



Convention relative à la valorisation et au développement du module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques – APSÛ-GIS 2

Délivrable D01 : Contribution au guide explicatif des fiches par masse d'eau et aux fiches de caractérisation des masses d'eau souterraines (Tâche TV1)

Coordinateur du projet :

Dr. ir. Serge Brouyère (HGE-ULg) & Prof. Alain Dassargues

Partenaires scientifiques :

ULg-HGE : Caroline Thomas, Dr. ir. Philippe Orban

Rédaction : Caroline Thomas, Serge Brouyère

1. Introduction

Ce document a été produit lors de la « Convention relative à la valorisation et au développement du module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques – APSÛ-GIS 2 » financée par le Service public de Wallonie. Il fait partie de la tâche Tv1 : Mise à jour des données et des cartes de vulnérabilité. Pour cette tâche, les couches sol/sous-sol ont été discrétisées pour l'entièreté de la Région wallonne et la carte de vulnérabilité intrinsèque (classe des temps de transferts pondérés) a été fournie pour figurer dans le PGDH 3. Ce document a été réalisé pour accompagner les cartes de résultats et contribuer au guide explicatif des fiches par masse d'eau et aux fiches de caractérisation des masses d'eau souterraine. Il décrit de manière synthétique la méthode Apsû puis les résultats par masse d'eau souterraine.

2. Description de la méthode

2.2. Définition de la vulnérabilité

L'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines repose sur une cartographie de la variabilité spatiale de la sensibilité de ces eaux à des pollutions susceptibles de se produire à la surface du sol en tout point de la zone d'alimentation de la nappe.

Les études de vulnérabilité font généralement la distinction entre trois notions : la vulnérabilité intrinsèque, la vulnérabilité spécifique et le risque de contamination de l'eau souterraine.

La vulnérabilité intrinsèque reflète la sensibilité de l'eau souterraine à une pollution ayant potentiellement cours dans son bassin d'alimentation sur base des caractéristiques géographiques, hydrologiques, géologiques et hydrogéologiques du bassin d'alimentation de la nappe, indépendamment de la nature et de la quantité de contaminant, de ses propriétés, du mode d'émission (instantanée ou permanente, ponctuelle ou diffuse) et de la probabilité d'occurrence.

La vulnérabilité spécifique intègre dans l'analyse précédente la prise en compte des interactions chimiques, physiques ou microbiennes possibles entre le milieu souterrain et les contaminants (dégradation, sorption – désorption, ...) susceptibles de réduire la vulnérabilité de la nappe en atténuant la pollution si elle venait à se produire.

De façon générale, le risque de contamination de l'eau souterraine dépend de trois éléments : la vulnérabilité intrinsèque ou spécifique de l'eau souterraine à la contamination, l'aléa lié aux activités potentiellement polluantes, et les conséquences potentielles de la contamination. L'aléa tient compte des scénarios possibles de pollution dans le bassin (distribution spatiale et temporelle du polluant : pollution ponctuelle ou diffuse, instantanée ou continue...) et de la probabilité d'occurrence des événements polluants.

2.3. Méthode APSÛ

En Wallonie, une méthode appelée ApsÛ¹ a été développée pour évaluer la vulnérabilité des eaux souterraines. Cette méthode est basée sur une description quantitative des processus de transport des contaminants dans le sous-sol. Elle est basée sur l'approche sources-vecteurs-récepteurs et repose sur deux concepts : la dangerosité potentielle à la surface du sol et la capacité d'atténuation du sous-sol (Figure 1).

La méthode a été initialement développée dans le cadre de la convention DGRNE « *Tests d'une méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque applicable aux nappes aquifères de la Région Wallonne. Application à l'aquifère calcaire du Néblon* » (Popescu et al., 2004)². La méthode a ensuite été adaptée dans le cadre d'une seconde convention Région wallonne et HGE-ULg « *Développement d'un module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques et application aux principales masses d'eau souterraine de Wallonie* » (Dollé et al, 2018 ; Thomas et al, 2019)^{3,4}. Au cours de cette seconde convention, un outil SIG a été développé pour la cartographie de vulnérabilité des eaux souterraines de Wallonie. Des cartes de vulnérabilité intrinsèque ont été réalisées pour les nappes d'eau souterraine du premier horizon (premier niveau saturé en eau rencontré depuis la surface du sol). La méthode a également été adaptée pour pouvoir réaliser des cartes de vulnérabilité spécifique. La méthode est encore en cours d'adaptation pour être applicable à un aquifère ou une masse d'eau souterraine spécifique, ainsi que pour cartographier l'aléa et produire des cartes de risque.

¹ Méthode de cartographie de la vulnérabilité ApsÛ : Protection des aquifères par évaluation de leur sensibilité – vulnérabilité

² Popescu I., Dachy M., Brouyère S. & Dassargues A. 2004. Tests d'une méthode de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque applicable aux nappes aquifères de la Région Wallonne Application à l'aquifère calcaire du Néblon. Convention RW - ULg, GéomaC (Hydrogéologie), 140 p + annexes.

³ Dollé F., Thomas C., Orban P., Dassargues A., & Brouyère S. 2018. *Délivrable D02 : Manuel utilisateur D'APSU-GIS*. Convention Région wallonne et HGE-ULg, Développement d'un module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques et application aux principales masses d'eau souterraine de Wallonie. <http://hdl.handle.net/2268/240082>

⁴ Thomas C., Orban, P., Dassargues, A., Brouyere, S., 2019. *Délivrable D03 : Description des applications réalisées et cartes de vulnérabilité produites avec l'outil SIG (D03)*. Convention Région wallonne et HGE-ULg, Développement d'un module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques et application aux principales masses d'eau souterraine de Wallonie. <http://hdl.handle.net/2268/240083>

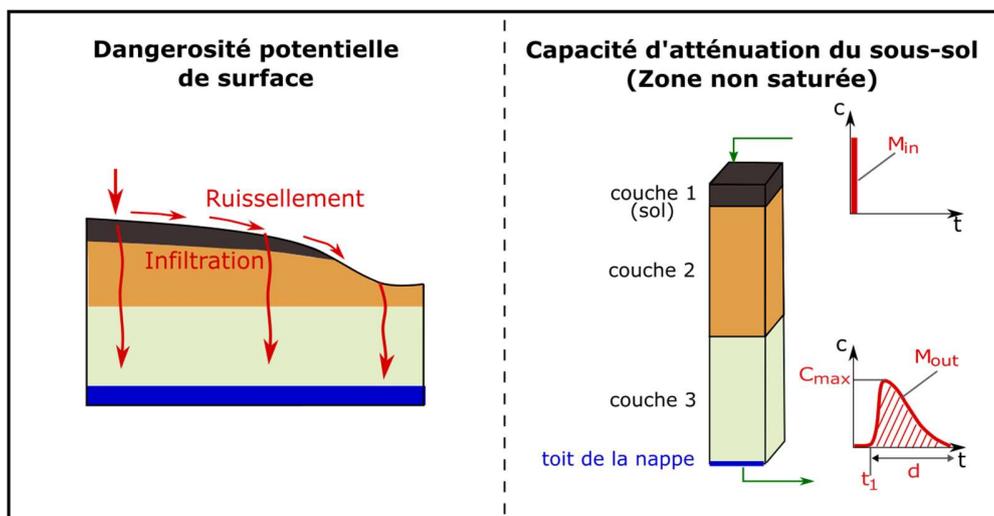


Figure 1 : La méthode Apsû repose sur deux concepts, la dangerosité potentielle de surface et la capacité d'atténuation du sous-sol

La méthodologie Apsû s'appuie sur quatre critères physiques, objectifs et quantifiables : le temps de première arrivée (t_1), le niveau de concentration (C_{max}), la durée de la pollution (d) et la masse relative de polluant (M_{in}/M_{out}). Pour déterminer ces 4 critères, il faut calculer de manière physiquement basée la manière dont le polluant va pénétrer dans le milieu souterrain et s'y déplacer (Figure 1). Il faut donc d'abord estimer comment le polluant émis en un point va se distribuer à la surface du sol, et dans quelles proportions il va ruisseler ou s'infiltrer (dangerosité potentielle de surface). Ensuite, il s'agit de déterminer comment le polluant va évoluer à travers la zone non saturée jusqu'au sommet de la nappe aquifère (capacité d'atténuation).

2.3.1. Dangerosité potentielle de surface

Dans le concept de dangerosité potentielle de surface, il y a une distinction entre la dangerosité potentielle directe (DPD) et la dangerosité potentielle latérale (DPL). La première représente l'impact direct au point où la pollution se produit, qui est fonction de la proportion de contaminant qui va s'infiltrer directement. La deuxième représente l'impact latéral de la contamination, dépendant de la proportion de contaminant qui va ruisseler et de l'infiltration latérale possible au cours de son ruissellement. Pour évaluer la dangerosité potentielle directe et latérale, des coefficients d'infiltration et de ruissellement sont déterminés par la méthode des CN (*curve number*). Le coefficient d'infiltration (CI) est défini comme le rapport de la hauteur d'eau s'infiltrant à la hauteur de précipitation annuelle totale tandis que le coefficient de ruissellement (CR) est défini comme le rapport de la hauteur d'eau ruisselant à la hauteur de précipitation annuelle totale. Ces deux grandeurs sont estimées pour chaque pixel du maillage de référence. Pour pouvoir déterminer ces coefficients, plusieurs données sont nécessaires : l'occupation du sol, la topographie, le type de sol, les précipitations et l'évapotranspiration réelle (Dollé *et al*, 2017)⁵. Dans

⁵ Dollé F., Lefébure K., Thomas C. & Brouyère S. 2017. Délivrable D2 (version provisoire) : Développement de l'interface SIG et des modules et outils qu'elle comporte. Convention Région wallonne et HGE-ULg, Développement d'un module SIG de cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines et de risques et application aux principales masses d'eau souterraine de Wallonie. <http://hdl.handle.net/2268/240080>

l'évaluation de la dangerosité de surface, certains phénomènes karstiques (pertes, dolines ...) sont également pris en compte et considérés comme des zones d'infiltration préférentielle. Le maillage utilisé pour le module de dangerosité de surface est celui du modèle numérique de terrain ERRUISSOL (Demarcin *et al.*, 2009)⁶ à savoir des pixels de 10m x 10m.

2.3.2. Capacité d'atténuation

Après avoir évalué la manière dont le polluant se répartit à la surface du sol, il faut tenir compte de la capacité d'atténuation du milieu souterrain. Celui-ci assure une protection naturelle plus ou moins efficace de la ressource en eau souterraine, par l'intermédiaire d'une série de processus qui affectent la mobilité des polluants qui transitent dans le milieu souterrain. Il y a les processus physiques (diffusion, dispersion, effets d'eau immobile...), biologiques ou chimiques (dégradation, réactions chimiques...). Dans le cas de la vulnérabilité intrinsèque, il faut estimer le transport d'un polluant conservatif (supposé non affecté par la dégradation et les réactions chimiques) à travers la zone non saturée. Dans le cas de la vulnérabilité spécifique les processus de dégradation et sorption – désorption sont pris en compte. Pour pouvoir évaluer la capacité d'atténuation de la zone non saturée, celle-ci est discrétisée en plusieurs couches (Figure 1). Il y a une première couche « sol » puis une ou plusieurs couches représentant les différents horizons géologiques rencontrés jusqu'au toit de l'aquifère. Pour chaque couche une épaisseur est fixée ainsi que des paramètres hydrodynamiques (conductivité hydraulique, porosité effective de transport et dispersivité). Les 4 critères (t_1 , C_{max} , d , M_{in}/M_{out}) sont obtenus en utilisant l'équation d'advection-dispersion décrivant la propagation verticale unidimensionnelle d'un polluant dissous à travers un milieu poreux. Ces 4 critères, ils sont ensuite pondérés par les coefficients de dangerosité directe et latérale, lesquels reflètent la distribution des flux en fonction des facilités d'infiltration associées à chaque point. Le module de calcul pour la capacité d'atténuation repose sur une discrétisation de 30m (contrairement à 10 m pour le module de dangerosité de surface) pour diminuer le temps de calcul et parce que les données géologiques existantes ne requièrent en général pas une discrétisation aussi poussée qu'en surface.

2.3.3. Application à la Région Wallonne

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). Pour l'évaluation de la vulnérabilité spécifique, en plus du temps de transfert il est important de considérer le critère de restitution massique pour voir quand le polluant atteint la nappe et en quelle quantité. Les critères de temps de transfert et de restitution massique sont représentés suivant 6 classes (Table 1).

Critère	Vulnérabilité	Extrêmement élevée	Très élevée	Elevée	Modérée	Faible	Très faible
	Classe	6	5	4	3	2	1
Temps de transfert		<1j	1j-50j	50j-1an	1an-5ans	5ans-10 ans	>10 ans
Restitution massique		100%-80%	80%-50%	50%-25%	25%-10%	10%-1%	<1%

Table 1 : Classe de temps de transfert et de restitution massique

⁶ Demarcin P., Degré A., Smoos A. & Dautrebande S., 2009. Projet ERRUISSOL. Cartographie numérique des zones à risque de ruissellement et d'érosion des sols en région wallonne. Rapport final de convention DGO3- FUSAGx.

Pour chaque masse d'eau, des cartes de vulnérabilité intrinsèque (temps de transfert pondérés) ont été réalisées pour les nappes d'eau souterraine du premier horizon (premier niveau saturé en eau rencontré depuis la surface du sol), il ne s'agit pas forcément de l'aquifère principal. Dans le cas où plusieurs masses d'eau souterraines sont superposées (masse d'eau supérieure et masse d'eau inférieure), c'est toujours la masse d'eau supérieure qui est cartographiée. La méthode est en cours d'adaptation pour cartographier des aquifères de second niveau. Dans chaque fiche masse d'eau, il y a également un tableau reprenant les principales hypothèses qui ont été posées pour estimer l'épaisseur de la zone non saturée, le nombre de couches sol/sous-sol, le fond géologique utilisé, ...

Une première cartographie de la vulnérabilité spécifique a également été appliquée dans le bassin du Geer. Celle-ci est illustrée pour quelques polluants dans la fiche de la masse d'eau BERWM040 : Crétacé du bassin du Geer.

3. Résultats par masse d'eau

3.1. Masse d'eau souterraine BERWE013 : Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies

La masse d'eau souterraine BERWE013 « Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies », est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle des calcaires dévono-carbonifères. Cette nappe est recouverte par des dépôts tertiaires : l'aquifère des sables du Paléocène, lui-même recouvert par l'aquiclude des argiles de l'Eocène qui sont localement recouvertes de l'aquifère de l'Eocène (sables bruxelliens), principalement à l'est de la masse d'eau.

Les sables paléocènes et les calcaires dévono-carbonifères ont été considérés comme un aquifère continu. Ceux-ci peuvent être séparés par l'aquiclude du Houiller mais comme sa présence n'est pas continue, celui-ci n'a pas été considéré. Par contre, à l'ouest de la masse d'eau, les calcaires et les sables du Paléocène sont séparés par l'aquiclude des marnes du Turonien. Dans ce cas-là, l'aquifère des sables du Paléocène est considéré comme le premier aquifère rencontré. Dans les zones où les sables de l'Eocène et les aquifères alluviaux sont cartographiés, ils sont également considérés comme les premiers aquifères rencontrés.

Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE013 sont présentées dans la Table 2. La masse d'eau BERWE013 est relativement bien étudiée, les isopièzes et les isohypses sont tracées dans cette zone, peu d'hypothèses simplificatrices ont donc dû être prises. Pour les sables, la piézométrie a été interpolée via les niveaux de sources et pour les aquifères alluviaux, la piézométrie a été fixée sub-affleurante.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 2. La carte montre des temps de transfert assez contrastés. Les fonds de vallées sont très vulnérables. Les zones où l'aquifère n'est pas protégé par les argiles de l'Eocènes sont modérément vulnérables tandis que les zones protégées par les argiles sont très peu vulnérables. Les zones où l'aquifère du Bruxellien est la première nappe rencontrée présentent une vulnérabilité modérée.

Quand la masse d'eau BERWE013 est recouverte par d'autres masses d'eau (BERWE051, BERWE017, BERWE034), c'est la masse d'eau supérieure qui a été cartographiée. C'est pourquoi ces zones sont hachurées sur la Figure 2.

MESO BERWE013	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- La piézométrie a été estimée par les isopièzes de la carte hydrogéologique et il y a également des isohypses (Rorive et Bastien, 2012) ⁷ qui permettent de connaître l'épaisseur des dépôts qui recouvrent l'aquifère calcaire.	Degré de connaissance 5
	- Pour les sables, la piézométrie a été extrapolée à partir des niveaux de sources	3

⁷ Rorive A. & Bastien J. 2012. *Aquifère transfrontalier des calcaires carbonifère du district hydrographique international de l'Escaut*. Projet Interreg IVB-NWE « ScaldWIN », Convention UMon et RW.

	- Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est fixée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol (sauf dans les zones où il y a la 2ème couche sol où l'épaisseur est connue grâce aux données des isohypses du sommet du calcaire (Rorive et Bastien, 2012)) - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> dont la lithologie est uniquement calcaire, cette couche n'est pas présente sur toute la zone mais uniquement quand le toit de la nappe, se trouve dans les calcaires et ceux-ci sont recouverts par une autre unité géologique. L'épaisseur est égale au niveau du toit des calcaires – niveau du toit de la ZNS 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 2 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE014

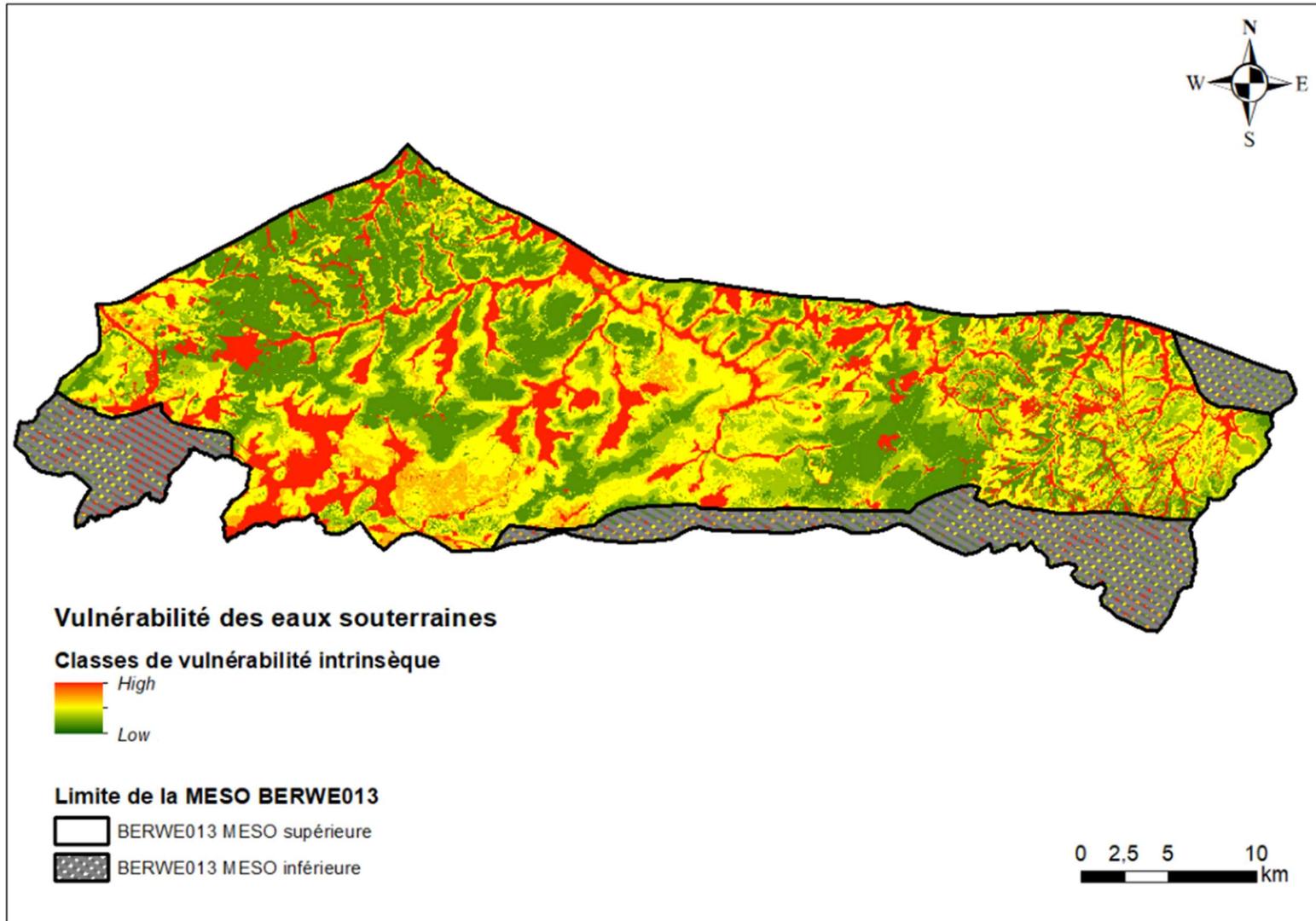


Figure 2 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE013

3.2. Masse d'eau souterraine BERWE017 : Schistes houillers (masse d'eau virtuelle)

La masse d'eau souterraine BERWE017 « Schistes houillers (masse d'eau virtuelle) » est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. Elle surmonte la masse d'eau BERWE013 « Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies ». Cette masse d'eau est composée de plusieurs aquifères différents : l'aquiclude à niveaux aquifères du Houiller, l'aquifère dévono-carbonifère, les craies du Crétacé, les sables du Paléocène et les sables de l'Eocène.

Pour estimer l'épaisseur de la zone non saturée, des hypothèses différentes ont été prises pour chaque aquifère (Table 3). Pour l'aquifère du Dévono-Carbonifère, l'épaisseur de zone non saturée a été estimée avec les isopièzes de la carte hydrogéologique (comme expliqué plus en détail dans la fiche de la masse d'eau BERWE013). La limite des calcaires du Carbonifère indiquée dans la carte hydrogéologique ne correspond pas tout à fait à la limite de la masse d'eau BERWE013. Dans les craies, l'épaisseur de la zone non saturée a été estimée grâce aux données de la modélisation du projet PAI-Timothy (Wildemeersch *et al.*, 2009)⁸. Pour les unités aquicludes et aquitards, l'épaisseur de la zone non saturée a été estimée sur base de valeurs médianes. Pour les sables, la piézométrie a été estimée à partir des zones de sources.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 3. La carte montre des temps de transfert assez contrastés. Les zones les plus vulnérables correspondent aux fonds de vallées et là où le Houiller affleure. Pour les calcaires, les craies et les sables, la vulnérabilité est élevée à moyenne dans zones où ils ne sont pas protégés par les argiles de l'Eocène et la vulnérabilité est très faible quand ils sont recouverts par ces argiles.

MESO BERWE017	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- La piézométrie des calcaires a été estimée par les isopièzes de la carte hydrogéologique	Degré de connaissance 5
	- La piézométrie des craies a été estimée sur base de la modélisation du projet PAI-Timothy (Wildemeersch <i>et al.</i> , 2009)	4
	- Pour les sables de l'Eocène et du Paléocène, la piézométrie a été à partir des niveaux de sources	3
	- Pour les unités aquicludes et aquitards du Paléozoïque et Mésozoïque, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de valeurs médianes	1 et 2
	- Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	

⁸ Wildemeersch S., Couturier J., Orban P. & Dassargues A. (2009). PAI - TIMOTHY - Annual Scientific Report, WP3: model development and process studies - groundwater dynamics, Partie eaux souterraines, Rapport scientifique 2008.

<p>Nombre de couches sol / sous-sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 3 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE017

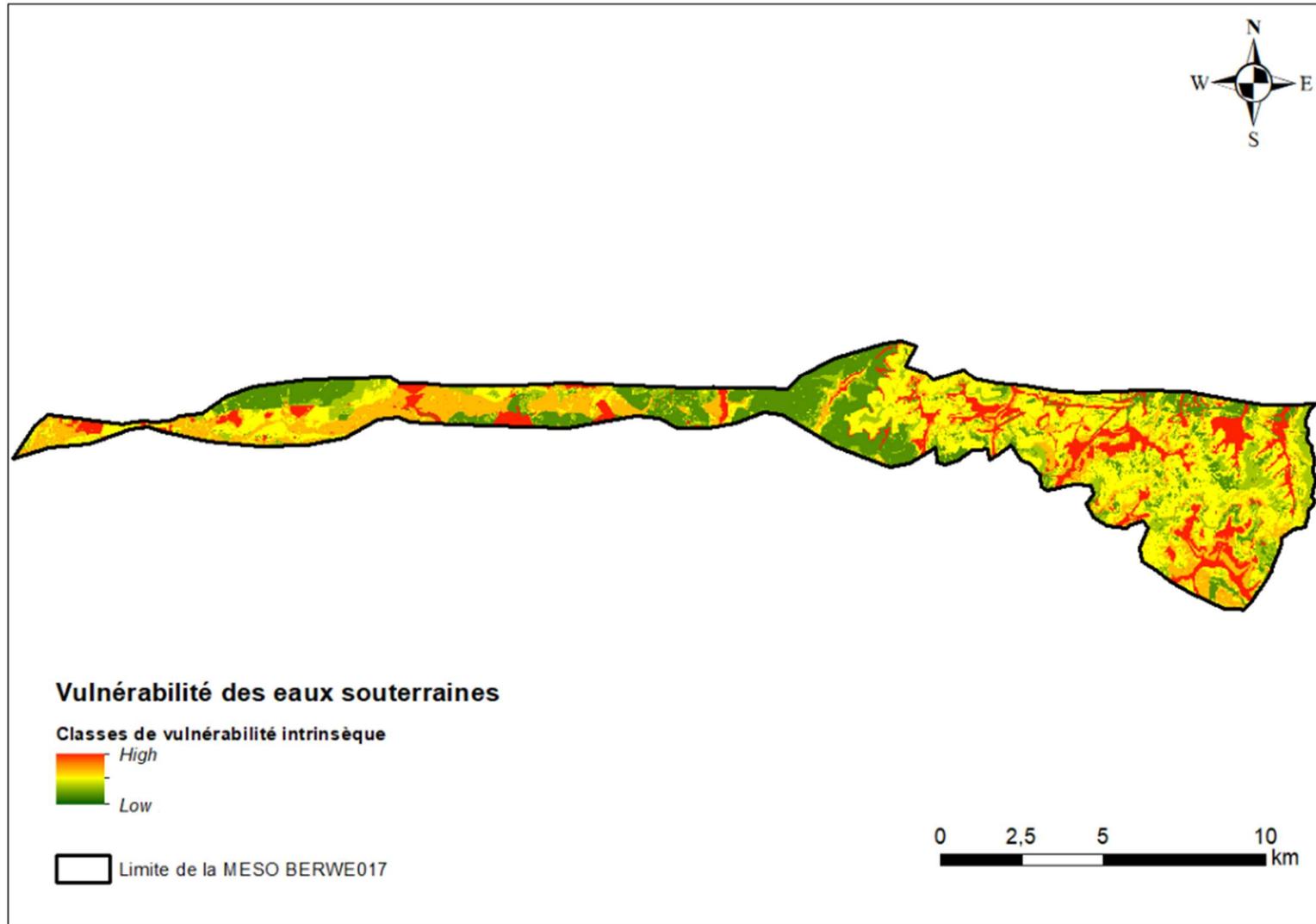


Figure 3 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE017

3.3. Masse d'eau souterraine BERWE030 : Craies du bassin de la Haine

La masse d'eau souterraine BERWE030 « Craies du bassin de la Haine » est située dans le nord-ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle des craies du Crétacé mais il y également des unités du Paléozoïque. La masse d'eau BERWE030 est en partie captive sous les sédiments du Tertiaire et des alluvions de la masse d'eau BERWE033.

La Table 4 présente les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau BERWE030. Cette zone est relativement bien étudiée et la piézométrie est connue notamment via les travaux de modélisation du projet PAI-Timothy (Wildemeersch *et al.*, 2009)⁹

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 4. Elle est très contrastée. Les sables et les unités du Paléozoïque présentent généralement une vulnérabilité moyenne à élevée. Les sables présentent une vulnérabilité plus faible quand ils sont protégés par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène. Les craies présentent globalement une vulnérabilité faible sauf à proximité des cours d'eau et dans le sud de la masse d'eau, au contact des unités paléozoïques et des marnes. Pour les zones où la masse d'eau BERWE030 est recouverte par la masse d'eau BERWE033, c'est la masse d'eau supérieure qui a été cartographiée. C'est pourquoi ces zones sont hachurées sur la Figure 2.

