



Deuxièmes Plans de gestion

Document d'accompagnement

GWMethodologies_gwCharacterisationReference

Méthodologies relatives à la caractérisation
des masses d'eau souterraine

Septembre 2016

Table des matières

1	METHODOLOGIE DE DELIMITATION DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE.....	3
2	CARACTERISATION DES MASSES D'EAU SOUTERRAINE.....	5
2.1	CARTOGRAPHIE DE L'EMPLACEMENT ET DES LIMITES DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE	5
2.2	TYPLOGIE (GEOLOGIE / HYDROGEOLOGIE)	5
2.3	ECOSYSTEMES AQUATIQUES.....	5
2.4	ECOSYSTEMES TERRESTRES DEPENDANTS.....	7
2.5	VULNERABILITE DES EAUX SOUTERRAINES.....	7
2.6	RESSOURCE ANNUELLEMENT RENOUVELABLE	8
2.7	ETUDES DETAILLEES - MODELES MATHEMATiques.....	8
2.8	IMPORTANCE STRATEGIQUE DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE.....	8

1 Méthodologie de délimitation des masses d'eau souterraine

En Région wallonne, les travaux indispensables à cette fin ont débuté en 2001 et ont été menés par un comité d'experts réunissant les Services universitaires spécialisés en hydrogéologie et l'Administration.

Une étape importante du processus a consisté à déterminer les aquifères transfrontaliers lors de réunions de travail internationales qui se sont tenues le 10 juillet 2001 à Namur, le 31 juillet 2001 à Luxembourg et le 27 août 2001 à Mons ; les résultats de ces travaux concertés ont été actés par la Conférence ministérielle de Liège du 30 novembre 2001.

Les masses d'eau souterraine, telles que définies dans la Directive cadre sur l'eau à partir des aquifères, ont été déterminées tant par des critères hydrogéologiques que par des critères non hydrogéologiques.

Critères hydrogéologiques

- étendue et caractéristiques des couches géologiques ;
- zones d'alimentation ;
- lignes de partages souterrains des écoulements ;
- liaisons hydrauliques entre couches géologiques ;
- interactions avec des eaux de surface et des écosystèmes terrestres ;
- propriétés hydrochimiques ;
- la distinction entre les eaux à caractère libre (nappes phréatiques) et celles à caractère confiné (nappes captives).

Critères non hydrogéologiques

- captage ou possibilité de captage ;
- impacts des pressions sur les masses d'eaux, les écosystèmes terrestres et les dégâts aux couches ou aux biens non meubles à la surface de la terre (comme les affaissements) ;
- lignes de partage des eaux de surface ;
- limites administratives.

Tout au long du processus de délimitation, le souci de ne pas multiplier à l'excès les masses d'eau souterraine est resté à l'esprit des techniciens et scientifiques afin de ne pas alourdir la gestion ultérieure de ces masses d'eau.

Les étapes suivant lesquelles les critères ont été appliqués sont décrites de manière plus détaillée ci-dessous :

- Division du terrain en ses principales unités tectoniques et sédimentaires;
- Identification des principaux aquifères d'après leur lithologie, tenant compte notamment des aquifères transfrontaliers définis lors de la conférence de Liège;
- Découpage des aquifères ainsi identifiés suivant les principaux districts hydrographiques, tenant compte de rattachements éventuels liés à l'hydrogéologie ou à la gestion administrative;
- Découpage des aquifères suivant les lignes de partage des eaux souterraines de manière à éviter la gestion transfrontalière de masses dont les eaux n'auraient aucun échange hydraulique entre elles;

- Découpage des aquifères lorsqu'il s'avère que plusieurs parties n'auront sans doute pas le même état (soit que cet état est déjà constaté, soit qu'il résultera de pressions distinctes);
- Verticalement, et d'après les limites géologiques, regroupement éventuelle des masses d'eau dont les échanges entre formations sont significatifs;
- Horizontalement, procéder également à un regroupement s'il s'avère que la présence locale d'aquitards ne modifie pas de manière significative l'allure générale des écoulements;
- Association de la partie captive d'un aquifère à sa partie libre lorsqu'il s'avère que la première est quantitativement dépendante de la seconde;
- Identification des masses d'eau très peu perméables et éventuellement association à d'autres plus perméables.

