des sens d'écoulement

Les mesures piézométriques renseignées sur la carte hydrogéologique au droit du captage et des puits et piézomètres présents à proximité (Figure 3) ont permis de déterminer un sens d'écoulement général en direction du nord-est suivant le cours de la Grande Gette. La topographie des lieux, également visible sur la carte, agit aussi localement sur le sens d'écoulement surtout dans ce type de vallée encaissée. On peut donc définir un écoulement général de direction nord-est ainsi que des écoulements locaux perpendiculaires à celui-ci et en fonction de la topographie (Figure 3), la Grande Gette jouant le rôle de cours d'eau drainant. L'ensemble de ces informations a permis de tracer une coupe hydrogéologique transversale à la vallée de la Grande Gette et d'y représenter le niveau piézométrique supposé (Figure 4).

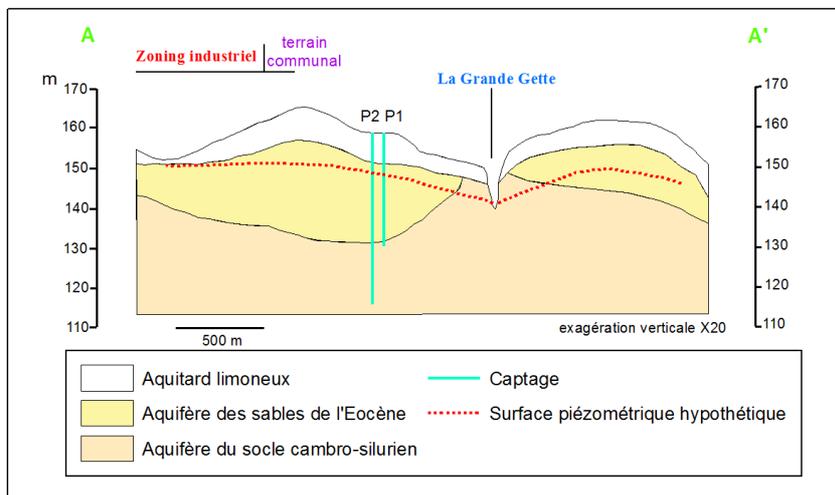


Figure 4 : Coupe hydrogéologique AA'

La localisation de la source de pollution

Finalement, la mise en commun des données de la carte hydrogéologique avec la nature des substances incriminées et les informations fournies par l'exploitant a permis d'identifier un site, à l'est, en amont du captage, comme la source la plus probable de la pollution. Il s'agit d'un terrain communal régulièrement utilisé pour le nettoyage et le stockage des cuves servant à l'épandage de pesticides.

Un travail de prévention a dès lors pu être effectué auprès des autorités en vue d'une meilleure utilisation des produits phytosanitaires et d'une méthode de nettoyage des cuves plus adaptée notamment par un système de bio remédiation des eaux usées (Limbourg *et al.*, 2009).

Références

Capette L., Rekk S., Hallet V. (2012). Carte hydrogéologique de Wallonie, Planchettes Perwez- Eghezée n° 40/7-8. *Edition : Service public de Wallonie, DGO 3 (DGARNE), Belgique, Dépôt légal – D/2012/12.796/1 - ISBN 978-2-8056-0098-2*

Limbourg Q., Noël S., Huyghebaert B., Capette L., Hallet V. (2009). A methodology to determine pesticides pollution sources in water catchments: study case (Belgium). *Comm. Agric. Appl. Biol. Sci.*, volume 74, pp. 171-176

ÉTUDE D'INCIDENCE SUR L'ENVIRONNEMENT ET EXPERTISE DE TASSEMENT DE TERRAIN

Alain RORIVE, Chargé de cours, Sylvie ROLAND, Chercheur
Université de Mons – Cellule Hydrogéologie
Rue de Houdain, 91 - B-7000 Mons - Belgique

1. Définition du cadre hydrogéologique pour une étude d'incidence sur l'environnement

Le contenu d'une étude d'incidence sur l'environnement comporte souvent un volet « Eaux souterraines ».

L'extension et l'approfondissement des carrières sous le niveau de la nappe impliquent pour l'Autorité et le bureau agréé la définition la plus pertinente du contenu de l'étude d'incidences. Les cartes hydrogéologiques sont des documents de synthèse très intéressants dans ce cas et permettent de définir plus ou moins rapidement le contexte général quant aux aquifères présents, aux nappes influencées et aux interactions possibles avec les prises d'eau voisines. Les incidences éventuelles du projet sont mieux cernées et le contenu des études ainsi que leur coût sont plus rapidement définis.

La situation prise pour exemple concerne une carrière qui demande une extension et un approfondissement. L'exploitant consulte donc des bureaux d'études agréés pour définir les études à réaliser et obtenir des remises de prix.

La consultation des éléments du poster de la carte permet de décrire plus ou moins rapidement le contexte hydrogéologique. La figure 1 est un extrait de la planche 46/7-8 Fontaine-l'Evêque-Charleroi et la figure 2 montre une coupe présente sur le poster.

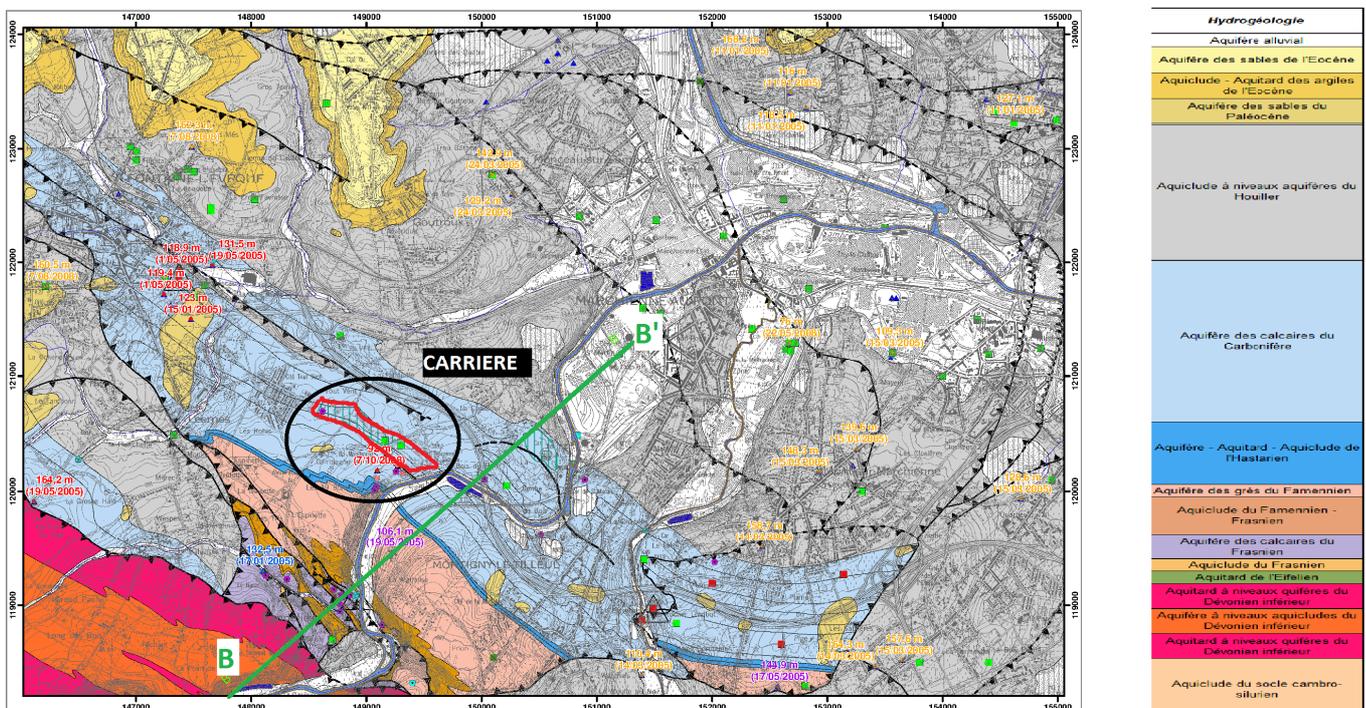
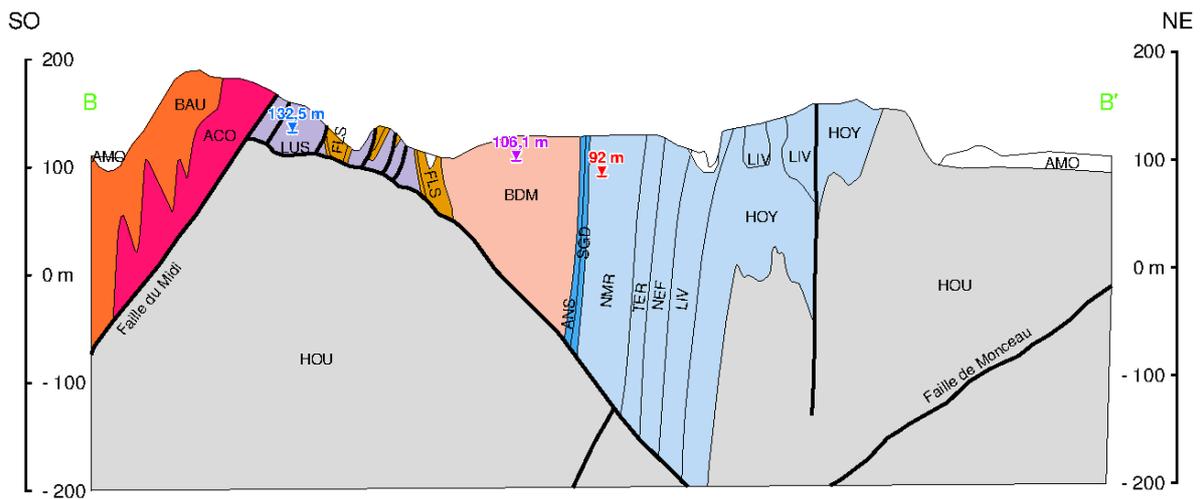


Figure 1 : Extrait de la carte 46/7-8 Fontaine-l'Evêque-Charleroi et légende hydrogéologique



Coupe hydrogéologique sur fond géologique tirée et modifiée de la coupe géologique ff' de B. Delcambre et J.-L. Pingot (2000, Carte géologique de Wallonie)

Echelle horizontale : 1/25 000
 Echelle verticale : 1/ 2 500
 Exagération des hauteurs : X5

Figure 2 : Coupe hydrogéologique B-B'

La carrière exploite les roches calcaires qui forment l'aquifère des calcaires carbonifères qui forme une bande étroite, large de 1,5 km, limitée au nord par les schistes aquicludes du Houiller et s'épaulant au sud-ouest et pour partie sur l'aquifère des grès du Famennien. L'aquifère concerné est donc bien délimité.

La carte annexe du poster renseigne directement sur les prises d'eau voisines (figure 3).