MESO-BERWE030	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- La piézométrie des craies a été estimée sur base de la modélisation du projet PAI-Timothy (Wildemeersch <i>et al.</i> , 2009)	Degré de connaissance : 4
	- Pour les unités aquicludes et aquitards du Socle paléozoïque et les marnes du Turonien l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de valeurs médianes	1 et 2
	- Dans l'aquifère alluvial, la piézométrie a été fixée sub-affleurante (0.25m)	1
	- Pour l'aquifère des sables du Paléocène, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de la valeur médiane (environ 2 m) à l'exception des zones où les sables sont protégés par l'unité aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène où la ZNS a été estimée plus profonde (10m)	2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018 même les cartes 51/1-2 et 51/3-4 qui ne sont pas encore validées	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

⁹ Wildemeersch S., Couturier J., Orban P. & Dassargues A. (2009). PAI - TIMOTHY - Annual Scientific Report, WP3: model development and process studies - groundwater dynamics, Partie eaux souterraines, Rapport scientifique 2008.

	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée
Zones d'infiltration préférentielle	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 4 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM030

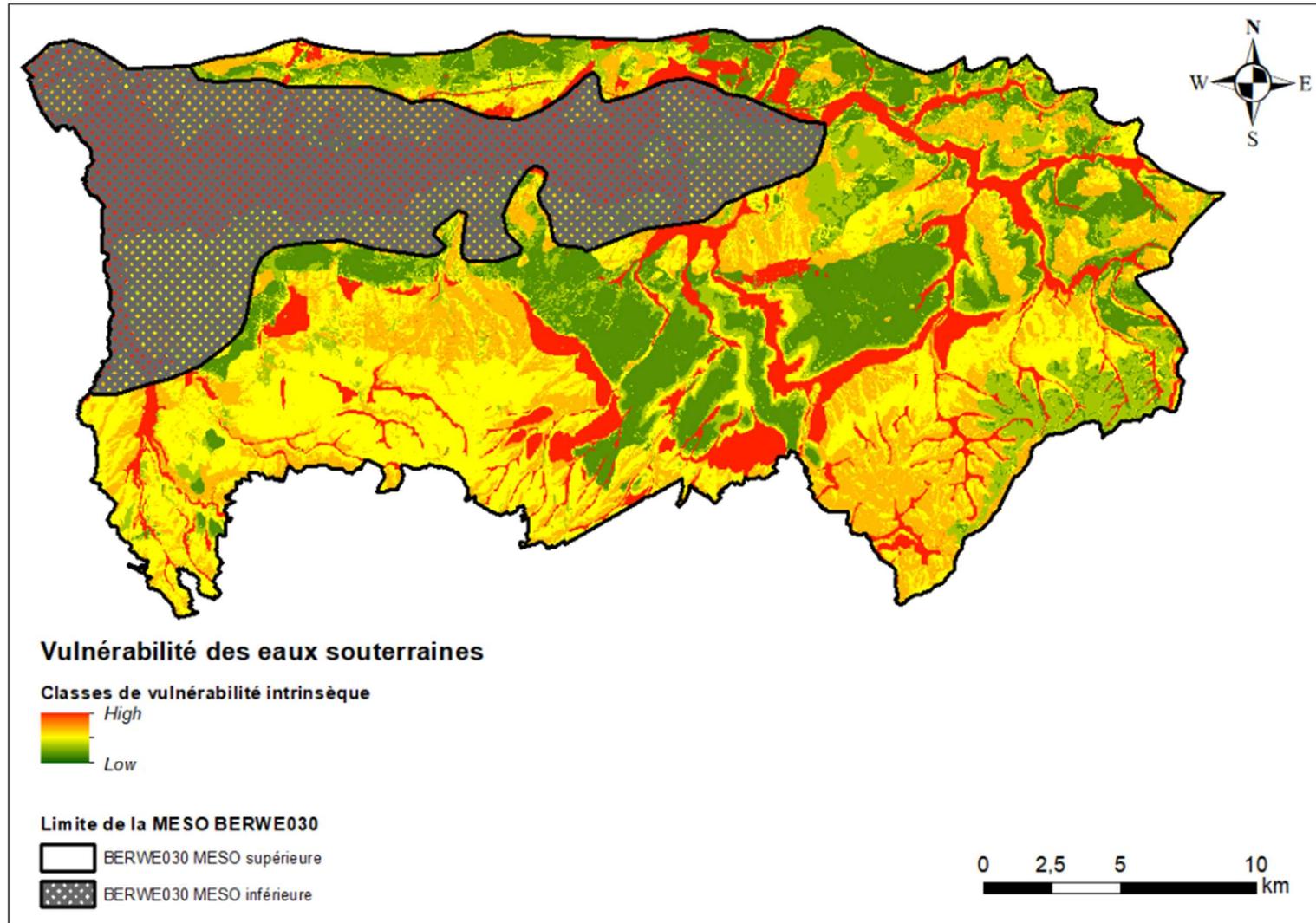


Figure 4 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWME030

3.4. Masse d'eau souterraine BERWE032 : Craies de la vallée de la Deûle

La masse d'eau souterraine BERWE032 « Craies de la vallée de la Deûle », est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle des craies du Crétacé. Cette masse d'eau surmonte la masse d'eau BERWE060 « Calcaires du Tournaisis ».

Pour l'estimation de la zone non saturée, 4 aquifères ont été considérés : l'aquifère alluvial, l'aquifère des sables du Paléocène, l'aquifère des craies du Crétacé et l'aquifère des calcaires du Carbonifère. L'aquifère cartographié est toujours le premier rencontré. Quand une unité aquiclude est présente, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène, ce sont les sables du Paléocène qui sont considérés ; pour l'aquiclude des argiles du Paléocène c'est l'aquifère du Crétacé et pour les marnes du Turonien, c'est l'aquifère du Carbonifère. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE032 sont présentées dans la Table 4.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 4. La carte montre des temps de transfert assez contrastés. L'aquifère alluvial est très vulnérable. Les sables du Paléocène présentent une vulnérabilité moyenne mais cela varie entre très vulnérable à proximité des cours d'eau et des zones de seuils hydrogéologiques et peu vulnérables sur les plateaux et sous les argiles de l'Eocène. Pour les craies, comme pour les sables, la vulnérabilité varie de très élevée à très faible. Pour les calcaires, la vulnérabilité est généralement faible sauf dans les zones où ils ne sont pas protégés par les marnes.

MESO BERWE032	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- La piézométrie des calcaires a été estimée par les isopièzes de la carte hydrogéologique et il y a également des isohypses (Rorive et Bastien, 2012) ¹⁰ qui permettent de connaître l'épaisseur des dépôts qui recouvrent l'aquifère calcaire.	<u>Degré de connaissance</u> 5
	- Pour les sables, la piézométrie a été estimée à partir des niveaux de sources et de seuils hydrogéologiques	3
	- Pour les craies, la piézométrie a été interpolée à partir des niveaux piézométriques ponctuels et des niveaux de sources et de seuils hydrogéologiques.	3
	- Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est supposée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

¹⁰ Rorive A. & Bastien J. 2012. *Aquifère transfrontalier des calcaires carbonifère du district hydrographique international de l'Escaut*. Projet Interreg IVB-NWE « ScaldWIN », Convention UMon et RW.

	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol (sauf dans les zones où il y a la 2ème couche sol où l'épaisseur est connue grâce aux données des isohypses du sommet du calcaire (Rorive et Bastien, 2012) - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> dont la lithologie est uniquement calcaire, cette couche n'est pas présente sur toute la zone mais uniquement quand le toit de la nappe se trouve dans les calcaires et ceux-ci sont recouverts par une autre unité géologique. L'épaisseur est égale au niveau du toit des calcaires – niveau du toit de la ZNS
Zones d'infiltrations préférentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 5 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE032

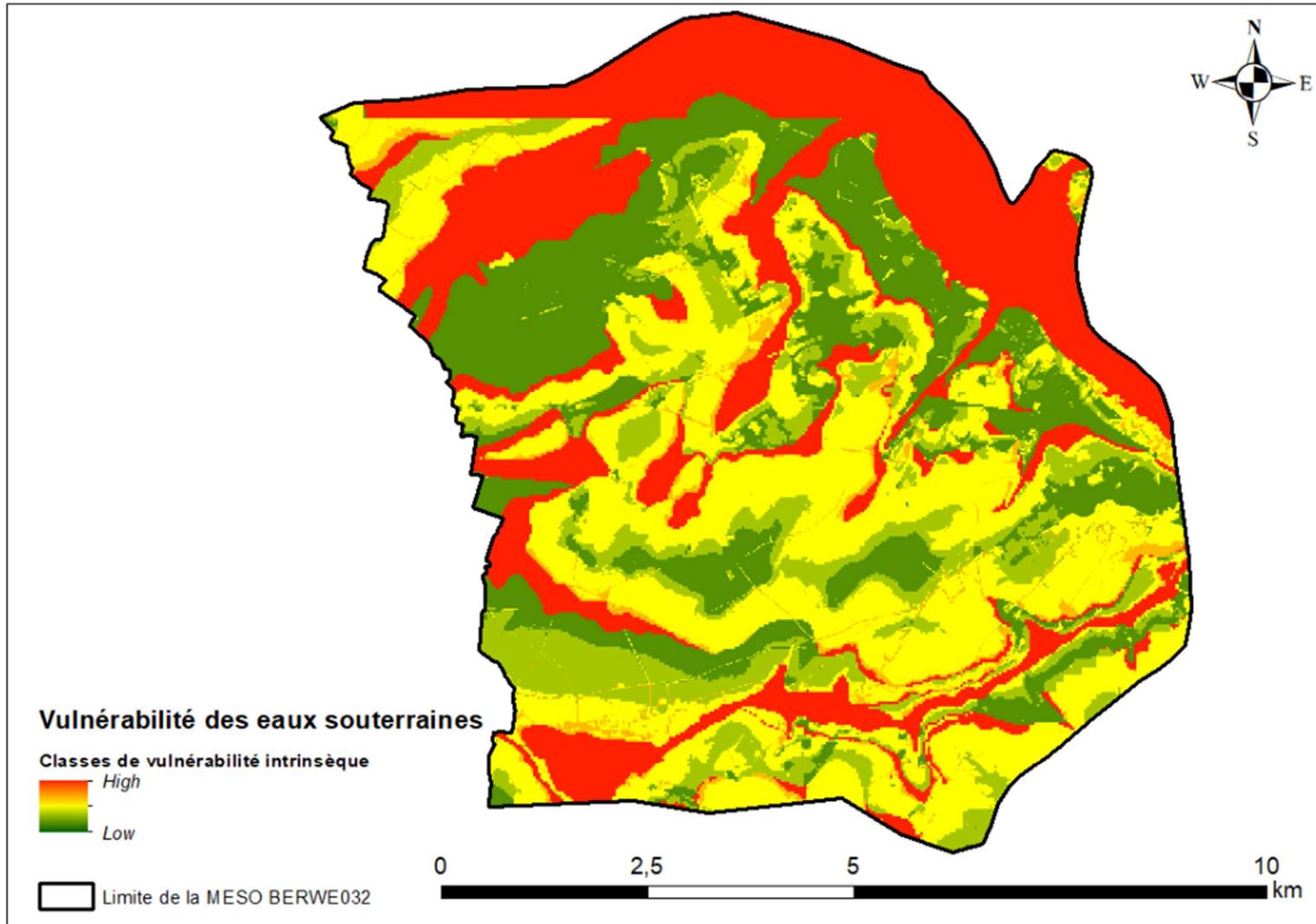


Figure 5 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWME032

3.5. Masse d'eau souterraine BERWE033 : Alluvions et Sables de la vallée de la Haine

La masse d'eau souterraine BERWE033 « Alluvions et Sables de la vallée de la Haine » est située dans le nord-ouest de la Wallonie. Les aquifères principaux sont l'aquifère alluvial et l'aquifère des sables du Paléocène. Les sables sont localement recouverts de l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène. La masse d'eau BERWE033 surplombe la masse d'eau BERWE030 « Craies du bassin de la Haine ». Localement les craies du Crétacé affleurent et sont alors le premier aquifère rencontré.

La Table 6 présente les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau BERWE033. Il y a assez peu de données concernant la piézométrie de l'aquifère des sables de Paléocène et de l'aquifère des alluvions. Des hypothèses simplificatrices ont donc dû être prises.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 6. La vulnérabilité de cette masse d'eau est globalement élevée. Les alluvions présentent une vulnérabilité élevée tandis que sables présentent une vulnérabilité moyenne à élevée, sauf quand ils sont protégés par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène, qui leur confère une vulnérabilité plus faible.

MESO-BERWE033	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- La piézométrie des craies a été estimée sur base de la modélisation du projet PAI-Timothy (Wildemeersch <i>et al.</i> , 2009)	Degré de connaissance : 4
	- Dans l'aquifère alluvial, la piézométrie a été fixée sub-affleurante (0.25m)	1
	- Pour l'aquifère des sables du Paléocène, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de la valeur médiane (environ 2 m) à l'exception des zones où les sables sont protégés par l'unité aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène où la ZNS a été estimée plus profonde (10m)	2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018 même les cartes 51/1-2 et 51/3-4 qui ne sont pas encore validées	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée	
Zones d'infiltration préférentielle	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 6 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE033

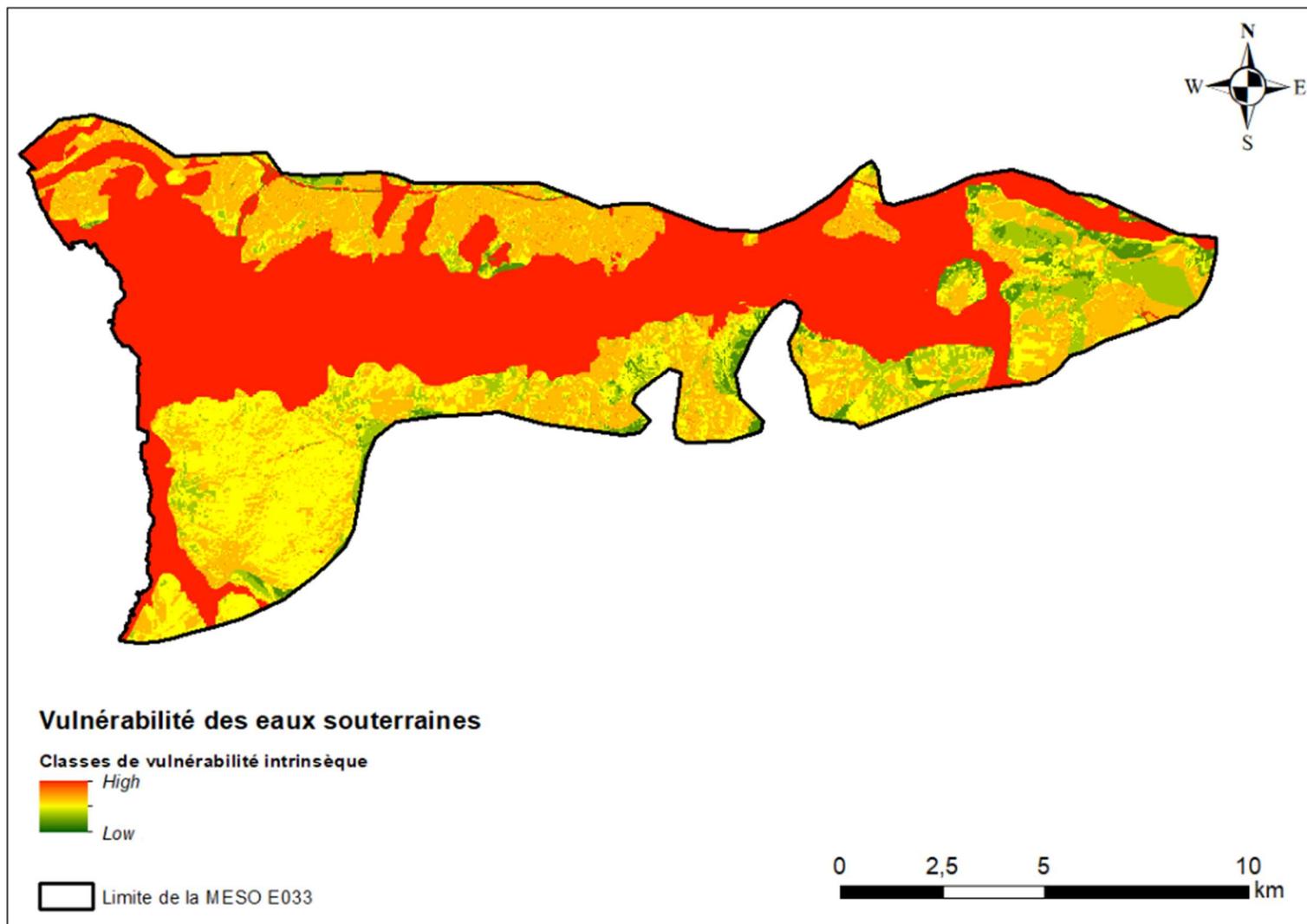


Figure 6 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWME033

3.6. Masse d'eau souterraine BERWE034 : Sables du Thanétien de Rumes-Brunehaut

La masse d'eau souterraine BERWE034 « Sables du Thanétien de Rumes-Brunehaut », est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle de l'aquifère des sables du Paléocène. La masse d'eau BERWE034 surmonte la masse d'eau BERWE060 « Calcaires du Tournaisis » à l'ouest et la masse d'eau BERWE013 « Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies » à l'est. Les sables sont séparés des calcaires par l'aquiclude des marnes du Turonien.

Les aquifères qui ont été considérés pour la cartographie de la masse d'eau BERWE034 sont l'aquifère alluvial et l'aquifère du Paléocène. Celui-ci est localement recouvert par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE034 sont présentées dans la Table 7.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 7. La carte montre des temps de transfert plutôt contrastés. L'aquifère alluvial est très vulnérable. Les sables du Paléocène présentent une vulnérabilité moyenne mais cela varie entre très vulnérables à proximité des cours d'eau et des zones de seuils hydrogéologiques et peu vulnérables sur les plateaux et sous les argiles de l'Eocène.

MESO BERWE034	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les sables, la piézométrie a été interpolée à partir des isopièzes de la carte hydrogéologique et des niveaux de sources et de seuils hydrogéologiques - Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est fixée 	<u>Degré de connaissance</u> 5 et 3 1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 7 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE034

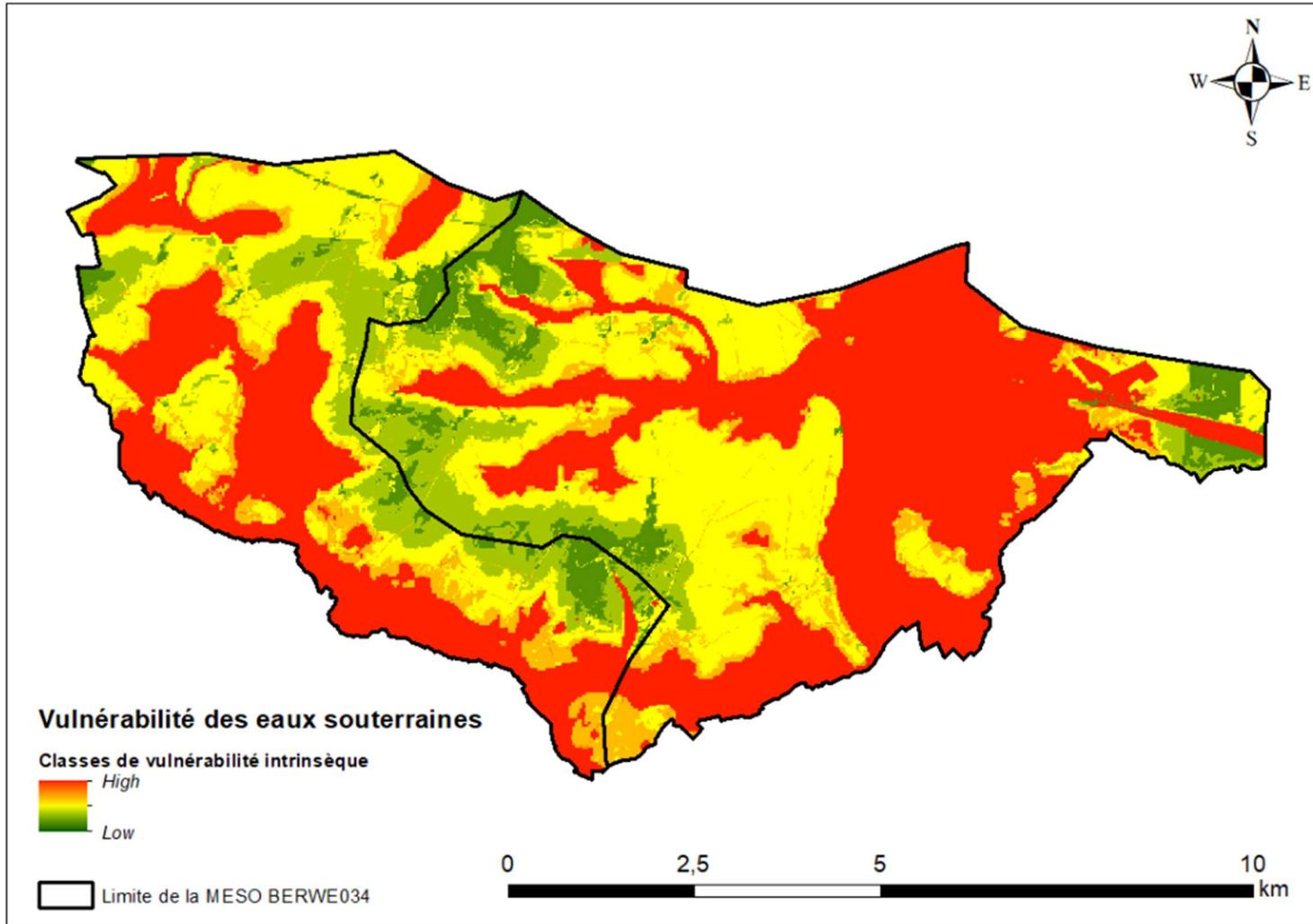


Figure 7 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE034

3.7. Masse d'eau souterraine BERWE051 : Sables du Bruxellien

La masse d'eau souterraine BERWE051 « Sables du Bruxellien » est située au nord de la Wallonie. Cette masse d'eau surmonte principalement la masse d'eau BERWE160 « Socle du Brabant », mais aussi les masses d'eau BERWE013 « Calcaires de Peruwelz-Ath-Soignies » et BERWE011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord nord » au sud et la masse d'eau BERWE080 « Craies du massif du Brabant » au nord et à l'est.

Dans la masse d'eau BERWE051, l'aquifère principal est l'aquifère de l'Eocène, mais dans les fonds de vallées, en plus de l'aquifère alluvial, il y a également des unités du Socle paléozoïque qui affleurent. Dans ce cas-là, le Socle est le premier aquifère rencontré.

Les hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE051 sont présentées dans la Table 8. La masse d'eau BERWE051 est très bien étudiée, les isopièzes sont tracées pour toute la zone.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 8. La piézométrie des sables de l'Eocène est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est donc très élevée dans le fond de vallée et moyenne à faible sur les plateaux.

MESO BERWE051	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	<p><u>Sables du Bruxellien :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Des isopièzes sont tracées pour la majorité des cartes de la zone - Pour les zones où ce n'est pas le cas, la piézométrie a été interpolée en considérant les cours d'eau comme drainants. <p><u>Autres unités hydrogéologiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Les unités hydrogéologiques du Socle paléozoïque n'affleurent que dans les fonds de vallées. La piézométrie a été fixée à 3 m pour ces unités à l'exception des aquifères alluviaux (<1m) 	<p><u>Degré de connaissance :</u></p> <p>5</p> <p>3</p> <p>1 et 2</p>
Couverture géologique utilisée	<ul style="list-style-type: none"> - Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018 (à l'exception de la carte 39/3-4 qui n'a pas été fournie à cause d'erreurs importantes sur la géologie. Dans cette zone, la lithologie a été approximée comme étant homogène (uniquement des sables du Bruxellien). 	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée. - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones infiltrations préférentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltrations préférentielles 	

Table 8 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE051

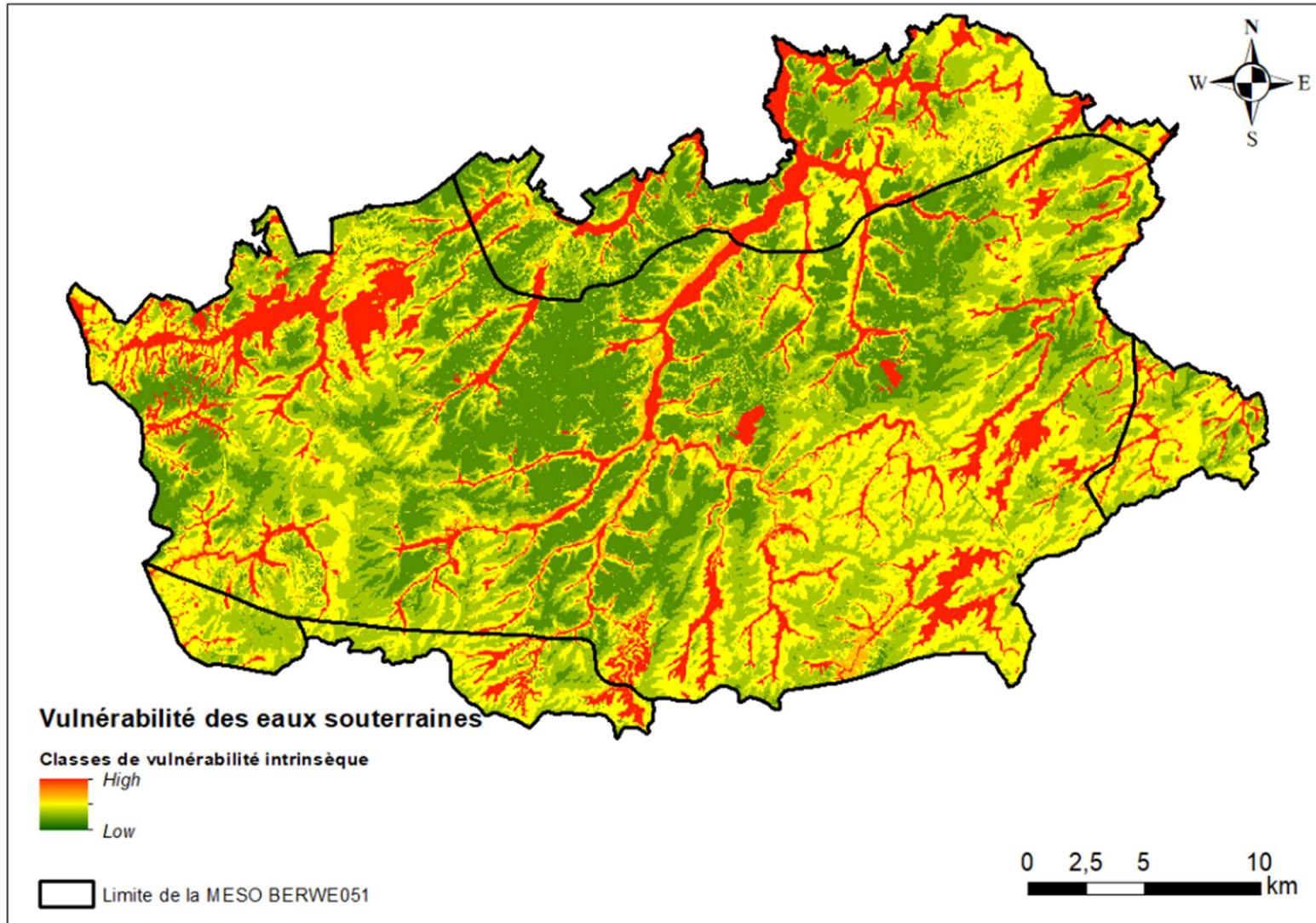


Figure 8 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE051

3.8. Masse d'eau souterraine BERWE053 : Sables du Landénien (Est)

La masse d'eau souterraine BERWE053 « Sables du Landénien (Est) » est située au nord de la Wallonie. Cette masse d'eau surmonte d'autres masses d'eau : majoritairement la masse d'eau BERWE080 « Craies du massif du Brabant, mais aussi la masse d'eau BERWE160 « Socle du Brabant » à l'ouest et la masse d'eau BERWM040 « Crétacé du bassin du Geer » à l'est.