33 masses d'eau souterraine ont été ainsi délimitées en Wallonie : 21 dans le district de la Meuse, 10 dans le district de l'Escaut et 2 dans le district du Rhin. Aucune masse d'eau souterraine n'a été attribuée au district de la Seine. Le territoire situé au droit de ce district a été assimilé à une masse d'eau souterraine du district de la Meuse (RWM103).

Aucun changement n'a été fait pour les deuxièmes plans de gestion.

Cependant, la délimitation précise des masses d'eau souterraine est toujours susceptible d'évoluer à l'avenir, en fonction de l'amélioration de la connaissance de certains aquifères.

2 Caractérisation des masses d'eau souterraine

La caractérisation de chacune des masses d'eau souterraines est décrite dans les fiches par masses d'eau souterraine correspondantes et sont disponibles sur internet à l'adresse suivante :

<http://spw.wallonie.be/dce/spip.php?rubrique67>

Ces fiches sont destinées à préciser l'état des lieux des masses d'eau en identifiant et synthétisant les caractéristiques propres de chaque masse d'eau, telles que l'emplacement et les limites de la masse d'eau, ses caractéristiques géologiques et hydrogéologiques, la vulnérabilité, la ressource annuellement renouvelable,...

2.1 Cartographie de l'emplacement et des limites de la masse d'eau souterraine

Les caractéristiques générales de la masse d'eau souterraine sont brièvement présentées en introduction : la superficie, la position géographique, ...

Si c'est une masse d'eau superposée, les masses d'eau sous-jacentes ou supérieures sont énumérées.

Sa situation géographique sur le territoire de la Région Wallonne est illustrée par une carte, sur laquelle figurent les contours des autres masses d'eau souterraine, ainsi que les principaux cours d'eau.

2.2 Typologie (géologie / hydrogéologie)

La typologie de chaque masse d'eau est basée sur la synthèse de toutes les études géologiques et hydrogéologiques pertinentes relatives aux masses d'eau souterraine concernées. Une estimation des directions d'écoulement et une carte piézométrique peuvent être réalisées si l'information est disponible. En ce qui concerne l'hydrogéochimie, le point de départ est la caractérisation de la composition chimique des eaux souterraines, ainsi que l'évaluation des niveaux naturels.

La description géologique comprend essentiellement la succession des formations et unités géologiques et leur lithologie. D'autres informations peuvent être ajoutées, comme l'épaisseur des couches, la géomorphologie, le degré de karstification pour le cas des roches calcaires, etc.

En ce qui concerne l'hydrogéologie, la nappe aquifère de la masse d'eau et son comportement hydrodynamique sont brièvement décrits. Pour le cas de plusieurs nappes, les éventuelles interactions sont mises en évidence. Des valeurs des paramètres hydrodynamiques (porosité, de coefficient d'emmagasinement spécifique ou de conductivité hydraulique) peuvent être rappelées, mais ces informations ne sont pas toujours disponibles.

L'horizon de profondeur auquel appartient la masse d'eau (seuls le premier ou le second horizon sont pris en compte) ainsi que son degré de confinement par des couches géologiques relativement imperméables, sont précisés.

Les nappes perchées ou temporaires ne sont pas prises en considération. Elles sont censées générer des écoulements hypodermiques lents influant directement sur les masses d'eau de surface.

2.3 Ecosystèmes aquatiques

Avant la mise en œuvre des premiers Plans de Gestion, aucune étude exhaustive et intégrée n'avait abordé en Wallonie, à l'échelle d'un bassin hydrographique élémentaire (constitué d'au moins une et éventuellement de plusieurs masses d'eau de surface) et de manière concertée et cohérente, les aspects tant géologiques et hydrogéologiques (eau souterraine = ESo) qu'hydromorphologiques et écologiques (eau de surface = ESu) des interactions entre les nappes d'eau souterraine et les cours d'eau. De plus, les critères d'évaluation de l'impact n'étaient pas clairement définis.

