

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées

## Rapport final

Ce document est à citer de la manière suivante :

FRIPPIAT, C., HULPIAU, A., VANDENBERGHE, C., MARCOEN, JM. (2006). Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées, Phases 1 et 2. Rapport rédigé pour le groupe technique – assainissement approprié au milieu rural, Cabinet du Ministre de l'Agriculture, de la Ruralité, de l'Environnement et du Tourisme. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 31 p.

## Table des matières

---

<b>TABLE DES MATIERES .....</b>	<b>2</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>3</b>
<b>2 MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>5</b>
2.1 DEFINITION DES CLASSES D'APTITUDE.....	7
2.2 DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES EXISTANTS.....	7
2.3 CRITERES EXCLUSIFS .....	11
2.4 CRITERES NON EXCLUSIFS .....	14
2.5 EVALUATION DES SERIES SPECIALES DE SOL .....	18
2.6 CONSIDERATION ENVIRONNEMENTALE – ZONES VULNERABLES .....	18
<b>3 PHASE 1 - APPLICATION DE LA MÉTHODE AUX 10 ZONES TESTS.....</b>	<b>20</b>
3.1 VALIDATION DE LA MÉTHODE .....	20
3.2 CONSEILS DE LECTURE DE LA CARTE D'APTITUDE .....	22
3.3 EXPLICATION DE LA LEGENDE DE LA CARTE D'APTITUDE .....	22
3.4 INTERPRÉTATION DE LA CARTE.....	24
3.5 CARTE D'APTITUDE À L'ÉVACUATION SOUTERRAINE DES EAUX USÉES TRAITÉES – 10 ZONES TESTS..	24
<b>4 PHASE 2 - GÉNÉRALISATION À L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE DE LA RÉGION WALLONNE.....</b>	<b>25</b>
4.1 DIVERSITÉ PÉDOLOGIQUE ET CNSW .....	26
4.2 VALIDATION DES SABLES ET DES ARGILES.....	26
<b>5 CONCLUSION .....</b>	<b>29</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>29</b>
<b>6 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>30</b>

# 1 Introduction

---

Deux types de milieux récepteurs sont envisageables pour l'évacuation des eaux usées traitées : la voie d'eau<sup>1</sup> et le sol. Pour la deuxième solution, le sol est utilisé comme un système auto-épuration supplémentaire entre la sortie du système d'épuration et le milieu. Toutefois il faut rappeler que la Région wallonne n'autorise pas, actuellement, le recours au pouvoir épurateur du sol comme moyen de traitement des eaux usées. La Région wallonne exige toujours un traitement préalable au rejet de l'eau dans l'environnement.

Le but poursuivi par un système d'évacuation souterraine des eaux usées traitées est d'évacuer celles-ci via le sol sans induire d'effets négatifs pour la nappe phréatique éventuelle et pour l'environnement. C'est pourquoi on privilégiera les sols biens drainés, dans des endroits situés relativement haut par rapport au niveau des voies d'eau naturelles.

On considère donc qu'il s'agit ici de systèmes d'infiltration des eaux usées traitées. Il a été proposé d'intituler la cartographie mise en place au cours de cette réflexion de « carte d'aptitude à l'infiltration dans le sol ». Cependant l'infiltration, dans le dictionnaire français d'hydrogéologie (Castany et Margat, 1977), est définie comme « le passage de l'eau à travers la surface du sol (pénétration dans le sol) et le mouvement descendant de l'eau dans la zone non saturée, jusqu'à la zone saturée ou non ».

Cette définition fait intervenir la notion de surface du sol. Or dans cette étude, l'objectif est d'évaluer l'aptitude du sol à évacuer l'eau sous la surface du sol. Plutôt que d'infiltration, il convient donc de parler d'évacuation souterraine des eaux.

Pour certaines exploitations agricoles, il est possible d'envisager l'épandage sur prairie d'effluents peu chargés issus de la ferme, telles que des eaux blanches, par des techniques d'aspersion à basse pression (Coulon et Vandevenne, 2004; Cemagref, 2005). Ce cas, un peu à part, n'est pas traité au cours de cette réflexion, il reviendra à l'agriculteur désireux d'y recourir, d'évaluer ou de faire évaluer l'aptitude des ses terres à l'infiltration à partir de la surface.

---

<sup>1</sup> voie artificielle d'écoulement ou eau de surface ordinaire

Les techniques d'évacuation des eaux usées traitées via le sol présentent deux limites :

- des contraintes physiques liées aux caractéristiques du sol et aux techniques d'installation d'un système d'évacuation souterraine des eaux usées traitées,
- des contraintes environnementales liées à la préservation de la qualité des masses d'eau souterraines et de surface, et de l'environnement.

D'après la norme française relative à la mise en œuvre des dispositifs d'assainissement autonome (Association Française de Normalisation, 1998), les drains ou tranchées utilisés pour l'évacuation des eaux sont installés à 60 cm de profondeur. C'est donc à cette profondeur qu'est évaluée l'aptitude à l'évacuation via le sol des eaux usées traitées.

Dans le texte qui suit, la méthodologie utilisée pour réaliser la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées est développée (paragraphe 2). Sont d'abord explicités les différents paramètres utilisés pour qualifier l'aptitude des sols à l'évacuation souterraine des eaux. Ensuite la méthode est appliquée aux zones tests définies par le groupe de travail technique – assainissement approprié en milieu rural (paragraphe 3).

Le dernier paragraphe traite de la généralisation de la méthode à l'ensemble du territoire wallon.

## 2 Méthodologie

---

La méthode consiste à prendre en compte les processus élémentaires de dispersion d'eau dans le sol à partir des caractères intrinsèques de celui-ci et du substrat<sup>2</sup>, des contraintes liées à la protection des captages ainsi que la topographie pouvant limiter physiquement l'installation d'un système d'évacuation des eaux usées traitées via le sol, tout en ne perdant pas de vue que l'évacuation des eaux s'effectue à 60 cm de profondeur et non en surface.

Une augmentation importante des coûts d'installation du système, liée aux caractères limitants du terrain, diminue également l'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées.

Sur base d'études similaires préalables (Fripiat *et al.*, 2004; Grela *et al.*, 2004), les six facteurs suivants ont été retenus pour la réalisation d'une carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées en Région wallonne:

- la texture du sol,
- la présence d'un plancher imperméable,
- l'épaisseur de sol non saturé,
- la pente,
- la localisation dans une zone de prévention de captage,
- la présence de phénomènes karstiques.

Les informations relatives à ces facteurs sont extraites d'informations géographiques numérisées, existantes en Région wallonne pour l'ensemble du territoire. L'outil informatique (Système d'Information Géographique – ArcGIS 9.) permet de croiser les informations géographiques relatives à ces facteurs (Figure 1).

---

<sup>2</sup> Substrat (au sens de la légende de la carte des sols de la Belgique) : roche sous-jacente ou matériau parental identifié comme étant différent de celui du développement de profil décrit ; cela signifie qu'il y a possibilité de superposition de roches, l'une allochtone sur l'autre autochtone.

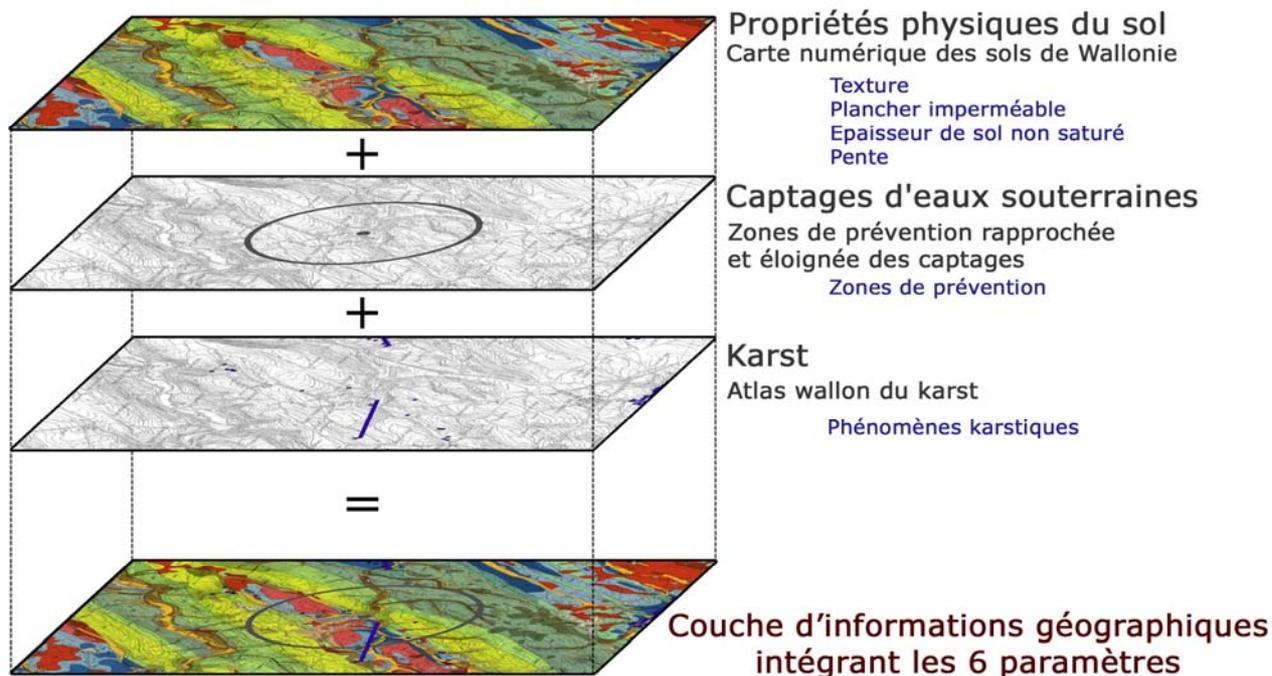


Figure 1 – Pré-traitement cartographique

L'outil informatique permet également d'établir des règles de combinaison et de pondérer les paramètres selon leur incidence sur l'évacuation souterraine d'eau. Tous les paramètres précités n'interviennent pas de la même manière dans le processus décisionnel, certains deviennent des critères exclusifs, c'est-à-dire que si la condition les concernant n'est pas remplie, il est impossible d'envisager l'évacuation via le sol des eaux, alors que d'autres doivent être associés pour aboutir à l'orientation vers une classe d'aptitude à l'évacuation (Figure 2).

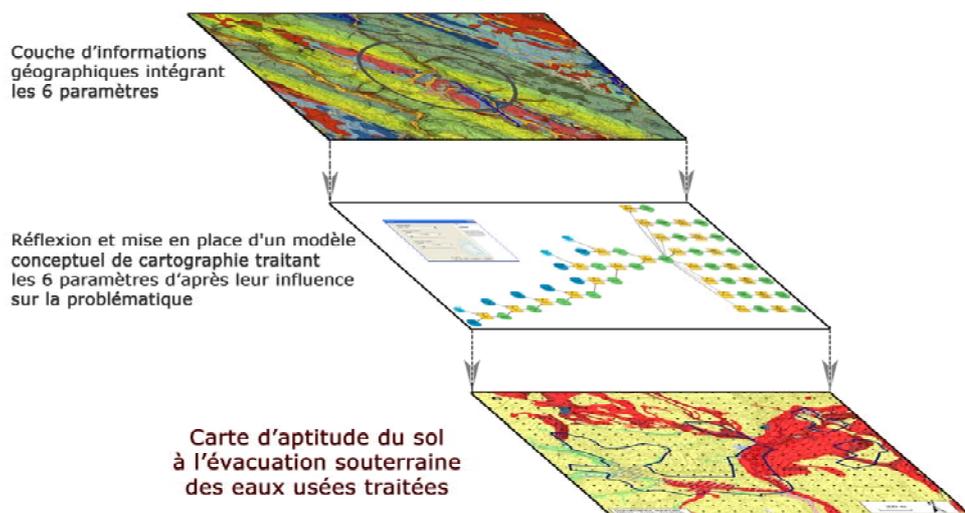


Figure 2 - Traitement informatique final pour la réalisation de la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine

## 2.1 Définition des classes d'aptitude

Dans le cadre de cette étude de planification, les classes d'aptitude sont définies uniquement sur base de documents cartographiques numérisés existants.

Quatre classes d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées sont définies ; une « cinquième classe » traduit le manque d'informations disponibles :

- **Classe 1 - Bonne aptitude.** La zone est dite « apte à l'évacuation ». Celle-ci ne pose aucun problème. Il n'y a ni contraintes environnementales, ni contraintes physiques, de plus la combinaison de la texture du sol et de la présence d'un plancher perméable est favorable à la dispersion de l'eau dans le sol. *En vert.*
- **Classe 2 - Aptitude moyenne.** La zone est dite « moyennement apte à l'évacuation », laquelle risque de poser des problèmes. Certains aménagements doivent éventuellement être mis en place pour améliorer le rejet des eaux usées traitées via le sol (tertre filtrant, terrassement important). *En jaune.*
- **Classe 3 - Inaptitude physique.** La zone est dite « inapte pour raison physique ». L'aptitude à l'évacuation dans le sol ou les possibilités d'installation d'un système d'évacuation sont très réduites et nécessitent donc de recourir à d'autres voies d'évacuation. *En rouge.*
- **Classe 4 - Inaptitude environnementale.** La zone est dite « inapte pour raison environnementale ». Il existe dans ces zones des contraintes environnementales liées à la prise en considération de l'environnement et en particulier des ressources en eaux souterraines, dont la qualité ne peut être altérée. Il est obligatoire ou préférable de recourir, dans ces zones, à d'autres voies d'évacuation des eaux traitées. *En bleu.*
- **Classe 5 - Manque d'information.** Les zones sont répertoriées de la sorte lorsque l'ensemble des informations nécessaires pour établir un diagnostic ne sont pas disponibles dans les informations géographiques traitées. *En gris.*

## 2.2 Documents cartographiques existants

Sont reprises ci-dessous les informations géographiques disponibles en Région wallonne qui contiennent des informations relatives aux six paramètres précités.