Dans la masse d'eau BERWE053, l'aquifère principal est l'aquifère des sables du Paléocène. Cet aquifère est localement recouvert d'autres unités : l'aquifère des sables de l'Oligocène, l'aquifère des sables de l'Eocène, l'aquiclude – aquitard des argiles de l'Eocène et l'aquifère à niveaux aquicludes du Paléocène. Localement l'aquifère des craies affleure et est donc le premier rencontré.

Les hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE053 sont présentées dans la Table 9. La masse d'eau BERWE053 est assez peu étudiée, des hypothèses simplificatrices ont donc dû être prises.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 8. La piézométrie est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est donc très élevée dans les fonds de vallées et moyenne à faible sur les plateaux.

MESO BERWE053	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- La piézométrie a été interpolée à partir des données ponctuelles de piézométrie et des sources et en considérant les cours d'eau comme drainants	<u>Degré de connaissance</u> 3
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 9 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE053

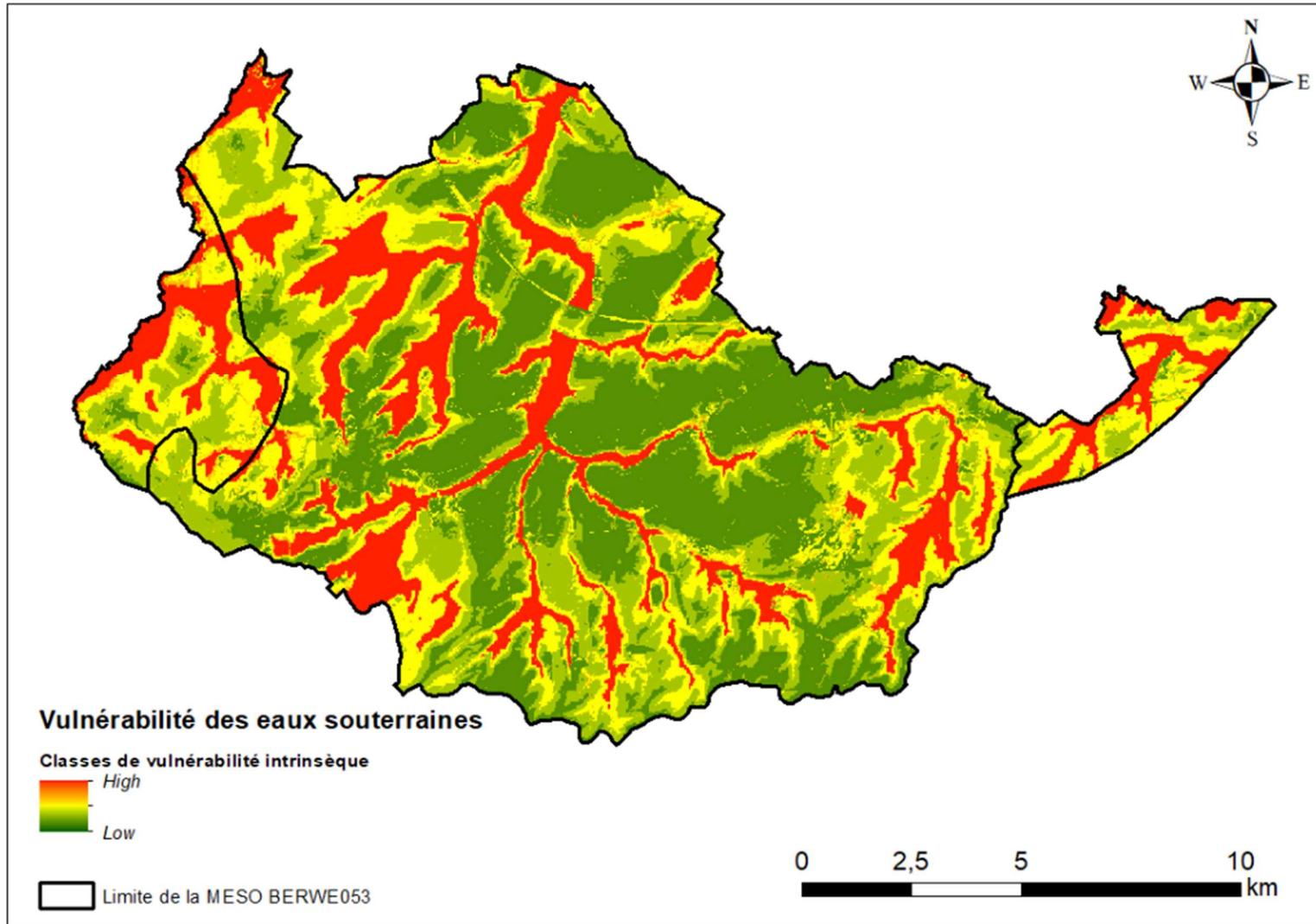


Figure 9 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE053

3.9. Masse d'eau souterraine BERWE061 : Sables du Thanétien des Flandres

La masse d'eau souterraine BERWE061 « Sables du Thanétien des Flandres », est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle de l'aquifère des sables du Paléocène. La masse d'eau BERWE061 surmonte à l'ouest la masse d'eau BERWE060 « Calcaires du Tournaisis » et la masse d'eau BERWE160 « Socle du Brabant »

L'aquifère des sables du Thanétien est majoritairement recouvert par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène. Il y a localement des sables de l'Eocène qui affleurent, des limons sont cartographiés dans la zone de Comines-Warneton et l'aquifère alluvial de l'Escaut occupe une superficie très importante. A l'ouest de la masse d'eau, les sables du Thanétien sont séparés des calcaires du Tournaisis par les marnes turoniennes mais à l'est ce n'est pas le cas et les sables et les calcaires ont été considérés comme un aquifère continu. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE061 sont présentées dans la Table 10.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 10. La vulnérabilité de cette masse d'eau est globalement très faible parce que l'aquifère des sables du Thanétien est protégé par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène. Les zones très vulnérables concernent l'aquifère alluvial. Il y également des zones avec une vulnérabilité moyenne, il s'agit des nappes de l'aquifère de l'Eocène mais aussi une zone au sud-est, où l'aquifère des sables du Thanétien n'est pas recouvert par des argiles.

MESO BERWE013	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	Pour distinguer la partie est et la partie ouest, la localisation des marnes turoniennes a été faite sur base des données du projet Scaldwin (Rorive et Bastien, 2012) ¹¹	<u>Degré de connaissance</u>
	- Pour la partie ouest où les sables et les calcaires sont séparés par des marnes turoniennes, la piézométrie a été estimée à partir de niveaux piézométriques ponctuels et de niveaux de sources	3
	- Pour la partie ouest où les sables et les calcaires sont continus, La piézométrie a été estimée par les isopièzes de la carte hydrogéologique et il y a également des isohypses (Rorive et Bastien, 2012) qui permettent de connaître l'épaisseur des dépôts qui recouvrent l'aquifère calcaire	5
	- Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est fixée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

¹¹ Rorive A. & Bastien J. 2012. *Aquifère transfrontalier des calcaires carbonifère du district hydrographique international de l'Escaut*. Projet Interreg IVB-NWE « ScaldWIN », Convention UMon et RW.

	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol (sauf dans les zones où il y a la 2ème couche sol où l'épaisseur est connue grâce aux données des isohypses du sommet du calcaire (Rorive et Bastien, 2012) - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> dont la lithologie est uniquement calcaire, cette couche n'est pas présente sur toute la zone mais uniquement quand le toit de la nappe, se trouve dans les calcaires et ceux-ci sont recouverts par une autre unité géologique. L'épaisseur est égale au niveau du toit des calcaires – niveau du toit de la ZNS
Zones d'infiltrations préférentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 10 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE061

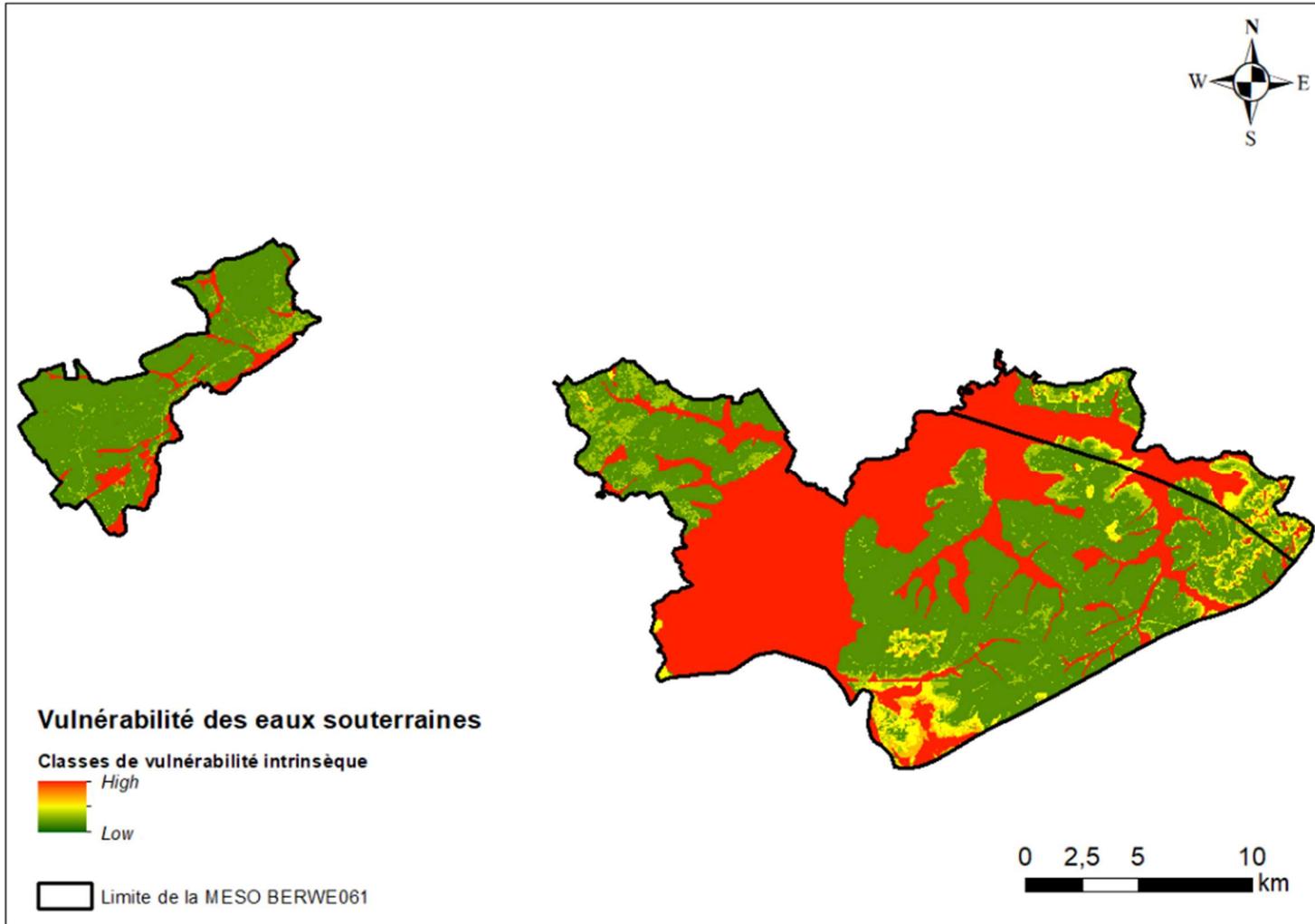


Figure 10 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE061

3.10. Masse d'eau souterraine BERWE160 : Socle du Brabant

La masse d'eau souterraine BERWE160 « Socle du Brabant », est localisée dans le nord-ouest de la Wallonie. Cette masse d'eau est recouverte partiellement par d'autres masses d'eau, les « Sables du Thanétien des Flandres » (BERWE061) à l'ouest, les « Sables du Bruxellien » (BERWE051) les « Sables du Landénien (Est) » (BERWE053) et les « Sables et les Craies du bassin de la Meuse » (BERWM041).

Là où la masse d'eau n'est pas recouverte par d'autres masses d'eau, le Socle est généralement le premier aquifère rencontré. Il est protégé par l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène sauf dans les fonds de vallées où il affleure. Au-dessus de l'aquiclude-aquitard des argiles de l'Eocène, il y a localement l'aquifère de l'Eocène. Quand c'est le cas, il est considéré comme le premier aquifère rencontré. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWE160 sont présentées dans la Table 11.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 11. La vulnérabilité de cette masse d'eau est globalement assez contrastée : élevée dans les fonds de vallées et faible sur les plateaux où l'aquifère est protégé par une unité peu perméable. Les zones de transition ont une vulnérabilité modérée et c'est également le cas des nappes dans l'aquifère de l'Eocène.

MESO BERWE160	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	Il n'y a pas d'isopièzes tracées sur la zone d'étude mais il y a tout même un certain nombre de données piézométriques ponctuelles	<u>Degré de connaissance</u>
	- La piézométrie a été interpolée sur base des niveaux piézométriques ponctuels du Socle de la carte hydrogéologique, des niveaux de l'aquifère du Paléocène et de quelques données piézométriques du Socle en Flandre (DOV)	3
	- Les données de l'aquifère du Paléocène ont été considérées parce que l'aquifère du Socle (aquifère d'altération) et l'aquifère du Paléocène semblent être continus	3
	- La carte obtenue est une carte piézométrique simplifiée	
	- Pour les sables Eocène, la piézométrie a été extrapolée à partir des niveaux de sources	3
	- Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> dont la lithologie est basée sur la carte hydrogéologique - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> qui n'est pas présente sur toute la zone mais uniquement quand le toit de l'aquifère se trouve dans le Socle et que ceux-ci sont recouverts par une autre unité géologique. - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée. 	

Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltrations préférentielles
---------------------------------------	--

Table 11 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWE160

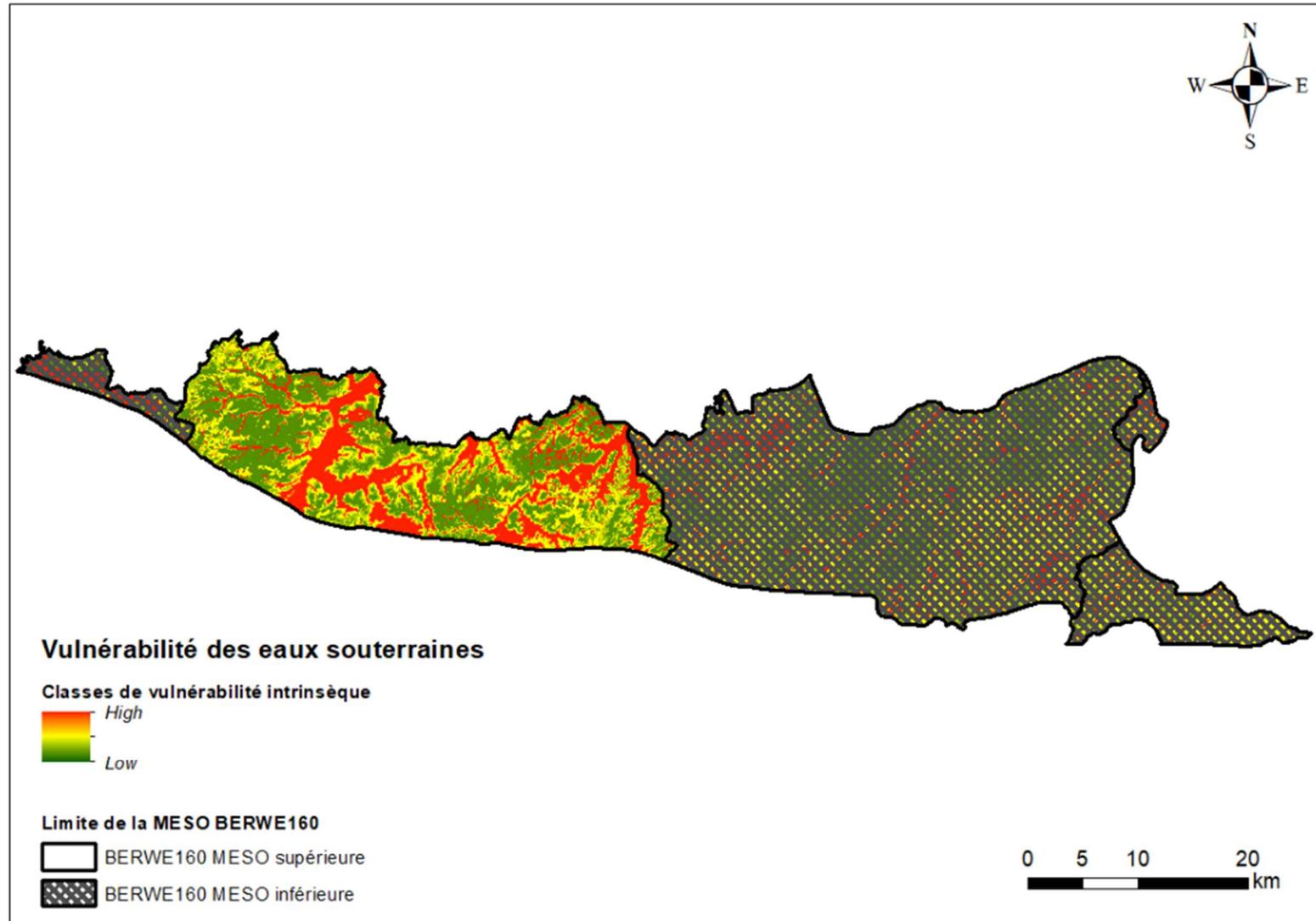


Figure 11 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWE160

3.11. Masse d'eau souterraine BERWM011 : Calcaires du bassin de la Meuse bord nord

La masse d'eau BERWM011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord nord » est située au niveau et au nord du Sillon Sambre et Meuse. Cette masse d'eau est partiellement recouverte par d'autres masses d'eau : les masses d'eau BERWM015 et BERWM016 « Schistes houillers (masse d'eau virtuelle) » et la masse d'eau BERWE051 « Sables du Bruxellien ».

La nappe principale est celle de l'aquifère dévono-carbonifère mais il y a également d'autres unités du Socle paléozoïque. Ces unités paléozoïques sont localement recouvertes par des dépôts du Cénozoïque, principalement au nord et à l'ouest de la masse d'eau. Les principales hypothèses posées pour la masse d'eau souterraine BERWM011 sont présentées dans le Table 12. La piézométrie est principalement basée sur les résultats de la modélisation du projet Synclin'EAU (Orban *et al.*, 2010)¹². Cependant, la modélisation a été réalisée pour les unités du Paléozoïque qui ne sont pas forcément les premiers aquifères rencontrés dans la masse d'eau BERWM011. Il y a certaines zones où les calcaires sont captifs sous des dépôts Cénozoïque.

La carte de vulnérabilité est illustrée à la Figure 12. La carte est assez contrastée et fort influencée par l'épaisseur de la zone non saturée. La vulnérabilité est plus importante dans les dépôts du Cénozoïque et dans les unités aquicludes et aquitards du Socle paléozoïque. Dans les calcaires, la vulnérabilité est très variable, en fonction de l'épaisseur de la zone non saturée et de la présence de phénomènes karstiques.

MESO BERWM011	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Piézométrie estimée principalement sur base de la modélisation réalisée dans le cadre du projet Synclin'EAU (Orban <i>et al.</i>, 2010) - A l'exception : <ul style="list-style-type: none"> o des unités aquicludes, aquitards où la zone non saturée a été fixée sur base de la médiane des valeurs o de l'ouest de la zone, où les calcaires sont captifs sous une couche d'argile surmontés de sables de l'Eocène. Dans cette zone, la piézométrie a été interpolée à partir des isopièzes des sables de l'Eocène de la carte hydrogéologique. o Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est fixée 	<p style="text-align: center;"><u>Degré de connaissance</u></p> <p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: center;">1 et 2</p> <p style="text-align: center;">5</p> <p style="text-align: center;">1</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	

¹² Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

<p>Nombre de couches sol/ sous-sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée.
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 12 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM011

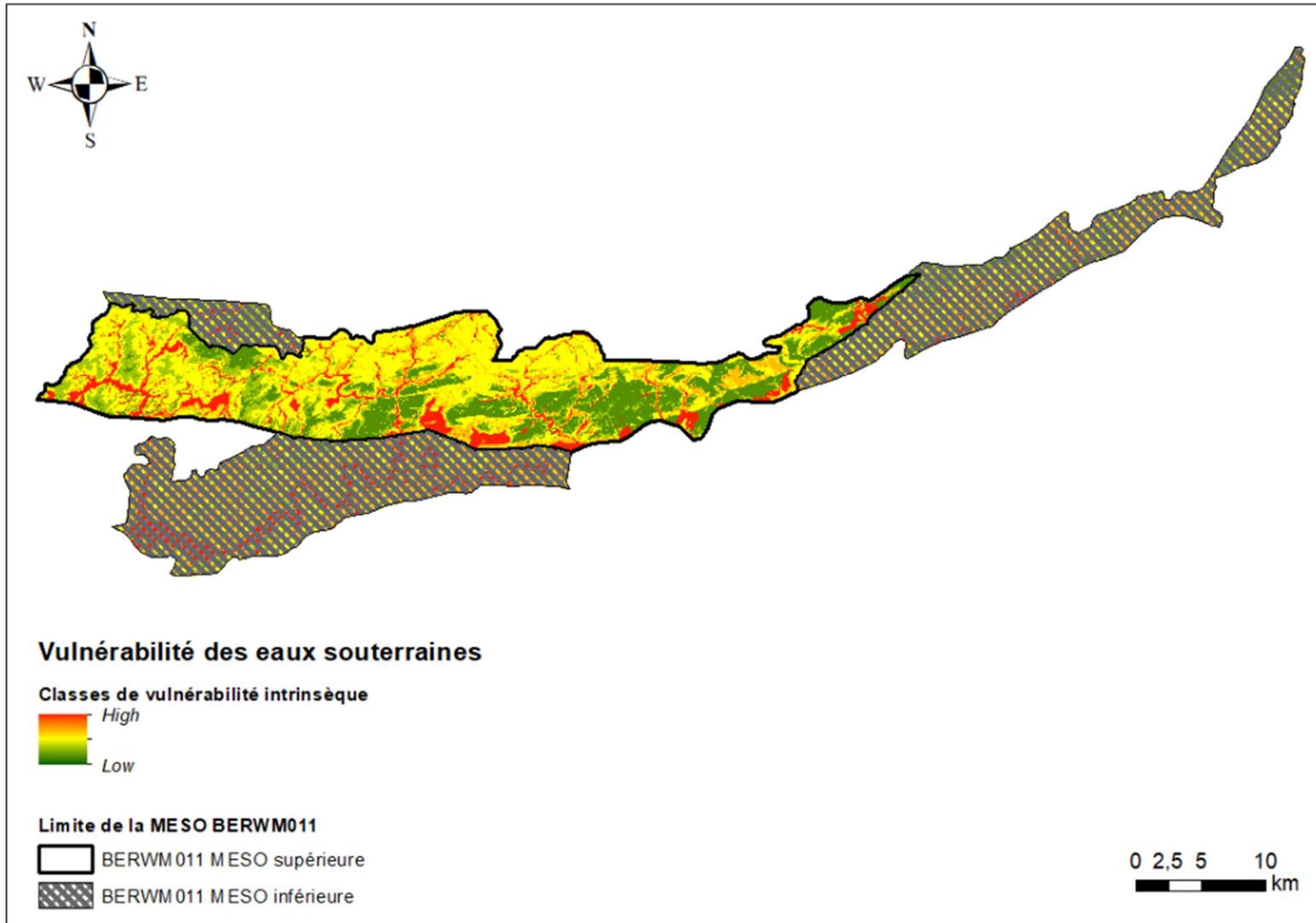


Figure 12 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM011

3.12. Masse d'eau souterraine BERWM012 : Calcaires du bassin de la Meuse bord sud

La masse d'eau BERWM012 « Calcaires du bassin de la Meuse bord sud » est située au centre de la Wallonie. Les principaux aquifères sont les calcaires du Carbonifère et du Frasnien/Givetien. Il y également d'autres unités plutôt aquicludes-aquitards du Houiller, du Dévonien et du Socle Cambro-Silurien. La masse d'eau BERWM012 est localement recouverte par la masse d'eau BERWM015 « Schistes houillers (masse d'eau « virtuelle »).

La Table 13 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir la carte de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM012. Cette masse d'eau est relativement bien connue notamment grâce à la modélisation du projet Synclin'EAU (Orban *et al.*, 2010)¹³.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée à la Figure 14. Les zones apparaissant en vert sur la carte correspondent à des contextes de nappe relativement profonde, ce qui est principalement le cas pour les unités calcaires. A contrario, les unités aquicludes et aquitards où la nappe est plus superficielle apparaissent en rouge car les temps de transfert escomptés sont a priori relativement courts. Toutefois, la vulnérabilité attribuée aux formations calcaires semble un peu sous-estimée par rapport à ce qu'on serait en droit d'attendre dans ce contexte aquifère. Il y a néanmoins déjà de forts contrastes de vulnérabilité dans les unités calcaires, notamment dans les zones où il y a des phénomènes karstiques. Ceux-ci ne sont pas visibles à l'échelle de la masse d'eau, mais en zoomant, il est possible de constater que les zones karstiques sont très vulnérables (Figure 13). De plus, grâce à l'influence de la dangerosité latérale, l'aire d'influence des phénomènes karstiques sur la carte de vulnérabilité est d'autant plus grande s'il y a beaucoup de ruissellement à l'amont.

La zone où la masse d'eau BERWM012 est recouverte par la masse d'eau BERWM015 « Schistes houillers (masse d'eau virtuelle), c'est la masse d'eau supérieure qui a été cartographié. C'est pourquoi ces zones sont hachurées sur la Figure 14

MESO M012	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Piézométrie estimée principalement sur base de la modélisation réalisée dans le cadre du projet Synclin'EAU (Orban et al, 2010)	Degré de connaissance 4
	- A l'exception :	
	o des valeurs d'épaisseur de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques	1 et 2
	o des aquifères alluviaux où une piézométrie supposée sub-affleurante	1

¹³ Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 04/04/2018.
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol (sauf dans les zones où il y a la 2ème couche sol) - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> là où des poches d'argiles sont présente au-dessous de l'aquifère calcaire ; l'épaisseur des poches d'argiles a été fixée à 3m pour avoir une valeur minimale et ne pas surestimer la protection de l'aquifère calcaire - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée..
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 13 : Résumé des hypothèses posées et des données disponibles pour la masse d'eau BERWM012

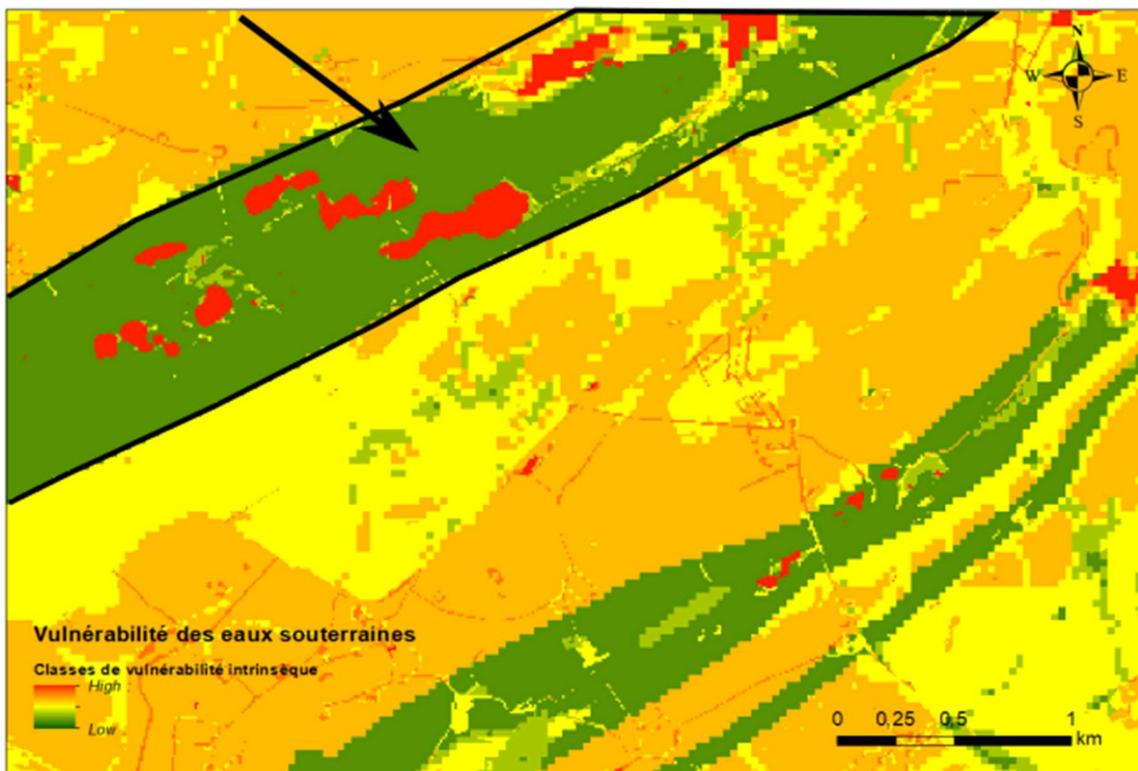


Figure 13 : Mise en évidence de la vulnérabilité contrasté dans une bande de calcaire dans la région d'Andenne liée à la présence de phénomènes karstiques et à des zones où l'épaisseur de la zone non saturée est moins importante.