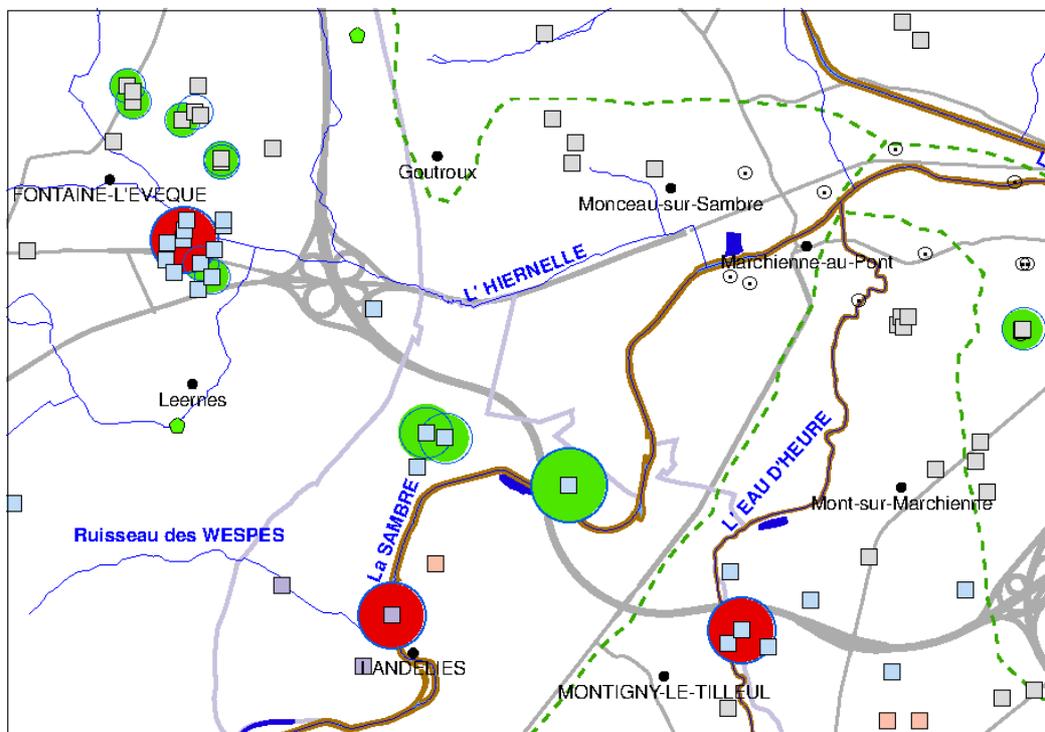


Figure 3 : Situation des prélèvements d'eau

Les captages concernés dans le même aquifère sont situés et la notice jointe à la carte renseigne sur l'importance de ceux-ci : en rouge, les captages de distribution dont chacun produit environ 500 000 m³/an et en vert, les industriels (carrières).

Par ailleurs, la Sambre recoupe la bande calcaire suivant un axe sud-ouest - nord-est et servait d'exutoire naturel à l'aquifère.

Sur la base de la lecture des données de la carte, le cadre et le contenu de l'étude d'incidences à prévoir peuvent donc être mieux définis si on dispose d'un cadre géologique et hydrogéologique clair, à savoir l'impact de l'extension et de l'approfondissement sur la nappe, sur les captages et sur les relations avec la Sambre.

2. Situation hydrogéologique de bâtiments qui subissent des tassements suivis d'une fissuration des murs.

Dans la région de Strépy-Bracquegnies, à l'ouest de La Louvière (Hainaut), plusieurs bâtiments ont enregistré la fissuration importante des murs et maçonneries.

Manifestement, le sol sous les fondations avait subi des tassements. Les propriétaires ont déposé plainte, mettant en cause les prises d'eau, et fait appel au « fonds d'avances pour les dommages provoqués par des prises et des pompages d'eau souterraine ».

La lecture des cartes permet aux experts sollicités d'éclairer la situation géologique et hydrogéologique des maisons concernées.

La figure 1 est extraite des cartes hydrogéologiques 46/1-2 Le Roeulx-Seneffe et 46/5-6 Binche-Morlanwelz et permet de situer les bâtiments fissurés.

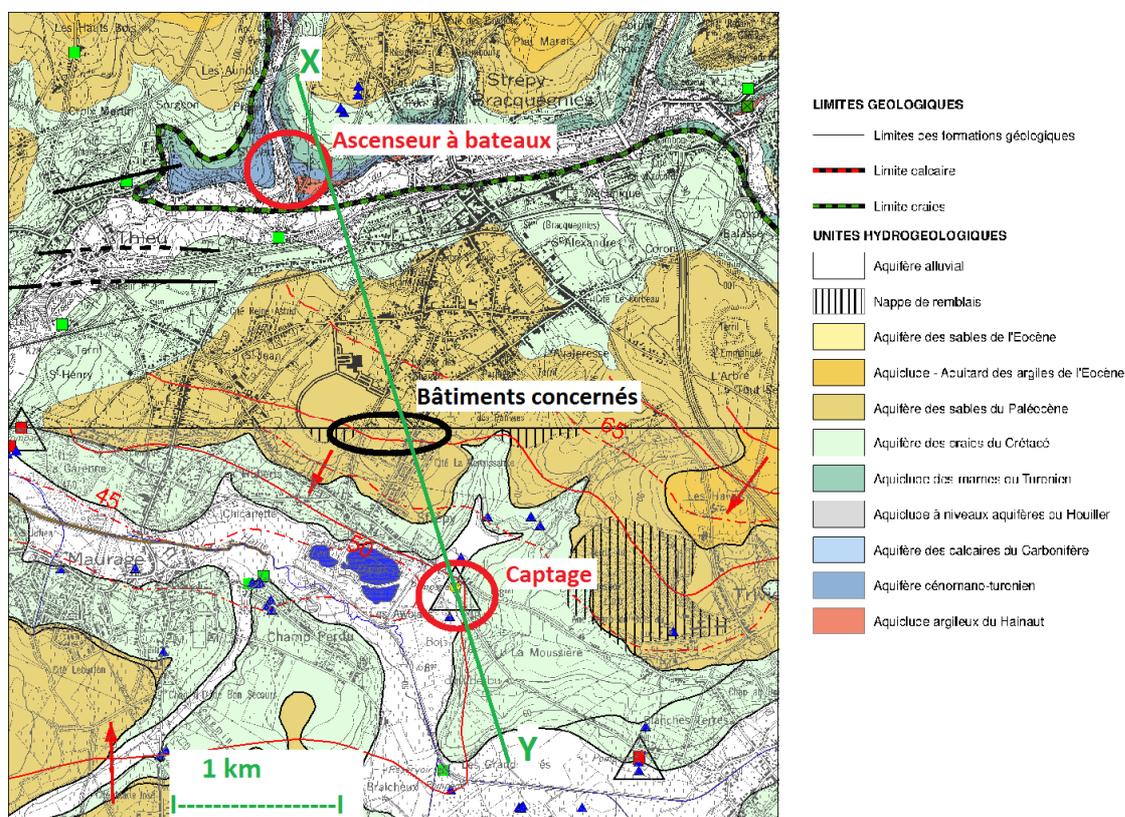


Figure 1 : Extrait des cartes hydrogéologiques 46/1-2 Le Roeulx-Seneffe et 46/5-6 Binche-Morlanwelz.

Ceux-ci sont bâtis sur des limons reposant sur le Thanétien sablo-argileux, surmontant les « Craies du bassin de Mons » qui constitue un aquifère important et exploité.

Les captages incriminés sont ceux de l'ascenseur à bateaux de Strépy-Thieu et un captage de distribution à Strépy.

Une coupe géologique N-S (figure 2) a dû être établie à partir des cartes et des données géologiques locales. Elle montre mieux la situation des maisons fissurées.

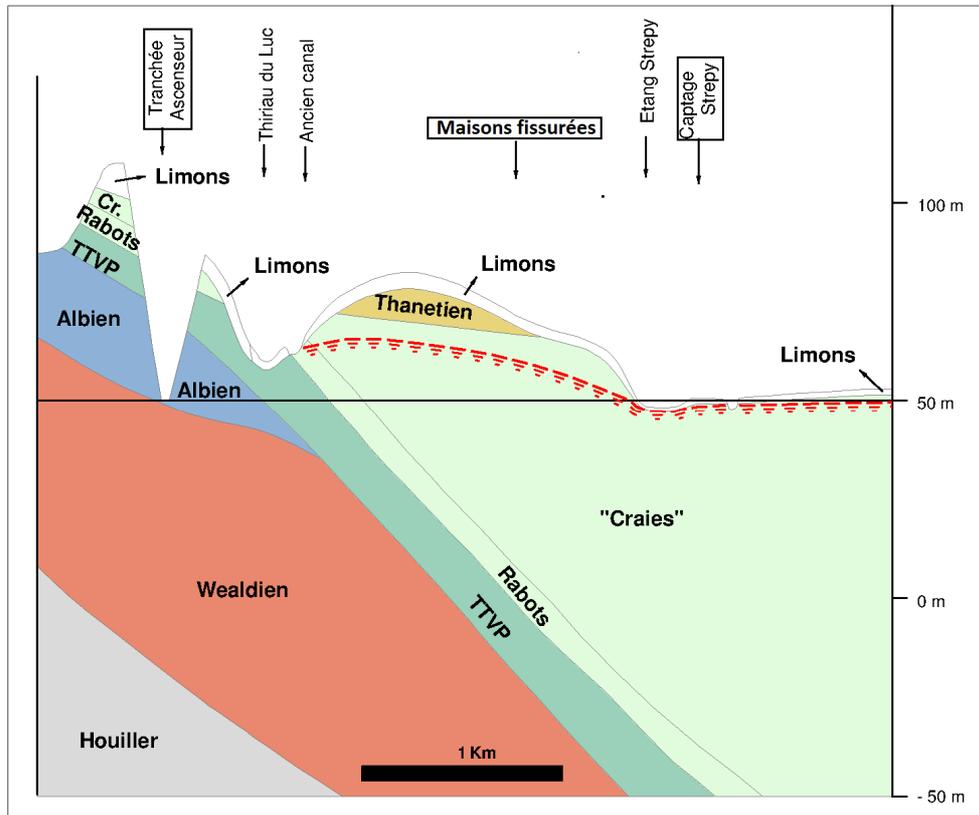


Figure 2 : Coupe hydrogéologique N-S

Les pompages réalisés pour l'ascenseur à bateaux affectent des aquifères locaux albiens et wealdiens, séparés de celui des Craies par les marnes très peu perméables du Turonien (TTVP).

Par rapport au captage de distribution de Strépy, la coupe montre une position de la nappe dans les roches crayeuses, à plus de 10 m sous les bâtiments.

Le captage de Strépy, établi dans l'aquifère des Craies, est distant d'environ un km et le rabattement estimé reste inférieur au centimètre.

Sur cette base, la recherche de la cause des fissurations a pris une autre orientation, à savoir la déshydratation estivale des argiles limoneuses qui forment le sous-sol de fondation avec pour conséquence des tassements différentiels en différents endroits des bâtiments.

POTENTIELS DE LA CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE WALLONIE : CAS CONCRETS

Mohamed BOUEZMARNI, Chercheur, Vincent DEBBAUT, Maître de conférences
Université de Liège - Campus d'Arlon – Laboratoire des Ressources hydriques
Avenue de Longwy, 185 - B-6700 Arlon - Belgique

Introduction

La carte hydrogéologique de Wallonie est une synthèse de centaines de milliers de données diverses en relation avec les ressources en eau souterraine. Ces données sont présentées de manière assez simple et détaillée au 1/25 000 dans le but de servir aussi bien à l'échelle régionale qu'à l'échelle locale. Elle se veut un outil au service de tous. Pour le montrer, quelques exemples concrets seront présentés.