### **2.2.1 Carte des sols**

La Carte des Sols de la Belgique, réalisée entre 1947 et 1991, est une carte de nature géomorphopédologique, c'est-à-dire une carte qui exprime les relations existant entre la roche, le relief et le sol. Les planchettes, issues de minutes à 1/5.000, sont publiées à 1/20.000.

Dans le cadre du Projet de Cartographie Numérique des Sols de Wallonie (PCNSW), l'ensemble des planchettes de la partie wallonne de ce document ont été entièrement numérisées. Cet ensemble constitue la Carte Numérique des Sols de Wallonie (CNSW).

#### **Surface cartographiée**

La Carte des Sols de Belgique a été levée sur plan cadastral à l'aide de sondages à la tarière effectués jusqu'à une profondeur de 125 cm dans la mesure du possible, selon une maille carrée de 75 m de côté. Dès que le terrain était renseigné comme bâti, la zone n'était pas cartographiée. C'est pourquoi, les zones où existaient des groupements d'habitats à l'époque de la cartographie ne disposent pas d'information pédologique.

Il est donc impossible, sur seule base de ce document cartographique, de classer ces zones en fonction de leur aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées. L'appréciation des ces zones est donc laissée au décideur, au lecteur de la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées. A lui d'appréhender le terrain et d'estimer s'il est possible d'étendre les propriétés de la zone limitrophe cartographiée à la zone non cartographiée.

#### **Informations contenues dans la Carte des Sols**

Le paragraphe qui suit présente la « philosophie » de cette carte des sols selon la synthèse de Bah et al. (2005) expliquant les principes et la structure de la légende de la Carte des Sols de Belgique.

L'unité cartographique de base de la carte est la série principale. Une série regroupe des profils pédologiques ayant en commun un ensemble de caractéristiques morphologiques

importantes, comme la texture<sup>3</sup> ; l'état d'engorgement<sup>4</sup> du sol et la profondeur d'apparition des signes d'engorgement ; la nature et la succession des horizons (ou simplement la présence ou l'absence d'un horizon diagnostique) ; la présence, la nature et l'importance d'une charge caillouteuse.

Outre la série principale, on peut identifier des séries dites dérivées : un substrat, roche de nature lithologique différente de celle du matériau parental sus-jacent, est identifié à moins de 125 centimètres de profondeur, limite maximale du sondage réalisé par le cartographe.

Lorsque la variabilité spatiale des caractéristiques de base du sol (texture, drainage, développement de profil) est trop importante que pour être visualisée à l'échelle 1/20.000, des groupements ont été opérés pour simplifier la lecture des sigles pédologiques. La série est alors dite complexe.

La Carte des Sols fournit donc des informations intéressantes concernant la texture, les signes d'engorgement et leur profondeur d'apparition, la présence d'un substrat de nature différente de celle de la texture, susceptible de modifier la perméabilité du sol. Il manque toutefois une information directe relative à la structure<sup>5</sup> du sol, paramètre que le cahier spécial des charges rédigé par le groupe technique – assainissement approprié au milieu rural suggérait de prendre en compte. Cependant la structure s'exprime indirectement à travers la combinaison de la texture et du drainage naturel.

Les métadonnées relatives à la couche Carte des Sols (PCNSW, dernière mise à jour 17/09/2002) sont accessibles à l'adresse suivante :

<http://carto5.wallonie.be/MetaWal/MetaWalSearch/export.jsp?format=html&validation=yes&mdFileId=PCNSW>

---

<sup>3</sup> Texture : composition granulométrique définie d'après la proportion des particules minérales du sol inférieures à 2 mm.

<sup>4</sup> Engorgement : saturation temporaire ou permanente d'un sol par l'eau, du fait d'un drainage naturel déficient. (Lozet et Mathieu, 2002)

<sup>5</sup> Structure : arrangement spatial des particules minérales du sol et leur éventuelle liaison par des matières organiques, des hydroxydes de fer ou d'alumine ou des deux. (Lozet et Mathieu, 2002)

### **2.2.2 Modèle Numérique de Terrain (MNT)**

Le modèle numérique des altitudes de terrain a été obtenu par scannage, vectorisation et identification des courbes de niveau figurant sur la carte à 1/50 000 de l'IGN (Institut National de Géographie). Il donne l'altitude en mètres d'un certain nombre de points en coordonnées géographiques répartis régulièrement à l'intérieur d'un lattice<sup>6</sup>. L'altitude est calculée par rapport au niveau zéro belge, c'est à dire le niveau moyen des basses mers à Ostende.

Ce MNT, appelé DTED-WGS, est calculé dans le système de coordonnées WGS72. L'IGN a produit également un MNT, appelé DTED-Lambert, qui est le résultat de la transformation des coordonnées géographiques du DTED-WGS en coordonnées x, y Lambert.

Les métadonnées relatives à cette couche (MNT\_IGN\_1\_50000, dernière mise à jour 31/01/2002) sont accessibles à l'adresse suivante :

[http://carto5.wallonie.be/MetaWalSearch/export.jsp?format=html&validation=yes&mdFileId=MNT\\_IGN\\_1\\_50000](http://carto5.wallonie.be/MetaWalSearch/export.jsp?format=html&validation=yes&mdFileId=MNT_IGN_1_50000)

Il n'existe actuellement pas de MNT, à une échelle plus grande, disponible pour l'entièreté du territoire wallon. L'utilisation de ce MNT à 1/50 000 diminuerait fortement l'échelle de la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine. C'est pourquoi nous avons pris le parti de traiter le facteur pente uniquement par les informations fournies à ce sujet dans la carte des sols.

### **2.2.3 Carte des zones de prévention des captages**

La Direction Générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement (DGRNE) dispose de couches d'information géographiques reprenant, pour le territoire de la Région wallonne, la localisation des points de captages, ainsi que les zones de prévention rapprochée (IIa) et éloignée (IIb) arrêtées par le Gouvernement wallon.

La dernière version disponible à la DGRNE date du 31/12/2005.

---

<sup>6</sup> Lattice : Type de données du logiciel Arc/Info permettant de représenter une surface (exemple : MNT) selon un maillage régulier (carré) de points. Le principe de discrétisation est le même qu'avec des grilles (Grids) mais la valeur du phénomène s'applique au niveau du point et non sur l'ensemble de la cellule comme c'est le cas pour les grilles.

## **2.2.4 Atlas du karst de Wallonie**

L'atlas du karst<sup>7</sup> de Wallonie fournit un inventaire cartographique et descriptif des sites karstiques et des rivières souterraines de Wallonie. Il contribue concrètement à la gestion et à la conservation des zones calcaires : grottes, chantoirs, rivières souterraines, dolines, résurgences, qui constituent un patrimoine naturel d'un intérêt scientifique, paysager et touristique important.

Toutes les données de l'Atlas du karst (fiches techniques des sites et carte à 1/10.000) ont été informatisées et organisées en base de données, c'est-à-dire :

- les données "ponctuelles" (comme les sites, les carrières, les captages... chaque point caractérisé par une coordonnée X et Y)
- les données linéaires (failles, rivières souterraines...)
- et un ensemble de polygones (délimitation des affleurements calcaires, limites des zones à protéger, bassins versants et hydrogéologiques...)

## **2.3 Critères exclusifs**

### **2.3.1 L'épaisseur de sol non saturé**

Pour un bon fonctionnement du système d'évacuation des eaux usées traitées, il est nécessaire de surveiller la remontée possible de la nappe. Il faut absolument éviter la mise en charge des drains d'évacuation (Office of Water, 2002; Grela *et al.*, 2004). Généralement, la remontée de la nappe due aux rejets du système d'épuration est très faible dans le cas d'habitations familiales (5 équivalents-habitants). Pour les systèmes d'évacuation souterraine plus importants, la remontée de la nappe peut être plus conséquente. Dans ce cas cette remontée doit être calculée sur le terrain. La classe d'aptitude à l'évacuation, renseignée sur la carte produite par cette étude, doit éventuellement être adaptée en fonction du résultat du calcul de la remontée de la nappe.

Si on envisage le système d'infiltration comme traitement des eaux usées, il est nécessaire de disposer d'une épaisseur de sol non saturé en eau entre la sortie du système d'évacuation et

---

<sup>7</sup> Karst : plateau calcaire affecté par le modelé karstique (type de relief particulier observé en région calcaire où l'eau de surface a élargi et enlevé par érosion les joints de stratification, créant ainsi des conduits souterrains asséchant le paysage en surface). (Lozet et Mathieu, 2002)

la nappe d'au moins 100 cm afin de permettre au sol de jouer son rôle de filtre auto-épurateur (Office of Water, 2002; Grela *et al.*, 2004). Il a été démontré que, pour autant que la nappe soit située à une distance supérieure à 60 cm du point d'évacuation dans le sol, toute la DBO de l'eau usée est éliminée (Grela *et al.*, 2004).

Dans le cas de l'évacuation souterraine d'eaux usées traitées, seul actuellement autorisé en Région wallonne, le sol est pris dans sa fonction de milieu récepteur et non pas comme épurateur. L'épaisseur de sol non saturé nécessaire est donc moindre. On considère que 20 cm sous les drains est l'épaisseur minimum pour le bon fonctionnement du système d'évacuation.

La Carte des Sols de Belgique donne l'information sur l'épaisseur dans les 125 premiers centimètres du sol (profondeur maximum atteinte par les sondages à la tarière). Il est donc possible d'évaluer l'épaisseur de sol non saturé entre le drain à 60 cm et la nappe qui doit être à minimum 80 cm de profondeur (60 + 20).

Pour déduire du sigle pédologique la profondeur de sol non saturé, il faut extraire et combiner différentes informations relatives à la classe texturale et à la classe de drainage naturel<sup>8</sup>. La classe de drainage, en fonction de la texture, renseigne sur la profondeur d'apparition des phénomènes d'oxydo-réduction liés à la présence d'un pseudogley ou de réduction liés à la présence d'un gley.

De plus, il faut que le sol soit suffisamment profond. Un substrat cohérent, constituant un écran, ne peut être présent à moins de 80 cm de profondeur.

Le critère d'épaisseur de sol non saturé est exclusif, c'est-à-dire que tous les sols de la Carte des Sols de Belgique, dont la nappe est à moins de 80 cm de la surface et où des signes d'engorgements apparaissent à moins de 80 cm, sont cartographiés en classe 3. Ce qui correspond à une inaptitude physique du sol à l'évacuation des eaux usées épurées.

La phase de profondeur renseigne sur la profondeur d'apparition du substrat et donc sur l'épaisseur de sol pour peu que le substrat soit cohérent. Un substrat cohérent apparaissant à moins de 80 cm limite physiquement l'installation d'un système d'évacuation. Toutefois un substrat a priori cohérent peut être altéré ou largement fissuré sans que cela ne figure sur la

---

<sup>8</sup> Classe de drainage naturel : l'état du drainage naturel ou capacité de réessuyage spontané d'un sol dépend de sa perméabilité voire des différences de perméabilité en son sein, des conditions topographiques, de la profondeur et fluctuations de la nappe phréatique. C'est l'interaction entre ces différentes caractéristiques qui déterminent les classes de drainage naturel. (Bah *et al.*, 2005)

Carte des Sols de Belgique. Dans ces cas, l'infiltration peut être possible et il sera nécessaire de le vérifier sur le terrain. C'est pourquoi la présence d'un substrat supposé cohérent à moins de 80 cm de profondeur est indiquée sur la carte par la présence de points noirs en surimpression de la couleur déduite du reste des informations pédologiques.

La localisation en zone inondable ne constitue en soi pas un problème. Les inondations peuvent avoir deux origines : la remontée du niveau de la nappe au-delà de la surface du sol et/ou le débordement d'un cours d'eau.

La première cause est déjà considérée par le critère d'épaisseur minimale de sol non saturé. En effet ces inondations se produisent dans des sols dont le drainage naturel est faible et les signes d'engorgement proches de la surface du sol. Ces sols sont exclus par le présent critère.

Dans le deuxième, le débordement d'un cours d'eau est un phénomène rare et relativement court dans le temps. En période d'inondation, la mise en charge des drains est moins problématique que les retours d'égouts quand l'habitation y est raccordée.

### **2.3.2 Pente**

La méthode SAIWE (Système d'Assistance et d'Information Wallon pour l'Épuration Autonome) (Grela *et al.*, 2004) renseigne que des systèmes d'évacuation souterraine des eaux usées installés dans des pentes supérieures à 10 % connaissent des problèmes de drainage liés à la mise en charge des drains d'évacuation situés le plus en aval dans le système. De plus les risques de nuisances pour les propriétés en aval sont importants. Pour éviter ces problèmes, des aménagements conséquents à coûts élevés s'avèrent souvent nécessaires.

C'est pourquoi on considère qu'une pente supérieure à 10 % constitue donc un élément limitant physiquement l'évacuation souterraine des eaux usées traitées. Dès que la pente du sol est supérieure à 10 %, la zone est considérée comme « inapte pour raison physique » à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées (classe 3).

### **Exploitation cartographique (DTED-Lambert, CNSW)**

L'utilisation du MNT de l'IGN pour le facteur « pente », publié à 1/50.000, induit que la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées aura un niveau de précision équivalent à 1/50.000.

Afin que la carte d'aptitude à l'évacuation via le sol présente le niveau de précision du 1/20.000, on peut utiliser les informations relatives aux pentes contenues dans la CNSW (la CNSW ne caractérise le relief au sein duquel se sont développés les sols que de manière

succincte). Les sols de forte pente, renseignés comme tel dans la CNSW, présentent généralement une pente nettement supérieure à 10%. L'indication pente fournie par la CNSW a pour objectif d'attirer l'attention du lecteur de la carte sur la présence de pentes importantes dans la zone d'étude.