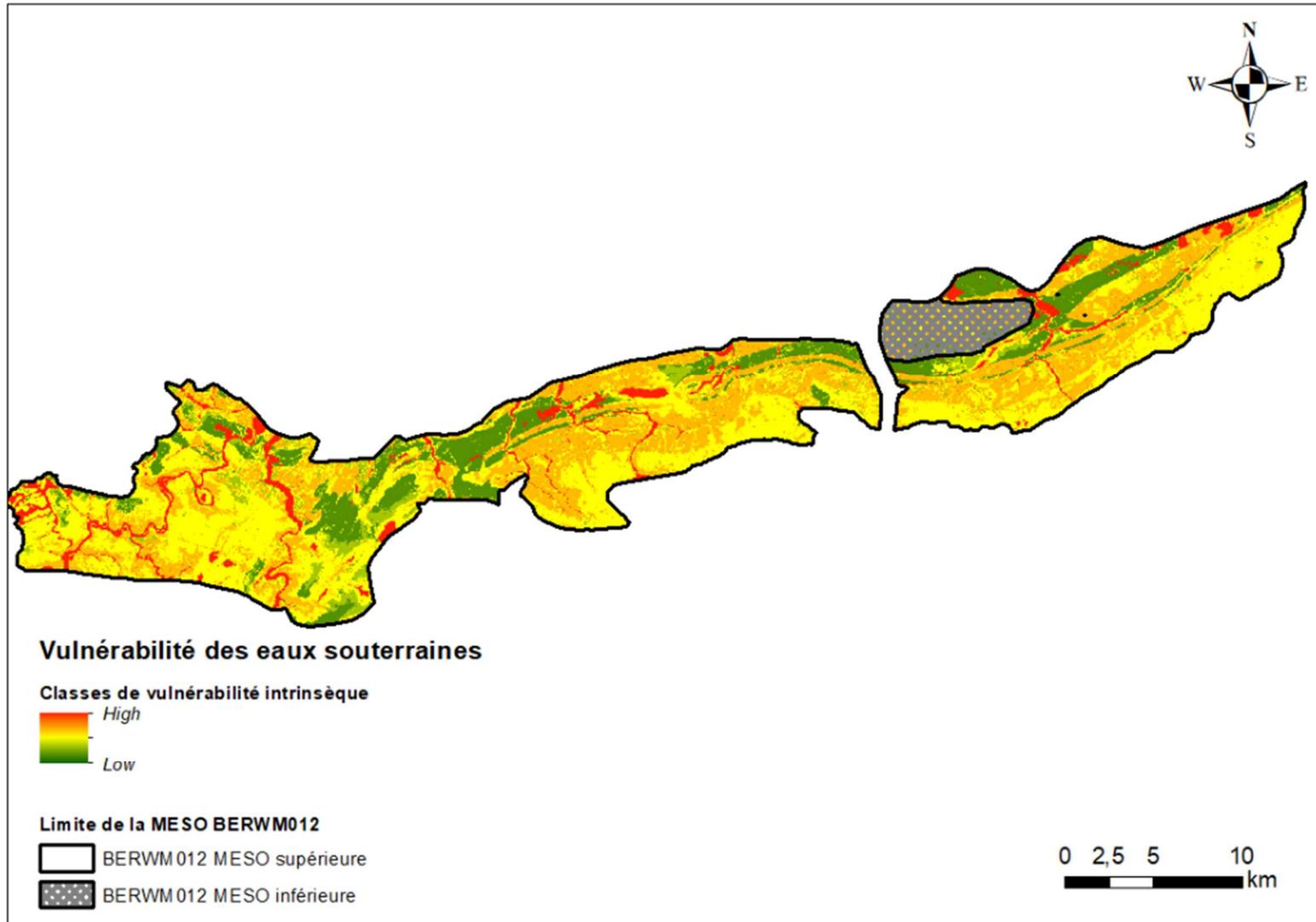


Figure 14 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM012

3.13. Masse d'eau souterraine BERWM015 : Schistes houillers (masse d'eau virtuelle)

La masse d'eau souterraine BERWM015 « Schistes houillers (masse d'eau virtuelle) », est localisée au niveau de la Sambre entre Charleroi et Namur. Cette masse d'eau recouvre les masses d'eau BERWM011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord nord » et BERWM012 « Calcaires du bassin de la Meuse bord sud ». Cette masse d'eau est composée principalement de l'aquiclude à niveau aquifère du Houiller mais qui est localement recouvert par l'aquifère de l'Eocène. Il y a aussi l'aquifère alluvial, et localement l'aquifère des calcaires du Carbonifère. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWM015 sont présentées dans la Table 14.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 15. La vulnérabilité de cette masse d'eau est globalement élevée parce que le Houiller a une piézométrie sub-affleurante.

MESO BERWM015	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Pour l'aquifère du Houiller, l'épaisseur de zone non saturée a été fixée sur base d'une valeur médiane sub-affleurante (3m)	Degré de connaissance 2
	- Pour les calcaires, l'épaisseur de zone non saturée a été interpolée sur base des niveaux de résurgences, et de la modélisation du projet Synclin'EAU (Orban <i>et al.</i> , 2010) ¹⁴ (en bordure de la zone)	5
	- Pour les sables, la piézométrie a été interpolée d'après les niveaux de sources	3
	- Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est fixée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée. 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 14 : Résumé des hypothèses posées et des données disponibles pour la masse d'eau BERWM015

¹⁴ Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

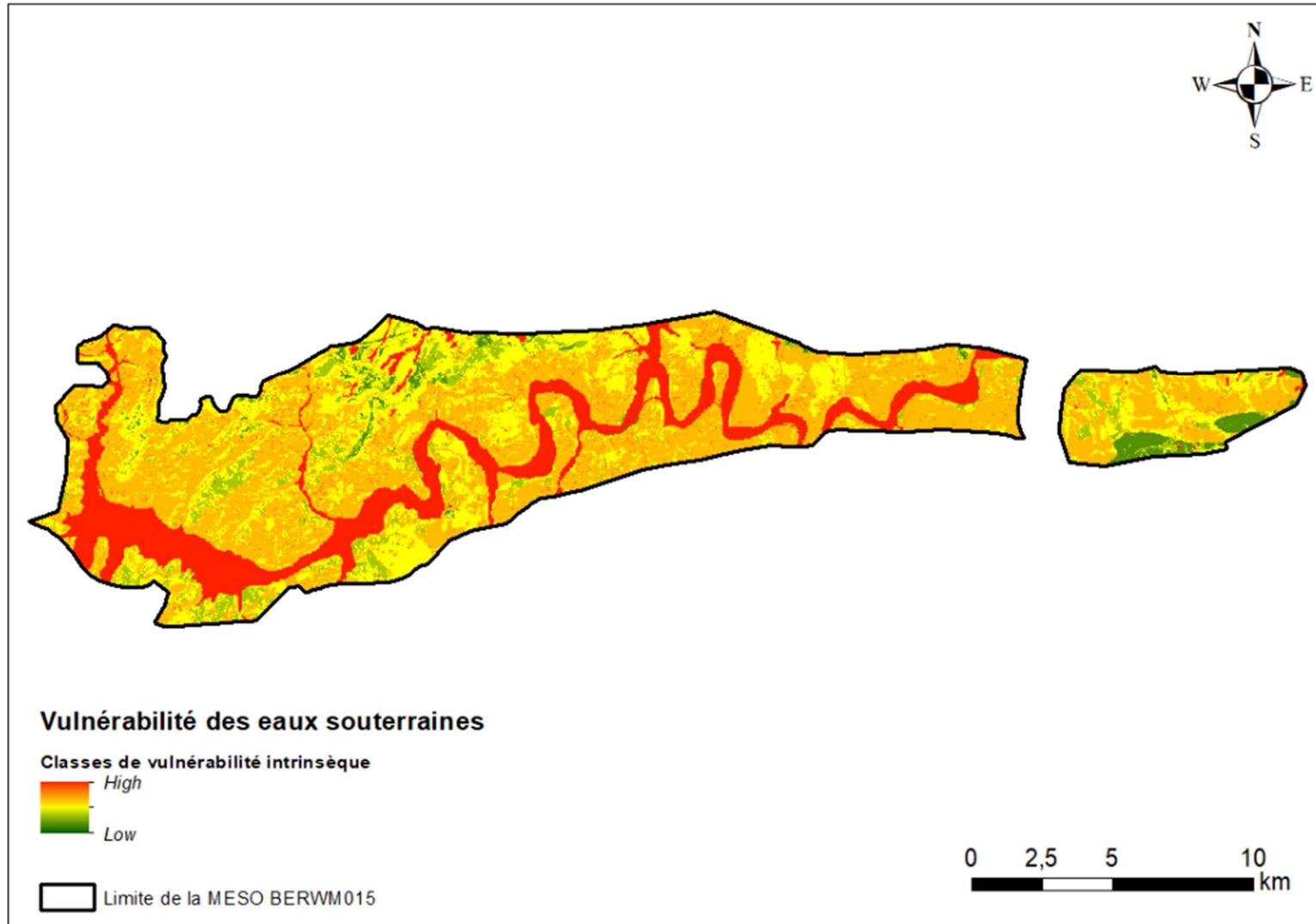


Figure 15 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM015

3.14. Masse d'eau souterraine BERWM016 : Schistes houillers (masse d'eau virtuelle)

La masse d'eau souterraine BERWM016 « Schistes houillers (masse d'eau virtuelle) », est localisée à l'est de la Wallonie, dans le centre de la Wallonie, le long de la Meuse entre Andenne et Visée Cette masse d'eau recouvre partiellement la masse d'eau BERWM011 « Calcaires du bassin de la Meuse bord nord » Cette masse d'eau est composée principalement de l'aquiclude à niveau aquifère du Houiller et d'unités du Dévonien. Il y a aussi localement des calcaires carbonifères, des sables et des craies. Les principales hypothèses prises pour la masse d'eau BERWM015 sont présentées dans la Table 15

La carte de vulnérabilité intrinsèque est illustrée à la Figure 15. La vulnérabilité de cette masse d'eau est globalement élevée. Parce que le Houiller et les unités du Dévonien sont généralement peu perméables avec une piézométrie sub-affleurante. Pour les unités plus perméables, la vulnérabilité est plus contrastée, de très vulnérable à peu vulnérable.

MESO BERWM016	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Pour l'aquifère du Houiller, l'épaisseur de zone non saturée a été fixée sur base d'une valeur médiane sub-affleurante (3m)	Degré de connaissance 2
	- Pour les autres unités aquicludes et aquitards du Paléozoïque, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de valeurs médianes	1 et 2
	- Pour les calcaires, l'épaisseur de zone non saturée a été interpolée sur base des niveaux de piézométrie ponctuels et en prenant la Meuse comme niveau de base	3
	- Pour les sables, la piézométrie a été interpolée d'après les niveaux de sources	3
	- Pour les aquifères alluviaux une piézométrie sub-affleurante est fixée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée. 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 15 : Résumé des hypothèses posées et des données disponibles pour la masse d'eau BERWM016

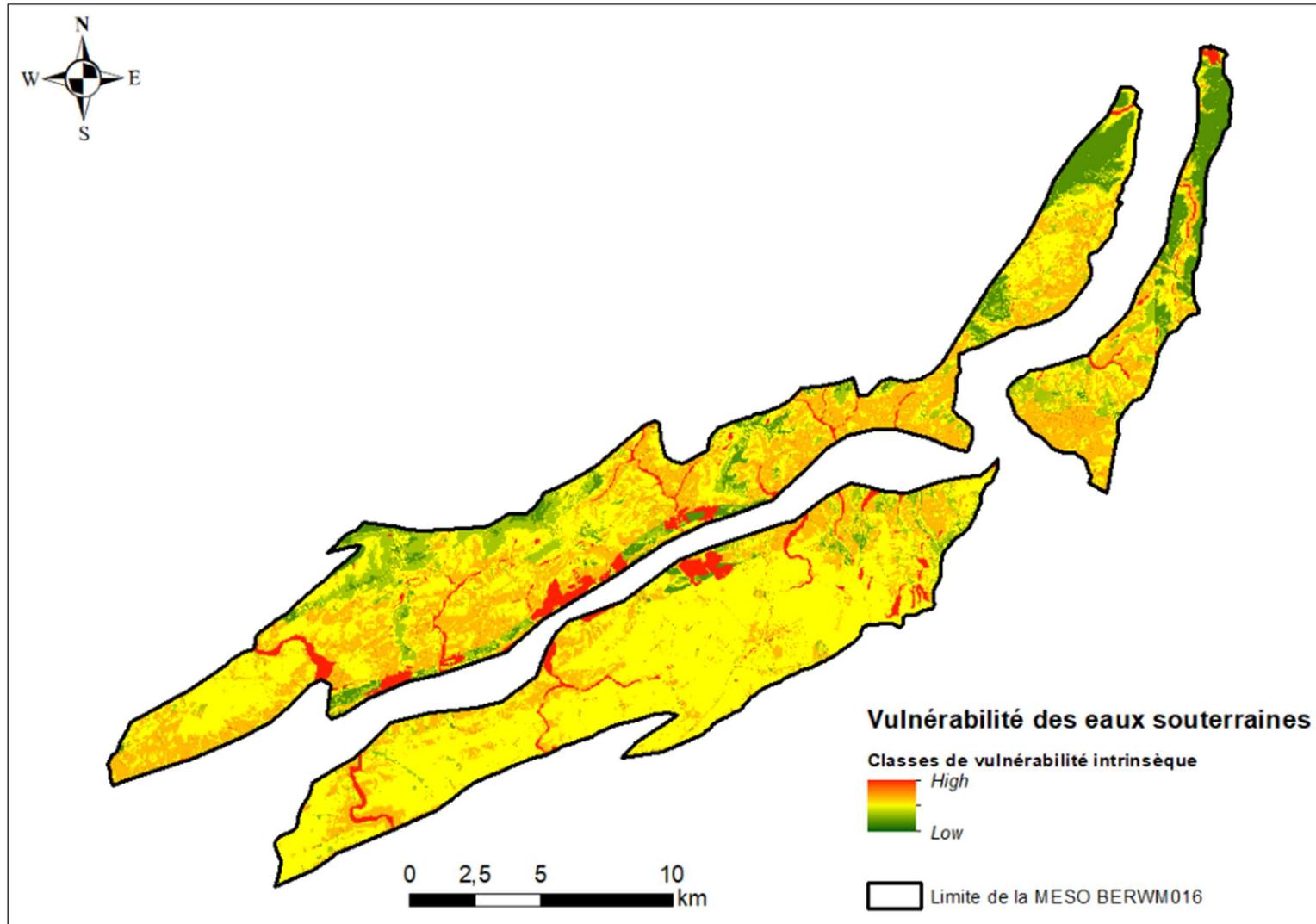


Figure 16 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM016

3.15. Masse d'eau souterraine BERWM021 : Calcaires et grès du Condroz

La masse d'eau BERWM021 « Calcaires et grès du Condroz » est située au centre de la Wallonie. Les principaux aquifères de cette masse d'eau sont les calcaires du Carbonifères et les grès du Famennien.

La Table 16 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir la carte de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM021. Cette masse d'eau est relativement bien connue notamment grâce aux études hydrogéologique et à la modélisation du projet Synclin'EAU (Orban *et al.*, 2010)¹⁵.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 18. Les résultats sont assez contrastés. Les zones apparaissant en vert sur la carte correspondent à des contextes de nappe relativement profonde, ce qui est principalement le cas pour les unités calcaires. A contrario, les unités aquicludes et aquitards où la nappe est plus superficielle apparaissent en rouge car les temps de transfert escomptés sont relativement courts. Toutefois, la vulnérabilité attribuée aux formations calcaires semble un peu sous-estimée par rapport à ce qu'on serait en droit d'attendre dans ce contexte aquifère. Il y a néanmoins déjà de forts contrastes de vulnérabilité dans les unités calcaires, notamment dans les zones où il y a des phénomènes karstiques. Ceux-ci ne sont pas visibles à l'échelle de la masse d'eau, mais en zoomant, il est possible de constater que les zones karstiques sont très vulnérables (Figure 17). De plus, grâce à l'influence de la dangerosité latérale, l'aire d'influence des phénomènes karstiques sur la carte de vulnérabilité est d'autant plus grande s'il y a beaucoup de ruissellement à l'amont.

MESO BERWM021	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Piézométrie estimée principalement sur base de la modélisation réalisée dans le cadre du projet Synclin'EAU (Orban et al, 2010)	<u>Degré de connaissance</u> 4
	- A l'exception : o de la zone du Synclinal de Morialmé où des isopièzes sont tracées dans la carte hydrogéologique et où la modélisation ne correspond pas aux isopièzes	5
	o des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques	1 et 2
	o des aquifères alluviaux où une piézométrie sub-affleurante est fixée	1

¹⁵ Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 04/04/2018. La carte 54/1-2 n'avait pas encore été fournie au moment du travail sur cette zone d'étude. La carte géologique utilisée était la carte qui avait été fournie pour le projet Synclin'EAU (Brouyère <i>et al</i> , 2009) ¹⁶ .
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol (sauf dans les zones où il y a la 2ème couche sol) - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> là où des poches d'argiles sont présente au-dessous de l'aquifère calcaire ; l'épaisseur des poches d'argiles a été fixée à 3m pour avoir une valeur minimale et ne pas surestimer la protection de l'aquifère calcaire - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée.
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 16 : Résumé des hypothèses posées et des données disponibles pour la masse d'eau BERWM012

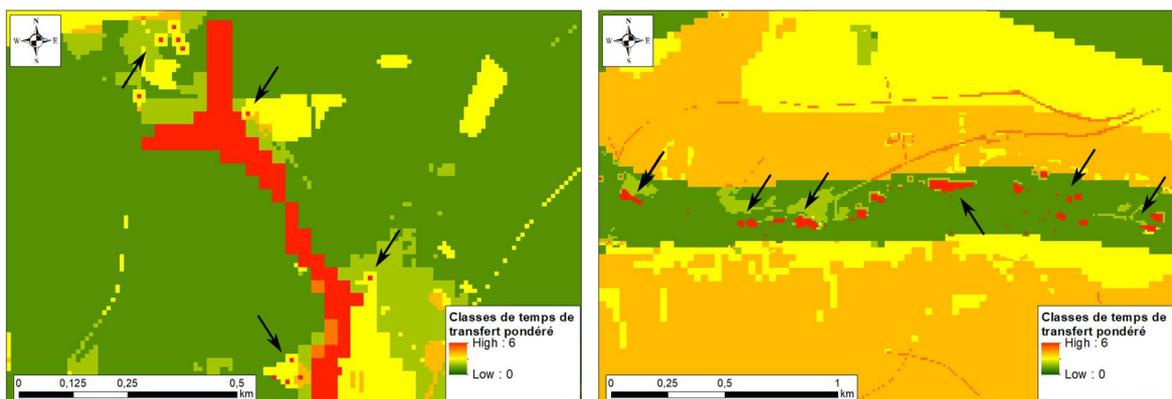


Figure 17 : Mise en évidence des phénomènes karstiques dans les cartes de vulnérabilité dans la région de Mont-Godinne

¹⁶ Brouyère S., Gesels J., Goderniaux P., Jamin P., Robert T., Thomas L., Dassargues A., Bastien J., Van Wittenberge F., Rorive A., Dossin F., Lacourt J.-L., Le Madec D., Nogarède P., Hallet V. 2009. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne (Projet Synclin'EAU) : livrable D.2.22 Rapport de caractérisation de masse d'eau souterraine - partie RWM012 et partie RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

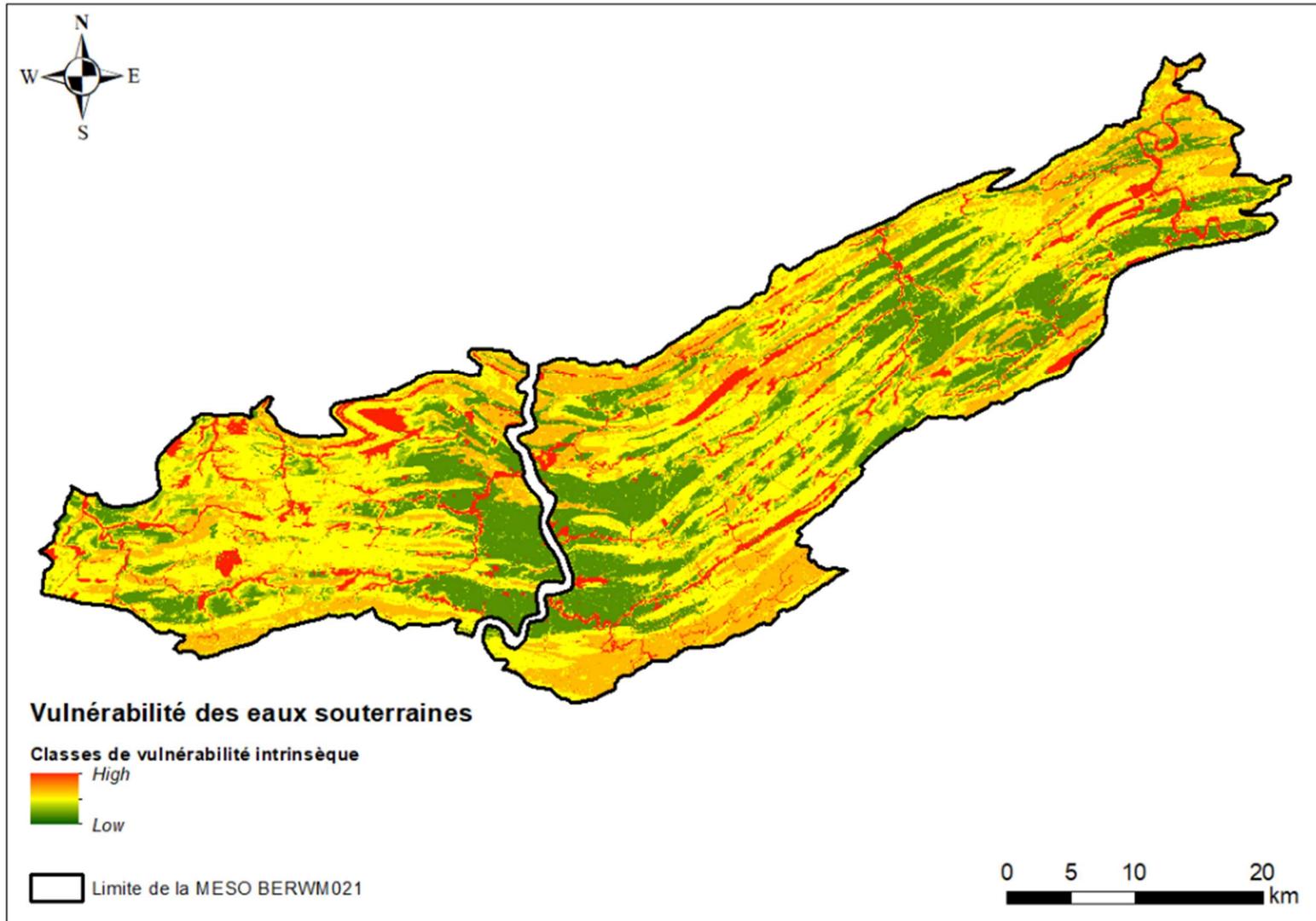


Figure 18 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM021

3.16. Masse d'eau souterraine BERWM022 : Calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre

La masse d'eau BERWM022 « Calcaires et grès dévoniens du bassin de la Sambre » est située dans le centre, à l'ouest de la Wallonie. La nappe principale est celle des calcaires givetiens et frasniens mais il y a également d'autres unités du Dévonien mais plutôt à caractères aquicludes et aquitards.

La Table 17 reprend les principales hypothèses qui ont été prises pour cette masse d'eau souterraine. Il y a assez peu de données piézométriques donc beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises pour établir les cartes de vulnérabilité.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 19. La masse d'eau est globalement assez vulnérable parce que ce sont majoritairement des unités peu perméables et avec une nappe proche de la surface. Là où affleurent les calcaires, la vulnérabilité est plus variée allant de très élevée à très faible en fonction de l'épaisseur de la zone non saturée et de la présence de karst ou non.

MESO BERWM022	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pas d'isopièzes pour cette masse d'eau, il n'est donc pas possible d'interpoler la piézométrie pour l'ensemble de la zone. <u>Calcaires dévoniens :</u> <ul style="list-style-type: none"> o La piézométrie a été fixée aux niveaux des résurgences référencées dans l'Atlas du karst, aux niveaux de seuils hydrogéologiques et des quelques niveaux piézométriques disponibles. la carte piézométrique obtenue est relativement peu précise <u>Autres unités hydrogéologiques :</u> <ul style="list-style-type: none"> o Des valeurs d'épaisseur de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques o Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est fixée 	<u>Degré de connaissance</u> 3 1 et 2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée... 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 17 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM022

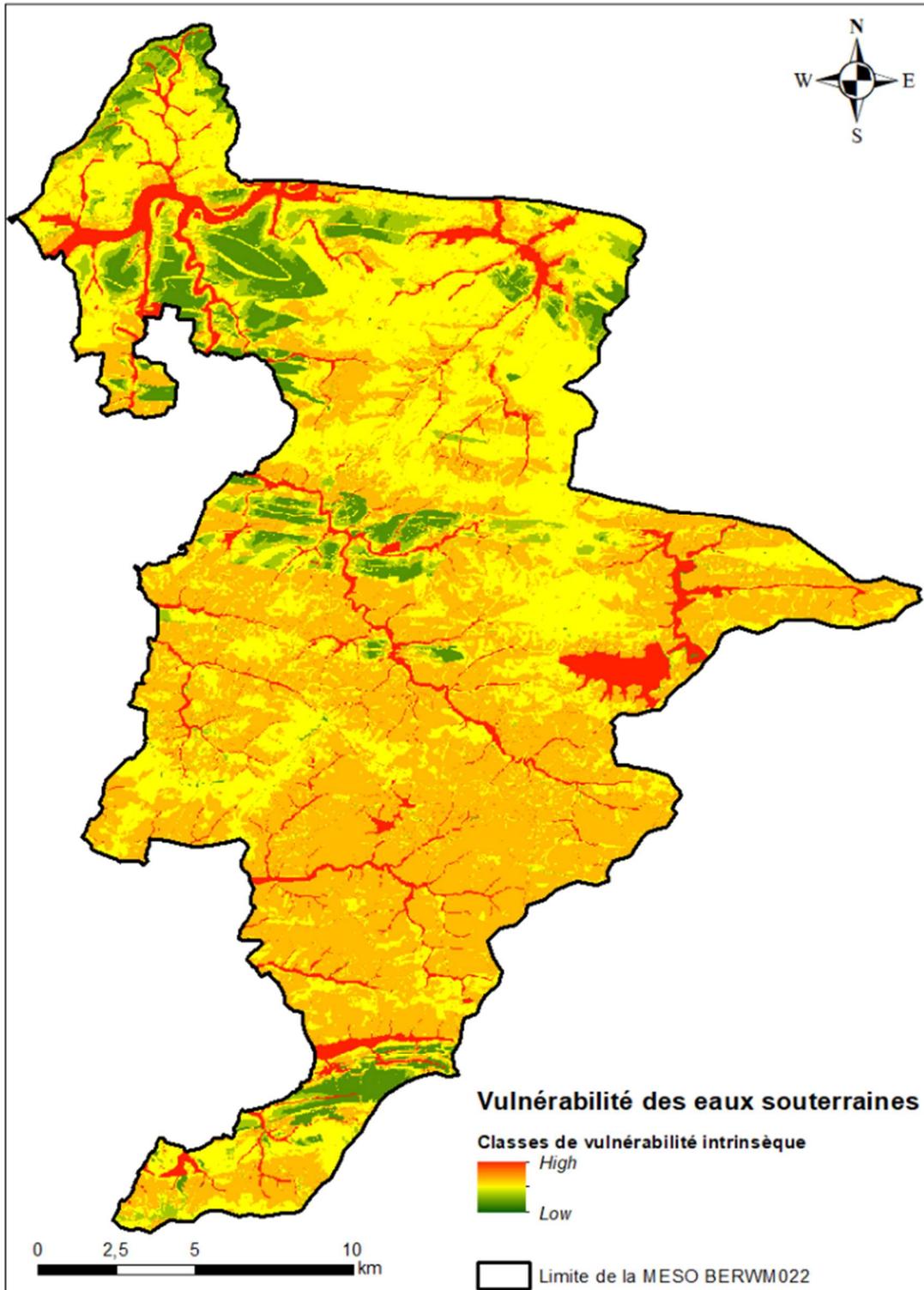


Figure 19 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM022

3.17. Masse d'eau souterraine BERWM023 : Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne

La masse d'eau BERWM023 « Calcaires et grès de la Calestienne et de la Famenne », est située dans le centre de la Wallonie. La nappe principale est celle des calcaires givetiens et frasniens mais il y a également d'autres unités du Dévonien mais plutôt à caractères aquicludes et aquitards.