Cas de producteur d'eau : Commune de Musson

La commune de Musson est située dans l'extrême sud de la province de Luxembourg. Elle compte 4 280 habitants répartis sur 6 villages. Parmi ses ouvrages de production et de distribution publique d'eau potable, se trouve le puits « Rue de France - Baranzy ». C'est un puits de 8 m de profondeur qui capte la nappe d'Aubange – Messancy. Pour la protection du captage, la commune doit délimiter une zone de prévention autour de celui-ci. La zone proposée englobe une partie de l'agglomération du village de Baranzy, rendant la mise en place d'une telle zone très coûteuse, à cause notamment des citernes à mazout des habitations concernées (figure 1).

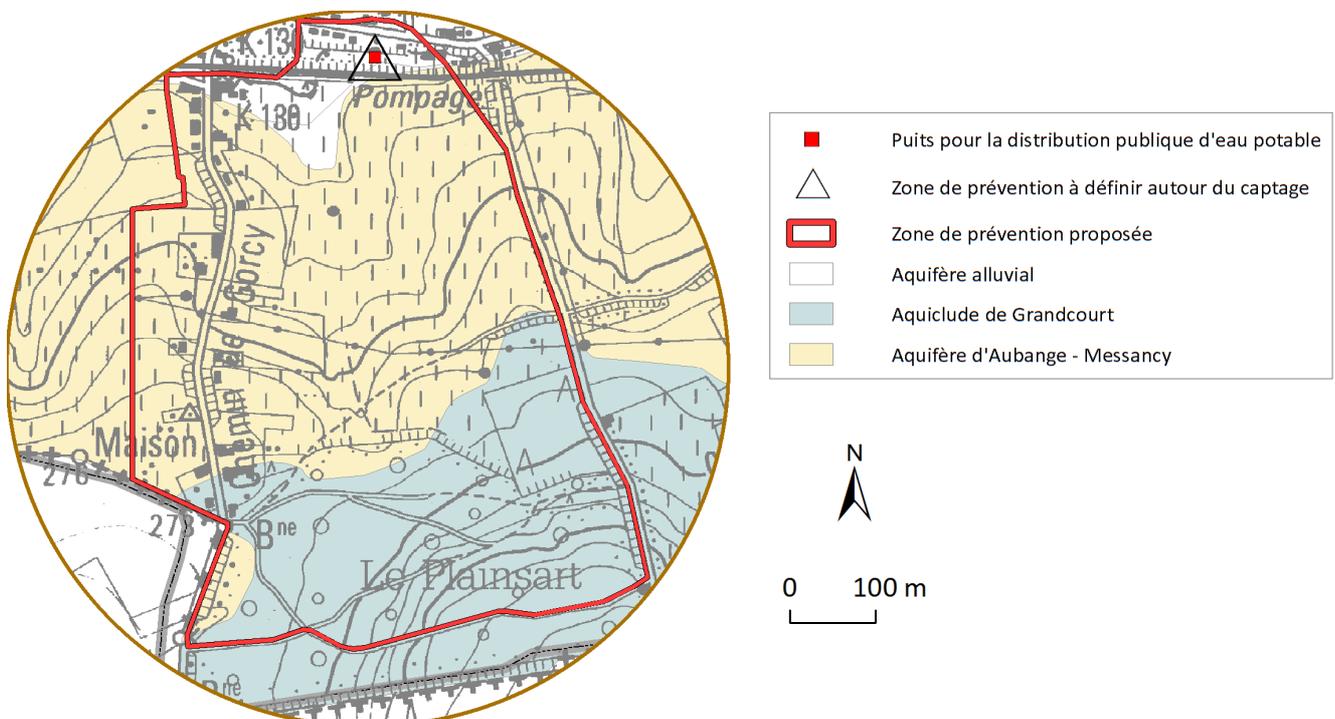


Figure 1 : Localisation du captage « Rue de France » et sa zone de prévention proposée.

Grâce à la carte hydrogéologique Saint Léger – Messancy 71/3-4, Musson – Le Fays 71/7-8, Houwald 72/1 (Bouezmarni et Debbaut, 2007), une solution alternative, durable et moins coûteuse, s’est avérée plus intéressante. Elle consiste à atteindre par forage profond la nappe captive des grès de Luxembourg. Si une nappe est naturellement protégée par l’imposant aquiclude des argilites d’Ethe, sa qualité chimique est comparable, sinon meilleure que celle de l’eau produite actuellement, avec un débit suffisant garanti. Un premier forage de reconnaissance de 145 m de profondeur a été ainsi exécuté à proximité du captage. À quelques petits détails près, le schéma prévu par la carte hydrogéologique était rencontré (figure 2). L’ouvrage est artésien. Au vu des résultats, un forage de production a été réalisé.

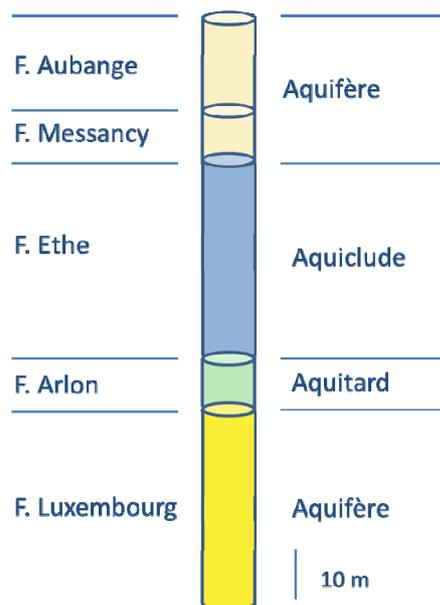


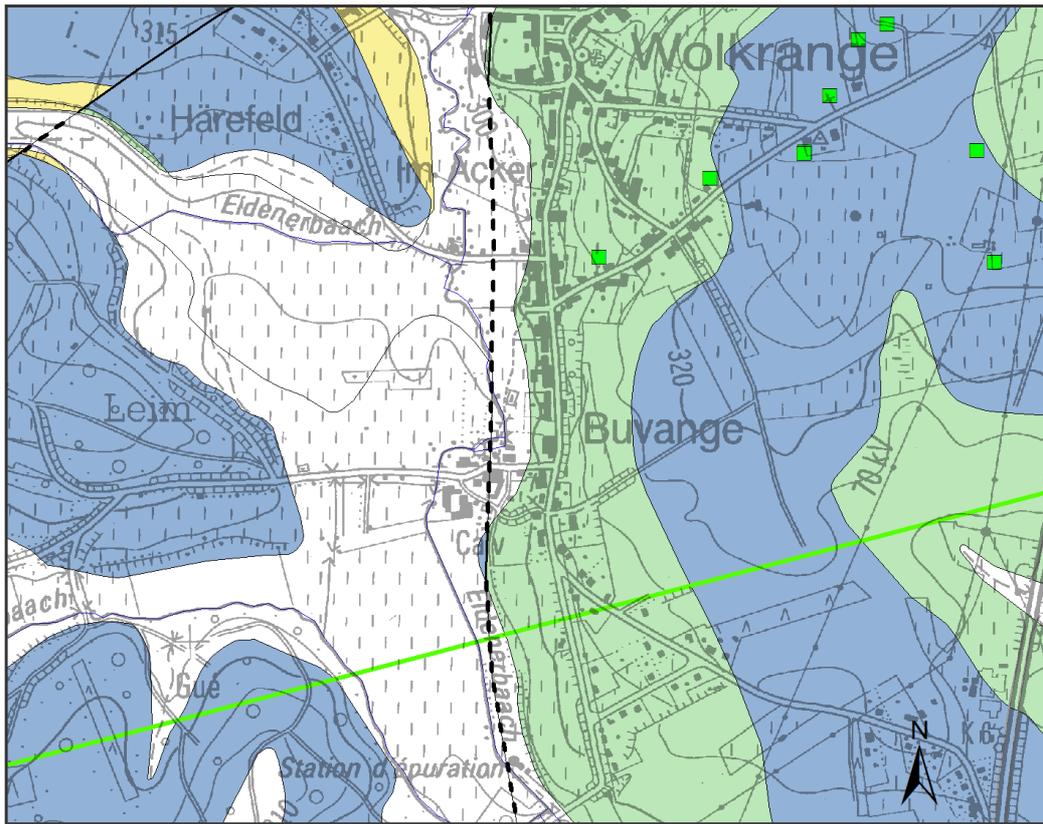
Figure 2 : Schéma de la coupe hydrogéologique du forage de reconnaissance

Cas de société de forage

Comme les eaux souterraines sont invisibles, on a souvent recours à un sourcier pour les localiser. Le « magicien » peut aider mais il ne détient pas toutes les réponses concernant la caractérisation d’une nappe. Alors la carte hydrogéologique reste un support précieux pour les foreurs. Deux cas concrets pour l’attester.

Le premier cas est choisi dans les environs du village de Buvange, au sud d’Arlon. Une zone traversée par une faille synsédimentaire dénommée, Arlon – Wolkrange. A l’est de cet accident, l’approfondissement du bassin et la subsidence ont favorisé le dépôt d’une couche marno-sableuse de 40 m d’épaisseur, l’aquitard d’Arlon - Hondelange. Par contre, à l’ouest de cette faille, la couche en question ne dépasse pas 5 m de puissance (figure 3). Cet aquitard recouvre les nappes des grès de Luxembourg, principale ressource souterraine de la région. L’emplacement du forage par rapport à cette faille déterminera donc la profondeur de l’ouvrage, ainsi que les frais qui en découlent.

Par ailleurs, la Formation de Luxembourg qui forme un seul aquifère à l’est de la faille, se trouve scindée en plusieurs nappes superposées à l’ouest. Ces nappes sont séparées par des intercalations marneuses de la Formation d’Arlon. Sachant que la réglementation ne permet pas d’alimenter un puits par plusieurs nappes, le rendement de l’ouvrage devra être plus important à l’est.