Cependant, l'information pente peut également être obtenue par les courbes de niveaux figurant sur le fond topographique. D'ailleurs sur chaque carte d'aptitude dans le coin supérieur gauche, il y a un indicateur de pente, un cercle noir. Si ce cercle peut se glisser entre deux courbes de niveau, la pente est inférieure à 10 %.

### **2.3.3 Zone de prévention des captages**

L'Arrêté du Gouvernement wallon relatif au Livre II du Code de l'environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068) interdit, en zone de prévention rapprochée des captages (IIa), l'épandage souterrain d'effluents domestiques, même épurés. Dans cette zone, les déversements et transferts d'eaux usées ou épurées ne peuvent avoir lieu que par des égouts, des conduites d'évacuation ou des caniveaux étanches.

En conséquence, quelle que soit l'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux dans les zones de prévention rapprochée des captages, il est interdit d'installer un système d'évacuation souterraine des eaux usées même traitées.

De telles zones sont donc considérées « inaptées pour raison environnementale » à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées (classe 4).

En ce qui concerne les zones de prévention éloignée des captages (IIb), l'épandage souterrain d'effluents domestiques est autorisé. Toutefois dans un souci de précaution, il s'avère préférable d'éviter l'évacuation souterraine des eaux usées traitées dans des zones identifiées comme karstiques localisées dans des zones de prévention éloignée. En effet les massifs calcaires et les nappes d'eaux qu'ils renferment souvent sont particulièrement vulnérables à la pollution ; l'implantation d'un système d'évacuation souterraine des eaux usées même traitées constitue une menace pour leur qualité. Cette menace est liée à la vitesse importante des écoulements souterrains dans ces massifs calcaires.

## **2.4 Critères non exclusifs**

Comme indiqué ci-dessus tous les paramètres n'interviennent pas avec le même poids dans le processus décisionnel, certains facteurs constituent des critères exclusifs alors que d'autres doivent être associés pour aboutir à l'orientation vers une classe d'aptitude. C'est le cas de la texture et de la présence d'un plancher imperméable.

Pour les sols, qui n'ont pas encore fait l'objet d'un classement dans une classe d'aptitude par les critères exclusifs, il est indispensable d'évaluer les sols d'après les paramètres « texture » et « présence d'un plancher imperméable ». Le sol est alors orienté vers les classes 1, 2 ou 3, selon que ces paramètres soient limitants ou non.

### 2.4.1 Texture

La texture du sol a un impact sur la vitesse d'écoulement de l'eau dans le sol. L'installation d'un système d'évacuation des eaux usées traitées devant être positionné à 60 cm de profondeur, celà nous affranchit des problèmes de surface (croûte de battance, pente importante accentuant le ruissellement).

La figure 3 résulte de l'adaptation de différentes études sur l'influence de la texture sur l'évacuation hydrique verticale (Cam *et al.*, 1996; Wösten *et al.*, 1998; Wösten *et al.*, 1999; Bigorre *et al.*, 2000; Miles et West, 2001; Siegrist et Van Cuyk, 2001; Van Cuyk *et al.*, 2001; Grela *et al.*, 2004; Borgers *et al.*, 2005) . Ce tableau classe les textures de la CNSW d'après leur aptitude à l'évacuation des eaux usées traitées.



Figure 3 – Classification des classes texturales d'après leur aptitude à l'évacuation de l'eau

Les classes texturales y sont citées par ordre décroissant quant à leur aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées.

## **2.4.2 Plancher imperméable ou peu perméable**

La présence d'un plancher imperméable ou peu perméable est un obstacle physique à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées. Cela ralentit l'infiltration verticale très fortement et conduit à l'installation d'une nappe perchée temporaire qui risquerait de mettre en charge le système d'évacuation des eaux usées. Deux origines à un tel plancher sont possibles :

- pédogénétique : sa présence se déduit du développement de profil qui contiendrait un horizon peu perméable. Il peut s'agir d'horizons de type B textural (horizon illuvial enrichi en argile) ou de fragipans (horizon de profondeur de 15 à 200 cm d'épaisseur, de texture moyenne, pauvre en matière organique, à densité apparente élevée par rapport aux horizons sus et sous-jacents, très compact à l'état sec).
- lithologique : le plancher est dû à la présence d'un substrat imperméable. La notion de substrat doit être comprise comme une roche sous-jacente de nature différente du matériau parental du sol.

Pour adapter le système de notation à la CNSW, il est nécessaire :

- d'identifier les sols possédant un horizon d'illuviation de type Bt ou fragipan<sup>9</sup>;
- de classer les substrats en fonction de leur perméabilité et de pondérer par la classe de drainage.

### Plancher d'origine pédogénétique

La Carte des Sols de Belgique différencie différents types d'horizons Bt (B textural) sur base de critères morphologiques :

- le B textural « classique »;
- le B textural fortement tacheté ;
- le B textural jaune rougeâtre ;
- le B textural induré de type fragipan.

---

<sup>9</sup> La totalité des fragipans présents en Belgique n'ont pas été cartographiés dans la Carte des Sols de Belgique. Seuls les fragipans cartographiés seront donc pris en compte des la carte d'aptitude.

Ces distinctions du Bt permettent difficilement de prévoir le comportement hydrique du sol. Il convient notamment d'être prudent sur l'interprétation des taches claires au sein du Bt. Ces taches ne traduisent pas nécessairement un engorgement ou un ralentissement du drainage mais peuvent correspondre à des glosses. Il s'agit de langues verticales à teneur en argile moindre que le reste de la matrice de l'horizon. Leur origine pédologique ou liée aux glaciations quaternaires fait l'objet de discussions depuis plus de 50 ans.

### Plancher d'origine lithologique

Le niveau de perméabilité d'un substrat est également difficile à estimer. Dans le cas des roches cohérentes, il peut dépendre du niveau d'altération ou de fissuration de celles-ci. Dans le cas d'un substrat meuble, la présence d'argile peut également conduire à des phénomènes marqués de structuration et de retrait qui influencent fortement la perméabilité du sol.

Cependant dans le cas particulier des systèmes d'évacuation d'eaux usées traitées, on peut considérer que les phénomènes de retrait sont faibles. En effet ces phénomènes se manifestent généralement à la suite de périodes sèches. Or le sol environnant ces systèmes est généralement bien alimenté en eau en continu<sup>10</sup>. On peut donc considérer qu'il n'y aura pas formation de fentes de retrait après installation d'un système d'évacuation d'eau via le sol.

La perméabilité du plancher est définie sur base de la nature lithologique du substrat selon les considérations suivantes : les sables sont très drainants ; les calcaires susceptibles d'être fortement fissurés ; les schistes imperméables de par leur nature argileuse.

Pour les planchers d'origine lithologique, les substrats ont fait l'objet de regroupements d'après leur aptitude à évacuer l'eau. Ces groupements sont nuancés sur base de l'état d'altération de la roche et de la classe de drainage naturel.

Tous les substrats renseignés par un même sigle ne se comportent pas nécessairement de la même manière vis-à-vis de l'écoulement hydrique vertical. Les points attribués à chaque substrat sont pondérés après évaluation de la classe de drainage naturel. En effet cette caractéristique fournit une information sur le caractère filtrant du sol mais également du substrat sous-jacent. Plus le drainage naturel est bon, plus on considère que le substrat est filtrant. La cote des sols à drainage bon à excessif est augmentée de 5 points alors que la cote

---

<sup>10</sup> 1 wallon consomme 105 l d'eau par jour. (Cellule Etat de l'Environnement Wallon, 2005)

des sols à drainage modéré est augmentée de 3 points. Les autres classes de drainage naturel n'entraînent aucune augmentation.

Ce système de traitement exige de connaître la nature lithologique de la roche sous jacente (roche mère ou substrat). Pourtant le sigle de la carte belge n'indique pas systématiquement ce type d'information. En effet le sigle cartographique ne prend en compte que les 125 premiers centimètres du sol. La nature des roches sous jacentes n'est connue que si elle apparaît avant cette profondeur. Par conséquent la démarche souffre d'un manque d'information sur la géologie sous jacente bien que les 125 cm s'avèrent suffisants dans la majeure partie des cas.

## 2.5 Evaluation des séries spéciales de sol

Les complexes de sol crayeux sont orientés vers la classe 2, aptitude moyenne à l'évacuation.

Il est inopportun d'installer un système d'évacuation des eaux usées traitées dans des dolines, des marnières afin de limiter les risques importants de pollution des zones avales et pour la stabilité du système mis en place. Ces deux séries spéciales induisent la classe 3 (inaptitude physique) pour la zone qu'elles concernent.

Les ravins ou fonds de vallons rocailleux présentent une inaptitude physique à l'installation de systèmes d'évacuation souterraine des eaux usées traitées à cause de la présence importante de rochers. Ils appartiennent donc à la classe 3.

Il est difficile d'évaluer l'aptitude d'un sol à l'évacuation des eaux lorsque ce sol est artificiel et les terrains non différenciés. La Carte des Sols de Belgique ne spécifie pas la formation complexe de ces sols. C'est pourquoi ces sols sont répertoriés dans la classe 5 (manque d'information).

## 2.6 Considération environnementale – Zones vulnérables

Afin de protéger les eaux contre la pollution par le nitrate d'origine agricole, sont désignées sur le territoire de la Région wallonne des zones vulnérables (Art R. 190. de l'Arrêté du Gouvernement wallon relatif au Livre II du Code de l'environnement, contenant le Code de l'eau (M.B. du 12/04/2005, p. 15068)). La norme, en termes de nitrate, est fixée à 50 mg/l, soit 11,4 mg/l et ces zones présentent une concentration proche ou supérieur à 50 mg NO<sub>3</sub>/l, ou une tendance confirmée à l'augmentation de cette concentration en nitrate.

Le niveau de dilution moyen de l'azote dans les rejets d'eaux usées traitées pour une situation moyenne n'est pas problématique. Si l'environnement de l'habitation (zone naturelle, forêt...)

ne rejette pas d'azote, l'impact de l'évacuation souterraine des eaux usées traitées est sans grande incidence sur la qualité de la nappe sous-jacente.

Toutefois, il est toujours intéressant de savoir qu'une zone se situe en zone vulnérable lors de la prise de décision. Voilà pourquoi l'information figure sur la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées.

### 3 Phase 1 - Application de la méthode aux 10 zones tests

La première phase de ce projet avait pour objectif de fournir la carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées pour dix zones tests choisies pour des raisons de proximité d'une zone de baignade.

La deuxième phase du projet (paragraphe suivant) s'est attachée à généraliser la méthode pour l'ensemble des sols de la Région wallonne.

#### 3.1 Validation de la méthode

Un retour sur le terrain était nécessaire pour valider la méthode développée au cours de cette étude.

Le choix des villages, pour la validation, s'est porté sur ceux de Basse-Bodeux (Figures 4 et 5), de Deulin et de Hérock. Ces villages étaient intéressants du point de vue pédologique. Elles comprennent de nombreux sols qui se rencontrent également dans d'autres zones. Elles assuraient donc une bonne représentativité pédologique, ce qui importait pour une validation globale de la méthode. La validation a été menée par le groupe SAIWE accompagné d'un pédologue de terrain, Dr. Ir. P. Engels.

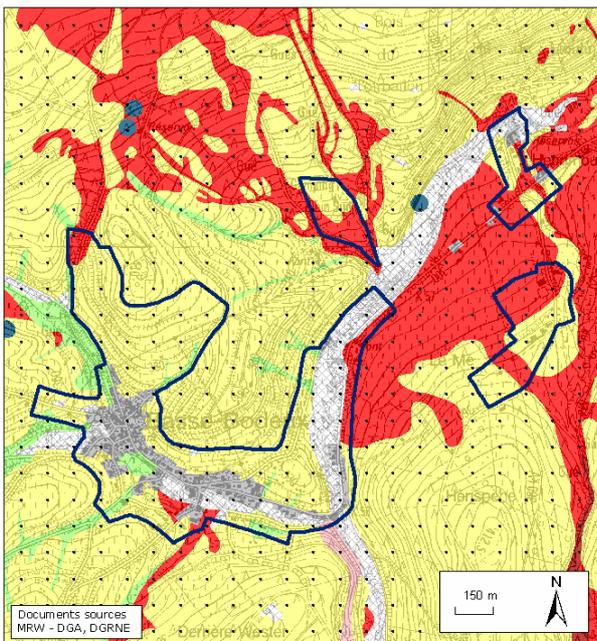


Figure 4 - Carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées, village de Basse-Bodeux. Avant visite de terrain.

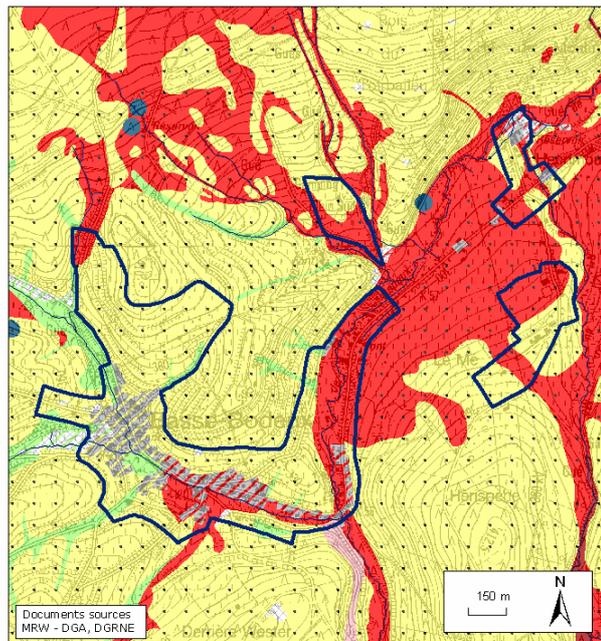


Figure 5 - Carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées, village de Basse-Bodeux. Après visite de terrain.