La Table 18 reprend les principales hypothèses qui ont été prises pour cette masse d'eau souterraine. Il y a assez peu de données piézométriques donc beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises pour établir les cartes de vulnérabilité.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 20. La masse d'eau est globalement assez vulnérable parce que ce sont majoritairement des unités peu perméables et avec une nappe proche de la surface. Là où affleurent les calcaires, la vulnérabilité est plus variée allant de très élevée à très faible en fonction de l'épaisseur de la zone non saturée et de la présence de karst ou non.

MESO BERWM023	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- Il n'y a que 3 zones très locales ou des isopièzes ont été tracées ; il n'est donc pas possible d'interpoler la piézométrie pour l'ensemble de la zone.	<u>Degré de connaissance</u>
	<u>Calcaires dévoniens (Calestienne) :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ La piézométrie a été fixée aux niveaux des résurgences référencées dans l'Atlas du karst, au niveau de seuils hydrogéologiques et des quelques niveaux piézométriques disponibles ○ Une carte piézométrique de 2011 est tracée pour le plateau du Gerny (Bonniver <i>et al</i>, 2012)¹⁷ ○ A l'exception de la zone du Gerny la carte piézométrique obtenue est relativement peu précise 	3 5
	<u>Autres unités hydrogéologiques :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques ○ Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est supposée 	1 et 2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018 (la carte hydrogéologique 54/7_8 a été fournie malgré le fait qu'elle ne soit pas validée)	

¹⁷ Bonniver I., Meus Ph., Hallet V. (2012). Caractérisation hydrogéologique du plateau calcaire du Gerny entre Rochefort, Humain et Jemelle en vue du projet d'approfondissement de la carrière de la Boverie (Groupe Lhoist) sous le niveau actuel de la nappe d'eau souterraine –Etude de faisabilité. Pp 240

<p>Nombre de couches sol/ sous-sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée...
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 18 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM023

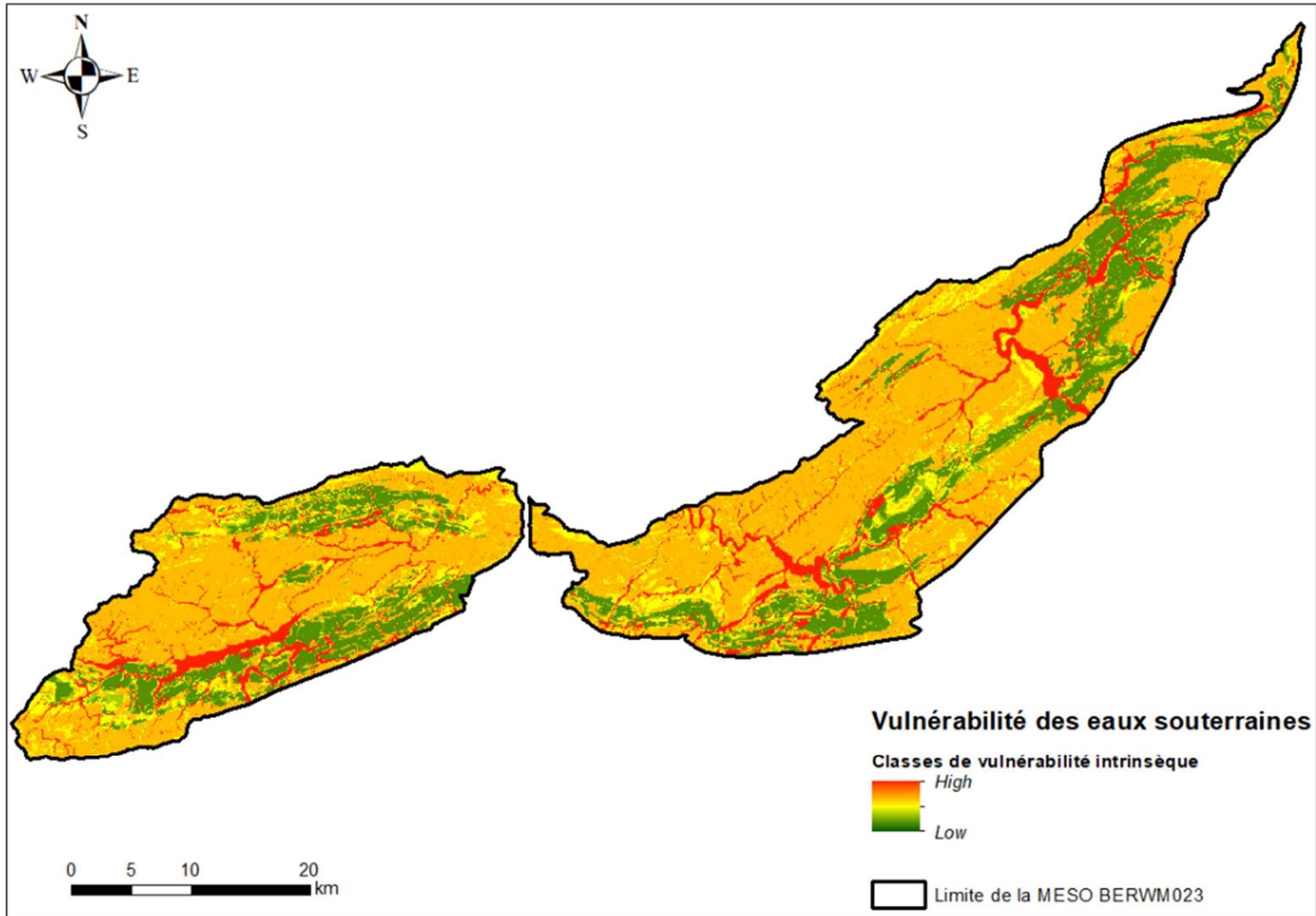


Figure 20 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM022

3.18. Masse d'eau souterraine BERWM040 : Crétacé du bassin du Geer

La masse d'eau BERWM040 « Crétacé du bassin du Geer » est située dans le nord-est de la Wallonie. L'aquifère principal est celui des craies du Crétacé, qui est recouvert localement de sables du Cénozoïque et aussi sur pratiquement toute la masse d'eau, d'une épaisse couverture de limon. Il a également d'autres unités plutôt aquicludes qui affleurent en bordure sud-est de la masse d'eau.

La Table 19 présente les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau RWM040. Cette masse est très bien étudiée donc très peu d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises pour la cartographie de la vulnérabilité.

La Figure 21 illustre la carte de vulnérabilité associée. La masse d'eau BERWM040 est globalement peu vulnérable car l'aquifère des craies est protégé par une épaisse couche de limon. Les temps de transferts sont donc très élevés. Au premier abord, constater que la vulnérabilité intrinsèque est peu élevée dans cette masse d'eau peut paraître étrange, parce qu'elle présente de fortes concentrations en nitrate et pesticides, mais cette pollution est liée à un épandage intensif qui a lieu depuis plusieurs décennies. Une pollution ponctuelle actuelle mettrait plusieurs années à atteindre éventuellement la nappe.

Il y a néanmoins quelques zones vulnérables que la carte met en évidence. Il y a l'aquifère alluvial du Geer et les zones de carrières à l'aval de bassin mais il y a aussi des zones de contact entre les craies et des unités aquicludes en bordure de la masse d'eau et une zone où la piézométrie est sub-affleurante à l'amont de la Yerne, à Verlaine.

Une deuxième carte de la vulnérabilité intrinsèque des temps de transfert est représentée à la Figure 22. C'est la même carte mais en utilisant une symbologie différente. Le temps de transfert est classé avec des percentiles de 10, ce qui permet d'évaluer la vulnérabilité à l'échelle de la masse d'eau sans la comparer aux autres. A l'échelle de la Wallonie, la masse d'eau BERWM040 est peu vulnérable en termes de temps de transfert mais la représentation par percentile permet de mettre en évidence les différences de vulnérabilité au sein de cette masse d'eau. L'amont du bassin et la bordure sud du bassin ressortent comme les zones les plus vulnérables. La partie aval du bassin est la zone la moins vulnérable à l'exception des fonds de vallées. Dans le centre du bassin, les vallées secondaires ressortent comme des zones avec une vulnérabilité moyenne.

Dans le cadre du projet APSU-GIS, des essais de cartographie de la vulnérabilité spécifique ont été réalisés à l'échelle du bassin du Geer qui ne correspond pas tout à fait à l'extension de la masse d'eau BERWM040. Pour la vulnérabilité spécifique, le critère le plus intéressant est celui de la restitution massique qui représente la quantité de polluant qui va atteindre la nappe. 5 cartes de restitution massique sont présentées aux Figures 23 à 27. Les polluants considérés sont : un polluant conservatif (ne subissant ni sorption, ni dégradation), par exemple le nitrate quand il ne subit pas le processus de dénitrification, le trichloréthylène, l'atrazine, le glyphosate et la fraction EC10_EC12 des huiles minérales. Pour un polluant conservatif comme le nitrate, la carte de vulnérabilité de restitution massique est très rouge. Si le nitrate ne subit pas de dénitrification, même s'il peut mettre plusieurs dizaines d'années avant d'atteindre la nappe, il va finir par l'atteindre en quantité importante. Pour le trichloréthylène, les quantités qui atteindront la nappe seront moindres mais tout de même importantes. Pour l'atrazine, les quantités qui atteindront la nappe seront très faibles mais ce genre de substances peut être problématiques même en faible quantité. Pour le glyphosate et les fractions d'huile minérale, le temps de transfert étant très élevé

et le taux de restitution massique tellement faible, il peut être considéré que ces polluants n'atteindront jamais la nappe.

En conclusion, la masse d'eau des craies de Hesbaye est très peu vulnérable en termes de temps de transfert, les polluants devant mettre plusieurs dizaines d'années avant d'atteindre la nappe mais en termes de restitution massique, certains polluants peuvent poser un problème comme le nitrate, le trichloréthylène (solvant chloré) et l'atrazine. Cependant, cette masse d'eau est peu vulnérables pour des polluants comme les huiles minérales et le glyphosate qui se dégradent ou subissent des processus de sorption.

MESO BERWM040	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - La piézométrie a été estimée à partir des isopièzes de 2008 de la carte hydrogéologique - Les données concernent principalement le bassin du Geer, pour le reste de la zone, l'estimation de la piézométrie est moins précise - Pour les unités plutôt aquicludes (comme le Houiller) qui affleurent en bordure de la masse d'eau, des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques - Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est considérée 	<u>Degré de connaissance</u> 5 2 et 1 1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond au limon et dont l'épaisseur est connue grâce aux données des isohypses du sommet de la craie qui ont été interpolées pour l'ensemble du bassin du Geer dans le projet PIRENE (Brouyère <i>et al</i>, 2004)¹⁸ - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> dont la lithologie est basée sur la carte hydrogéologique et l'épaisseur est égale à ZNS- (SOL + Limon) 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 19 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM040

¹⁸ Brouyère S., Corbeau H., Dachy M., Gardin N., Orban P. et Dassargues A (Hydrogéologie-Geo³-ArGenCo-ULg). 2004. PIRENE (Programme Intégré de Recherche Environnement Eau) - Partim eaux souterraines - Rapport final. Aquapôle. 103p (Projet subsidié par le SPW)

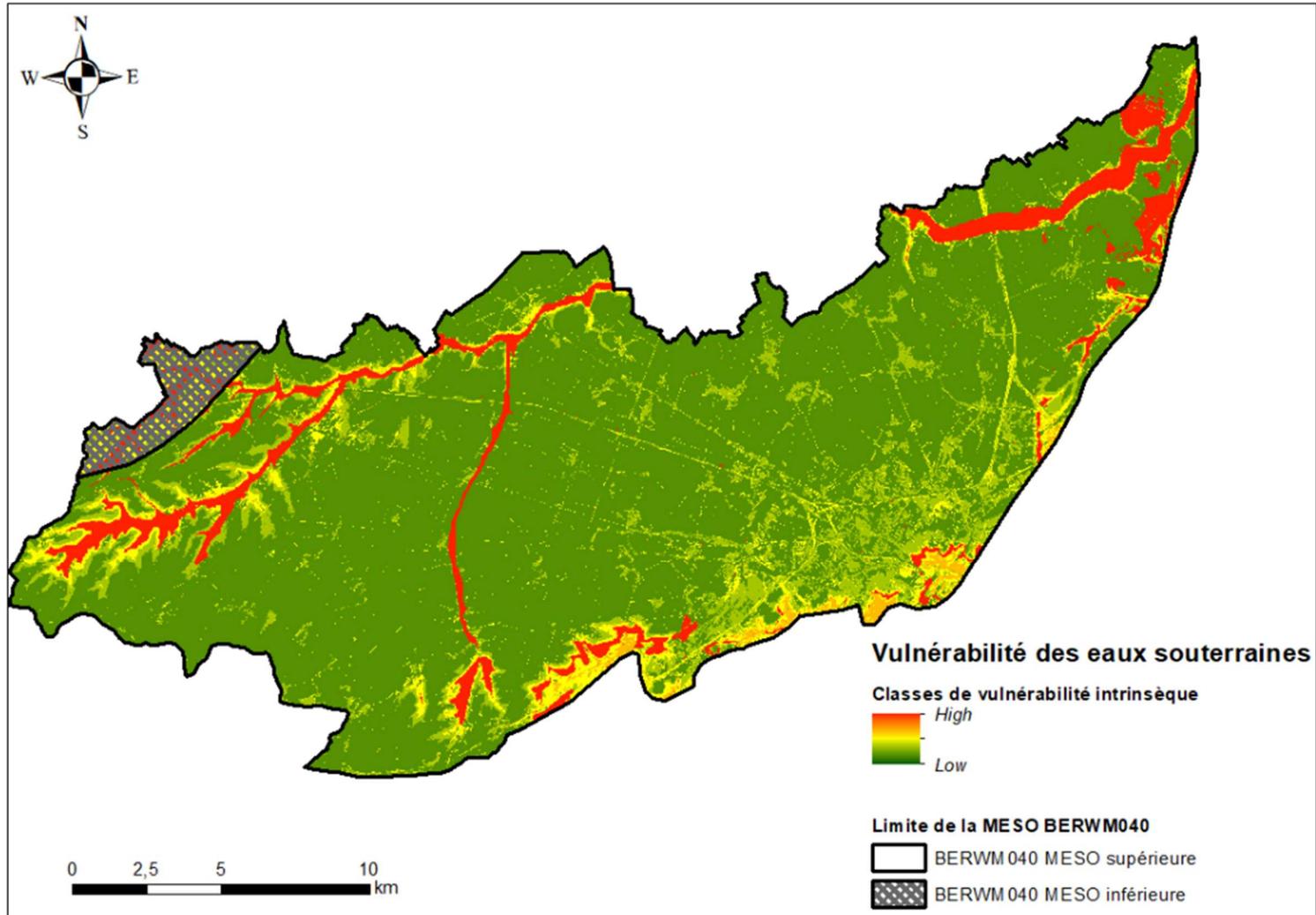


Figure 21 : Carte de vulnérabilité intrinsèque pour la masse d'eau BERWM040

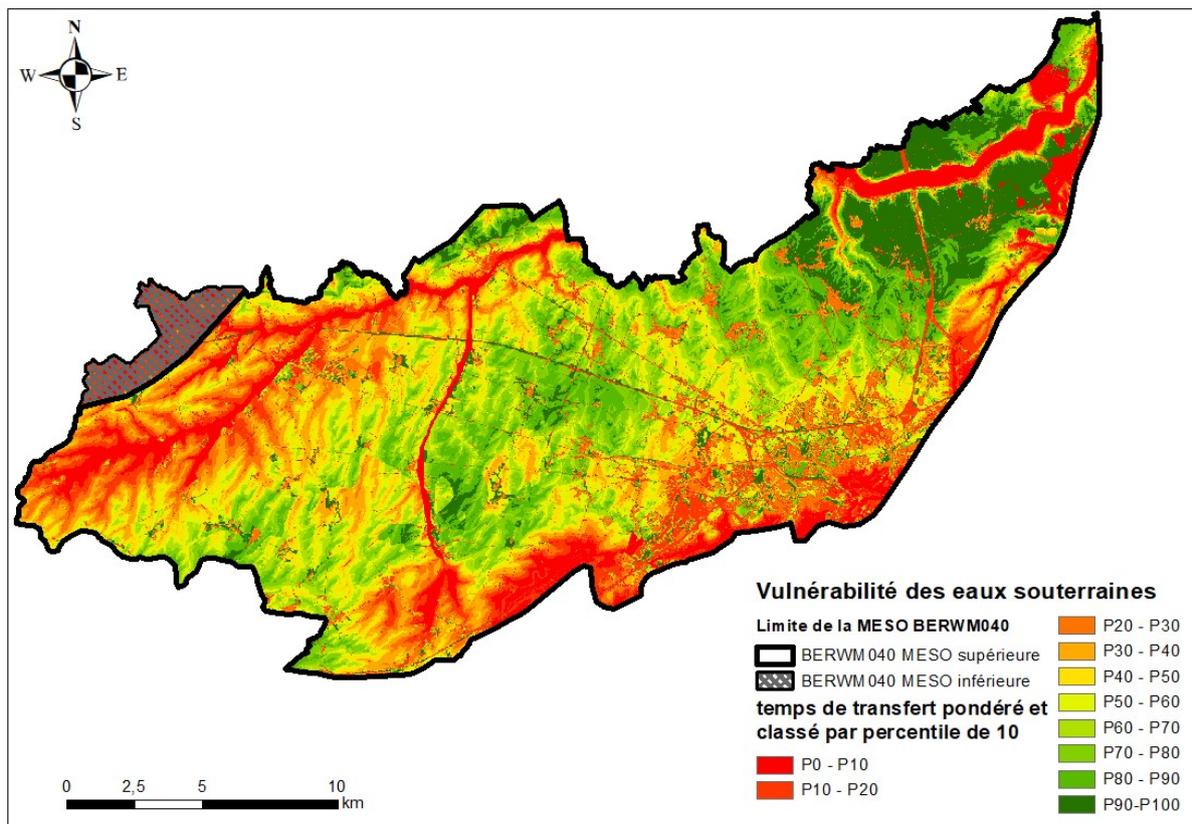


Figure 22 : Vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau M040 en classant le temps de transfert pondérés par percentile de 10

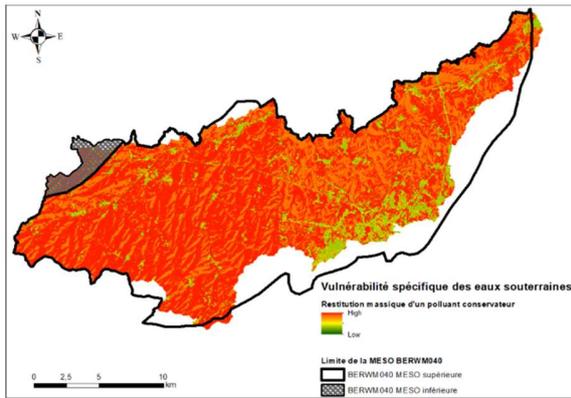


Figure 23 : Classes de restitution massique pondérées pour un polluant conservatif (pas de sorption et de dégradation)

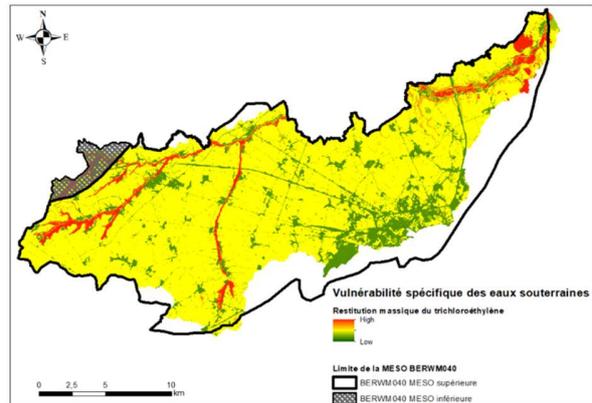


Figure 24 : Classes de restitution massique pondérées pour le trichloréthylène

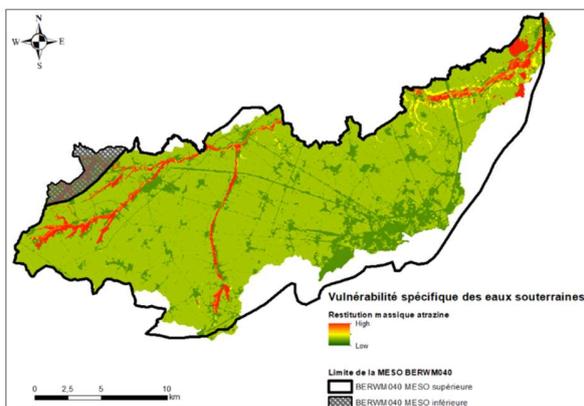


Figure 25 : Classes de restitution massique pondérées pour l'atrazine

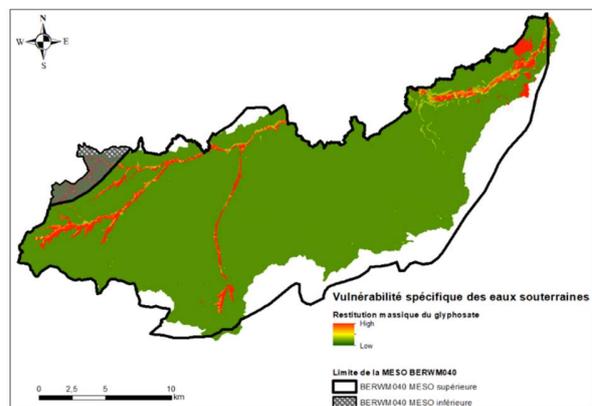


Figure 26 : Classes de restitution massique pondérées pour le glyphosate

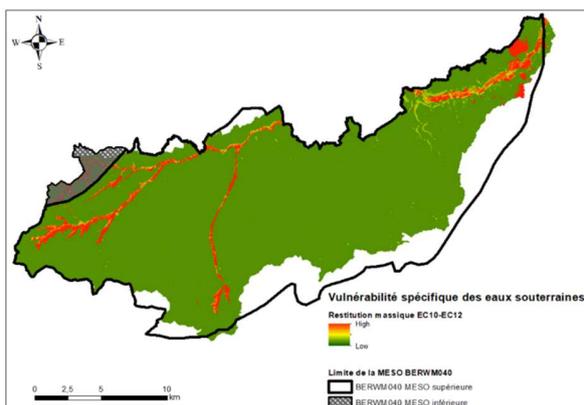


Figure 27 : Classes de restitution massique pondérées pour la fraction EC10-EC12 des huiles minérales

3.19. Masse d'eau souterraine BERWM041 : Sables et Craies du bassin de la Mehaigne

La masse d'eau BERWM041 : « Sables et Craies du bassin de la Mehaigne » est située dans le nord-est de la Wallonie. Les deux aquifères principaux sont ceux des craies du Crétacé et des sables de l'Eocène.

La Table 20 présente les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau BERWM041. Cette masse d'eau est peu étudiée, il n'y a pratiquement pas d'isopièzes qui ont été tracées, beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises. Les cartes 40/7-8 Perwez-Eghezée et 41/5-6 Wasseiges-Braives n'utilisent pas le même fond géologique, la première est basée sur la nouvelle carte¹⁹ et la seconde sur la carte de 1903 de Stainier et Malaise²⁰. Et il y a un faux-raccord entre les deux.

La Figure 28 illustre la carte de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM041. La carte est assez contrastée. Les cours d'eau sont drainants contrairement au bassin du Geer. Il y a plus de zones où la nappe affleure et est plus vulnérable. Le Socle qui affleure en fond de vallée à l'aval du bassin de la Mehaigne est vulnérable à modérément vulnérable. Le Socle et le grès du Crétacé sont modérément vulnérables. Dans l'aquifère des sables Eocène, la piézométrie est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est donc très élevée dans les fonds de vallées et moyenne à faible sur les plateaux. Pour les craies du Crétacé, la vulnérabilité est globalement faible car l'aquifère des craies est protégé par une épaisse couche de limon, sauf à proximité des cours d'eau, où la nappe est peu profonde. Le faux-raccord entre les cartes 40/7-8 et 41/5-6 se marque également dans la carte de la vulnérabilité. Sur la carte 40/7-8 à l'ouest, des grès sont cartographiés tandis que pour la carte 41/5-6 des craies sont cartographiés et les hypothèses pour l'estimation de l'épaisseur de la zone non saturée ne sont pas les mêmes.

MESO BERWM041	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	Les hypothèses ne sont pas les mêmes pour toutes les unités de cette masse d'eau souterraine	<u>Degré de connaissance</u>
	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Craies du Crétacé et sables de l'Oligocène</u> - La piézométrie a été interpolée sur base des isopièzes de 2008 de la carte hydrogéologique (uniquement tracés dans une petite zone à l'est de la MESO), des données de piézométrie ponctuelles et du niveau des sources/seuils hydrogéologiques. 	3
	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Sables de l'Eocène et du Paléocène</u> - La piézométrie a été interpolée à partir des données ponctuelles de piézométrie et en considérant les cours d'eau comme drainants 	3
	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Autres unités hydrogéologiques</u> <ul style="list-style-type: none"> o Des valeurs d'épaisseur de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude aquifère s'il n'y a pas de valeurs piézométriques 	1 et 2

¹⁹ Pingot J.-L., Delcambre B. 2006. Carte géologique de Wallonie. Planchette 40/7-8 Perwez-Eghezée et sa notice explicative. Ministère de la Région Wallonne, DGRNE.