0 200 m

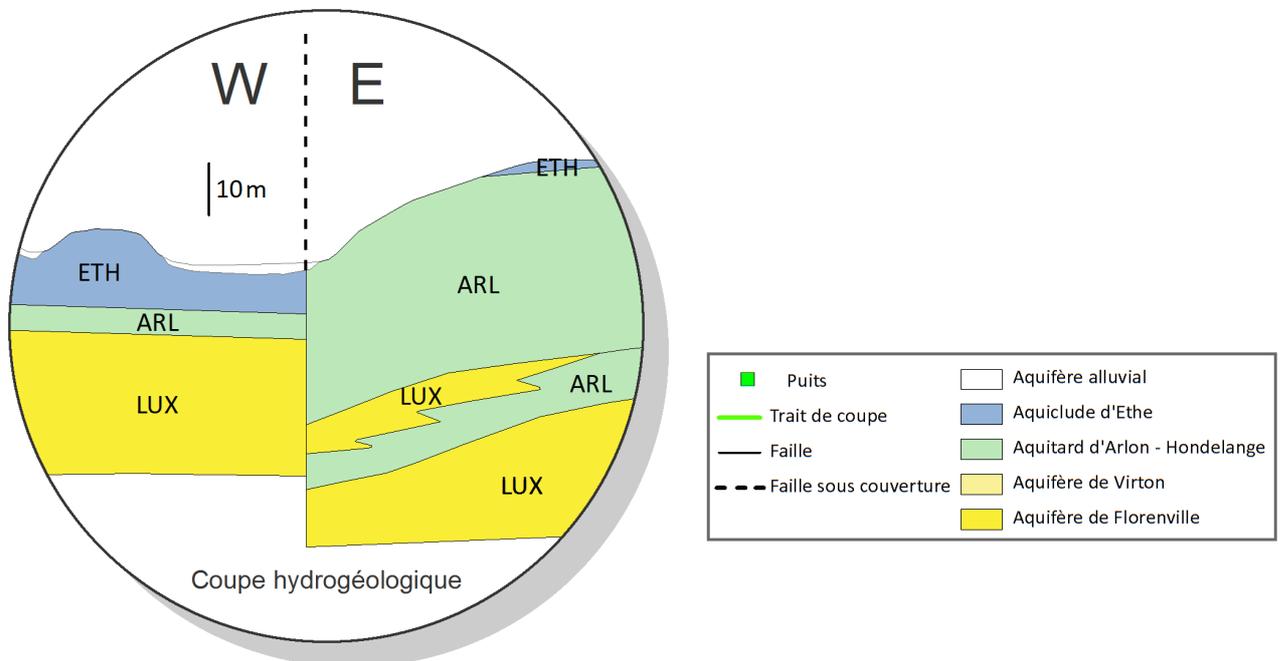


Figure 3 : Importance de la localisation d'un forage de puits par rapport à la structure géologique et à la superposition des unités hydrogéologiques

Le deuxième cas d'intérêt pour une société de forage est la zone d'artésianisme, notamment en agglomération ou dans des zones particulièrement sensibles. C'est le cas par exemple dans la vallée du Gros Ruisseau au sud d'Etalle en province de Luxembourg. Il s'agit d'une zone de captage pour l'embouteillage des eaux de la société Nestlé. D'après la carte

hydrogéologique Meix-devant-Virton – Virton 71/1-2 (Bouezmarni et Debbaut, 2009), un forage perçant le toit de l'aquifère de Mortinsart à cet endroit est artésien (figure 4). Une information sur l'artésianisme est très importante pour prévoir les dispositions nécessaires à l'évacuation des eaux avant l'exécution des travaux. Ces dispositions éviteront des complications souvent difficiles à gérer et des surcoûts imprévus en cas de détérioration des installations de cette société.

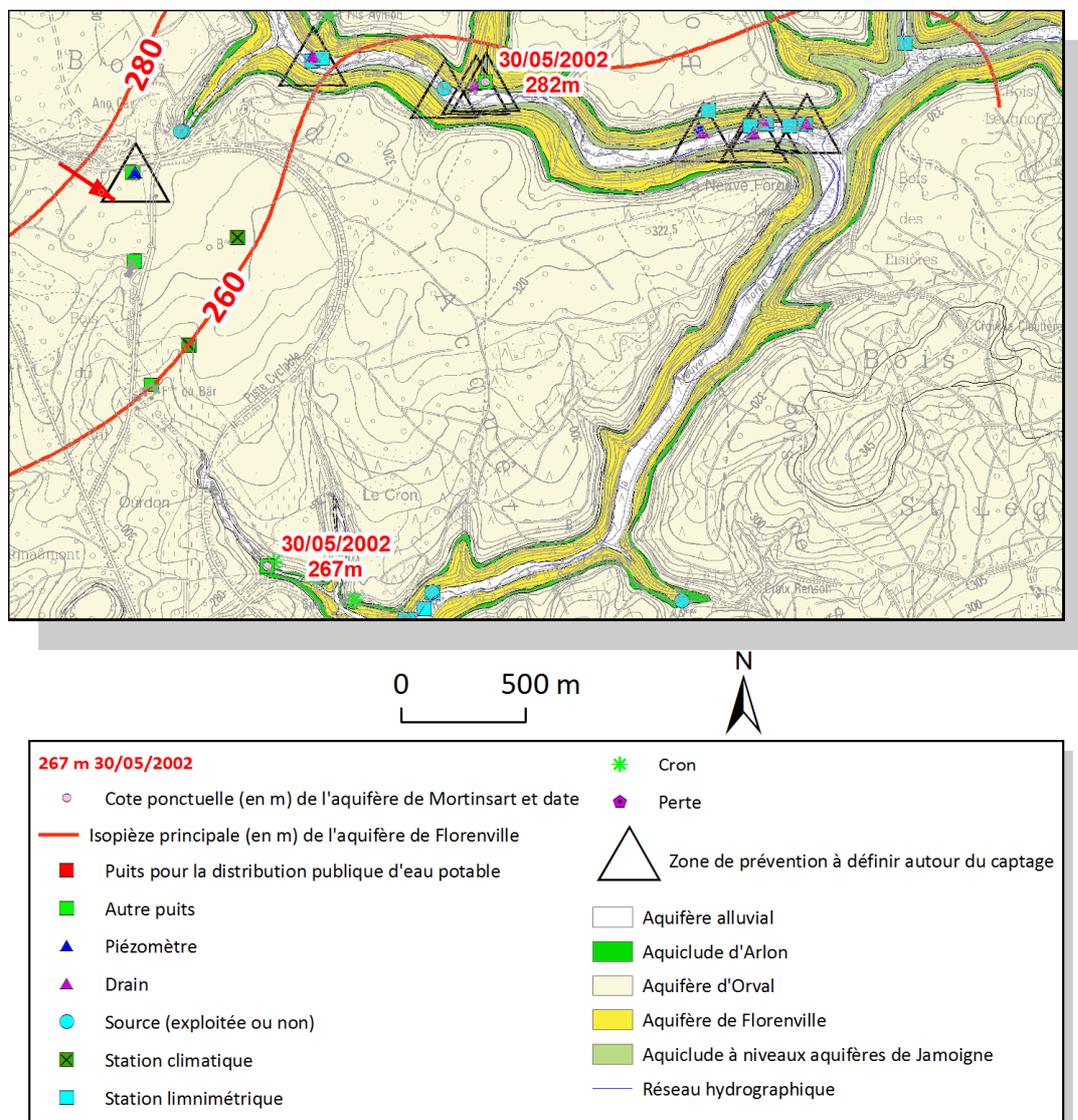


Figure 4 : Zone d'artésianisme

Cas de la protection civile : pollution accidentelle

Un cas concret de pollution accidentelle peut arriver en cours de transport routier, ferroviaire ou par canalisation souterraine de produits chimiques. Un accident de camion, livreur de mazout de chauffage, peut être envisagé dans un contexte hydrogéologique relativement complexe. Un tel scénario peut arriver par exemple dans le village de Saint-Vincent à l'est de Tintigny en province de Luxembourg. Une situation où la protection civile doit prendre conscience rapidement des risques de contamination de la nappe d'eau souterraine alimentant les captages communaux. La carte hydrogéologique Tintigny – Etalle 68/5-6 qu'ils peuvent consulter en ligne leur sera d'une grande utilité. Ils seront ainsi informés, entre

autres, sur la piézométrie, le sens d'écoulement et les ouvrages à proximité (figure 5). Des piézomètres pour contrôler la qualité des eaux et des puits pour rabattre la nappe afin de dévier la progression de la pollution et récupérer le produit. Un pompage approprié sera nécessaire sans devoir assécher les captages de production d'eau potable.

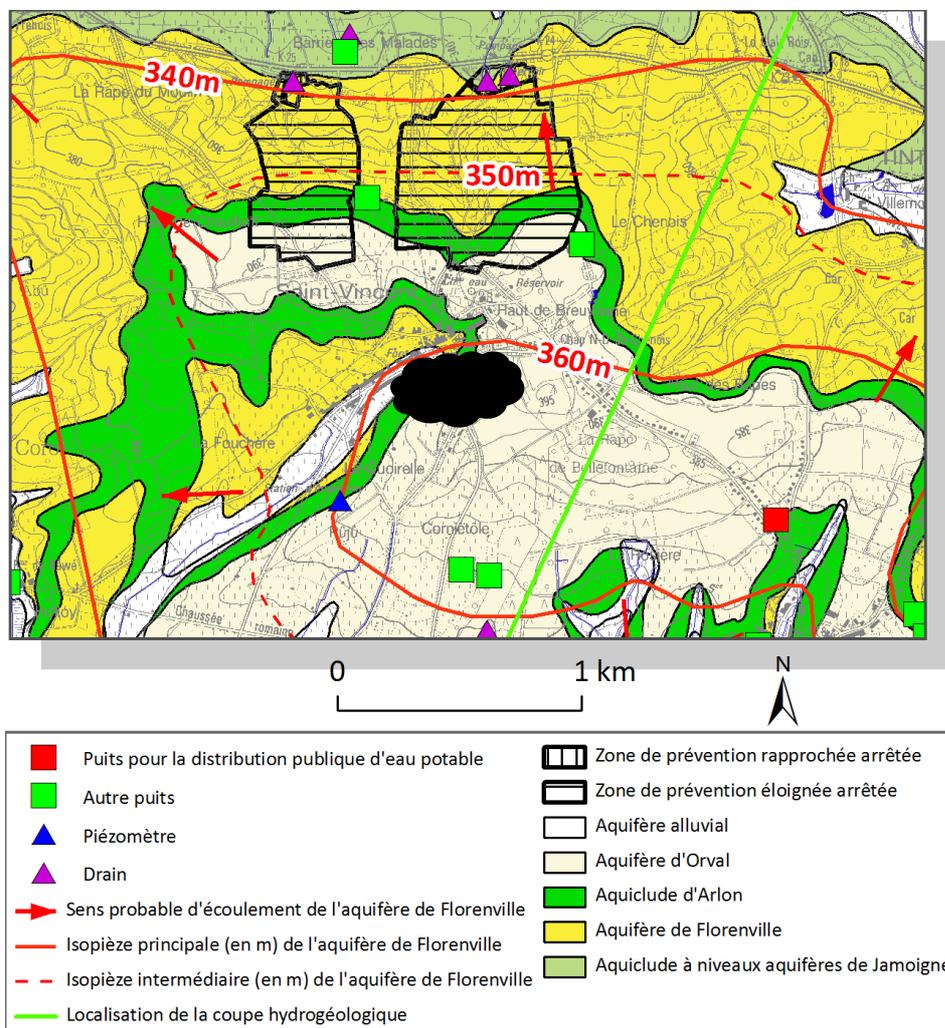


Figure 5 : Situation hydrogéologique sensible en cas de pollution accidentelle (tache noir sur la carte).

Conclusions

Les quelques exemples concrets montrent combien les potentiels de la carte hydrogéologiques sont très importants à connaître pour tous. Plusieurs atouts peuvent être avancés : l'accès rapide et gratuit à la donnée sur l'application webGIS, la superposition des couches d'information géographique selon le besoin pour créer des cartes personnalisées, la vue d'ensemble des données disponibles, l'extraction facile de l'information par critères, le tout est complété par des notices explicatives.