Par défaut, et comme première approche, il avait donc été considéré que toutes les masses d'eau souterraine du premier horizon sont en liaison avec des eaux de surface. Pour les masses d'eau du deuxième horizon, des impacts locaux peuvent exister sur des zones restreintes (par exemple, dans les zones de sous-affleurement).

En vue d'apporter des premiers éléments de réponse, une étude complémentaire a démarré en avril 2013, menée par l'Unité d'Hydrogéologie et Géologie de l'Environnement de l'Université de Liège, en collaboration avec deux autres laboratoires universitaires belges (LEED- Laboratoire d'Écologie des Eaux Douces à l'Université de Namur et l'Unité Sol-Eau de Gembloux AgroBioTech à l'ULg). Elle porte sur les interactions ESo-ESu, avec pour objectif :

- d'évaluer au mieux leur impact sur l'état quantitatif et qualitatif des nappes d'eau souterraine et sur l'état chimique et écologique des cours d'eau ;
- de mieux comprendre et quantifier les mécanismes de transfert et les temps de résidence des nitrates dans le continuum sol - zone non saturée – zone saturée – eau de surface dans un contexte de roches carbonatées.

Le but final de ce programme est de fournir les données et les bases scientifiques permettant de statuer, pour les masses d'eau souterraine et de surface concernées, sur leur caractère à risque et sur leur bon ou mauvais état et d'aboutir, comme exigé par la Directive-cadre sur l'Eau, à une estimation de la ressource en eau souterraine requise à l'alimentation de l'eau de surface en période d'étiage.

L'étude est en cours, les résultats finaux étant attendus pour fin 2016. L'étude est basée sur des investigations de terrain menées dans les masses d'eau de surface localisées au sein de la masse d'eau souterraine RWM021 (calcaires et grès du Condroz). Les investigations se font à l'échelle régionale (masse d'eau souterraine) et à l'échelle locale (masses d'eau de surface). Elle repose sur un monitoring des cours d'eau (niveaux et débits, qualité chimique et biologique ...) et des eaux souterraines (piézométrie, flux, qualité chimique) sur deux cycles hydrologiques. Ces mesures sont complétées par l'acquisition de données météorologiques et des essais plus spécifiques (essais de traçage, prospection géophysique) et un travail agronomique portant sur les pratiques agricoles et l'usage de fertilisants (nitrates) dans les sous-bassins étudiés.

Les résultats disponibles fournissent déjà les indications suivantes :

- Les premiers résultats du monitoring physico-chimique et des essais de traçages montrent que la recharge de la nappe des calcaires est très rapide, avec un transfert de l'eau quasi instantané à travers la zone non saturée. Dans l'eau souterraine et dans la composante de base qui alimente les cours d'eau, le bruit de fond en nitrates est relativement constant (aucune conclusion n'est cependant actuellement définie sur un éventuel taux d'abattement lors de ces transferts), avec des augmentations systématiques au sortir de l'hiver, début du printemps. Ces augmentations s'expliquent vraisemblablement par le lessivage en profondeur du résidu azoté des sols lors de l'infiltration de l'eau faisant suite aux précipitations.
- Les premiers résultats concernant les facteurs qui influencent l'état chimique et biologique des eaux de surface peuvent être résumés suivant les trois éléments suivants :
 - les analyses des éléments de qualité biologique (macroinvertébrés et diatomées) indiquent que la "variable nitrate" n'a pas d'impact détectable sur les communautés aquatiques ; le nitrate ne doit donc pas intervenir en tant que tel dans l'analyse de l'état écologique et de l'impact potentiel de l'eau souterraine sur la qualité biologique "locale" du cours d'eau qui la draine ;
 - les conditions hydromorphologiques telles que rencontrées dans la zone de travertins sur le Triffoy (masse d'eau de surface MV08R) génèrent des conditions de sites moins favorables à une biodiversité importante du côté des invertébrés (substrats peu contrastés) -> les indicateurs d'état biologique des cours d'eau sont potentiellement sensibles à des perturbations naturelles et pas seulement anthropiques ; il faut donc dans certains cas relativiser les résultats et tenir compte de conditions particulières de sites (ex: travertins) ;
 - alors que la qualité physico-chimique des eaux du Triffoy est meilleure que pour le Hoyoux (masse d'eau de surface MV07R), l'analyse fonctionnelle détaillée des communautés de macroinvertébrés indiquent que dans le Triffoy les conditions hydrodynamiques contribuent au développement d'espèces tolérantes à la pollution organique et à affinité méso-eutrophes ; ceci explique sans doute la qualité biologique moyenne dans ce cours d'eau, ce qui constitue une voie intéressante en vue de