²⁰ Stainier X et Malaise M. 1903. Carte géologique n°131, Wasseiges-Braives au 1/40000 publié par la Commission Géologique de Belgique

	<ul style="list-style-type: none"> - Pour les aquifères alluviaux : une piézométrie sub-affleurante est supposée
Couverture géologique utilisée	<ul style="list-style-type: none"> - Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018.
Nombre de couches sol /sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond au limon. L'épaisseur a été estimée grâce aux données des isohypses du sommet de la craie (données ponctuelles et données interpolées pour le projet PIRENE (Brouyère <i>et al</i>, 2004)²¹. La couche de limon a uniquement été estimée au-dessus des craies et pas au-dessus des autres unités. - Une <u>deuxième couche sous-sol</u> dont la lithologie est basée sur la carte hydrogéologique et l'épaisseur est égale à ZNS- (SOL + Limon)
Zones d'infiltrations préférentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 20 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM041

²¹ Brouyère S., Corbeau H., Dachy M., Gardin N., Orban P. et Dassargues A (Hydrogéologie-Geo³-ArGenCo-ULg). 2004. PIRENE (Programme Intégré de Recherche Environnement Eau) - Partim eaux souterraines - Rapport final. Aquapôle. 103p (Projet subsidié par le SPW)

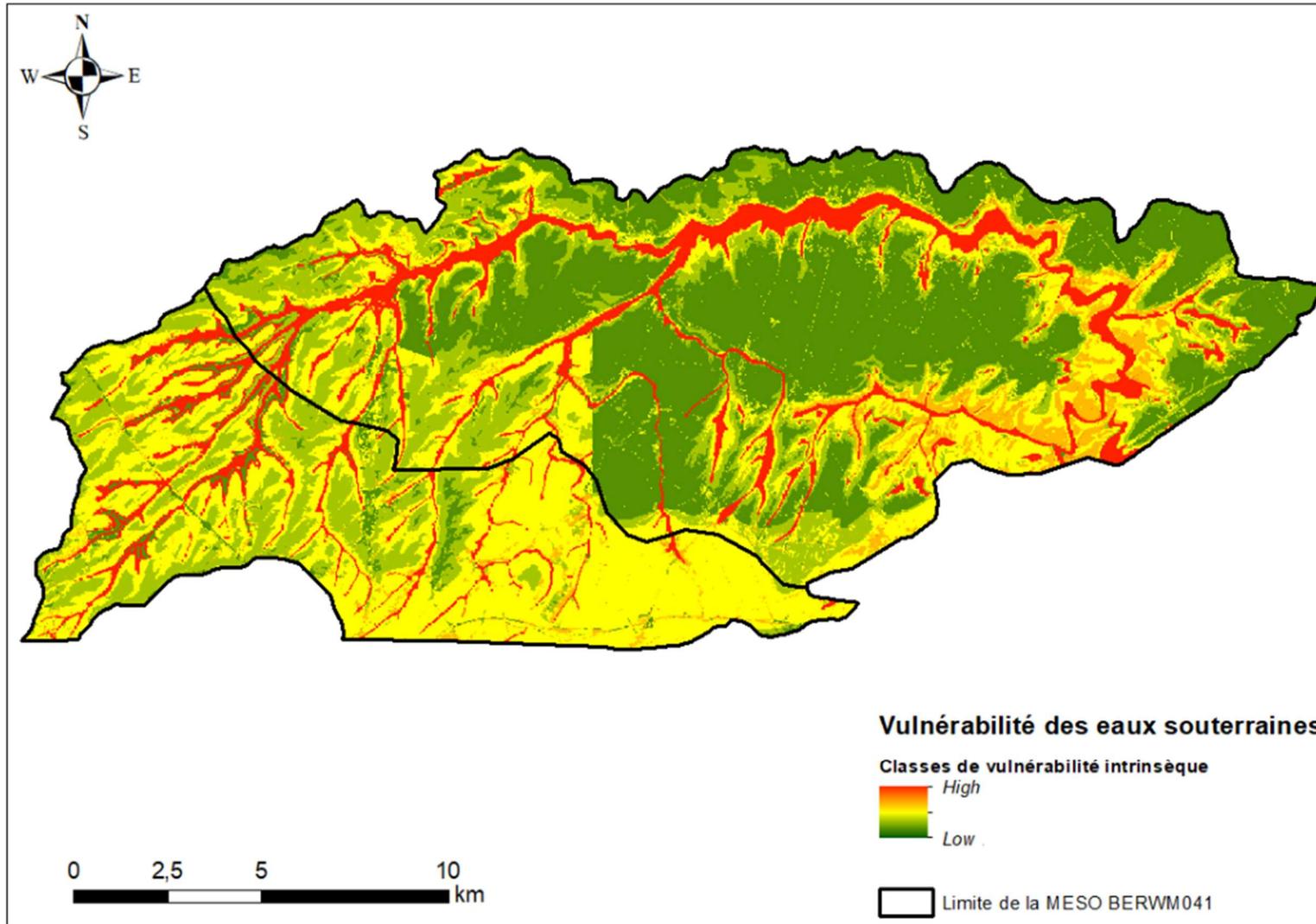


Figure 28 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM041

3.20. Masse d'eau souterraine BERWM052 : Sables Bruxelliens des bassins Haine et Sambre

La masse d'eau souterraine BERWM052 « Sables Bruxelliens des bassins Haine et Sambre » est située dans le nord-ouest de la Wallonie. L'aquifère principal est celui des sables de l'Eocène. D'autres unités hydrogéologiques sont présentes dans cette masse d'eau mais il s'agit principalement d'unités aquicludes.

Les hypothèses prises pour cette masse d'eau sont présentées dans la Table 21. Il y a très peu d'isopièzes tracées pour cette masse d'eau, la piézométrie des sables de l'Eocène a été interpolée à partir du niveau des sources.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée à la Figure 29. La piézométrie des sables de l'Eocène est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est donc très élevée dans les fonds de vallées et moyenne à faible sur les plateaux.

MESO BERWM052	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	<p><u>Sables du Bruxellien :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Peu d'isopièzes sont tracées, la piézométrie a été estimée majoritairement en considérant les cours d'eau comme drainants et en utilisant les niveaux de sources <p><u>Autres unités hydrogéologiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Des valeurs d'épaisseur de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude aquifère s'il n'y a pas de valeurs piézométriques - Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est fixée 	<p><u>Degré de connaissance :</u></p> <p>3 et 5</p> <p>1 et 2</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol - Des limons sont présents sur la zone mais leur épaisseur n'a pas pu être estimée... 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 21 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM052

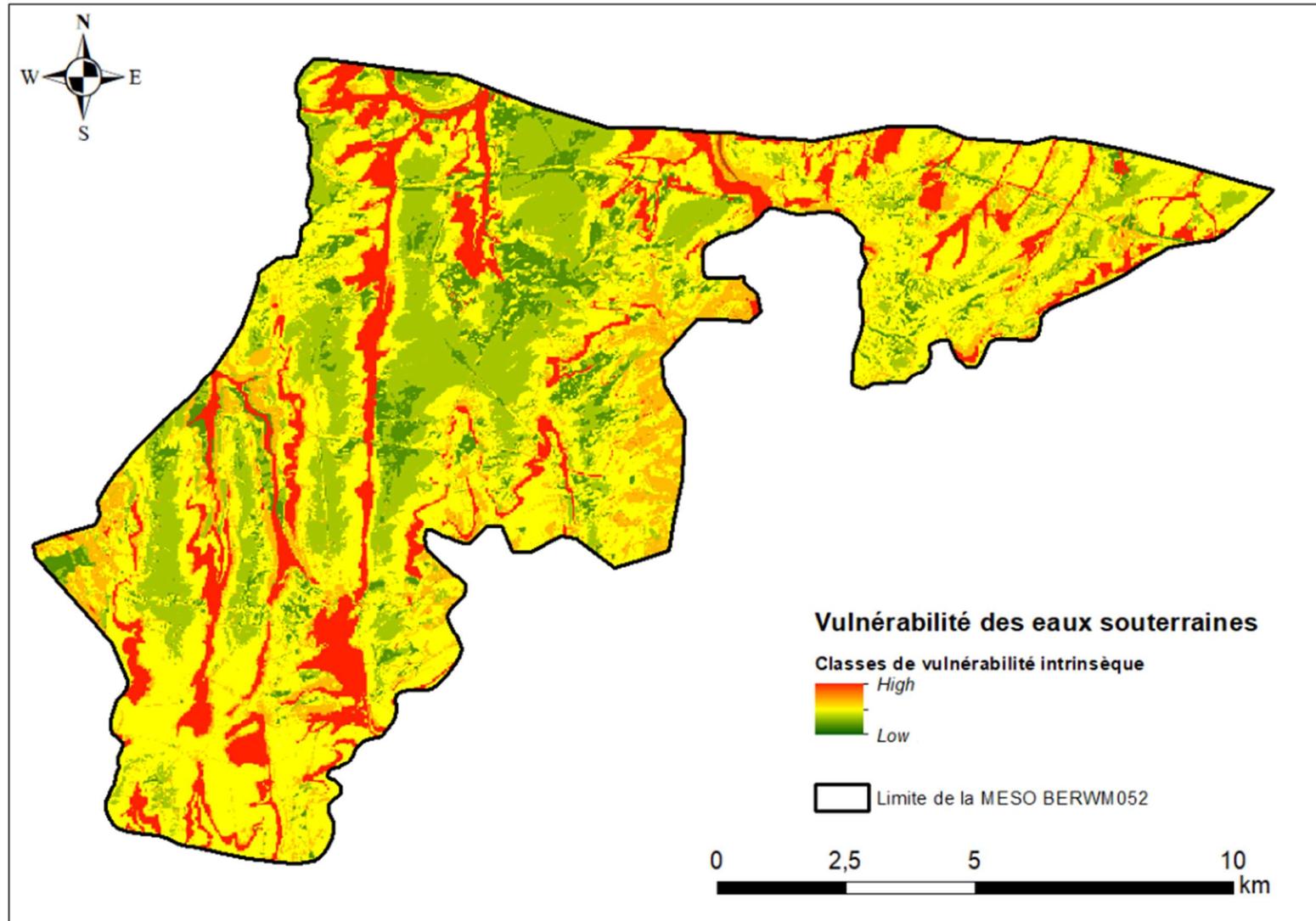


Figure 29 : Classe de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM052

3.21. Masse d'eau souterraine BERWM071 : Alluvions et graviers de Meuse (Givet - Namur)

La masse d'eau souterraine BERWM071 « Alluvions et graviers de Meuse (Givet - Namur) » est située au centre de la Wallonie. L'aquifère principale est l'aquifère alluvial de la Meuse. Il y a également d'autres unités hydrogéologiques parce que la masse d'eau ne correspond pas tout à fait à la limite de l'aquifère alluvial.

Les hypothèses prises pour cette masse d'eau sont présentées dans la Table 22. Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour l'aquifère alluvial. Pour les autres unités hydrogéologiques les hypothèses prises ont été les mêmes que pour les masses d'eau concomitantes BERWM021 et BERWM023.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée à la Figure 30. La vulnérabilité est globalement très élevée parce que la piézométrie est sub-affleurante. Pour les autres unités hydrogéologiques, la vulnérabilité est très variable. La vulnérabilité est moyenne à élevée pour les aquitards et aquicludes. Pour les calcaires, elle est faible sur le haut des versants et devient de plus en plus élevée en se rapprochant de la Meuse.

MESO BERWM071	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée	<u>Degré de connaissance</u> 1
	- Des valeurs d'épaisseur de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude, aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques	1 et 2
	- Pour les calcaires, la piézométrie estimée principalement sur base de la modélisation réalisée dans le cadre du projet Synclin'EAU (Orban et al, 2010) ²²	4
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	

²² Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles
---------------------------------------	---

Table 22 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM071

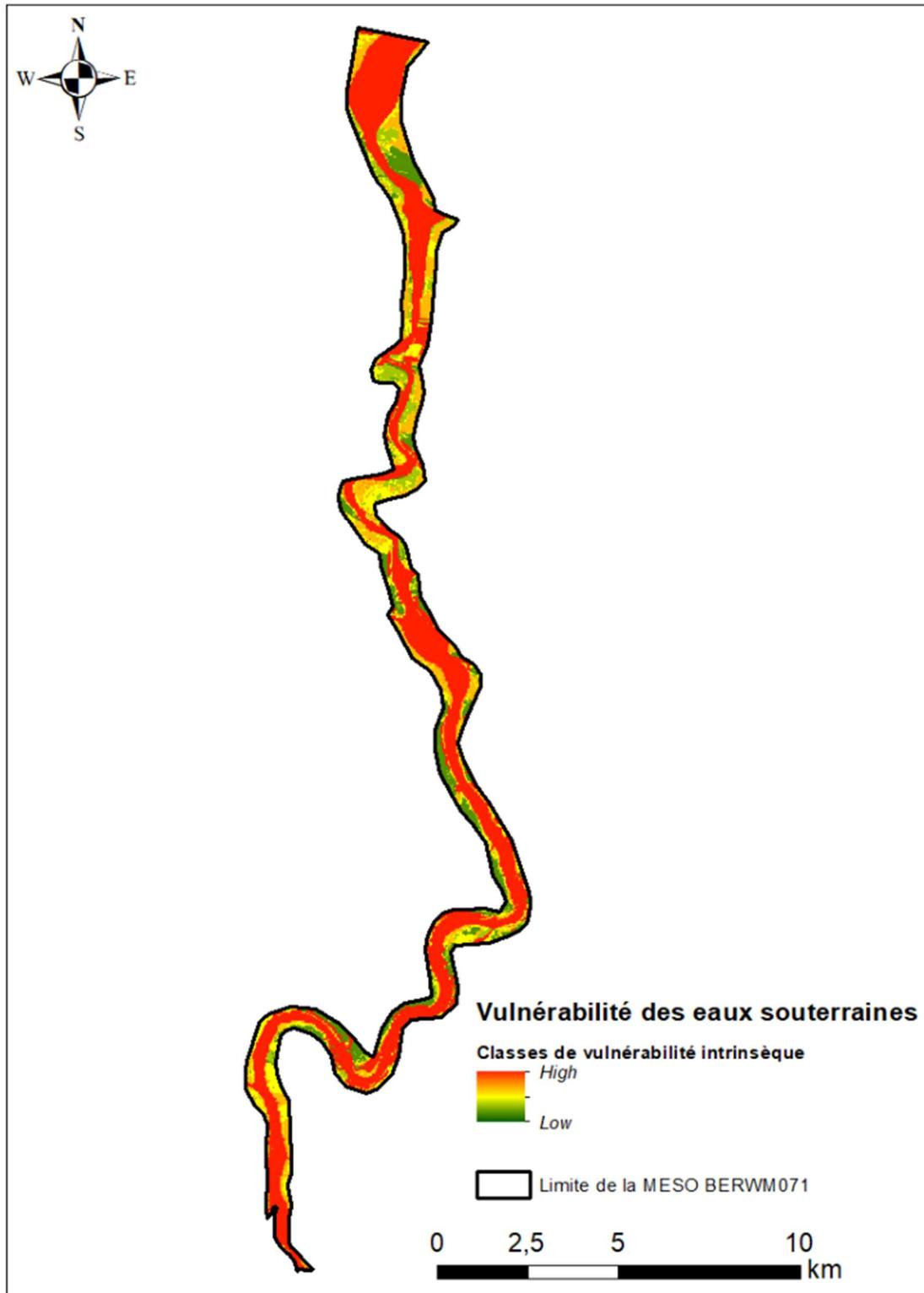


Figure 30 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM071

3.22. Masse d'eau souterraine BERWM072 : Alluvions et graviers de Meuse (Namur - Lanaye)

La masse d'eau souterraine BERWM072 « Alluvions et graviers de Meuse (Namur - Lanaye) » est située au nord-est de la Wallonie. L'aquifère principal est l'aquifère alluvial de la Meuse. Il y a également d'autres unités hydrogéologiques parce que la masse d'eau ne correspond pas tout à fait à la limite de l'aquifère alluvial. Il y a notamment les calcaires carbonifères et l'aquiclude à niveaux aquifère du Houiller.

Les hypothèses prises pour cette masse d'eau sont présentées dans la Table 23. Il y a peu d'isopièzes tracées pour l'aquifère alluvial. Pour les autres unités hydrogéologiques les hypothèses prises ont été les mêmes que pour les masses d'eau concomitantes BERWM016, BERWM011, BERWM012 et BERWM040.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée à la Figure 31. La vulnérabilité est globalement très importante parce que la nappe alluviale est sub-affleurante. Pour les autres unités hydrogéologiques, la vulnérabilité est très variable. La vulnérabilité est moyenne à élevée pour les aquitards et aquicludes. Pour les calcaires et les craies, elle est faible sur le haut des versant et devient de plus en plus élevée en se rapprochant de la Meuse.

MESO BERWM072	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Pour les aquifères alluviaux une piézométrie sub-affleurante est considérée	<u>Degré de connaissance</u> 1
	- Pour l'aquifère du Houiller, l'épaisseur de zone non saturée a été fixée sur base d'une valeur médiane sub-affleurante (3m)	2
	- Pour les autres unités aquicludes et aquitards du Paléozoïque, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de valeurs médianes	1 et 2
	- Pour les calcaires, l'épaisseur de zone non saturée a été interpolée sur base des niveaux de piézométrie ponctuel et en prenant la Meuse comme niveau de base et avec les résultats de la modélisation réalisée dans le cadre du projet Synclin'EAU (Orban et al, 2010) ²³	3 et 4
	- Pour les sables, la piézométrie a été interpolée d'après les niveaux de sources	3
	- Pour les craies, la piézométrie a été estimée à partir des isopièzes de 2008 repris de la carte hydrogéologique	5
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	

²³ Orban P., Brouyère S., Leroy M., Couturier J., Dassargues A. 2010. Caractérisation hydrogéologique et support à la mise en œuvre de la Directive Européenne 2000/60 sur les masses d'eau souterraine en Région Wallonne - Délivrable 6.2 - Travaux de calibration et validation des modèles d'écoulement et de transport de solutés développés pour les trois masses d'eau souterraine RWM011, RWM012 et RWM021. Convention RW et SPGE-Aquapôle

<p>Nombre de couches sol/ sous-sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 23 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM072

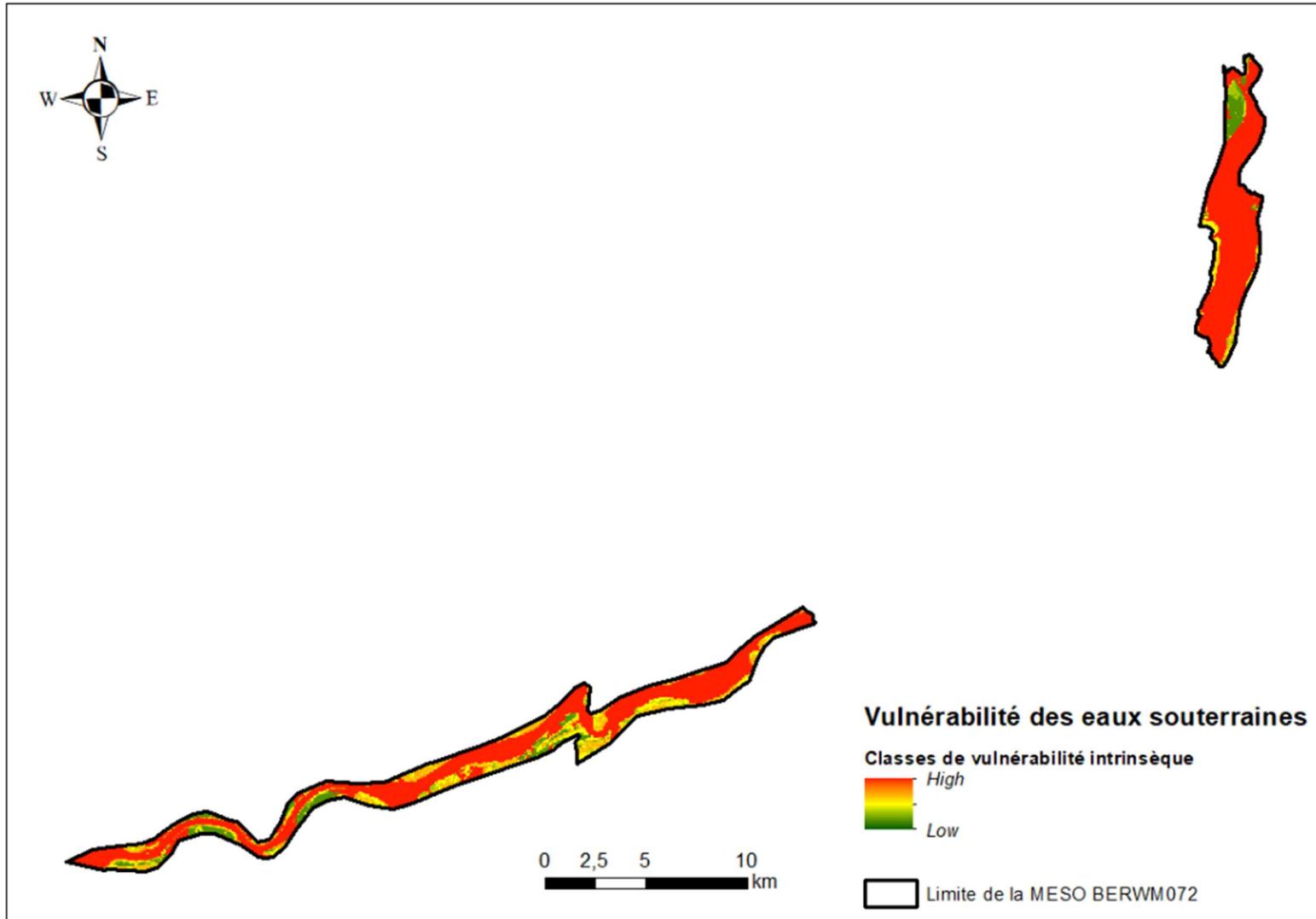


Figure 31 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM072

3.23. Masse d'eau souterraine BERWM073 : Alluvions et graviers de Meuse (Engis - Herstal)

La masse d'eau souterraine BERWM073 « Alluvions et graviers de Meuse (Engis - Herstal) » est située au nord-est de la Wallonie. L'aquifère principal est l'aquifère alluvial de la Meuse. Il y a également d'autres unités hydrogéologiques parce que la masse d'eau ne correspond pas tout à fait à la limite de l'aquifère alluvial. Il y a notamment les calcaires carbonifères et l'aquiclude à niveaux aquifère du Houiller.

Les hypothèses prises pour cette masse d'eau sont présentées dans la Table 24. Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour l'aquifère alluvial. Pour les autres unités hydrogéologiques, les hypothèses prises ont été les mêmes que pour la masse d'eau concomitante BERWM016.

La carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée à la Figure 32. La vulnérabilité est globalement très importante parce que la piézométrie est sub-affleurante. Pour les autres unités hydrogéologique la vulnérabilité est variable. La vulnérabilité est moyenne à élevée pour les aquitards et aquicludes. Pour les calcaires, elle est faible sur le haut des versant et devient de plus en plus élevée en se rapprochant de la Meuse.

MESO BERWM073	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone non saturée (ZNS)	- Pour les aquifères alluviaux une piézométrie sub-affleurante est considérée	Degré de connaissance 1
	- Pour l'aquifère du Houiller, l'épaisseur de zone non saturée a été fixé sur base d'une valeur médiane sub-affleurante (3m)	2
	- Pour les autres unités aquicludes et aquitards du Paléozoïque, l'épaisseur de la ZNS a été estimée sur base de valeurs médianes	1 et 2
	- Pour les calcaires, l'épaisseur de zone non saturée a été interpolée sur base des données piézométriques ponctuelles et en en prenant la Meuse comme niveau de base	3
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 24 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM073

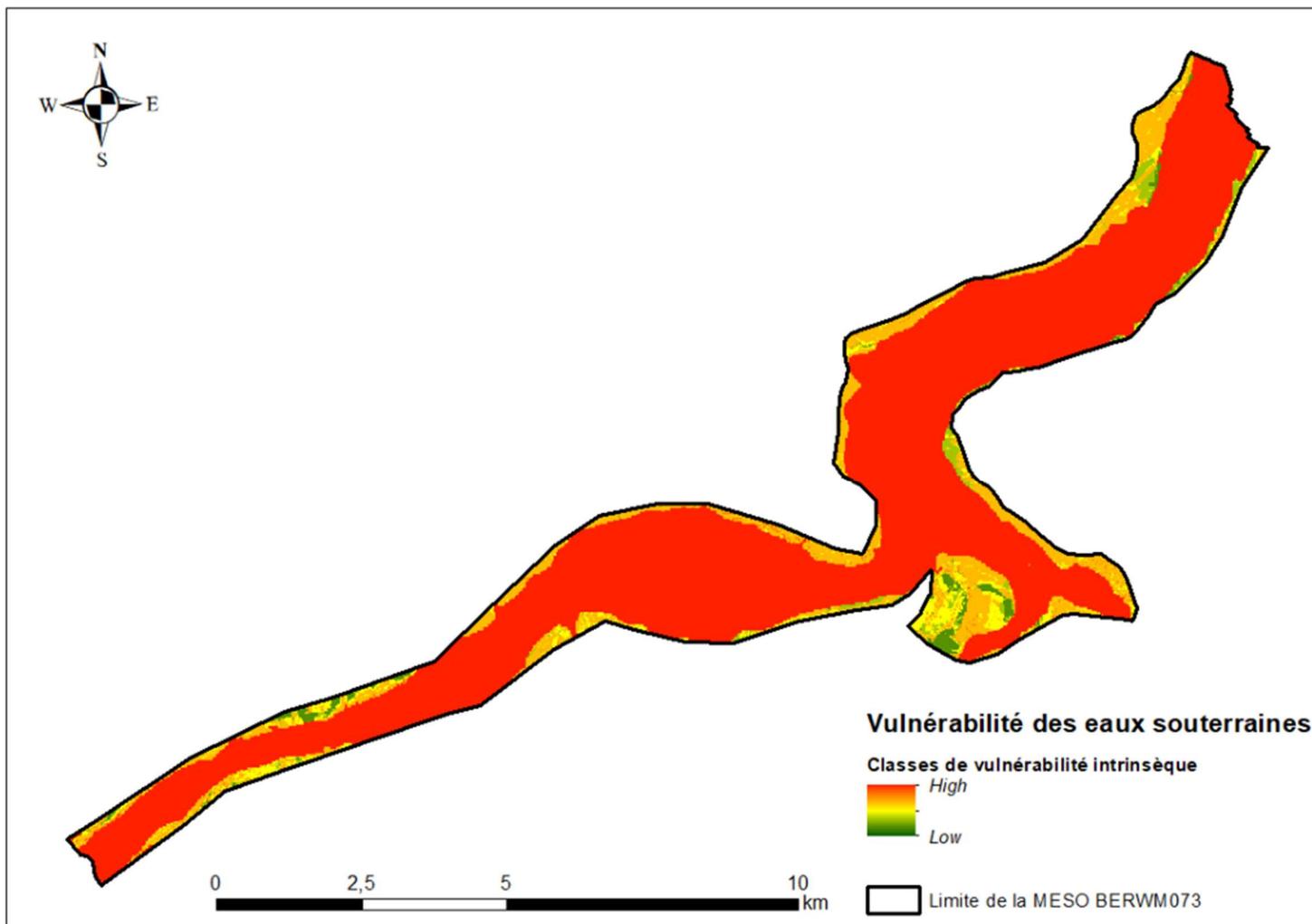


Figure 32 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM073

3.24. Masse d'eau souterraine BERWM091 : Trias supérieur (Conglomérats du Rhétien)

La masse d'eau souterraine BERWM091 « Trias supérieur (Conglomérats du Rhétien) » est localisée dans le sud de la Belgique. Cette masse d'eau est constituée de dépôts mésozoïques du Trias. Le principal aquifère est celui des sables et grès de Mortinsart mais il y a également l'aquiclude localement aquifère de Habay. Parmi les autres unités hydrogéologiques de cette masse d'eau souterraine, il y a l'aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne, l'aquiclude d'Attert et les formations plutôt aquicludes du Dévonien. Cette masse d'eau est en grande partie recouverte par les masses d'eau BERWM092 « Lias inférieur (Sinémurien) - district de la Meuse » et BERWR092 « Lias inférieur (Sinémurien) - district du Rhin ».

La Table 25 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir les cartes de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM091. Cette masse d'eau est très peu étudiée, il n'y a pas d'isopièzes qui sont tracées, beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude d'Attert, c'est l'aquiclude localement aquifère de Habay qui est considéré.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 33. La vulnérabilité est globalement moyenne à élevée, sauf quand l'aquiclude localement aquifère de Habay est protégé par l'aquiclude d'Attert. Dans ces zones, la vulnérabilité est faible.

Quand la masse d'eau BERWM091 est recouverte par d'autres masses d'eau (BERWM092 et BERWR092), c'est la masse d'eau supérieure qui a été cartographiée. C'est pourquoi ces zones sont hachurées sur la Figure 33.