WIN-WIN AVEC LA CARTE HYDROLOGIQUE ET SON APPLICATION WEBGIS

Ingrid RUTHY, Emilie CESAR, Chercheurs, Alain DASSARGUES, Professeur
Université de Liège – Hydrogéologie et géologie de l'environnement
Sart-Tilman - Bâtiment B52 B-4000 Liège - Belgique

Partenariat gagnant entre auteurs et utilisateurs de la carte hydrogéologique

La carte hydrogéologique est de plus en plus utilisée comme document de base dans toutes études sur l'environnement et plus particulièrement pour toutes études concernant les eaux souterraines. Elle apporte de nombreuses données permettant de définir le contexte hydrogéologique régional. Cependant, on constate aussi parfois localement que le jeu de données disponibles est pauvre. La caractérisation du cadre hydrogéologique local est ainsi moins précise. La carte hydrogéologique perd, dans ces cas-là, un peu de sa pertinence.

Afin que la carte hydrogéologique reste un outil efficace, son actualisation régulière est importante. Toute nouvelle donnée environnementale et hydrogéologique doit être intégrée à la carte. Les utilisateurs de la carte hydrogéologique peuvent ainsi devenir les fournisseurs de données. De nombreux projets emploient la carte en amont de leurs investigations sur le terrain. Ensuite, les résultats de leurs campagnes de mesures sont repris dans la prochaine édition de la carte hydrogéologique. La compréhension de l'hydrogéologie régionale, mais aussi du contexte local, est ainsi nettement améliorée dans l'intérêt des utilisateurs futurs. Le boucle est bouclée (figure 1).

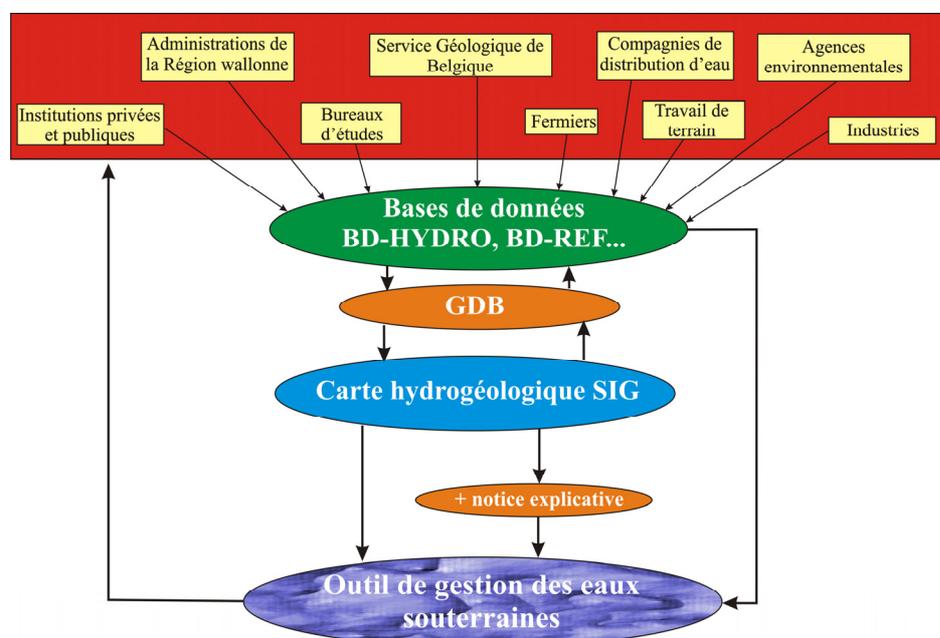


Figure 1 : Schéma méthodologique de la carte hydrogéologique de Wallonie (Bouezmarni *et al*, 2003; modifié)

La carte Dalhem-Herve, qui en est déjà à sa deuxième édition, constitue un bon exemple de cette relation "win-win" entre auteurs et utilisateurs de la carte hydrogéologique. La

principale ressource en eaux souterraines décrite sur cette carte est logée dans les craies du Crétacé. Ainsi, les autres unités hydrogéologiques ont été peu étudiées, tant par les producteurs d'eau, les centres de recherches que par l'administration. Seulement quelques données hydrogéologiques figurent sur la carte pour caractériser l'aquifère logé dans les formations schisto-gréseuses du Houiller (figure 2). Cependant cette nappe doit être suivie. En effet, suite à l'arrêt de l'exploitation minière, une remontée des niveaux piézométriques, liée à l'arrêt des pompages d'exhaure, a été observée. L'ISSeP a donc été mandaté par le Service Public de Wallonie pour réaliser des études approfondies afin de mieux comprendre et prévenir les désagréments liés à cette remontée de la nappe (Berger et al, 2003; Gardin et al, 2005; Dingelstadt et Drevet, 2007).

Ces études des conséquences de l'après mine ont permis de collationner de nombreuses et diverses données hydrogéologiques, notamment sur les terrains du Houiller. Par exemple, dans la zone Wandre-Cheratte, sur la carte Dalhem-Herve, on dénombre 9 piézomètres et 13 puits privés dont le niveau d'eau est relevé régulièrement par l'ISSeP. Ces nouvelles données ont été utilisées lors de l'actualisation de la carte hydrogéologique (figure 3). Elles ont ainsi contribué à son amélioration. Le poster de la carte hydrogéologique est mieux fourni en données piézométriques. La notice a aussi bénéficié de ces études. La description de l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller y est désormais bien plus développée.

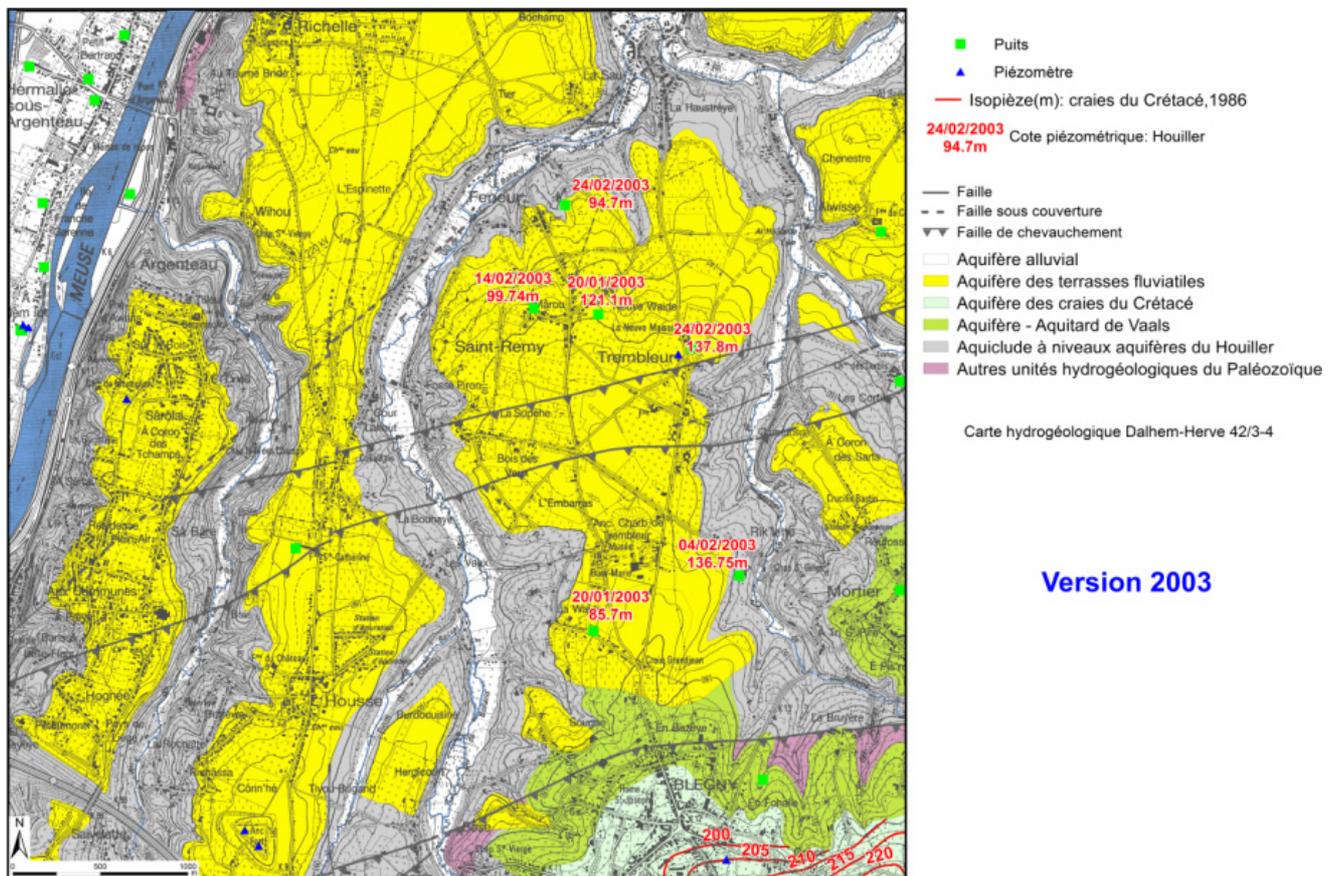


Figure 2: Extrait de la carte hydrogéologique Dalhem-Herve, 1^{ère} édition (Ruthy & Dassargues, 2003)