La visite de terrain a permis de compléter l'information manquante dans les zones grisées (Figure 4) qui correspondent à la classe 5 – manque d'information (zone non cartographiée). Lors de la visite, ces zones incertaines se sont vues attribuer une classe d'aptitude (Figure 5).

De plus, la visite a permis de valider la méthodologie mise au point dans le cadre de cette étude. Les sigles pédologiques, pour lesquels il manquait une information pédologique (zone blanche avec un quadrillage gris), ont été observés en divers endroits. Suite à ces observations, ces sigles ont été orientés vers une classe d'aptitude précise. C'est par exemple le cas des zones reprises sous le vocable « fond de vallon limoneux » dans la CNSW. Plusieurs sondages ont été effectués et ont toujours mis en évidence la présence de la nappe proche de la surface du sol. Sans conteste de tels sols devaient être orientés vers la classe d'inaptitude physique.

Le choix d'indiquer la présence d'un substrat supposé cohérent par une surimpression de points noirs sur la carte, et non directement par la classe 3 (inaptitude physique), s'est avéré judicieux. En effet, nous avons observé dans le poudingue<sup>11</sup> de Malmédy une grande variabilité du niveau d'altération de ce substrat. A certains endroits, la couche est cohérente et donc constitue un obstacle important à l'évacuation souterraine de l'eau. Alors qu'en d'autres endroits peu éloignés, la roche est altérée et donc bien moins limitante à l'évacuation souterraine de l'eau. La couche cohérente apparaissait à une profondeur plus importante. La même constatation a été faite pour les zones où la CNSW renseignait des schisto-phylades (Figure 6).

---

<sup>11</sup> Poudingue : roche sédimentaire détritique du groupe des conglomérats formée par des éléments arrondis liés par un ciment.



Figure 6 - Substrat schisto-phylladeux altéré

Les conclusions de cette validation sont intéressantes dans la mesure où les classes d'aptitude du sol déterminées par la méthode expriment bien la décision à prendre sur le terrain. Cette carte constitue un pré requis souvent indispensable pour la décision de terrain.

### 3.2 Conseils de lecture de la carte d'aptitude

Pour une interprétation appropriée de la carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées réalisées dans le cadre de cette étude, il est important de se remémorer les objectifs qui ont conduit à sa réalisation ainsi que ses limites d'application.

La carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées constitue d'abord un outil de planification. Elle permet au décideur de comprendre le terrain plus facilement grâce à la prise en compte préalable de l'information pédologique couplée à d'autres critères limitant également l'évacuation souterraine des eaux usées traitées. Cette carte constitue un outil indispensable de décodage des caractéristiques du sol.

La carte d'aptitude a été réalisée sur base de documents sources à 1/20.000. Il est donc sage de ne pas en exiger un niveau de précision supérieur. Dans le même ordre d'idée, les limites de classe sont à nuancer sur le terrain, après appréciation de celui-ci.

### 3.3 Explication de la légende de la carte d'aptitude

Sur la carte, une couleur correspond à une classe d'aptitude (Figure 7):

- **Classe 1** (bonne aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées) – vert
- **Classe 2** (aptitude moyenne) – jaune

- **Classe 3** (inaptitude physique) – rouge
- **Classe 4** (inaptitude environnementale) – bleu
- **Classe 5** (manque d'information) – gris

### Classes d'aptitude à l'évacuation souterraine



Figure 7 - Cartouche de la carte d'aptitude

Pour une même couleur, on observe des dégradés. Chacune de ces variations correspond à un critère orientant vers la classe en question. De cette manière en plus de la classe d'aptitude, le lecteur de la carte connaît l'élément limitant l'évacuation souterraine des eaux usées traitées.

Les zones hachurées sont des zones pour lesquelles il manquait de l'information pour établir un diagnostic uniquement sur base des documents existants. La couleur des traits correspond à la classe vers laquelle la zone est orientée après analyse géomorphopédologique. Ces zones ont été interprétées par le groupe SAIWE sur base de la validation de terrain pour la zone test de Basse-Bodeux et des possibilités acceptables d'extension des polygones cartographiés.

La présence de points noirs en surimpression de la couleur de la classe informe le lecteur de la carte que la Carte des Sols indique à cet endroit la présence d'un substrat cohérent à moins de 80 cm de profondeur. Toutefois il se peut que ce substrat ne soit pas uniformément cohérent et donc pas systématiquement limitant. (voir point 2.3.1)

La localisation en zone vulnérable est indiquée par des hachures largement espacées de couleur bleu clair.

Le cercle noir dans le coin supérieur gauche de la carte est un indicateur de pente. Si ce cercle peut se glisser entre deux courbes de niveau du fond topographique, la pente est inférieure à 10 %. Si ce n'est pas le cas, la pente est plus forte.

### 3.4 Interprétation de la carte

Par manque d'information disponible pour certaine zone (classe 5), un retour sur la zone s'avère indispensable pour lever l'indétermination dans les situations les plus complexes. Toutefois, certaines zones sont assez homogènes en terme de classe. Dans ces cas précis, il est relativement aisé d'extrapoler l'information sur l'aptitude à la dispersion des eaux usées traitées.

### 3.5 Carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées – 10 zones tests

Se trouve en annexe 1 une carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées pour chacune des dix zones test désignées par le groupe technique – traitement approprié en milieu rural.

## 4 Phase 2 - Généralisation à l'ensemble du territoire de la Région wallonne

L'ensemble de la diversité pédologique du territoire de la Région wallonne n'était pas couverte par le contexte pédologique des dix zones test prises en compte dans la phase 1 du projet. En effet ces zones ont été choisies pour des raisons environnementales (proximité d'une zone de baignade) et non pour leurs caractéristiques pédologiques. Pour la réalisation d'une carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées à l'échelle wallonne, il était indispensable d'étendre la validation de la méthode sur des sols qui n'avaient pas été observés lors de la première phase du projet (paragraphe 3.4).

Cette première phase portait essentiellement sur des sols limoneux et limono-caillouteux, en Famenne et dans la région herbagère (Figure 8).

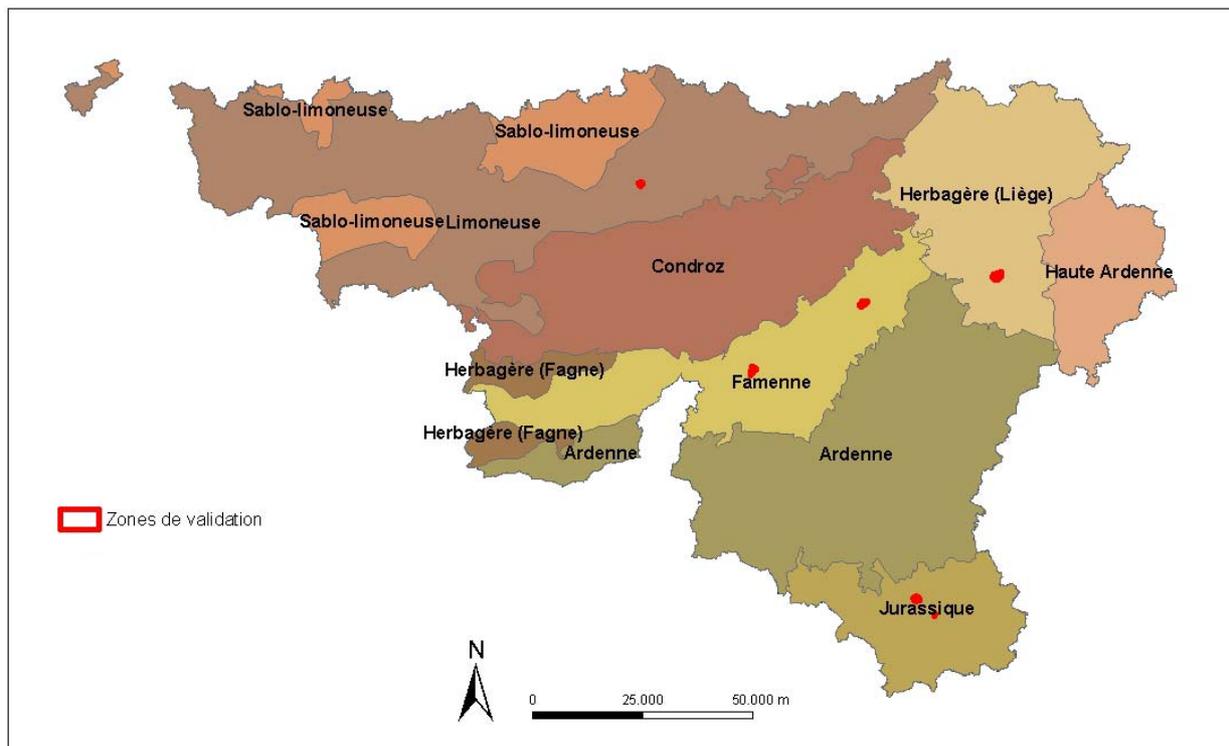


Figure 8 – Zones de validation de la méthode

La majorité des substrats ont été visités de manière à s'assurer de leur caractère cohérent ou non. De plus certains ajustement quant aux phases de profondeur ont été réalisés.

Les sols observés au cours de la deuxième phase l'ont été e, Région Limoneuse et Jurassique.

## 4.1 Diversité pédologique et CNSW

La diversité pédologique en Région wallonne est grande, en témoignent les 6297 sigles de la Carte Numérique des Sols de Wallonie. Les 30 sigles les plus représentés en terme de superficie occupent plus de 50 % du territoire wallon (Figure 9).

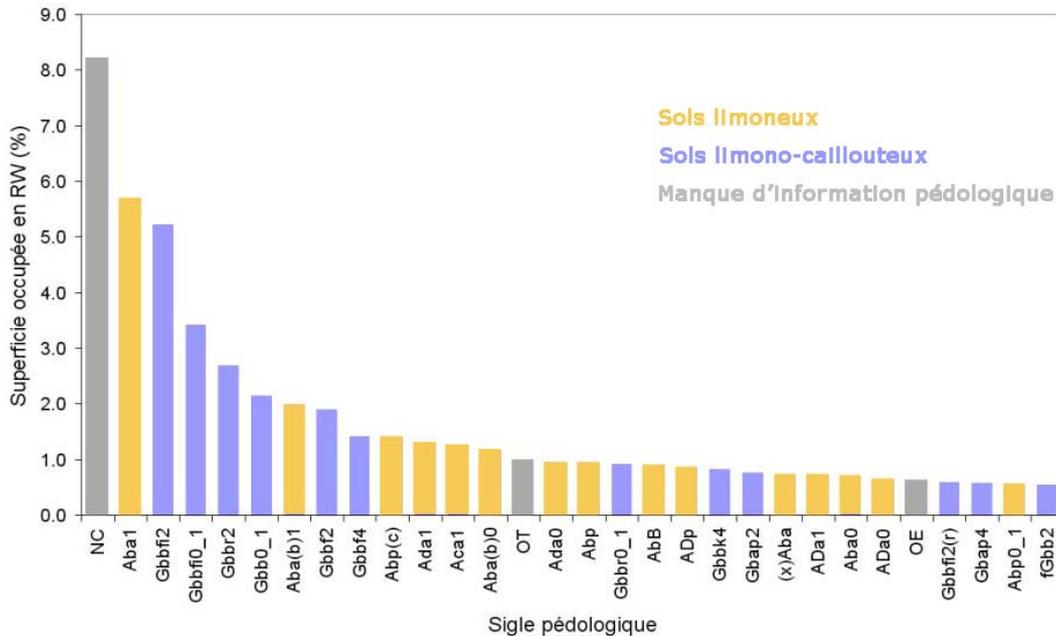


Figure 9 - 30 sigles pédologiques les plus représentés en Région wallonne

Ces 30 sigles les plus importants en terme de superficie sont, à l'exception des sols non cartographiés et des terrains remaniés, des sols limoneux et limono-caillouteux. Ces différents sols ou une variante proche ont fait l'objet d'une validation au cours de la phase 1. Toute la gamme de classes de drainage naturel a également été visitée au cours de la première phase. Les situations extrêmes en ce qui concerne le matériau textural, les sols argileux et sableux, n'avaient donc pas été validées au cours de cette phase.

## 4.2 Validation des sables et des argiles

La généralisation de la méthode nécessitait d'une part une validation de la méthode pour des sols sableux et limono-sableux (Figure 10) et d'autre part une validation pour des sols argileux légers et lourds (Figure 11).



Figure 10 - Sol sableux à drainage naturel excessif, très bonne aptitude à la dispersion des eaux

Les sols sableux présentent généralement une très bonne aptitude à l'évacuation des eaux usées traitées, comme indiqué par la méthode et vérifié sur le terrain. Les exceptions à cette constatation, liées à un ralentissement du drainage naturel, sont aussi mises en évidence par la méthode.



Figure 11 - Sol argileux à drainage naturel imparfait, inapte physiquement

Les sols argileux sont généralement inaptes à une bonne évacuation souterraine des eaux usées traitées. Des signes d'engorgement, comme les taches de gleyfication de la figure 10, apparaissent souvent à moins de 80 cm de profondeur ; ce qui indique que d'éventuels drains de dispersion installés à 60 cm de profondeur pourraient être mis en charge lors de périodes humides.

Le choix de la région de validation s'est rapidement porté sur la Gaume (Figure 8) qui présente sur une courte distance une bande de sol argileux qui succède à une bande de sol sableux. Certains ajustements ont été réalisés suite à ces retours de terrain. Les sols de la Région Limoneuse à proximité de Gembloux ont également fait l'objet d'une visite de terrain.

La carte d'aptitude à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées de la Région wallonne est disponible en annexe 2. Se trouvent en annexe 3 une figure synthétique des différents critères retenus par la méthode.