MESO BERWM092	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Comme il n'y a pas d'isopièzes tracées dans cette masse d'eau, beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être posées. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée - Pour les Formations de Jamoigne, de Mortinsart, d'Habay et celles du Dévonien, l'épaisseur de la zone non saturée a été estimée en fonction des valeurs médianes de chaque unité hydrogéologique ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère s'il n'y a pas de données piézométriques - Là où l'aquiclude d'Attert affleure, la piézométrie a été interpolée comme étant à la zone de contact des Formations d'Habay et d'Attert. - Pour l'aquifère alluvial, une piézométrie sub-affleurante est considérée 	<p style="text-align: center;"><u>Degré de connaissance</u></p> <p style="text-align: center;">2 et 1</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">1</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	

<p>Nombre de couches sol/ sous-sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 25 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM091

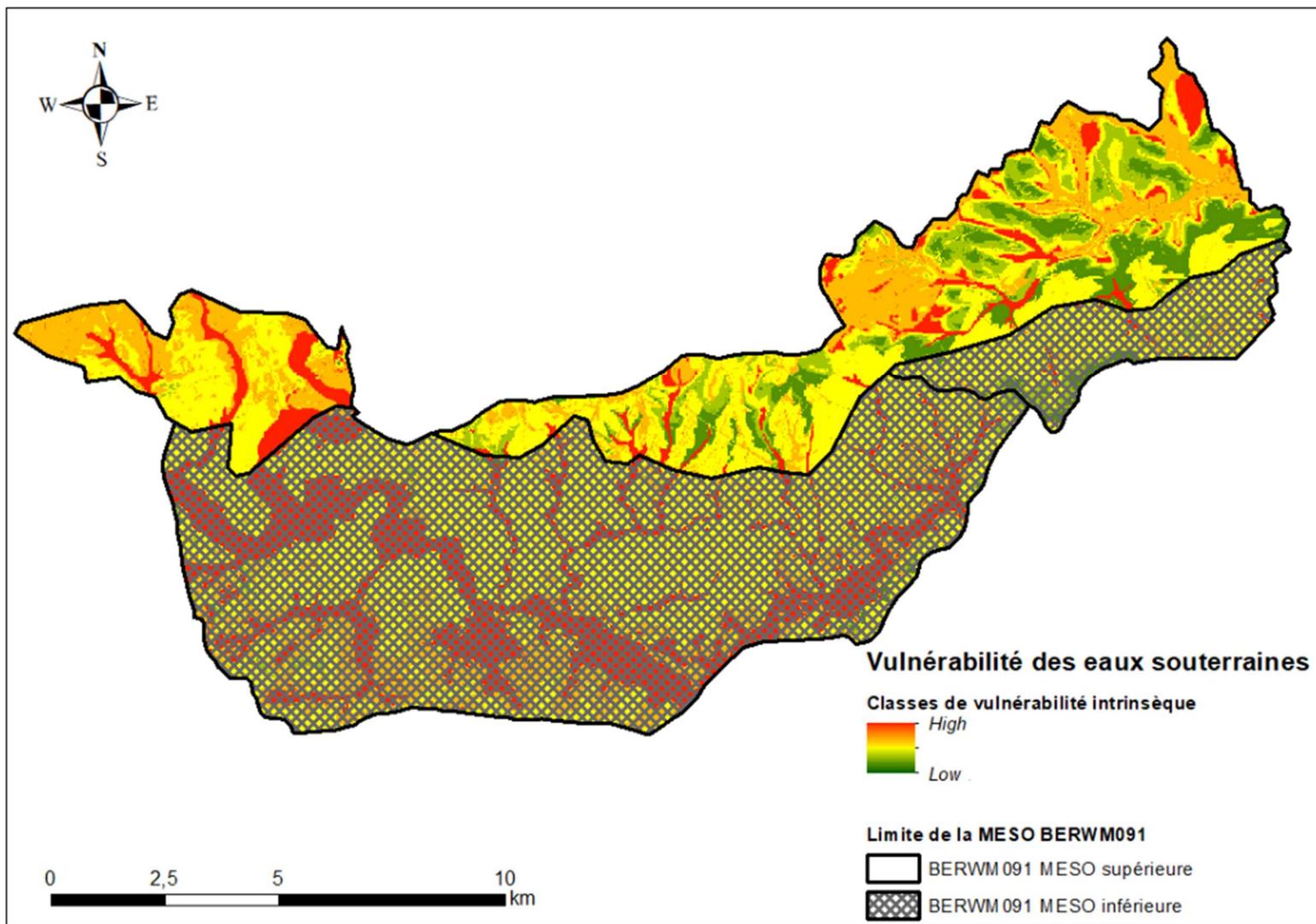


Figure 33 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM091

3.25. Masse d'eau souterraine BERWM092 : Lias inférieur (Sinémurien) - district de la Meuse

La masse d'eau souterraine BERWM092 « Lias inférieur (Sinémurien) - district de la Meuse » est localisée dans le sud de la Belgique. Cette masse d'eau est constituée de dépôts mésozoïques. Le principal aquifère est celui contenu dans les dépôts sableux et grésocalcaires de la Formation de Luxembourg. A l'ouest, la Formation de Luxembourg est divisée en plusieurs membres, séparés par la Formation d'Arlon qui est majoritairement aquiclude. Les trois membres sont les membres de Florenville, Orval et Virton. Une partie de la Formation d'Arlon est considérée comme aquitard (l'aquitard d'Arlon-Hondelange). Au sud, les Formations d'Arlon et de Luxembourg sont localement recouvertes par l'aquiclude d'Ethe. Au nord de la masse d'eau BERWM092, il y a l'aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne qui affleure et localement des unités du Trias et du Dévonien.

La Table 26 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir les cartes de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM092. Cette masse d'eau est partiellement bien étudiée parce que des isopièzes sont tracées pour le membre de Florenville et le membre d'Orval. Pour les autres unités aquifères, la piézométrie a été estimée à partir des niveaux de sources. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude d'Ethe, c'est l'aquitard d'Arlon-Hondelange qui est considéré et celui-ci est soit isolé de l'aquifère sous-jacent, soit en continuité avec l'aquifère de Virton ou d'Orval. Dans le cas de l'aquiclude d'Arlon, l'aquifère considéré est celui de Virton, d'Orval ou de Florenville. Concernant, la Formation de Jamoigne, celle-ci est considérée comme le premier « aquifère » rencontré parce que même si elle est généralement aquiclude, elle peut localement être aquifère.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 34. La vulnérabilité est fort contrastée. Elle est globalement plus élevée au nord, à proximité de la vallée de la Semois. La vulnérabilité est plus faible quand les aquifères sont protégés par les unités aquicludes d'Arlon ou d'Ethe. Elle est également plus faible dans l'aquitard d'Arlon-Hondelange. Au nord de la Semois, la vulnérabilité est plus élevée dans les Formations de Jamoigne, de Mortinsart et du Dévonien parce que la piézométrie est plus proche de la surface. Dans les aquifères de la Formation de Luxembourg, la vulnérabilité est plus faible au sud-ouest et augmente vers le nord-est. La vulnérabilité est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est donc très élevée dans les fonds de vallées et moyenne à faible sur les plateaux.

MESO BERWM092	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Des isopièzes sont tracées pour les aquifères de Florenville, d'Orval et d'Aubange-Messancy mais pas pour les autres unités. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée - La piézométrie des aquifères de Florenville, d'Orval et d'Aubange-Messancy est estimée d'après les isopièzes de la carte hydrogéologique et les niveaux de sources là où les isopièzes ne sont pas tracées 	<p style="text-align: center;"><u>Degré de connaissance</u></p> <p style="text-align: center;">5 et 3</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - La piézométrie de l'aquifère de Virton et de l'aquitard d'Arlon-Hondelage est estimée sur base des niveaux de sources - Pour les Formations de Jamoigne, de Mortinsart et celles du Dévonien, l'épaisseur de la zone non saturée a été estimée en fonction des valeurs médianes de chaque unité hydrogéologique ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère s'il n'y a pas de données piézométriques - Pour l'aquifère alluvial une piézométrie sub-affleurante est considérée 	<p>3</p> <p>2 et 1</p> <p>1</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltration préférentielle	

Table 26 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM092

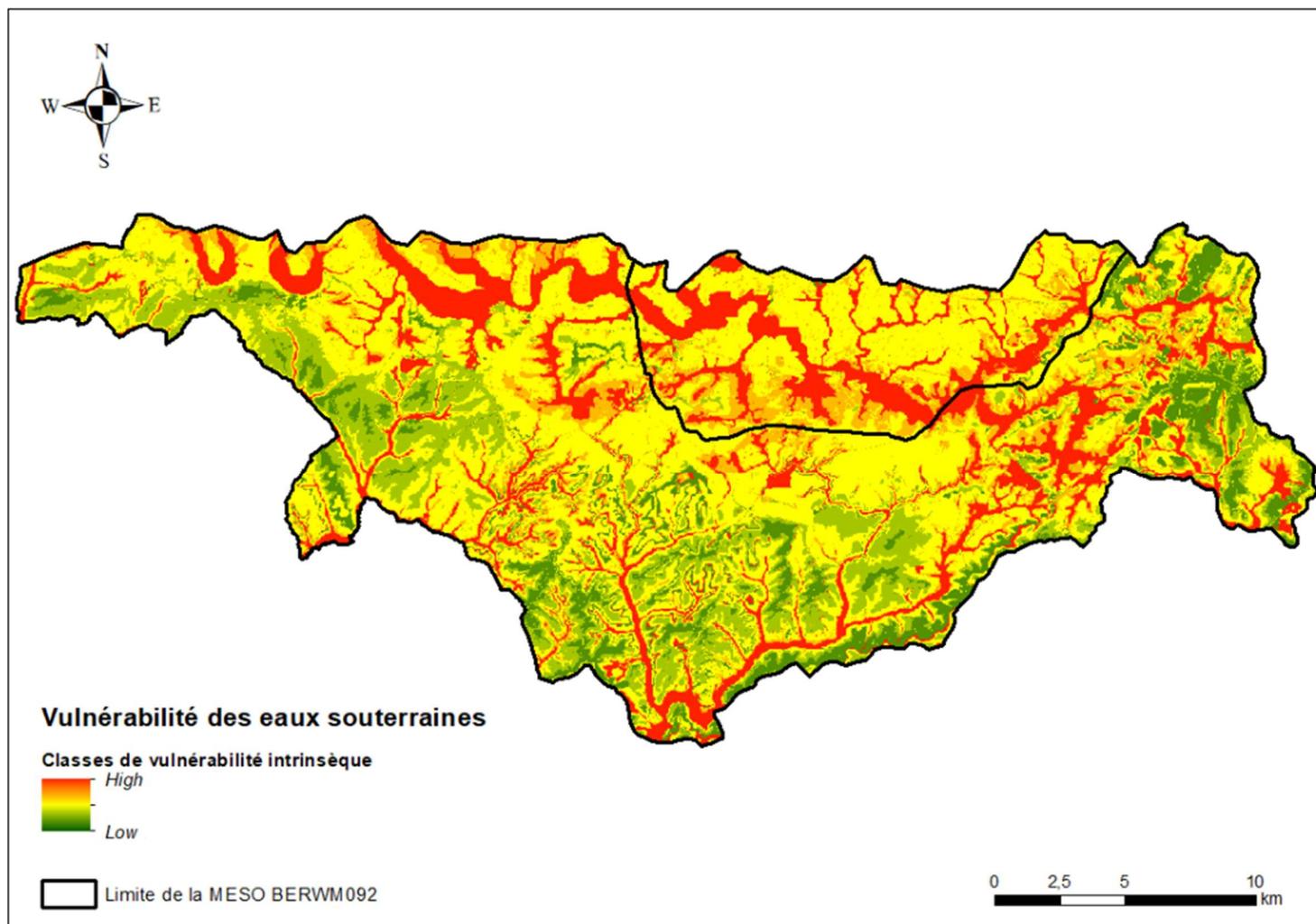


Figure 34 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM092

3.26. Masse d'eau souterraine BERWM093 : Lias supérieur (Domérien)

La masse d'eau souterraine BERWM093 « Lias supérieur (Domérien) » est localisée dans le sud de la Belgique. Cette masse d'eau est constituée de dépôts mésozoïques. L'aquifère principal est celui d'Aubange-Messancy qui est composé de grès, de calcaires sableux et de silts. Cet aquifère est surmonté au sud de la Formation argileuse de Grandcourt qui est aquiclude. Au nord de la masse d'eau souterraine BERWM093, l'aquiclude d'Ethe et l'aquitard d'Arlon-Hondelange affleurent localement.

La Table 27 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir les cartes de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM093. Celle-ci est relativement bien étudiée parce que des isopièzes sont tracées pour l'aquifère d'Aubange-Messancy qui couvre la majorité de la masse d'eau. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré. Si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude de Grandcourt, c'est l'aquifère d'Aubange-Messancy qui est considéré et pour l'aquiclude d'Ethe, c'est l'aquitard d'Arlon-Hondelange. L'aquitard d'Arlon-Hondelange est soit isolé de l'aquifère sous-jacent, soit en continuité avec l'aquifère de Virton ou d'Orval.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 35. La vulnérabilité varie de très élevée dans les fonds de vallées à faible sur les plateaux. L'aquitard d'Arlon-Hondelange a une vulnérabilité faible parce qu'il est généralement protégé par l'aquiclude d'Ethe.

MESO BERWM093	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- Des isopièzes sont tracées pour l'aquifère d'Aubange-Messancy mais pas pour les autres unités. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée	<u>Degré de connaissance</u>
	- La piézométrie de l'aquifère d'Aubange-Messancy est estimée d'après les isopièzes de la carte hydrogéologique	5
	- Quand l'aquitard d'Arlon-Hondelange est isolé, la piézométrie est estimée sur base des niveaux de sources	3
	- Quand l'aquitard d'Arlon-Hondelange est en continuité avec l'aquifère de Virton, la piézométrie est estimée sur base des niveaux de sources	3
	- Quand l'aquitard d'Arlon-Hondelange est en continuité avec l'aquifère d'Orval, la piézométrie est estimée sur base des isopièzes de la carte hydrogéologique et des niveaux de sources	5 et 3
	- Pour l'aquifère alluvial, une piézométrie sub-affleurante est considérée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

sous-sol	- Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 27 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM093

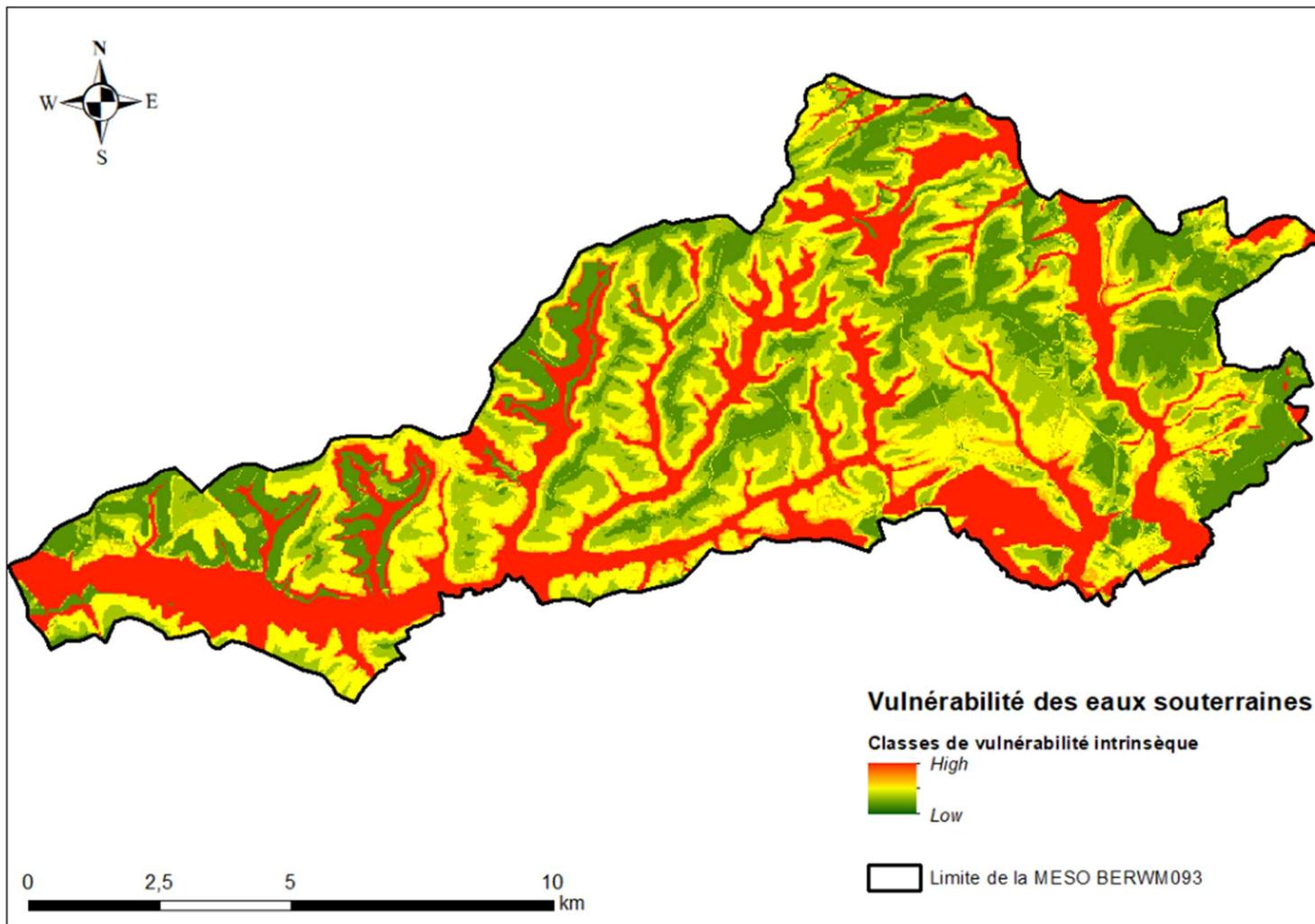


Figure 35 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM093

3.27. Masse d'eau souterraine BERWM094 : Calcaires du Bajocien-Bathonien (Dogger)

La masse d'eau souterraine BERWM094 « Calcaires du Bajocien-Bathonien (Dogger) » est localisée dans le sud de la Belgique. Cette masse d'eau est constituée de dépôts mésozoïques. L'aquifère principal est l'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin composé principalement de calcaire. Il y a également l'aquifère d'Aubange-Messancy, composé de grès, de calcaires sableux et de silts. Entre ces deux aquifères, il y a la Formation argileuse de Grandcourt qui est aquiclude. Dans la masse d'eau BERWM094, l'aquiclude d'Ethe affleure également localement.

La Table 28 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir les cartes de vulnérabilité de la masse d'eau BERWM094. A l'exception de l'aquifère d'Aubange-Messancy pour lequel des isopièzes sont tracées, des hypothèses simplificatrices ont dû être posées pour les autres unités. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude de Grandcourt, c'est l'aquifère d'Aubange-Messancy qui est considéré et pour l'aquiclude d'Ethe, c'est l'aquitard d'Arlon-Hondelange.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 36. La vulnérabilité varie de très élevée dans les fonds de vallées à faible sur les plateaux. L'aquifère d'Aubange-Messancy a généralement une vulnérabilité moyenne à élevée, sauf quand il est protégé par l'aquiclude dans Grandcourt. L'aquifère de Longwy et Mont-Saint-Martin a une vulnérabilité assez faible excepté localement au niveau de seuils hydrogéologiques avec l'aquiclude de Grandcourt.

MESO BERWM094	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- Des isopièzes sont tracées pour l'aquifère d'Aubange-Messancy mais pas pour les autres unités. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée	<u>Degré de connaissance</u>
	- Pour l'aquifère de Longwy -Mont-Saint-Martin, la piézométrie est estimée sur base des niveaux de résurgences et de seuils hydrogéologiques	3
	- La piézométrie de l'aquifère d'Aubange-Messancy est estimée d'après les isopièzes de la carte hydrogéologique	5
	- Pour l'aquitard d'Arlon-Hondelange, la piézométrie est estimée sur base des niveaux de sources	3
	- Pour l'aquifère alluvial, une piézométrie sub-affleurante est considérée	1
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

	- Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 28 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM094

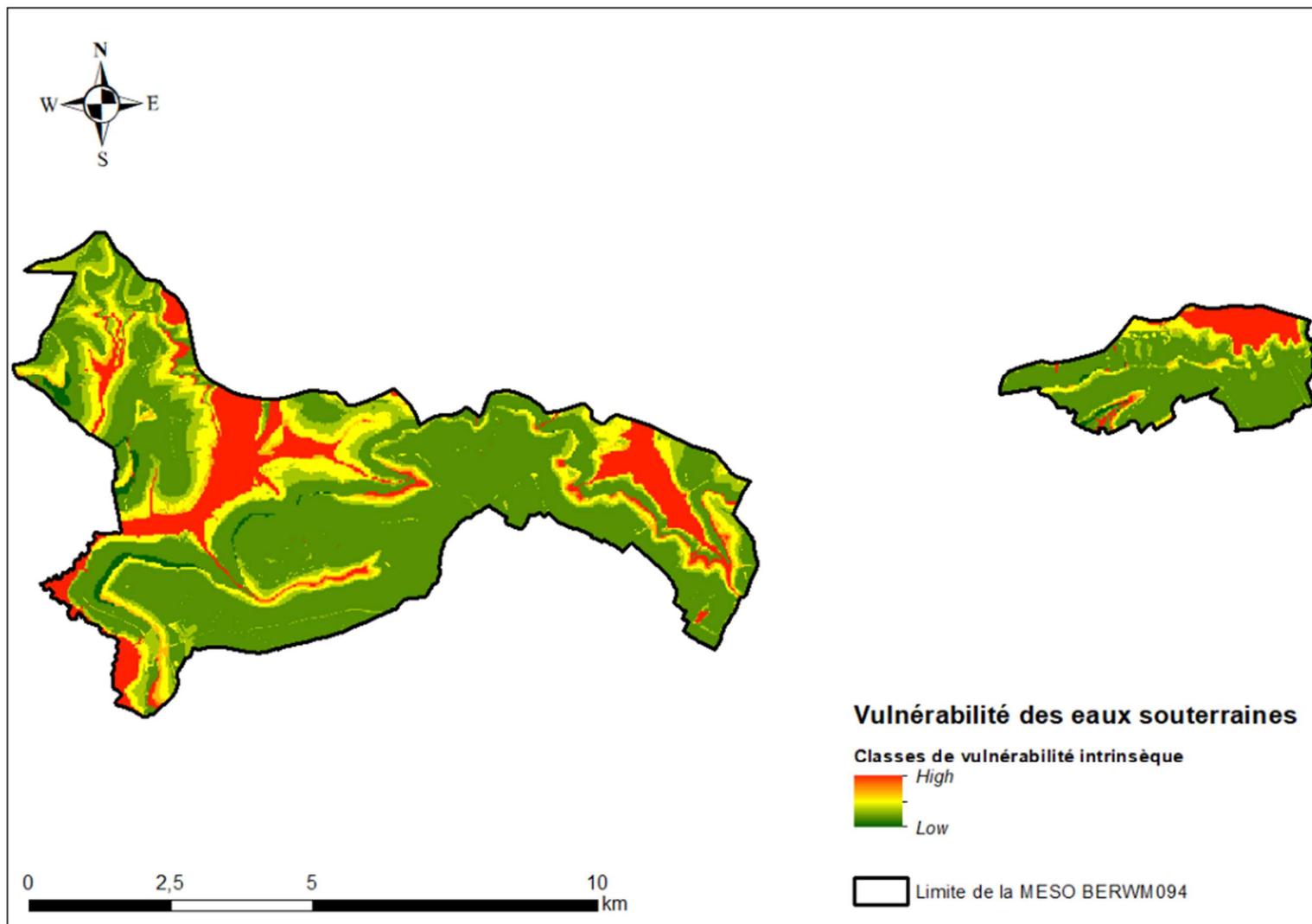


Figure 36 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM094

<p>Nombre de couches sol/ sous -sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
<p>Zones d'infiltrations préférentielles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 29 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM100

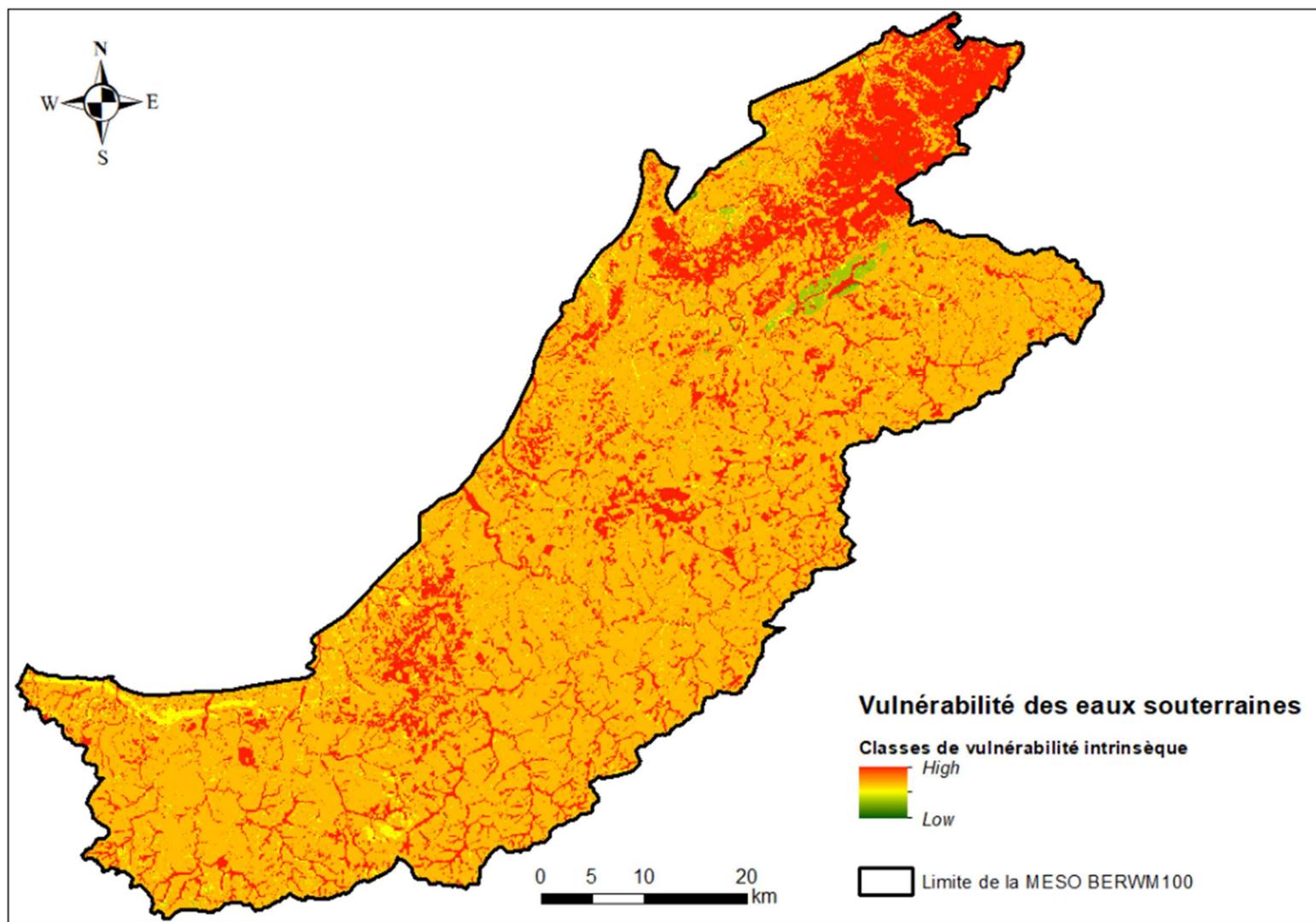


Figure 37 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM100

3.29. Masse d'eau souterraine BERWM102 : Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Roer

La masse d'eau souterraine « BERWM102 : Grès et schistes du massif ardennais : bassin de la Roer » est localisée dans le sud de la Belgique, en Ardenne. Cette masse d'eau est constituée de dépôts du Dévonien inférieur, de l'Ordovicien et du Cambrien. La lithologie est composée de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Ces unités hydrogéologiques sont plutôt de nature aquitards et aquicludes mais il y a quand même des aquifères : les nappes superficielles logées dans le manteau d'altération et les nappes profondes contenues dans les fissures des intercalations gréseuses et quartzitiques et dans les zones de fractures.