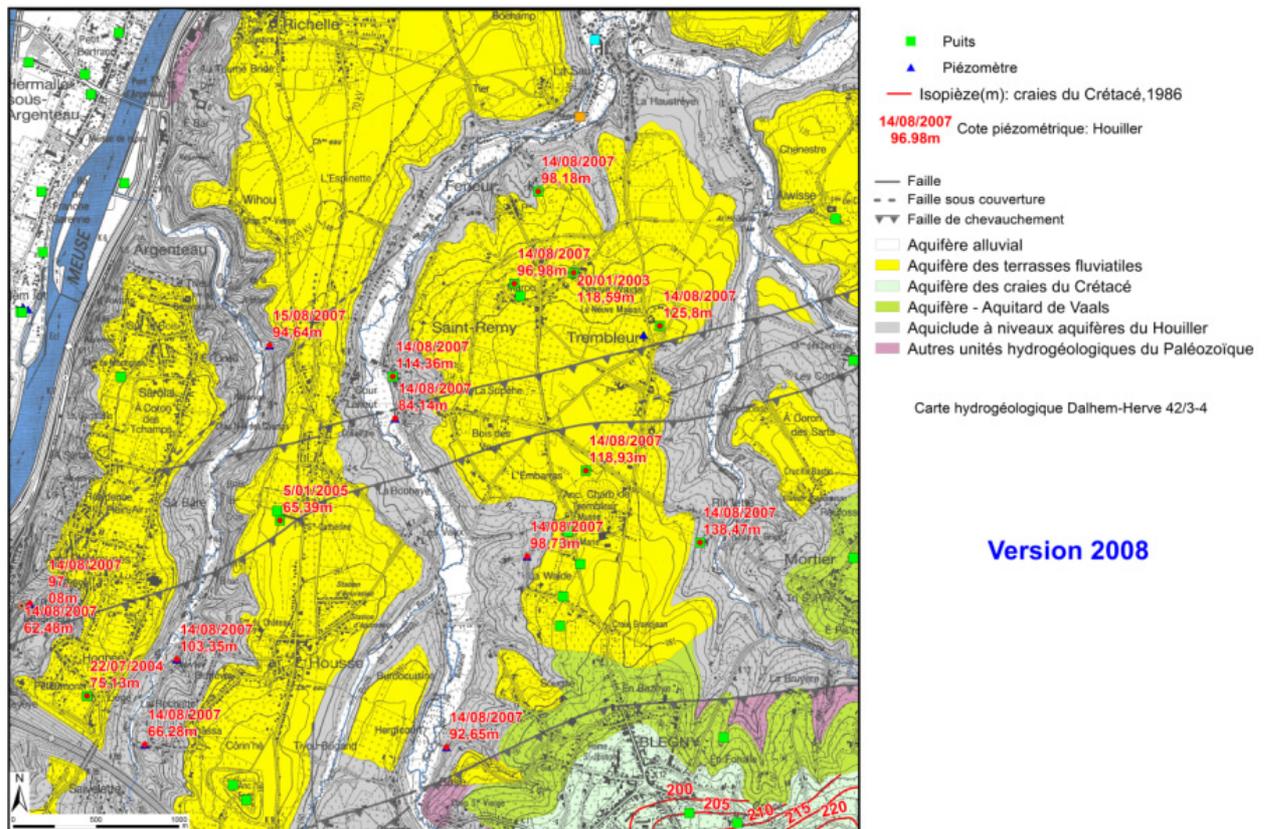


Figure 3: Extrait de la carte hydrogéologique Dalhem-Herve, 2^e édition (Ruthy & Dassargues, 2008)

La carte hydrogéologique, un outil parmi d'autres, au service de l'aménagement du territoire

La carte hydrogéologique de Wallonie fait partie des nombreux outils WebGIS développés par le Service Public de Wallonie. Ces applications cartographiques sont consultées quotidiennement par de nombreuses personnes, tant dans un cadre professionnel que privé. Elles fournissent une multitude d'informations relatives à des thématiques variées dont les volets 'Environnement' et 'Eaux souterraines'. Tout citoyen curieux et soucieux de son cadre de vie navigue sur ces sites afin de mieux comprendre sa région. Les bureaux d'études en environnement, en architecture, en urbanisme, etc. questionnent également beaucoup ces données géoréférencées.

Le cas présenté montre l'intérêt et la plus-value de combiner l'usage de la carte hydrogéologique on-line avec les autres applications WebGIS du SPW. Par exemple, un chef d'entreprise veut développer ses activités et ouvrir une succursale dans une autre région. Avant de mettre un bureau d'études sur le projet, il va prospecter, lui-même, dans la région choisie à la recherche du terrain idéal. Le futur site doit répondre à plusieurs critères dont les contraintes environnementales et techniques. La consultation de l'application WebGIS de la carte hydrogéologique donne une première idée des points importants à soulever, par exemple, lors de l'élaboration du cahier des charges pour le bâtiment.

La carte hydrogéologique est composée d'une quarantaine de couches d'informations. Selon l'objet de l'étude, une, deux ou plusieurs couches sont consultées. L'interrogation du thème 'Unités hydrogéologiques' permet de définir la nature lithologique des terrains au droit du site. Outre, l'identification des aquifères et aquicludes, on peut savoir si on se trouve potentiellement en zone karstique, si des glissements de terrain sont possibles ou si on est

au droit d'anciennes concessions minières (houille, fer, phosphates...). Cette première collecte d'informations peut être complétée par la consultation d'autres applications WebGIS (carte géologique, Cigale "thématique: sols"...). Les données relatives à la piézométrie indiquent le sens général de l'écoulement des eaux souterraines ainsi que la cote de la surface piézométrique. On connaît donc la profondeur de l'eau par rapport au sol, information utile si les fondations doivent être ancrées en profondeur. Les informations contenues dans la notice viennent compléter ces données spatiales via la dimension temporelle. Tout comme la couche d'informations sur les captages renseigne sur l'importance de la ressource en eau, les données sur les volumes font de même. Dans la recherche d'un site pour un futur bâtiment industriel, la connaissance du tracé des zones de prévention autour des captages est un facteur très important. En effet, diverses mesures de protection et donc de restrictions ont été définies par l'administration wallonne pour les différentes zones.

Malgré la richesse des données fournies par la carte hydrogéologique via l'application webGIS. Cette dernière ne suffit pas pour répondre à toutes les questions posées lors de la prospection d'un nouveau terrain à bâtir. Pour avoir un aperçu global, il est nécessaire de consulter d'autres données dont les applications cartographiques du SPW. Citons, par exemple, les applications CIGALE et ses nombreuses thématiques, WalOnMap, Carte Géologique de Wallonie. L'ensemble de ces outils WebGIS présente une organisation similaire. Des requêtes spatiales peuvent être exécutées. La localisation des sites est donnée dans le même référentiel spatial (coordonnées en m ou km-Lambert belge). Ceci permet de facilement passer d'une application cartographique à une autre. La combinaison des données collectées sur ces pages Web est donc un atout important dans la recherche d'informations sur une zone définie. La complémentarité entre l'application WebGIS de la carte hydrogéologique et les autres applications cartographiques du SPW renforce l'attrait de ces outils auprès de tout utilisateur, novice ou confirmé, à titre professionnel ou privé.

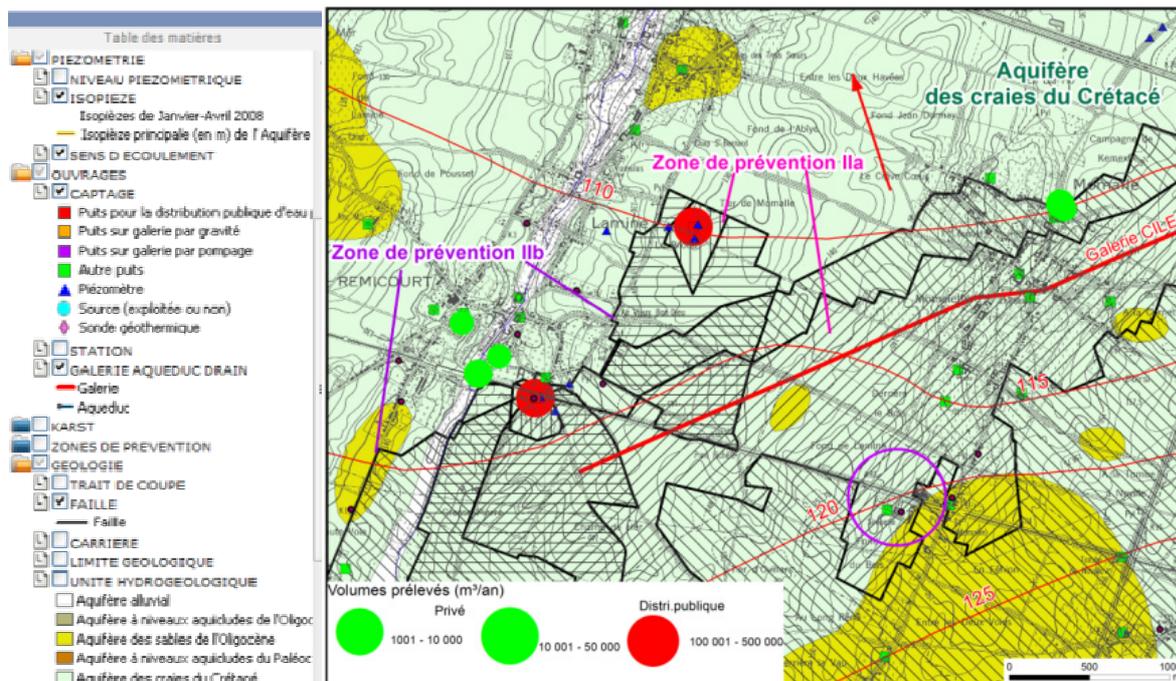


Figure 4: Extrait de la carte hydrogéologique Waremme-Momalle on-line (Ruthy & Dassargues, 2012)

Liste des participants inscrits

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
ABDESSATTAR	Rihani	Bureau d'étude "TUNISIAN GEO-EXPLORE"	Geologue
ABRAS	Sven	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux de surface	Attaché - cellule "Contrats de rivière"
AERTS	David	Commune d'Incourt	Conseiller ATU
ALDRIC	Jean-Marc	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attaché
ANCEAU	Annick	Université de Liège	Conservateur
BALEUX	Claude	SPW - DGO 4-Direction de l'Aménagement régional	Première attachée
BAMBONEYEHO	Jean-Marie	SPW - DGO 3 - Cellule Sous-sol et Géologie de Liège	Attaché (Géologue)
BARBIER	François	Université de Namur	Chercheur
BARCHY	Laurent	CARMEUSE S.A.	Responsable Cellule Géologie
BASTIEN	Julie	Université de Mons	Ingénieur de recherche
BENOIT	Jérémie	Contrat de Rivière Sambre & Affluents	Coordinateur - adjoint
BEQUET	Bernard	SPW - DGO 3 - Département des Permis et Autorisations - Direction de Mons	Directeur
BERRA	Ivan	Université libre de Bruxelles - Unité de Sédimentologie et Géodynamique des Bassins	Sédimentologue - géochimiste
BERNARD	François	Chemin du Quesnoy, 23 B-7803 Bouvignies	Géologue
BERTRAND	Marc	Carrière Berthe	Géologue
BERTRAND	Olivier	SA CIMESCAUT	Président du Conseil d'administration
BESSE	Michal	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attaché
BEUKEN	Jean Luc	SPW - DGO 3 - Direction des Risques Industriels, géologiques et miniers (Service extérieur de Huy)	Assistant
BINON	Joëlle	AQUALE SPRL	Chargée d'études
BIRON	Jean-Paul	Société wallonne des eaux (SWDE)	Expert Senior
BLOUNDI	Karim	AIB-VINCOTTE INTERNATIONAL SA	Contract Manager Soil
BOEREBOOM	Thierry	ARIES	
BOLLY	Pierre-Yves	AQUALE - ECOFOX Dvpt Bureau d'études	Hydrogéologue senior - gérant
BOUEZMARNI	Mohamed	Université de Liège - Campus d'Arlon	Chercheur