relier les pressions quantitatives dans le bassin hydrogéologique (prélèvements ESo) à l'état biologique du cours d'eau en relation.

- Des indicateurs sont en cours de développement en vue de quantifier l'importance relative de l'interaction ESo-ESu sur le bilan quantitatif/qualitatif de chacun des compartiments. Ces indicateurs seront accompagnés de méthodes de calcul basées sur des approches bilantaires par masse d'eau de surface /d'eau souterraine et des techniques de séparation d'hydrogramme permettant de distinguer les composantes de ruissellement et de débit de base.

2.4 Ecosystèmes terrestres dépendants

La méthode de délimitation des masses d'eau souterraine implique la prise en compte des écosystèmes terrestres dépendant des masses d'eau souterraine (ETD). Quatre types d'ETD ont été identifiés :

1. les écosystèmes côtiers influencés par la décharge des eaux souterraines ;
2. les écosystèmes associés aux grottes ;
3. les écosystèmes dépendant du flux des rivières (y compris les écosystèmes aquatiques, hyporhéiques et riverains) ;
4. les zones humides et les sources qui dépendent en permanence de l'écoulement souterrain, ainsi que les écosystèmes terrestres qui dépendent des eaux souterraines de manière saisonnière ou épisodique.

La présence de ces types d'écosystèmes terrestres dépendants a ensuite été recherchée pour les différentes masses d'eau souterraine.

Enfin, sur base de la liste des sites RAMSAR, des sites pilotes représentatifs de chaque type identifié en Région Wallonne ont été retenus pour définir une procédure d'identification, de surveillance et de protection des écosystèmes terrestres dépendants.

Les résultats des études menées sur les sites pilotes seront intégrés dans le prochain plan de gestion.

2.5 Vulnérabilité des eaux souterraines

L'évaluation et la cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines visent à refléter la variabilité spatiale de leur sensibilité à des pollutions qui surviennent à la surface du sol et donc du devenir des polluants entre la surface du sol et la nappe d'eau souterraine.

Ce devenir des polluants dépend d'abord de la recharge de la nappe, qui est le vecteur principal de leur mobilité verticale vers la ressource en eau souterraine, mais aussi de leurs propriétés spécifiques (sorption, transformation, dégradation).

En Wallonie, une approche a été développée pour évaluer la vulnérabilité des eaux souterraines. Elle a été appliquée sur deux sous-bassins du district de la Meuse. Cette méthode, appelée Apsû (**P**rotection des **a**quifères par évaluation de leur **s**ensitivité – **v**ulnérabilité), distingue le concept de dangerosité de la pollution qui repose sur la possibilité que le polluant s'infilte vers la nappe (vecteur potentiel de pollution), du concept de vulnérabilité à proprement parler qui y superpose les processus contribuant à l'atténuation d'une éventuelle pollution dans le sous-sol.

En considérant que le point de départ des problèmes des méthodes " classiques " est le manque de clarté de la définition du concept de vulnérabilité, la nouvelle approche repose sur trois questions et trois critères associés, reflétant de manière objective la sensibilité de l'eau souterraine aux pollutions et basée sur des équations physiques : (1) si une pollution se produit, combien de temps mettra-t-elle pour arriver à la nappe d'eau souterraine (temps de transfert) ? (2) si elle l'atteint, quel sera le niveau potentiel de contamination (niveau de concentration) ? et (3) combien de temps cette contamination sera-t-elle susceptible de durer (durée potentielle de pollution) ? La méthode tient compte des conditions d'infiltration – ruissellement et des possibilités de by-pass de la zone non-saturée (dangerosité de la surface du sol).