## 5 Conclusion

---

La carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées constitue un pré requis à l'étude de zone dans le but de préciser le traitement approprié à mettre en œuvre en rapport avec l'objectif de qualité à atteindre pour les ressources en eau de la zone.

Cette carte nécessite un réel travail de lecture afin d'exploiter l'ensemble des informations qu'elle contient à leur juste valeur.

Un retour sur la zone est indispensable lorsqu'il est impossible d'attribuer une classe d'aptitude (de 1 à 4) aux zones en manque d'informations pédologiques (classe 5). Toutefois, le retour sur le terrain n'est pas toujours indispensable. Lorsque qu'une certaine homogénéité de classe est constatée au sein de la zone et aux alentours, il est possible d'extrapoler l'information à la zone pour laquelle il manque de l'information pédologique.

## Remerciements

---

Nous tenons à remercier Dr. Ir. Patrick Engels (FUSAGx) qui a gratifié ce travail de ses connaissances pédologiques de terrain.

## 6 Références bibliographiques

---

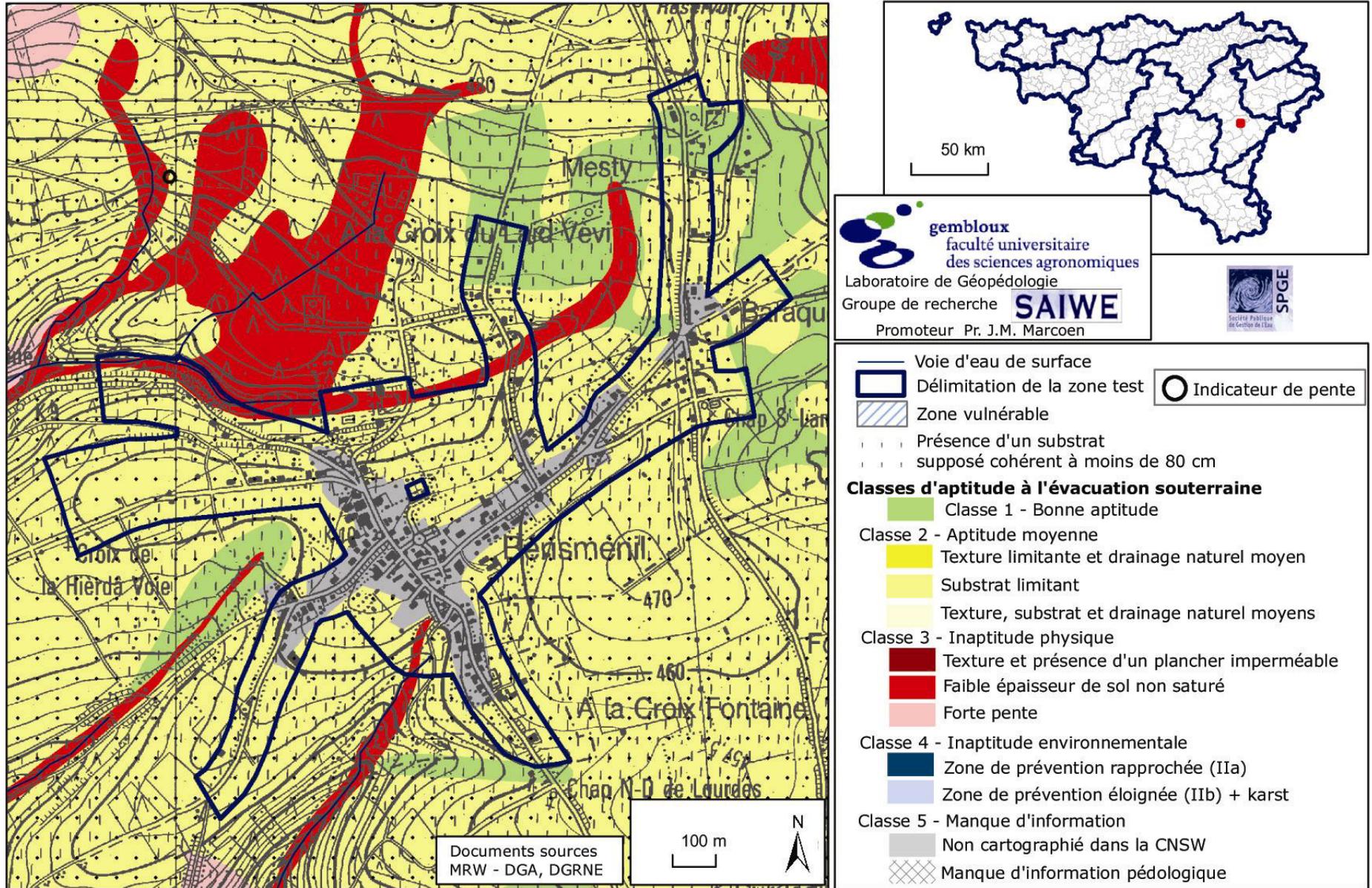
- ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. (1998). Norme AFNOR XP P 16-603: Mise en oeuvre des dispositifs d'assainissement autonome. France, 37 p.
- BAH B., ENGELS P., COLINET G. (2005). *Légende de la carte numérique des sols de Wallonie (Belgique) sur base de la légende originale de la Carte des sols de la Belgique de l'IRSIA à 1/20.000*. Laboratoire de Géopédologie. Gembloux: Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux. 42 p.
- BIGORRE F., TESSIER D., PEDRO G. (2000). Contribution des argiles et des matières organiques à la rétention de l'eau dans les sols. Signification et rôle fondamental de la capacité d'échange en cations. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science* **330** (4) p. 245-250.
- BORGERS N., WARIN A., VANDENBERGHE C., MARCOEN JM. (2005). Possibilité d'utilisation de la Carte Numérique des Sols de Wallonie pour l'évaluation de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. Rapport d'activité annuel intermédiaire 2005 - Dossier GRENeRA 06-02, GRENeRA. Gembloux: Faculté Universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 45 p.
- CAM C., FROGER D., MOULIN J., RASSINEUX J., SERVANT J. (1996). Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale - Carte thématique à l'infiltration verticale. *Etudes et gestion des sols* **3** (2) p. 97-112.
- CASTANY G., MARGAT J. (1977). *Dictionnaire français d'hydrogéologie*. Orléans: BRGM. 249 p.
- CELLULE ETAT DE L'ENVIRONNEMENT WALLON. (2005). *Tableau de bord de l'environnement wallon 2005*. Namur: MRW - DGRNE.
- CEMAGREF. (2005). Traitement des effluents peu chargés: épandage sur prairie par ligne d'asperseurs à basse pression: Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture du Morbihan, 7 p. Disponible à l'adresse suivante: [http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/ligne\\_d\\_asperseurs\\_epandage\\_effluents\\_peu\\_charges.pdf](http://www.inst-elevage.asso.fr/html1/IMG/pdf/ligne_d_asperseurs_epandage_effluents_peu_charges.pdf).
- COULON D., VANDEVENNE L. (2004). Etude relative à la problématique des rejets d'eaux usées des fermes (provenant des traitements du lait à la ferme). Rapport d'avancement n°2. Liège: CEBEDEAU, 67 p.
- FRIPPIAT C., MARCOEN JM., LEJEUNE JL., FRÈRE R., ENGELS P., LEMINEUR M. (2004). Vers un outil d'aide à la décision et de planification de l'assainissement autonome en Région wallonne. *La tribune de l'eau* **57 (Numéro spécial SPGE)** p. 60-64.
- GRELA R., LEMINEUR M., WAUTHELET M., XANTHOULIS D., MARCOEN JM. (2004). Manuel de projet. Choix des filières de traitements des eaux urbaines résiduaires et systèmes d'infiltration d'eaux usées épurées et d'eaux pluviales: Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux., 118 p. Disponible à l'adresse suivante: [http://mrw.wallonie.be/dgrne/publi/de/eaux\\_usees/infiltration.pdf](http://mrw.wallonie.be/dgrne/publi/de/eaux_usees/infiltration.pdf).
- INSTITUT NATIONAL DE STATISTIQUES. (2004). Appartements, maisons et terrains à bâtir de 6% à 8% plus chers en 2003. *Info Flash*, **52**.
- LOZET J., MATHIEU C. (2002). *Dictionnaire de Science du Sol*. Paris: Editions TEC & DOC. 575 p.

- MILES RJ., WEST LT. (2001). Soil-based assessment of site suitability for on-site wastewater treatment systems: comparison of Georgia and Missouri systems. *Proceedings of Ninth national symposium on individual and small community sewage systems, Forth Worth, Texas*, p. 62-70.
- OFFICE OF WATER. (2002). *Onsite wastewater treatment systems manual*. US Environmental Protection Agency. Vol. 1: USEPA. 367 p.
- SIEGRIST R., VAN CUYK S. (2001). Wastewater soil absorption systems: the performance effects of process and environmental conditions. *Proceedings of Ninth national symposium on individual and small community sewage systems, Forth Worth, Texas*, p. 41-51.
- VAN CUYK S., SIEGRIST R., LOGAN A., MASSON S., FISCHER E., FIGUEROA L. (2001). Hydraulic and purification behaviors and their interactions during wastewater treatment in soil infiltration systems. *Water Research* **35** (4) p. 953-964.
- WÖSTEN JHM., LILLY A., NEMES A., LE BAS C. (1998). Using existing soil data to derive hydraulic parameters for simulation models in environmental studies and in land use planning; final report on the European Union funded project. SC-DLO Winand Staring Centre. Wageningen, 106 p.
- WÖSTEN JHM., LILLY A., NEMES A., LE BAS C. (1999). Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma* **90** (3-4) p. 169-185.