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
BOUGARD	Grégoire	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines	Attaché (Géologue / Hydrogéologue)
BOULVAIN	Frédéric	Pétrologie sédimentaire, Université de Liège	Professeur ordinaire, Vice-doyen
BOURGEOIS	Audrey	SPW - DGO 3 - Direction de la Protection des Sols	Attachée
BOURGUIGNON	Pierre	BOFAS	Chef de projets
BOURNONVILLE	Hugues	SPW - DGO 4 - Direction de la Géomatique	Directeur
BOUVIER	Loïc	SITEREM SA	Ingénieur Projet
BOUVRY	Jean-Pierre	SPW - DGO 3 - Direction de la Coordination des données	Directeur
BRAHY	Vincent	SPW - DGO 3-Direction de l'Etat environnemental	Premier Attaché
BRIERS	Pierre	Université de Liège- HGE	Géologue
BRONDERS	Jan	VITO	Project manager
BUFFET	Dominique	Centre wallon de Recherches agronomiques	Attaché scientifique
BURNOTTE	André	SPW – DGO 1 - Direction des Routes du Luxembourg	Gradué
BURTON	Joelle	SPW - DGO 3	Assistante principale
CAJOT	Odette	SPW - DGO 3 - Direction des eaux souterraines (antenne de Liège)	Attachée
CAPETTE	Ludovic	Université de Namur - Département de Géologie	Chercheur
CARPENTIER	Nicole	Pierres et Marbres de Wallonie	Chargée de mission
CCOYLLO	Zarina	JNC Agence Wallonne du Paysage	Assistante de projets
CESAR	Emilie	Université de Liège	Géographe
CHABOT	André	GEOFINA SA	Consultant
CHABOTEAUX	Jean	Lhoist Europe de l'Ouest	Géologue
CHAQUI	Sonya	SPW - DGO 4 - Direction de la Promotion de l'Energie durable	Attachée (Responsable des énergies renouvelables)
CHARLET	David	IDEA	Coordinateur Projets Géothermie Profonde
CHEVALIER	Emmanuel	Carmeuse Research and Technology	Géologue
CHOUTT	Julie	Contrat de rivière Lesse	collaboratrice scientifique
CHRISTOPHE	Thomas	SPAQuE	Géomaticien

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
CLAUDE	Eddy	Centre culturel de Perwez	Directeur
CLOSSET	Marc	Société Wallonne Des Eaux (SWDE)	Directeur
COLLART	Catherine	Institut scientifique de Service public (ISSeP)	Responsable cellule Déchets et Sites à Risques
COLLETTE	Olivier	SPW - DGO 4 - Direction de l'Archéologie (antenne Namur)	Attaché (géo-pédologue)
COLLIER	Louise	Université de Namur - Département de Géologie	Chercheur
COLLIGNON	Ghislain	A.I.V.E	Ingénieur - Chef de service
COMPÈRE	Jean Michel	Compagnie Intercommunale Liégeoise des Eaux	Water Resource Manager
COMPÈRE	Marianne	Commune de Marchin	Echevine de l'environnement et de l'agriculture
CORLUY	Jan	Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM)	Hydrogéologue
CORLUY	Jan	Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)	Hydrogéologue
CORMAN	Marc	ICM Engineering sprl	Ingénieur Civil
COSTANTINI	Franco	SAGREx sa	Directeur Exploitation
COULY	Benoit	Université catholique de Louvain (UCL)	Gestionnaire de projets en hydrogéologie
CRASTES DE PAULET	François	Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM-Nord Pas de Calais)	Hydrogéologue
DARDINIER	Anne-Sophie	ABESIM sprl	Assistante de projet
DASSARGUES	Alain	Université de Liège	Professeur
DE JONGHE	Christian	Consultant - alpha-enviroconsult	Etudes de sol
DE ROUCK	Tinneke	Vlaamse Milieumaatschappij (VMM)	adjunct van de directeur
DE SALLE	Paul	EURAFOR sa	Administrateur-Délégué
DE SCHRYVER	Roland	A.I.D.E.	Ir. Directeur
DEBBAUT	Vincent	Université de Liège - Campus d'Arlon	Maître de conférence et Responsable du Laboratoire des Ressources Hydriques

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
DECERF	Louis-Philippe	SA Pissart, Architecture et Environnement	Ingénieur agronome, chargé de projets
DEFOSSA	Bruno	Esher sprl	Expert en pollution du sol
DEFOURNY	Vincent	Université catholique de Louvain (UCL)	Professeur
DEGREEF	Marc	Administration communale Ville d'Andenne	Conseiller en Environnement
DEJONGHE	Léon	Service géologique de Belgique	Collaborateur scientifique
DELABY	Serge	Université de Mons	Géologue
DELLOYE	Francis	SPW - DGO 3 - Direction des eaux souterraines	Attaché
DELOBEL	Christelle	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attachée
DELOGNE	M	Geo-topics Sprl	Direction
DELSTANCHE	Séverine	ARIES Consultants	Chargée de projets en eaux et sols
DELVILLE	Geneviève	SPW - DGO1 - Direction de la Géotechnique	Attachée
DELVOIE	Simon	Université de Liège - ArGEnCo	Assistant
DENECKER	Matthieu	A+E Consult	chef de projet
DERICK	Marie	VIVAQUA	Ir Agronome
DEROANNE	Claire	Société wallonne des eaux (SWDE)	Attachée de direction
DERYCKE	Fernand	SOLVAY	Consultant
DESIMPEL	Xavier	Ingénieur conseil environnement	Indépendant
DESSY	Stéphanie	Contrat de rivière Lesse	Coordinatrice adjointe
DESTAIN	Jean- Pierre	CRA-W	Directeur général ff
DEWAIDE	Lorraine	Université de Namur	Doctorante
D'HAESE	Amandine	ECOREM	Manager
DIERKS	Etienne	ARCEA-ACENIS	Responsable projets
DIEZ	Tom	De Watergroep (VMW)	
D'ORAZIO	Davina	Tractebel Engineering	Ingénieur
DOSSIN	Frederic	Carmeuse SA	Spécialiste Environnement - Permis
DREZE	Marc	Société wallonne des eaux (SWDE)	Attaché de direction

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
DRIMMER	Daniel	Tractebel Engineering	Project Manager / Expert
DUBOIS	Aurélie	RECOsol sprl - Essais de sols	Bio-ingénieur
DUMOULIN	Virginie	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attachée
DUSART	Benedicte	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attaché (Responsable cellule décret sols)
DUSAULS	Jérôme	SBS Environnement	Responsable de projet
DUTRIEUX	Laurent	Ressources Naturelles Développement	Chargé de projet
EL HALIMI	Prénom	RSK Benelux	Chef de département
ELECTRE	Bernard	Exafor-Aquam-Bemco	Attaché de direction forage
ENGELS	Patrick	SPW - DGO 3 - Direction de la Coordination des données	Attaché
FILLEE	Frederic	SPW-DG O3 -Département Environnement et Eau	Attaché (Juriste)
FLAMION	Bruno	SPW - DGO 3 Direction des Eaux souterraines (antenne de Liège)	Attaché (géologie)
FRIPPIAT	Christophe	Institut scientifique de Service public (ISSeP)	Attaché
FRUIT	Nathalie	Bureau de conseil et d'études : ENVIRO+	Expert en Assainissement des Sols
FRONHOFFS	Alistair	Vlaamse Milieumaatschappij	Project manager Groundwater
GAMBETTE	Nicolas	SPI - SORASI	Coordinateur de projet - Géomaticien
GARREAU	Perrine	Carrières Unies de Porphyre	Responsable géologie et environnement
GARZANITI	Simon	Institut scientifique de Service public (ISSeP)	Attaché
GASPAR	Séverine	SPW - DGO 3 - Direction des Cours d'Eau Non Navigables	Attachée
GERARD	Pierre	Université libre de Bruxelles (ULB)	Chargé de cours
GODIN	Hubert	Diepsonderingen Verbeke	Vice-Directeur
GOEMAERE	Eric	Service géologique de Belgique	Géologue, chef de Section
GOFFAUX	Jean	AIEC	Conseiller technique

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
GOFFIN	Michel	SPW - DGO 3 - Direction Communication Ressources naturelles, Environnement et Agriculture	Premier attaché
GRAILET	Marie-Hélène	SPW - DGO 3 - Direction Eaux souterraines (antenne de Namur)	Assistante principale
GRANDJEAN	Alexandre	Moors Ecoforage s.a.	Administrateur délégué
GRELL	Laurent	Les Carrières du Fond des Vaulx s.a.	Responsable Technique
GROENSTEEN	Edouard	Ipalle	Ingénieur Projets
GUILITTE	Evelyne	-	Biologiste
GUISSARD	Vincent	SPW - DGO 3 - Direction de la Coordination des données	Attaché
HABILS	Frédéric	CSD Ingénieurs	Responsable Sites et Sols Pollués
HALLET	Vincent	Université de Namur	Professeur
HARDY	Cerise	SPW - DGO 3 - DRIGM	Attachée
HAVELANGE	Guy	Administration communale Ville d'Andenne	Echevin de l'Environnement
HAVRON	Cecile	INS	Adjoint responsable de service
HECQ	Philippe	SPW - DGO 3 - Département de la Police et des Contrôles - Direction de Charleroi	Directeur
HERBOSCH	Alain	Université Libre Bruxelles - Département de Géologie	Professeur
IMERZOUKÈNE	Saadia	SPW - DGO 3 - Direction de la Coordination des données	Attachée scientifique - Hydrogéologie
ISAAC	N. Renaud	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attaché
JASPAR	Annick	SPAQuE	Géomaticien
JASPAR	Geoffrey	SPW - Direction de la Géotechnique	Ingénieur
JEUKENNE	François	Eurodrill sa	Administrateur Délégué
JOBÉ	Patrick	Spadel	Group advisor in hydrogeology
JOCHMANS	Gladys	Université libre de Bruxelles	Etudiante
JODOCY	Vincent	SGS Belgium	Operations Manager Soil & Groundwater
KALBUSCH	Serge	Universoil SPRL	Project Manager

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
KAUFMANN	Olivier	Université de Mons	Chargé de Cours - Chef de Service
KEHI	Guelasiebo Joel	Etudiant	Hydrogéologie et du génie de l'environnement
KHEFFI	Ali	Institut scientifique de Service public (ISSeP)	Attaché
LABOURDIQUE	Sophie	INASEP	Ingénieur projet
LADURON	Dominique	Géologie - UCL	Professeur émérite
LAMALLE	Cécile	SPW - DGO 4 - Direction de l'Aménagement régional (Antenne Namur)	Attachée
LAMBERT	Alain	Administration Communale de Stoumont	Agent technique - Administration des eaux
LAMBERT	Jean-Marc	ALMADIUS	Gérant
LAURENT	Clément	ESHER sprl	Expert en gestion des sols pollués
LEBAIN	Alexis	Retraité - Consultant	Ingénieur civil des mines
LEBOEUF	Dimitri	AIVE	
LEGRAIN	Hughes	INS	Adjoint responsable de service
LEGRAND	Christian	FABI	Administrateur
LEJEUNE	Vincent	GEOLYS SPRL	Directeur et associé
LEJEUNE	Bertrand	Les Carrières du Fond des Vaulx s.a.	Directeur de Site
LEMAL	Michel	Bureau d'Etudes Concept	Consultant Hydrologie et Hydraulique
LEONARD	Renaud	Terra engineering & Consultancy	Responsable de projet
LESIRE	Alain	Ville de Namur	Permis d'environnement
LHEUREUX	Emmanuel	SPW - DGO3 - Direction des Risques Industriels, géologiques et Miniers	Directeur
LIBERT	Pierre-Nicolas	SPW – DGO 3- Direction des Eaux de Surface	Attaché
LIMBOURG	Quentin	CRA-w	Chargé de Projet
LIZIN	Pierre	SPW- DGO3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attaché
LOMBA	Valérie	ABO	Responsable d'agence
LUSSIS	Benoit	FEDIEX	Conseiller Environnement
MACHIELS	Olivier	Arcadis Belgium	Ingénieur de projet