Pour l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque, seul le critère de temps de transfert dans la zone non-saturée est retenu (un niveau de concentration ne peut être vraiment évalué en « intrinsèque » et la durée et le temps de transfert sont liés – plus court le temps de transfert, plus courte la durée de pollution). Les classes de temps de transfert ont été établies en analogie avec les zones de prévention et le cycle hydrologique :

En résumé, il s'agit de la combinaison de deux concepts : dangerosité (recharge directe et latérale de la nappe) et atténuation (effet du milieu sur le transport des polluants).

Cette dernière méthodologie n'a été appliquée qu'à un nombre restreint de bassins en Région Wallonne (Hoyoux, Néblon et Sprimont, tous situés dans la masse d'eau RWM021). Aucune masse d'eau dans son entièreté n'a fait l'objet d'une évaluation en utilisant cette méthode.

Une cartographie de la vulnérabilité des principales masses d'eau souterraine, reposant sur ces principes de transport - atténuation, sera réalisée durant le deuxième cycle des Plans de gestion par districts hydrographiques.

2.6 Ressource annuellement renouvelable

La ressource en eau souterraine annuellement renouvelable peut être assimilée à la recharge moyenne annuelle des nappes d'eau souterraine. La ressource renouvelable ne doit en aucun cas être confondue avec la ressource disponible en eau souterraine – qui, au sens de la Directive Cadre, est la ressource exploitable de manière durable - qui lui est bien inférieure et est beaucoup plus compliquée à évaluer car tient compte du débit réservé au maintien de la qualité écologique des eaux de surface (du débit de base des cours d'eau), dont l'ordre de grandeur n'a pas encore été évalué à ce jour.

La recharge des aquifères est calculée par simulation du modèle de bilans hydrologiques «sol et zone vadose» EPIC-Grid pour la période 1994-2013 (Agro-BioTech Gembloux). Cependant, en comparant la recharge calculée par EPIC-Grid (RECH, percolation de base) à celle nécessaire au bon fonctionnement d'un modèle «eaux souterraines» (développé par l'ULg ; *Brouyère et al., 2009*), il a été mis en évidence (*Bonniver et al., 2013*) que les valeurs de recharge simulées par EPIC-Grid étaient plus faibles que celles nécessaires pour parvenir à refléter les tendances piézométriques régionales et l'évolution interannuelle de bilans hydrogéologiques. Il semble que dans certains contextes, les volumes d'eau attribués au ruissellement hypodermique lent (RHL) par EPIC-Grid puissent contribuer aux fluctuations piézométriques de la nappe de base et doivent être interprétés en termes de recharge pour les modèles « eaux souterraines ».

L'estimation de la recharge moyenne annuelle par masse d'eau souterraine correspond dès lors au cumul de la percolation de base et des écoulements hypodermiques lents – « RECH + RHL » – calculé par le modèle EPIC-Grid. Ces estimations sont présentées dans les fiches par masse d'eau souterraine.

2.7 Etudes détaillées - Modèles mathématiques

Si des études plus approfondies ont été réalisées, comme une modélisation mathématique, les résultats sont inclus dans les fiches par masses d'eau souterraine.

2.8 Importance stratégique de la masse d'eau souterraine

Avec le support des données quantitatives et qualitatives, l'importance stratégique de la masse d'eau souterraine est estimée en fonction de l'approvisionnement des écosystèmes, de l'homme et des activités humaines qu'elle assure.

L'usage de la masse d'eau est qualifié en comparant les volumes y prélevés par les différents secteurs (alimentation en eau potable, industrie, agriculture, divers) au total régional par secteur.

L'intérêt stratégique de la masse d'eau, qui est de nature à maximiser les bénéfices à attendre de son bon état, est ensuite évalué en fonction de sa production actuelle, de sa situation par rapport aux besoins et des réserves qu'elle contient.