## Annexe 1 - Cartes Aptitude 10 zones test

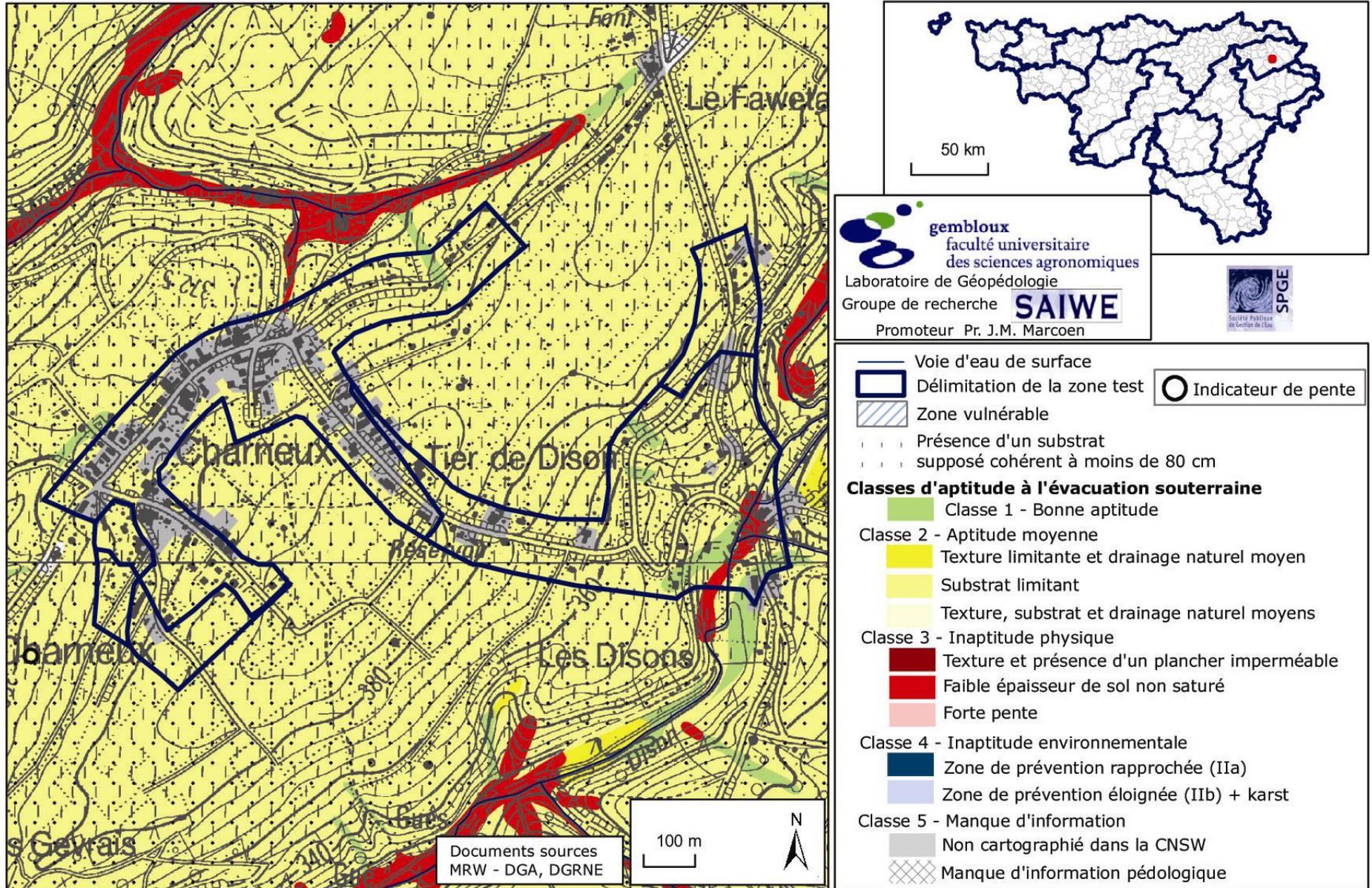
---

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Bérismenil

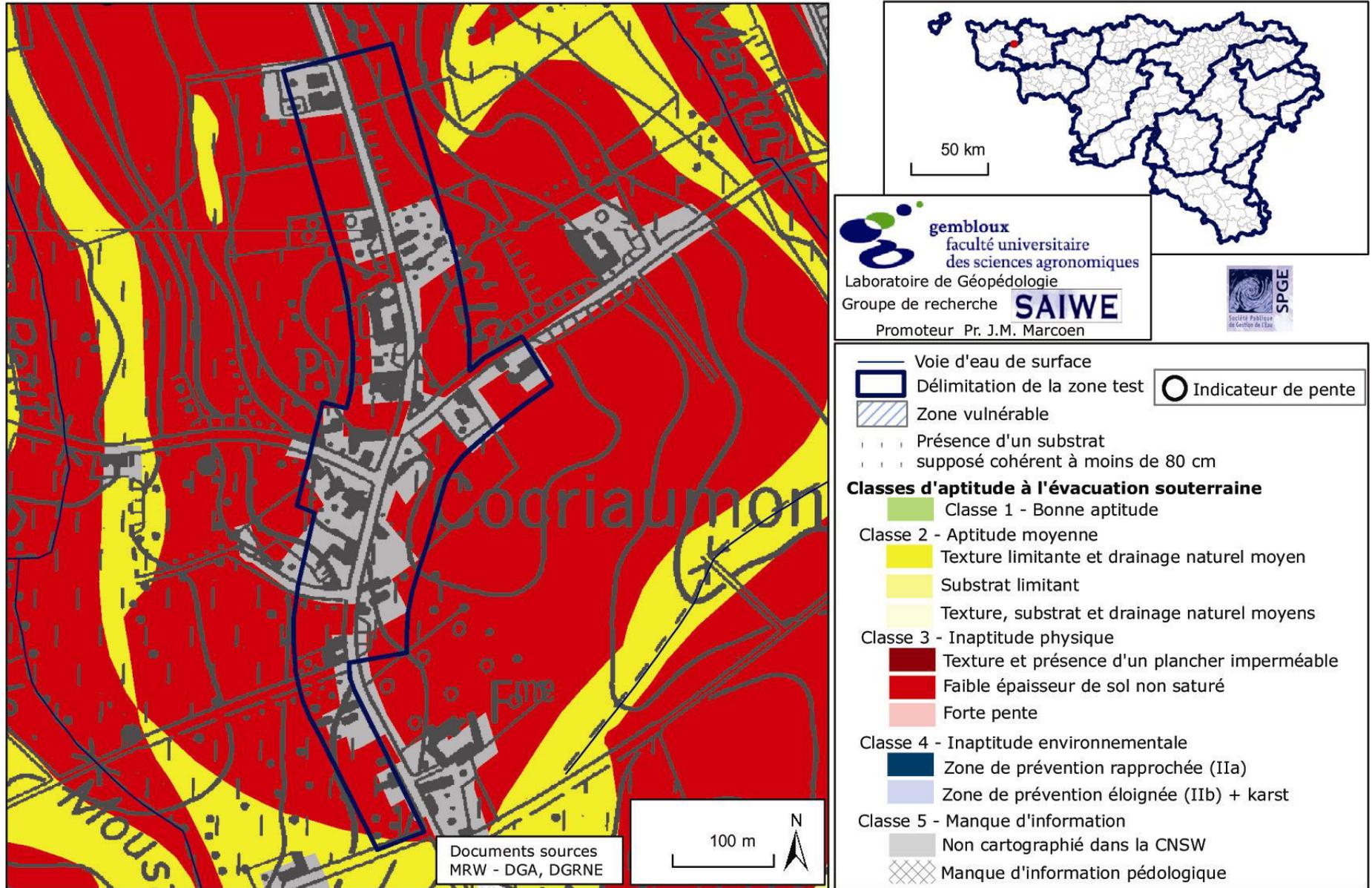


Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Charneux

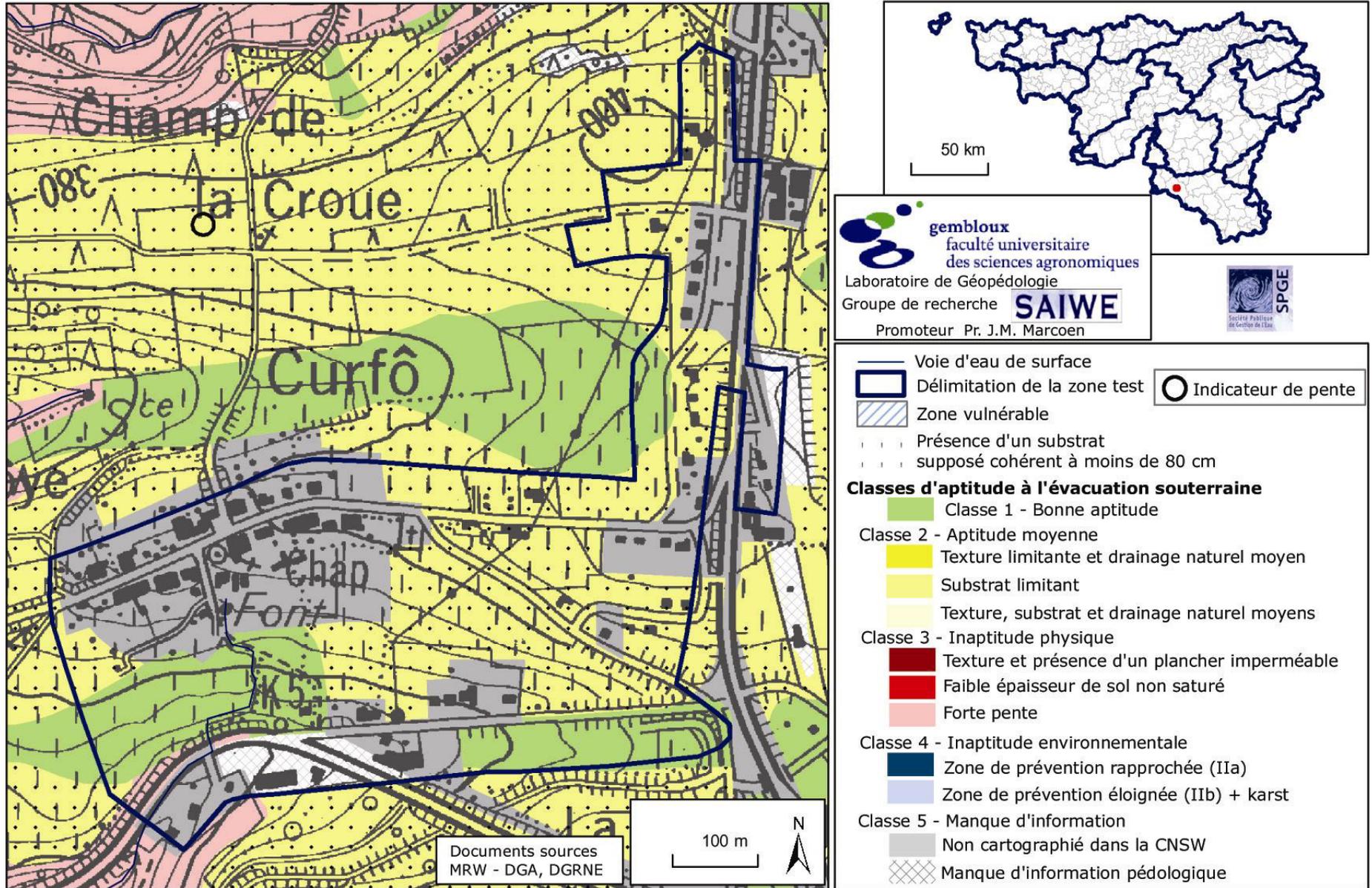


# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Coquereaumont