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
MAQUIL	Robert	Service géologique du Luxembourg	Responsable
MARCHAL	Roland	Geolys sprl	Directeur et associé
MARISCHAL	Sophie	Ville de Namur	Chef de cabinet - Echevinat de l'Aménagement du Territoire
MARISSIAUX	Bertrand	Bureau Etudes MARISSIAUX	Consultant Environnement
MARTEL	Filip	Défense	Gestion des risques (MR-Mgt/R)
MARTIN	Thierry	Université de Mons- Géologie fondamentale et appliquée	Assistant de Recherche
MASSET	Roland	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines	Directeur f.f.
MATHIEN	Elise	SBS Environnement	Responsable de projet
MATHIEU	Dominique	Esri BeLux	Project Manager
MATYN	Andre	GRONTMIJ BELGIUM, Louvain-La-Neuve	Chargé de projet Senior
MEISTER	Virginie	Service Géologique du Luxembourg - L-8057 Bertrange	Géologue
MERENNE	Fanny	AquaWal sa	Chargée en Communication
MESSIAEN	Sylvie	Contrat de rivière Meuse aval - Comité Hoyoux	Coordinatrice
MEYUS	Yves	AGT nv	Projectleider
MICHEL	Bernard	Sagrex	Chef de centre
MINON	Aurélie	ARCEA-ACENIS	Responsable projets
MINTEN	Vinciane	Moors-Ecoforage s.a.	Géologue
MISONNE	Benoît	Carrières de la Pierre Bleue Belge SA	Direction Q-E
MISSIAEN	Benjamin	Administration communale	Conseiller en Environnement
MONFORT	Olivier	AIEC	Attaché
MONIN	Bernard	SEDE BENELUX	Responsable exploitation
MOUTIER	Maryline	Ram-Ses sprl - Analyse des risques des terrains et sols pollués.	Consultante en Environnement
NASDROVISKY	Laurence	SPW - DGO 3-DPA Mons	Premier attaché

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
NIHANT	Marine	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines	Première attachée
NOGARÈDE	Pierre	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux Souterraines	Géologue - Hydrogéologue
NUYENS	Jean	OREX	Consultant
ORBAN	Philippe	Université de Liège - Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement	Chargé de recherches
OVERLAU	Pierre	Rue de l'Eau bleue, 24 B-5080 Rhisnes (La Bruyère)	Professeur honoraire Université de Namur, Professeur UTAN Géologie
PACYNA	Daniel	SPW - DGO 3 - Direction des Risques industriels, géologiques et miniers	Ingénieur des Mines Responsable de la Cellule Sous-sol/Géologie
PAGE	Sébastien	Vrije Universiteit Brussel	Etudiant
PASÔ	Bérengère	ECOREM	Manager
PATYN	Johan	VITO	Hydrogéologue
PETERS	Béatrice	Commune de Raeren	employée - permis d'environnement/unique
PHILIPPART	Didier	SPW - DGO 3 - Direction des Risques industriels, géologiques et miniers	Premier gradué
PIRE	Elise	Adviesbureau : Royal Haskoning	Chef de projet EIE
PIRONT	Laurent	Geolys	Directeur et Associé
PISCART	Benjamin	COFOC	Resp. département Forage-Minage
POCHET	Pascal	SPW - DGO 3 - Direction Communication Ressources naturelles, Environnement et Agriculture (Antenne Libramont-Chevigny)	Attaché
POLART	Christelle	VINCOTTE	
POPESCU	Cristina	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux Souterraines	Attachée
POSEL	Sylvie	asbl BOFAS	Chef de projets
POTVIN	Serge	Ingénieur-Conseil en environnement	Freelance
QUINIF	Yves	GFA - Université de Mons	Professeur
RADAS	Sabine	SBS Environnement	Gérante
RAMELOT	Catherine	Aquawal	Conseillère scientifique

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
RANWEZ	Ludivine	asbl BOFAS	Chef de projet
REKK	Samantha	Université de Namur	Géologue
REMAUD	François	ABO	Ingénieur
RENKIN	Philippe	SPW - Direction de la Géotechnique	Premier attaché
RENTIER	Céline	SPW-DGO3-Direction des Eaux souterraines	Attachée (Hydrogéologue)
RIGAUD	Basile	RECOsol sprl	Gérant
ROBINET	Frédéric	SPW - DGO 3 - Direction de l'Aménagement foncier rural - (Antenne de Huy)	1er Attaché - Président de Comité de remembrement
ROCHEZ	Gaëtan	Université de Namur	Technicien
ROLAIN	Fabienne	Ville de Namur	Agent technique en chef
ROLAND	Sylvie	Université de Mons	Chercheur
RORIVE	Alain	Université de Mons	Professeur
ROSAN	Noym	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines (Antenne de Mons)	Premier attaché
ROSIERE	Charlotte	Bureau de conseil et d'études : ENVIRO+	Expert Assainissement des Sols
ROUELLE	Arnaud	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines	Gradué (technicien)
RUELLE	Marc	Société wallonne des eaux (SWDE)	Directeur de la gestion de la qualité d'eau
RUSCART	Patricia	SPW - DGO 3 - Cellule Sous sol et Géologie	Attachée responsable district Namur/Luxembourg
RUTHY	Ingrid	Université de Liège - Hydrogéologie	Chercheur
SALMON	Marc	SPW - DGO 3 Direction des Risques Industriels, géologiques et Miniers	Attaché (Géographe)
SAUTOIS	Marie	CARMEUSE S.A.	Géologue
SCHAUL	Tom	Administration de la gestion de l'eau - Division des eaux souterraines et des eaux potables - Grand-Duché de Luxembourg	Hydrogéologue
SCHITTEKAT	Jacques	Hydrogéologue indépendant	Consultant
SCHOONBROODT	José	Union Belge de Spéologie	Spéléo. Chercheur
SCHRAM	Jean-Benoit	CWEPSS	Administrateur
SCHROEDER	Christian	Université Libre de Bruxelles	

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
SELS	Florence	SPW - DGO 3 - Direction de l'Assainissement des Sols	Attachée
SENGER	Olivier	Carrière de Marenne	Resp. département carrières
SMOOS	Augustin	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux de surface	Attaché
SOHIER	Catherine	Université de Liège - GxABT	
STENMANS	Vinciane	VS.GEOFORMA, Bureau d'études	Géologue indépendante
STEPHENNE	Nathalie	ISSeP	Attaché
STOFFEL	Jean-Paul	SPW - DGO 4 - Services extérieurs - Direction du Luxembourg	Attaché
TERNEUS	Annick	SPW - DGO 3 - Direction de la Nature et de l'Eau	Directrice f.f.
THIRION	Marc	SPW - DGO 3 - Département de l'Environnement et de l'Eau	Attaché
TREVE	Christian	CFE sa	Senior Engineering Geologist
TRICOT	Benoît	SPW - DGO 3 - Département de l'Environnement et de l'Eau	Inspecteur général
TRIOLET	Nicolas	SPGE	Ingénieur de projet
TRUM	Florence	CDT - Cellule du Développement Territorial (RW)	Attachée
URBAIN	Eric	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux Souterraines	Attaché
VAN DEN ABBEEL	Quentin	SPW - DGO 3 - Direction des Risques industriels, géologiques et miniers	Géomètre des mines
VAN DIJCK	Frédéric	SPW - DGO 4	Technicien CAE
VAN ECHELPOEL	Erna	Tractebel Engineering	Senior Expert
VAN EETVELDE	Yoann	SMET GWT Wallonie	Chef de chantier
VAN ELLEN	Tjaard	AquaConseil sprl	gérant
VAN HAMME	Xavier	AB Soil Remediation Experts	
VAN OVERBEKE	Vincent	Carrières d'Antoing	Directeur d'exploitation
VAN WITTENBERGE	Fanny	SWDE et SPGE	Ingénieur
VANDEGHINSTE	Peter	Société Energie Verbeke sa	Géologue
VANDENBERGHE	Christophe	Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech	Ingénieur de projet
VANDER STRICHT	Michel	Hydro-R&D International	Hydrogéologue
VANDERMOSTEN	Pierre	Hydro-R&D International	Directeur de Projets

Nom	Prénom	Communes/Organismes	Fonction
VANDEWALLE	Ruben	A+E Consult SPRL	Chef de projet
VANNESTE	Celine	SPW - DGO 3 - Direction des Risques industriels, géologiques et miniers	Carte géologique de Wallonie
VERBEIREN	Boud	Vrije Universiteit Brussel	Assistant
VERBRUGGE	Jean-Claude	OREX	Vice-Président
VERDONCK	Xavier	Carrières du Hainaut	Directeur d'exploitation
VERGARI	Anne	Sagrex SA	Quality, Geology and Product Developments
VERLAEKEN	Vincent	Fluxys Belgium SA	Projets Pipelines
VERLÉ	Wendy	Vlaamse Milieumaatschappij	Projectverantwoordelijke grondwaterbeheer
VILLERS	Laurent	AIB-Vinçotte International s.a.	Contract Manager Sol
WALLEMACQ	Daniel	SPW - DGO 3 - Direction des Cours d'eau non navigables	Dessinateur en chef
WALRAEVENS	Kristine	Universiteit Gent	Professeur
WAUTHOZ	Bastien	Ressources Naturelles Développement	Chef de projet
WILDEMEERSCH	Samuel	Université de Liège	Ingénieur de Recherches
WILLAME	Véronique	SPW - DGO 3 - Direction des Eaux souterraines	Informaticienne
WILLOT	Isabelle	SPW- DGO3 - Direction Permis et Autorisations	Agent traitant les recours contre des permis d'environnement
WIMMER	Guido	Bieske et Partenaires	Hydrogéologue
YANS	Johan	Université de Namur	Professeur
YUNG	Luc	Université catholique de Louvain (UCL) - Institut de Mécanique, Matériaux et Génie civil - Laboratoire Essais mécaniques, Structures et Génie civil	Responsable Qualité

Comité organisateur

Direction de la Coordination des données:

Saadia IMERZOUKÈNE: gestion du projet et coordination scientifique

Direction des eaux souterraines:

Véronique WILLAME: support informatique

Direction de la Communication de la DGO 3:

Eve BOIDRON: support en communication et assistance technique

Florence VAN SEVEREN: support en communication et assistance technique

Dominique DUBOIS: graphisme et coordination pour impression documents

Sylvain LEROY: assistance technique

Cette brochure présente la synthèse des exposés du Colloque "La carte hydrogéologique de Wallonie - un outil au service de tous", organisé le jeudi 16 mai 2013 à Jambes (Namur), Belgique.

Un événement organisé par la Direction de la Coordination des données et la Direction des Eaux souterraines, DGO3 (Direction générale de l'Agriculture, des Ressources naturelles et de l'Environnement) du Service public de Wallonie.

SPW | Éditions, Événements

Dépôt légal : D/2013/11802/60
Publication gratuite, avril 2013 - Imprimé sur papier recyclé
N° vert du Service public de Wallonie : 0800/11 901 - Site : www.wallonie.be

Editeur responsable : José Renard - DGO 3
Îlot St-Luc, Chaussée de Louvain 14, 5000 Namur