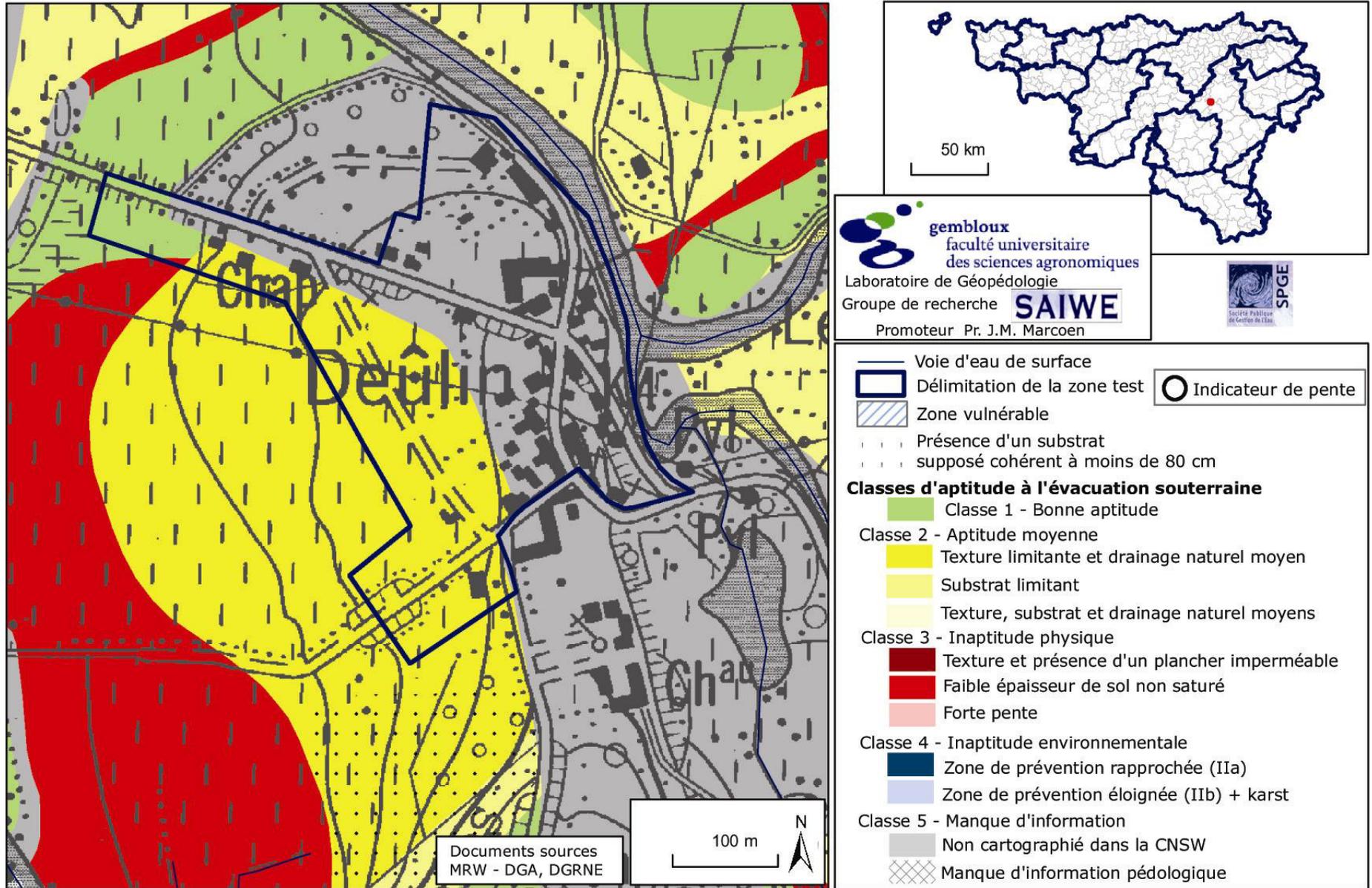


Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Curfooz

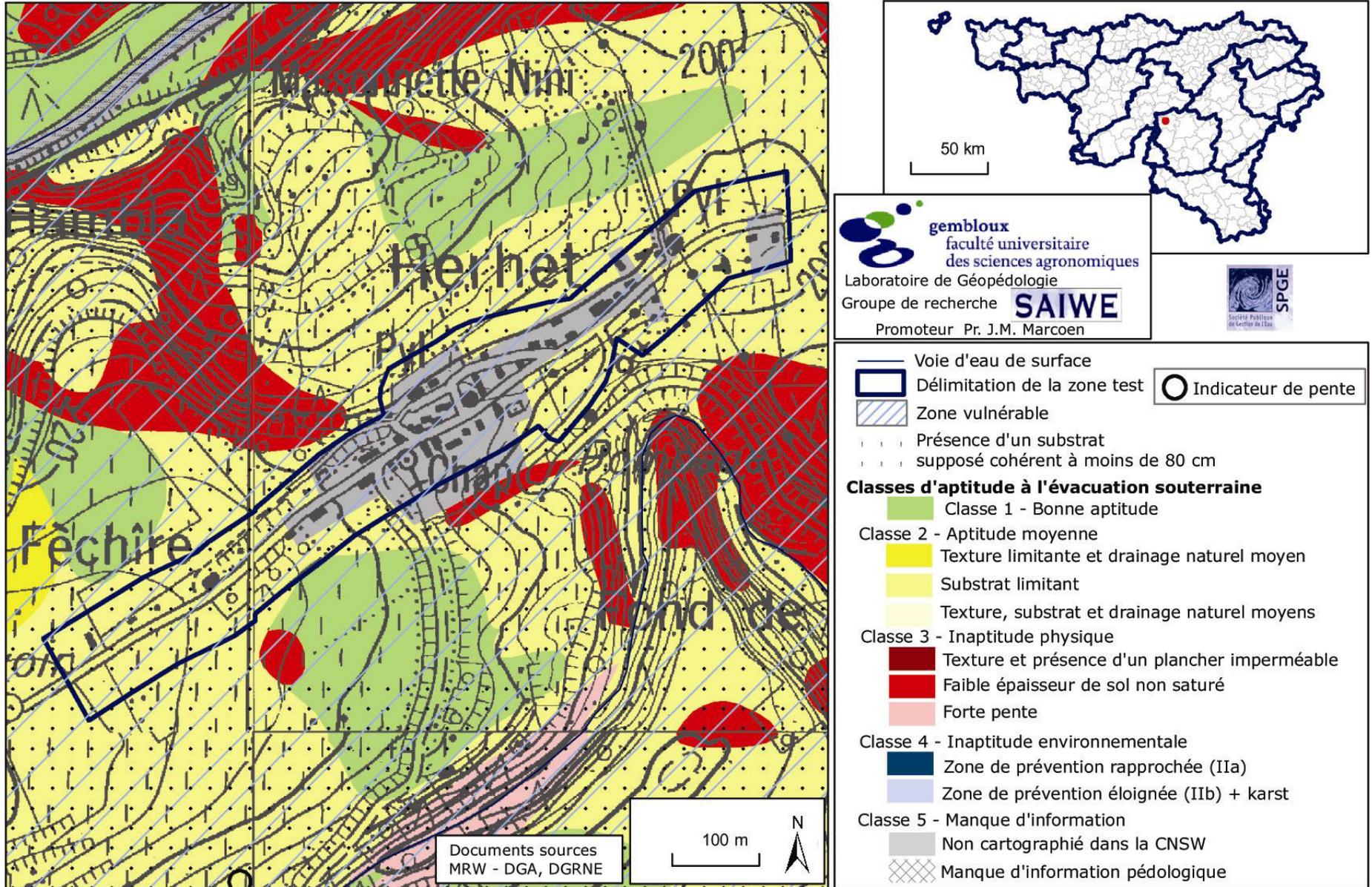


# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Deulin



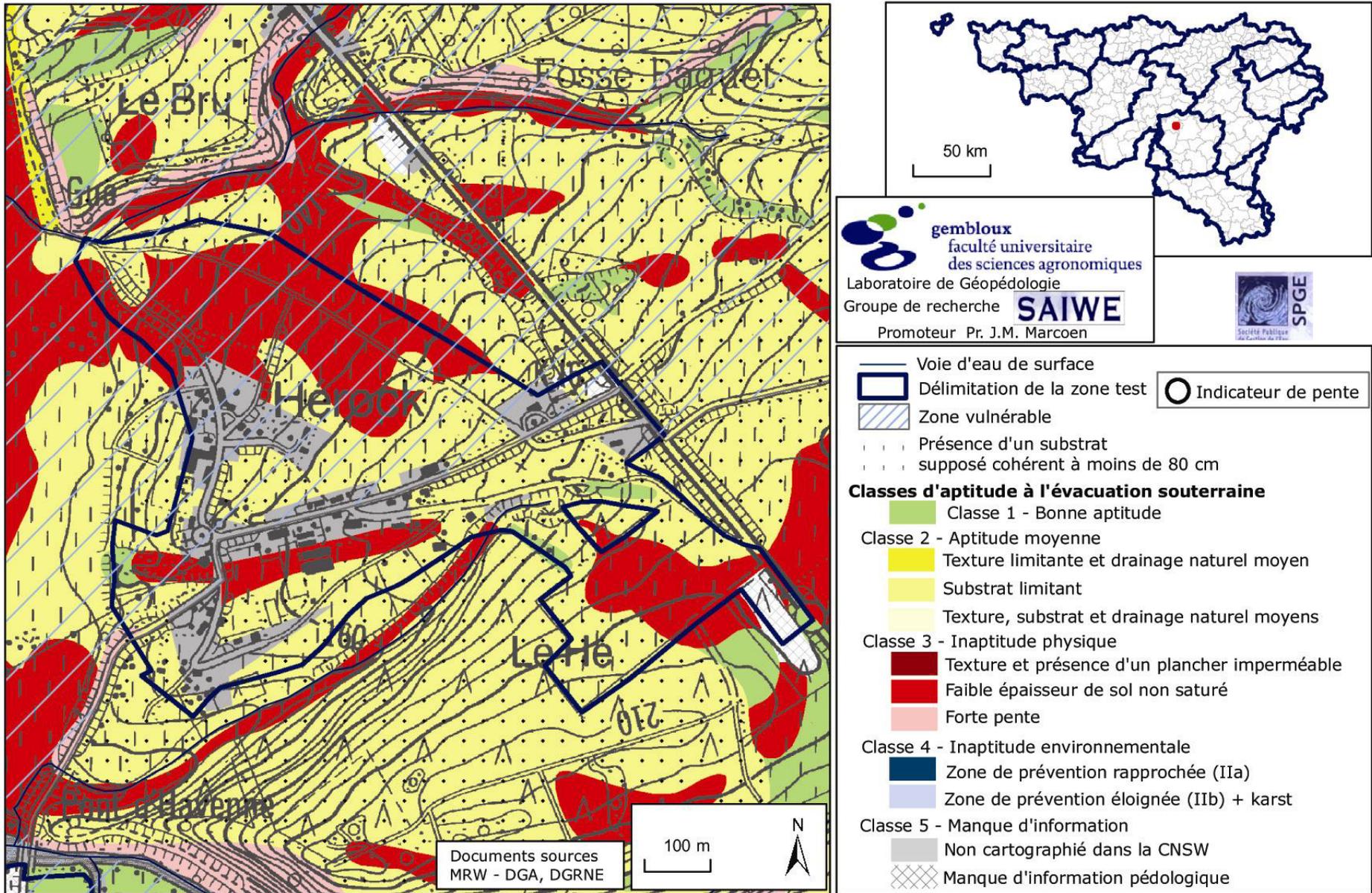
Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Heret

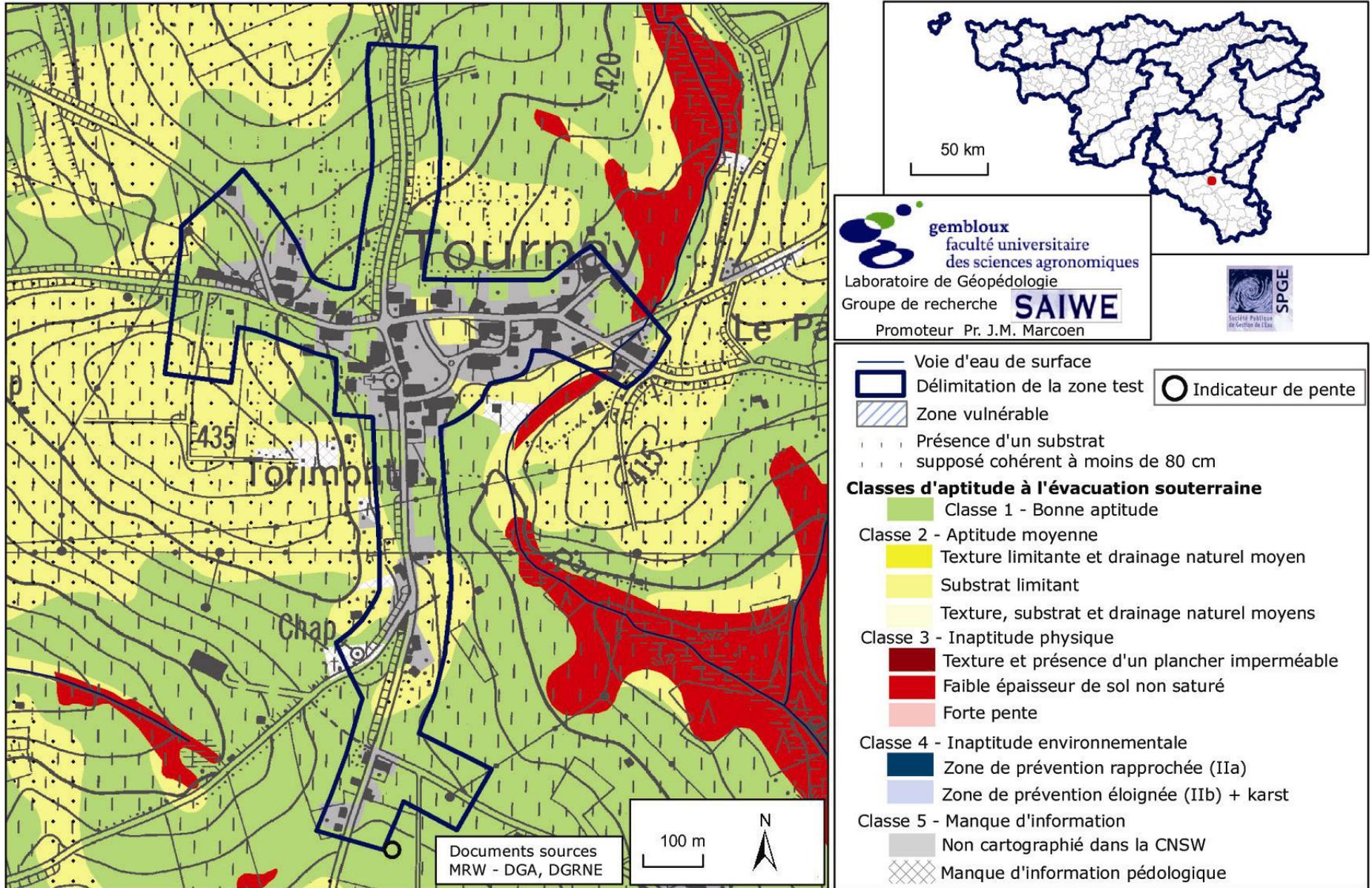


Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Hérock

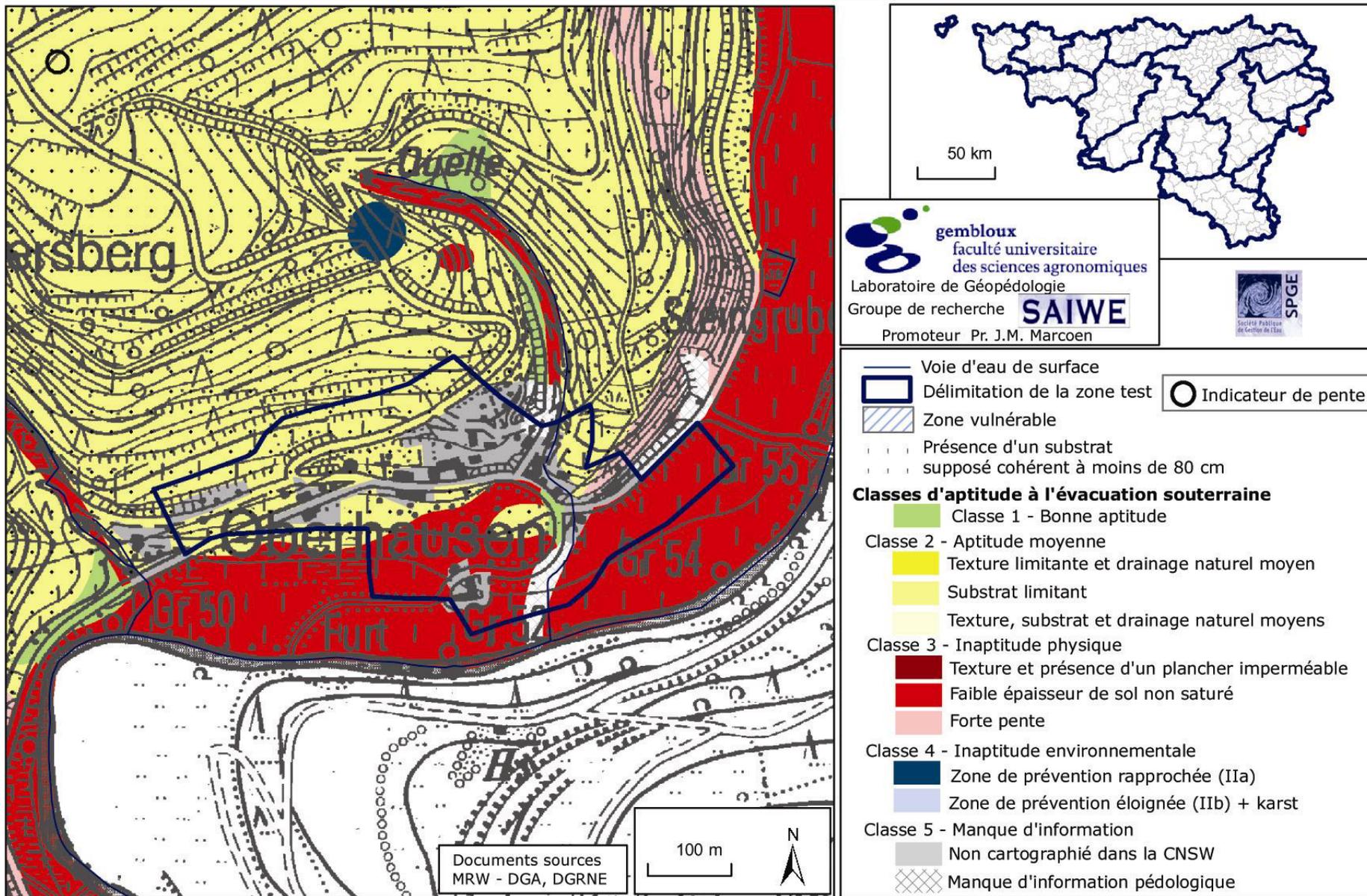


# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Tournay

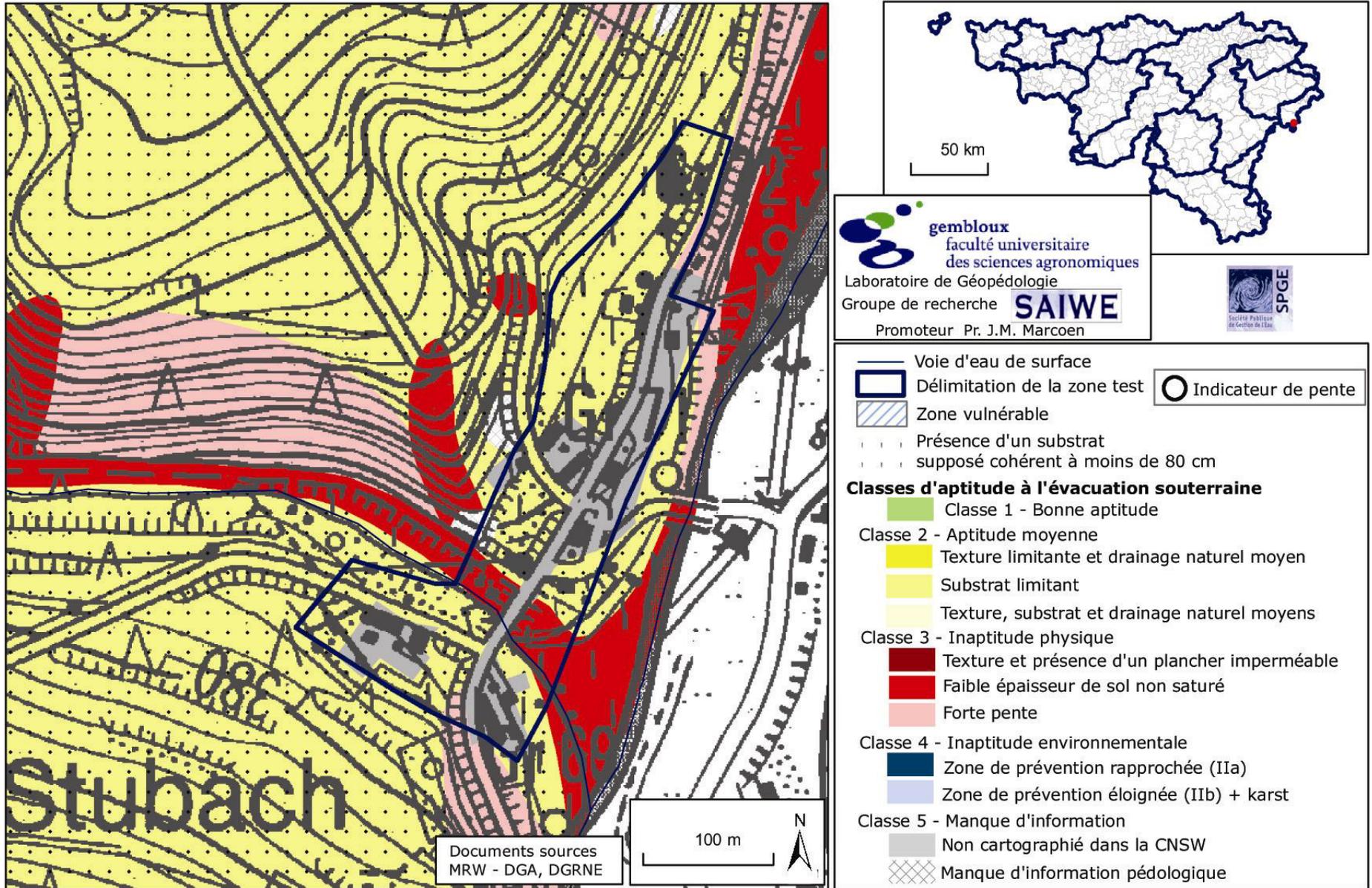


Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Oberhausen



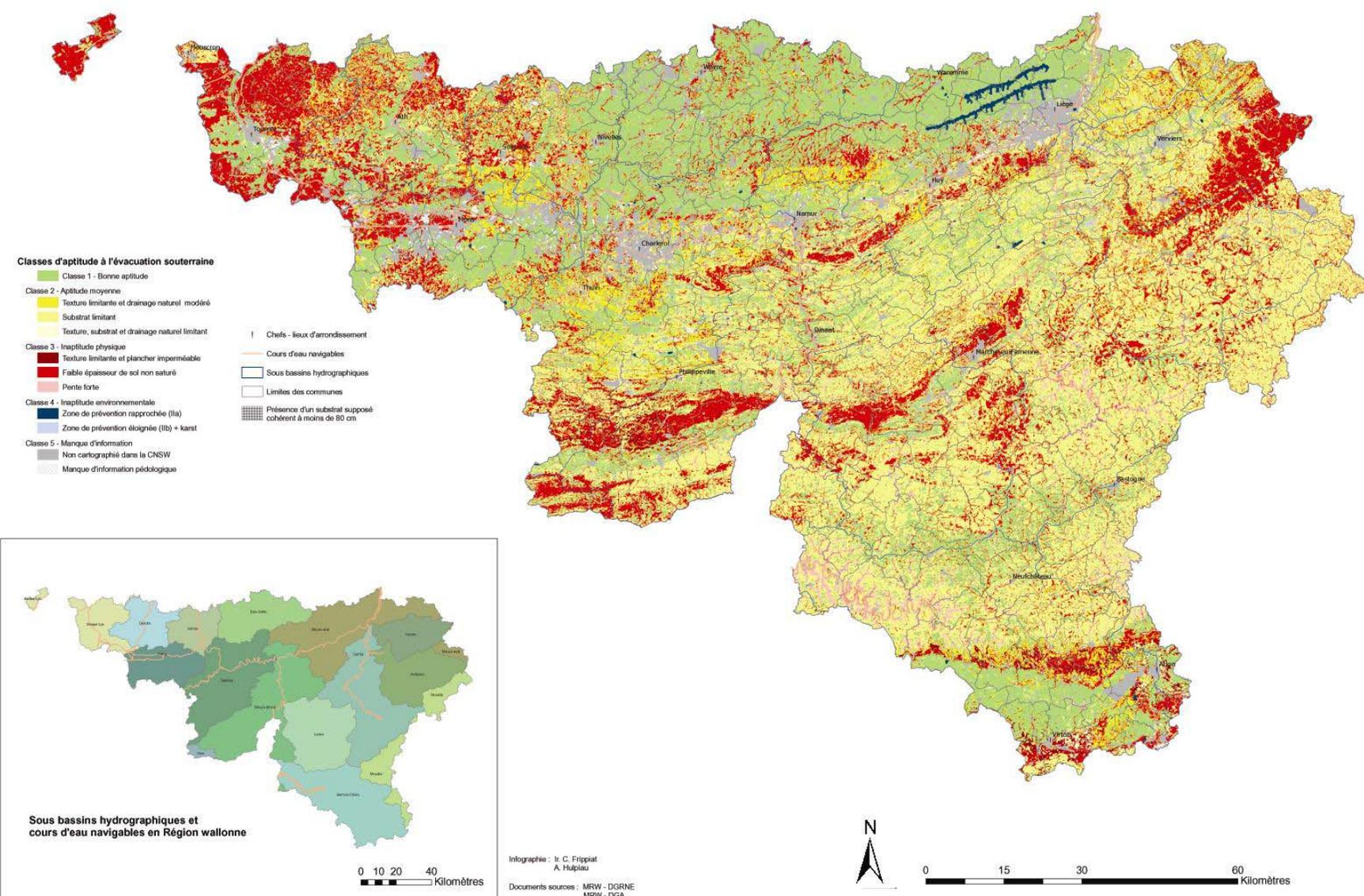
# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées Village de Stubach



## Annexe 2 – Carte Aptitude Région Wallonne

---

# Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées

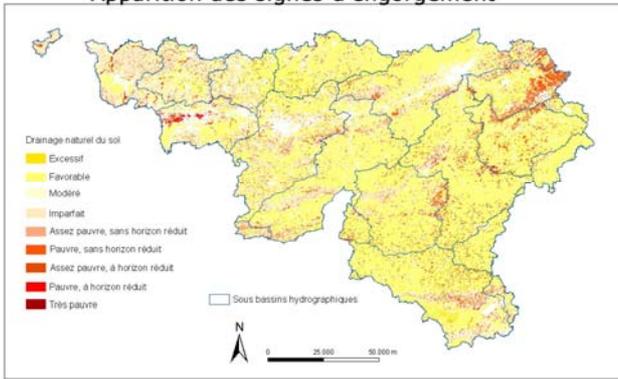


Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées

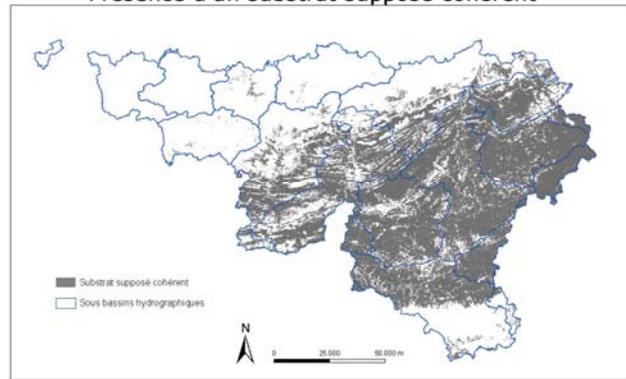
## Annexe 3 – Synthèse caractéristiques pédologiques

---

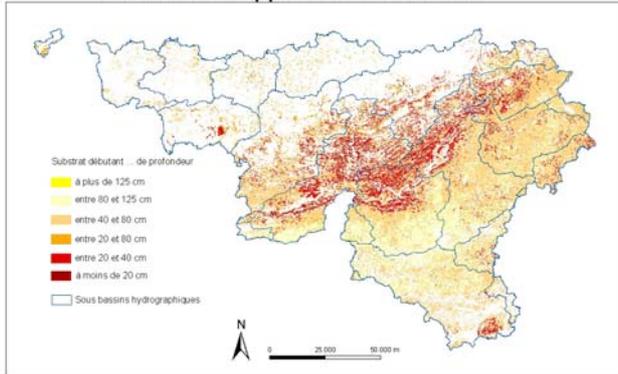
Apparition des signes d'engorgement



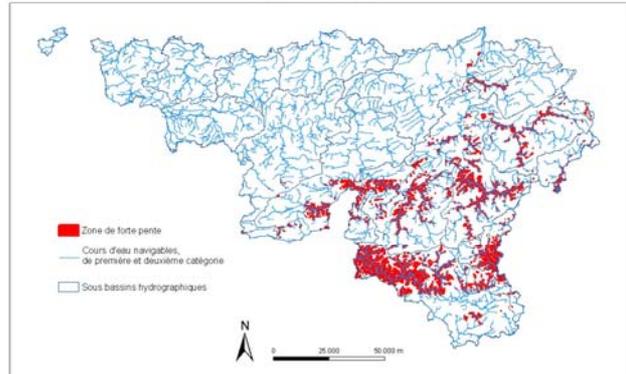
Présence d'un substrat supposé cohérent



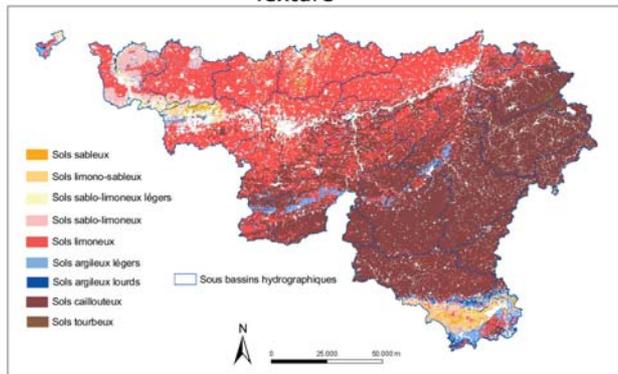
Profondeur d'apparition du substrat



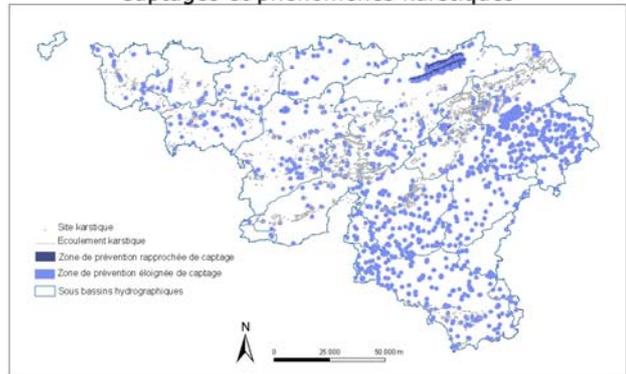
Pente forte



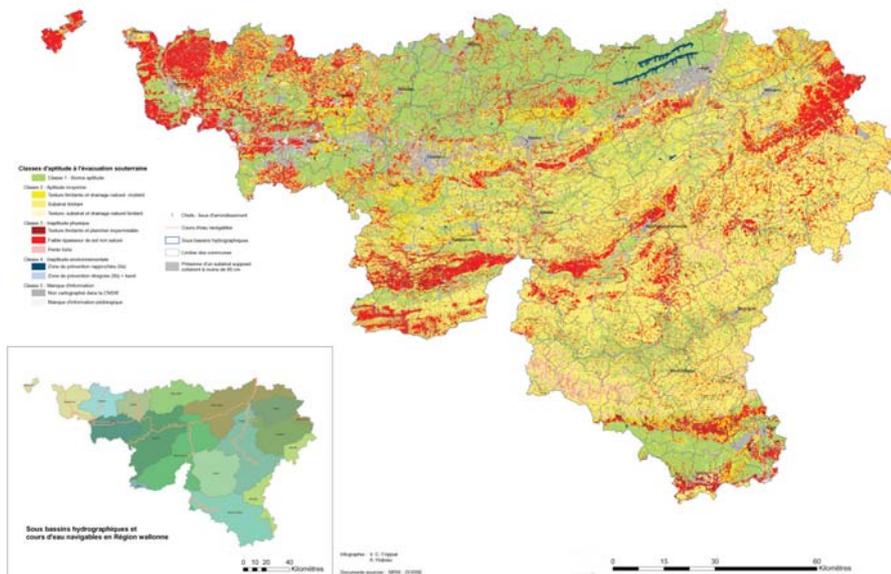
Texture



Captages et phénomènes karstiques



Carte d'aptitude du sol à l'évacuation souterraine des eaux usées traitées



Carte d'aptitude à l'évacuation dans le sol des eaux usées traitées