La Table 30 reprend les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau souterraine BERWM102. Il y a assez peu de données piézométriques, donc beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises pour établir les cartes de vulnérabilité. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, c'est-à-dire, l'aquifère du manteau d'altération et pas l'aquifère profond de fissures.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 38. Globalement, la vulnérabilité est moyenne à élevée parce que la nappe est assez proche de la surface. Les zones en rouge correspondent principalement aux aquifères alluviaux, aux tourbières et aux sols avec un drainage à engorgement d'eau temporaire ou permanent. Les zones où la vulnérabilité est moindre, correspondent à des unités plutôt aquifères où la nappe est plus profonde.

MESO BERWM102	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour cette zone dans la carte hydrogéologique et il n'y a pas de données piézométriques issues de la modélisation. - L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, c'est-à-dire, l'aquifère du manteau d'altération et pas l'aquifère profond de fissures. - Les épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité hydrogéologique ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère s'il n'y a pas de données piézométriques. - Pour les alluvions, les tourbières, les sols avec drainage à engorgement d'eau temporaire (i, h, l) et les sols avec drainage à engorgement d'eau permanent (e, f, g), l'épaisseur de la zone non saturée a été fixée à 0,25m 	<p style="text-align: center;"><u>Degré de connaissance</u></p> <p style="text-align: center;">1 et 2</p> <p style="text-align: center;">1</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 04/04/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

	- Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 30 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM102

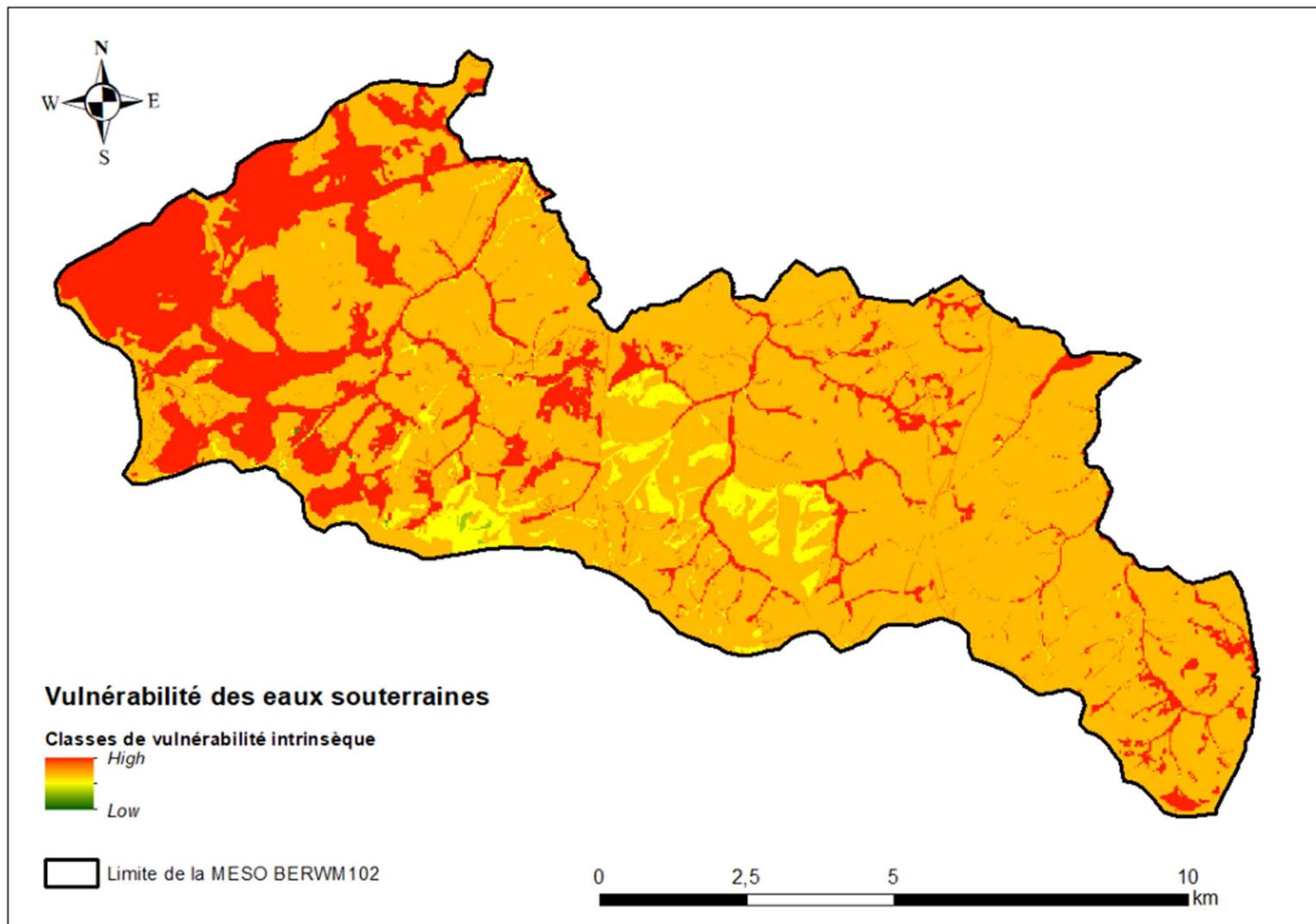


Figure 38 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM102

3.30. Masse d'eau souterraine BERWM103 : Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin

La masse d'eau souterraine BERWM103 « Grès et schistes du massif ardennais : Semois, Chiers, Houille et Viroin Roer » est localisée dans le sud de la Belgique, en Ardenne. Cette masse d'eau est constituée de dépôts du Dévonien inférieur et du Cambrien. La lithologie est composée de schistes, de phyllades, de grès, de quartzites et de quartzophyllades. Ces unités hydrogéologiques sont plutôt de nature aquitards et aquicludes mais il y a quand même des aquifères : les nappes superficielles logées dans le manteau d'altération et les nappes profondes contenues dans les fissures des intercalations gréseuses et quartzitiques et dans les zones de fractures.

La Table 31 reprend les principales hypothèses qui ont été prises pour la masse d'eau souterraine BERWM102. Il y a assez peu de données piézométriques, donc beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises pour établir les cartes de vulnérabilité. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, c'est-à-dire, l'aquifère du manteau d'altération et pas l'aquifère profond de fissures

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 39. Globalement, la vulnérabilité est moyenne à élevée parce que la nappe est assez proche de la surface. Les zones en rouge correspondent principalement aux aquifères alluviaux, aux tourbières et aux sols avec un drainage à engorgement d'eau temporaire ou permanent. Les zones où la vulnérabilité est moindre, correspondent à des unités plutôt aquifères où la nappe est plus profonde

MESO BERWM103	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pratiquement pas d'isopièzes tracées pour cette zone dans la carte hydrogéologique et il n'y a pas de données piézométriques issues de la modélisation. - L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, c'est-à-dire, l'aquifère du manteau d'altération et pas l'aquifère profond de fissures. - Les épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité hydrogéologique ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère s'il n'y a pas de données piézométriques. - Pour les alluvions, les tourbières, les sols avec drainage à engorgement d'eau temporaire (i, h, l) et les sols avec drainage à engorgement d'eau permanent (e, f, g), l'épaisseur de la zone non saturée a été fixée à 0,25m - Pour l'aquitard à niveaux aquifères du Socle Cambro-Silurien, des isopièzes sont tracées dans la carte hydrogéologique 	<p style="text-align: center;"><u>Degré de connaissance</u></p> <p style="text-align: center;">1 et 2</p> <p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">5</p>
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 04/04/2018	

Nombre de couches sol/ sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	<ul style="list-style-type: none"> - Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 31 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM103

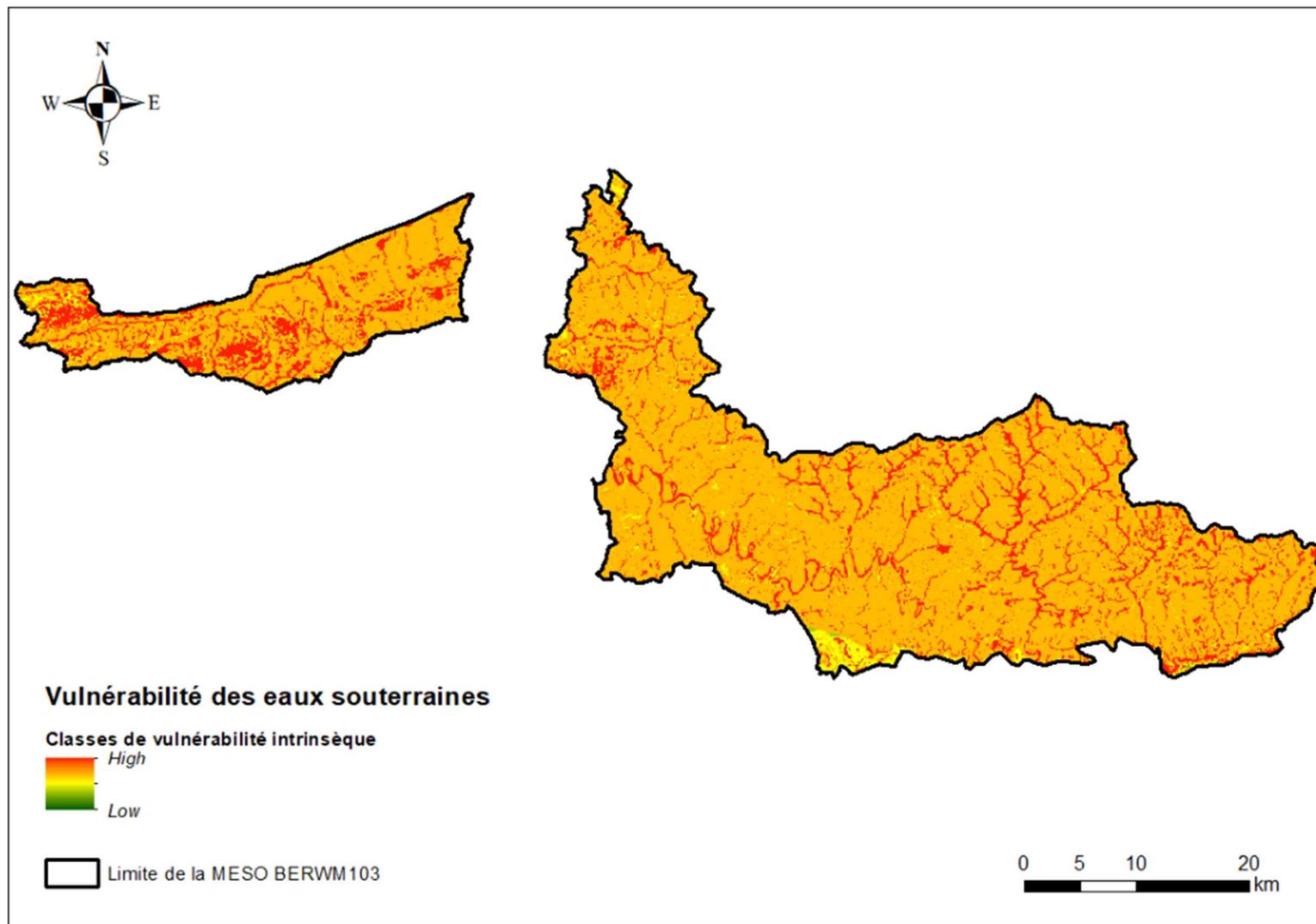


Figure 39 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM103

3.31. Masse d'eau souterraine BERWM141 : Calcaires et grès du bassin de la Gueule

La masse d'eau souterraine BERWM141 « Calcaires et grès du bassin de la Gueule » est située à l'est de la Wallonie. Cette masse d'eau est partiellement recouverte par la masse d'eau souterraine BERWM151 « Crétacé du pays de Herve ». La masse d'eau souterraine BERWM141 est composée de dépôts paléozoïques recouverts localement par des dépôts mésozoïques. Les aquifères principaux sont les calcaires carbonifères et dévoniens et les grès du Famennien.

Les principales hypothèses posées pour la masse d'eau souterraine BERWM141 sont présentées dans la Table 32. Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour cette masse d'eau et beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises.

La carte de vulnérabilité est illustrée à la Figure 41. La carte est assez contrastée et fort influencée par l'épaisseur de la zone non saturée. La vulnérabilité est moyenne à élevée dans la plupart des unités du Paléozoïque excepté dans les calcaires. Pour ceux-ci, la vulnérabilité varie entre faible à très élevée en fonction de l'épaisseur de la zone non saturée et la présence de phénomènes karstiques. Ceux-ci ne sont pas visibles à l'échelle de la masse d'eau, mais en zoomant, il est possible de constater que les zones karstiques sont très vulnérables (Figure 40). De plus, grâce à l'influence de la dangerosité latérale, l'aire d'influence des phénomènes karstiques sur la carte de vulnérabilité est d'autant plus grande s'il y a beaucoup de ruissellement à l'amont. Pour les sables mésozoïques du Santonien, la vulnérabilité est variable mais globalement moyenne à élevée.

MESO BERWM141	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- Il y a quelques isopièzes pour le Crétacé (Crétacé indifférencié) mais pas pour les autres unités pour lesquelles des hypothèses simplificatrices ont dû être prises	<u>Degré de connaissance</u>
	<u>Calcaires du Dévonien et du Carbonifères :</u>	
	○ La piézométrie a été fixée aux niveaux des résurgences référencées dans l'Atlas du karst et aux niveaux de seuils hydrogéologiques.	3
	<u>Autres unités hydrogéologiques :</u>	
	○ Des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques	1 et 2
	○ Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée	1
	○ La piézométrie des sables du Santonien a été estimée sur base des isopièzes du Crétacé indifférencié et des niveaux de sources	5 et 3
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS	

	- Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles

Table 32 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM141

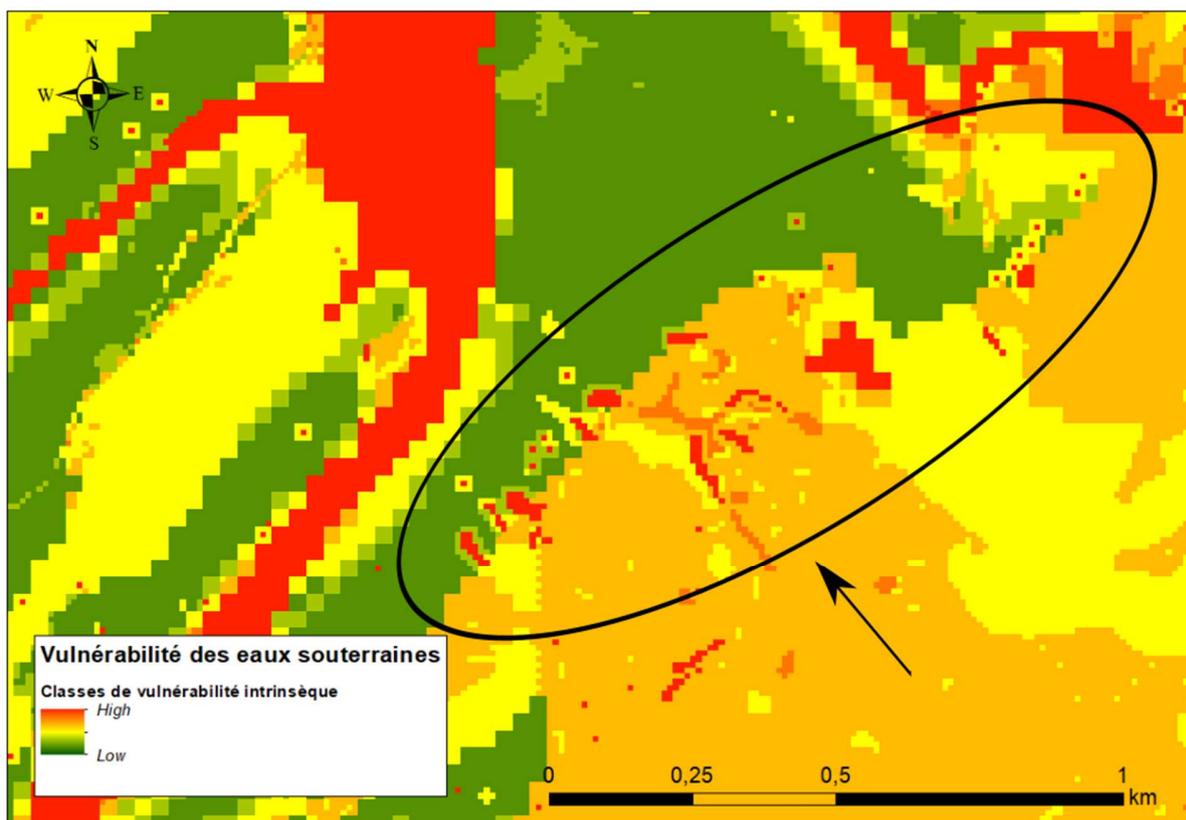


Figure 40 : Mise en évidence de la vulnérabilité élevée de phénomènes karstiques entre le Houiller et le calcaire du Carbonifère

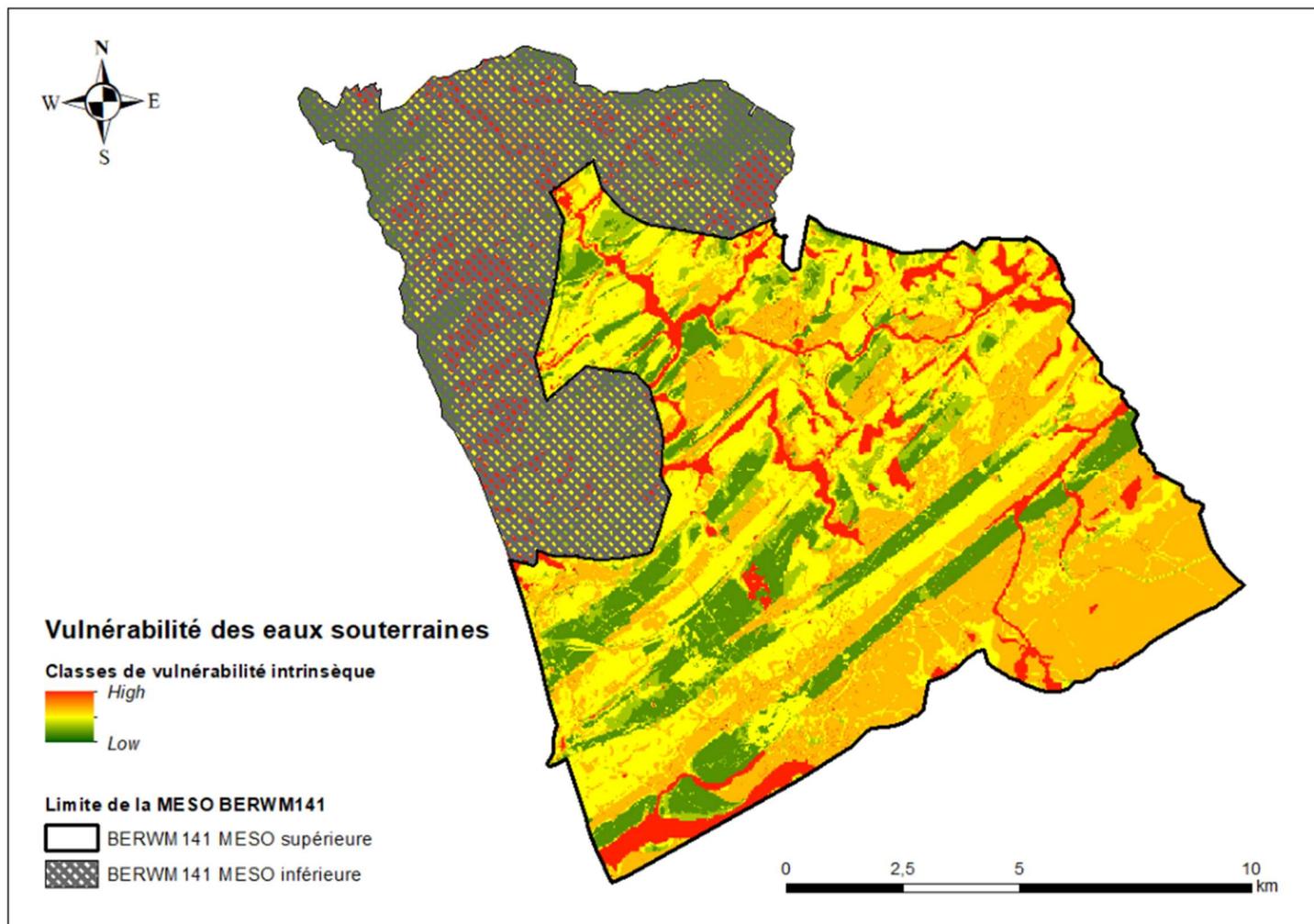


Figure 41 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM141

3.32. Masse d'eau souterraine BERWM142 : Calcaires et grès du bassin de la Vesdre

La masse d'eau souterraine BERWM142 « Calcaires et grès du bassin de la Vesdre » est localisée à l'est de la Wallonie. Cette masse d'eau est composée de dépôts paléozoïques recouverts localement par des dépôts du Cénozoïque et du Quaternaire. Les aquifères principaux sont les calcaires carbonifères et dévoniens et les grès du Famennien. Il y a également d'autres unités plutôt aquitards et aquicludes du Dévonien et du Houiller.

Les principales hypothèses posées pour la masse d'eau souterraine BERWM142 sont présentées dans la Table 33. Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour cette masse d'eau et beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises.

La carte de vulnérabilité est illustrée à la Figure 42. La carte est assez contrastée et fort influencée par l'épaisseur de la zone non saturée. La vulnérabilité est moyenne à élevée dans la plupart des unités du Paléozoïque sauf là où affleurent les calcaires, où la vulnérabilité est plus variée, allant de très élevée à très faible en fonction de l'épaisseur de la zone non saturée et de la présence de karst ou non.

MESO BERWM0142	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	<ul style="list-style-type: none"> - Il n'y a pas d'isopièzes tracées pour cette zone dans les cartes hydrogéologiques, des hypothèses simplificatrices ont donc dû être prises : <u>Calcaires du Dévonien et du Carbonifères :</u> <ul style="list-style-type: none"> o La piézométrie a été fixée aux niveaux des résurgences référencées dans l'Atlas du karst et aux niveaux de seuils hydrogéologiques. <u>Autres unités hydrogéologiques :</u> <ul style="list-style-type: none"> o Des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques o Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée 	<u>Degré de connaissance</u> 3 1 et 2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/sous-sol	<ul style="list-style-type: none"> - Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol 	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 33 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM142

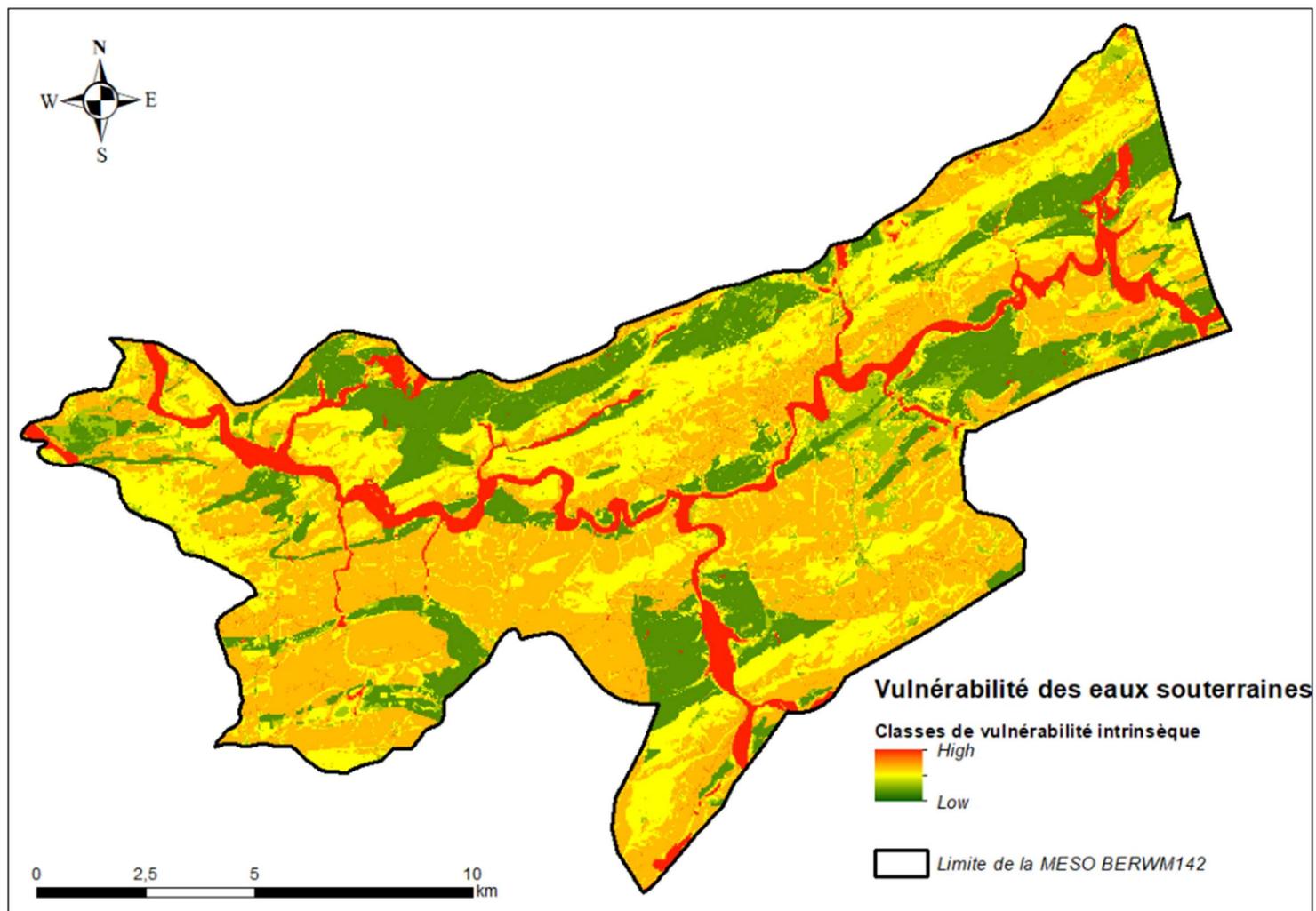


Figure 42 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM142

3.33. Masse d'eau souterraine BERWM151 : Crétacé du Pays de Herve

La masse d'eau souterraine BERWM151 « Crétacé du Pays de Herve » est située à l'est de la Wallonie. Cette masse d'eau est composée de dépôts du Mésozoïque (craies et sables du Crétacé) qui recouvrent des dépôts du Paléozoïque (principalement l'aquiclude à niveaux aquifère du Houiller). Les aquifères principaux sont les aquifères des craies et des sables du Crétacé.

Les principales hypothèses posées pour la masse d'eau souterraine BERWM151 sont présentées dans la Table 34. Il y a des isopièzes tracées pour le Crétacé indifférencié mais pour les autres unités, des hypothèses simplificatrices ont dû être prises.

La carte de vulnérabilité est illustrée à la Figure 42. La carte est assez contrastée et fort influencée par l'épaisseur de la zone non saturée. La vulnérabilité est moyenne à élevée dans la plupart des unités du Paléozoïque. Pour le Crétacé, la vulnérabilité est variable, elle est faible sur le haut des plateaux et augmente vers les vallées.

MESO BERWM151	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	Pour cette masse d'eau, des isopièzes ont été tracées pour le Crétacé (Crétacé indifférencié) mais pas pour les autres unités pour lesquelles des hypothèses simplificatrices ont dû être prises	<u>Degré de connaissance</u>
	<u>Unités du Crétacé et sables :</u> La piézométrie a été fixée sur base des isopièzes du Crétacé (Huygens, 1986) ²⁴ et des niveaux de sources	5 et 3
	<u>Calcaires du Dévonien et du Carbonifères :</u> La piézométrie a été fixée aux niveaux des résurgences référencées dans l'Atlas du karst et aux niveaux de seuils hydrogéologiques.	3
	<u>Autres unités hydrogéologiques :</u> <ul style="list-style-type: none"> ○ Des valeurs d'épaisseurs de zones non saturées ont été fixées en fonction des valeurs médianes de chaque unité ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère, s'il n'y a pas de valeurs piézométriques ○ Pour les aquifères alluviaux, une piézométrie sub-affleurante est considérée 	1 et 2
Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018	
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol	
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstiques sont considérés comme des zones d'infiltrations préférentielles	

Table 34 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWM151

²⁴ Huygens, Ch., 1986, Etude des ressources en eau du Pays de Herve, Contrat CILE-RW, 385pp + cartes en annexe

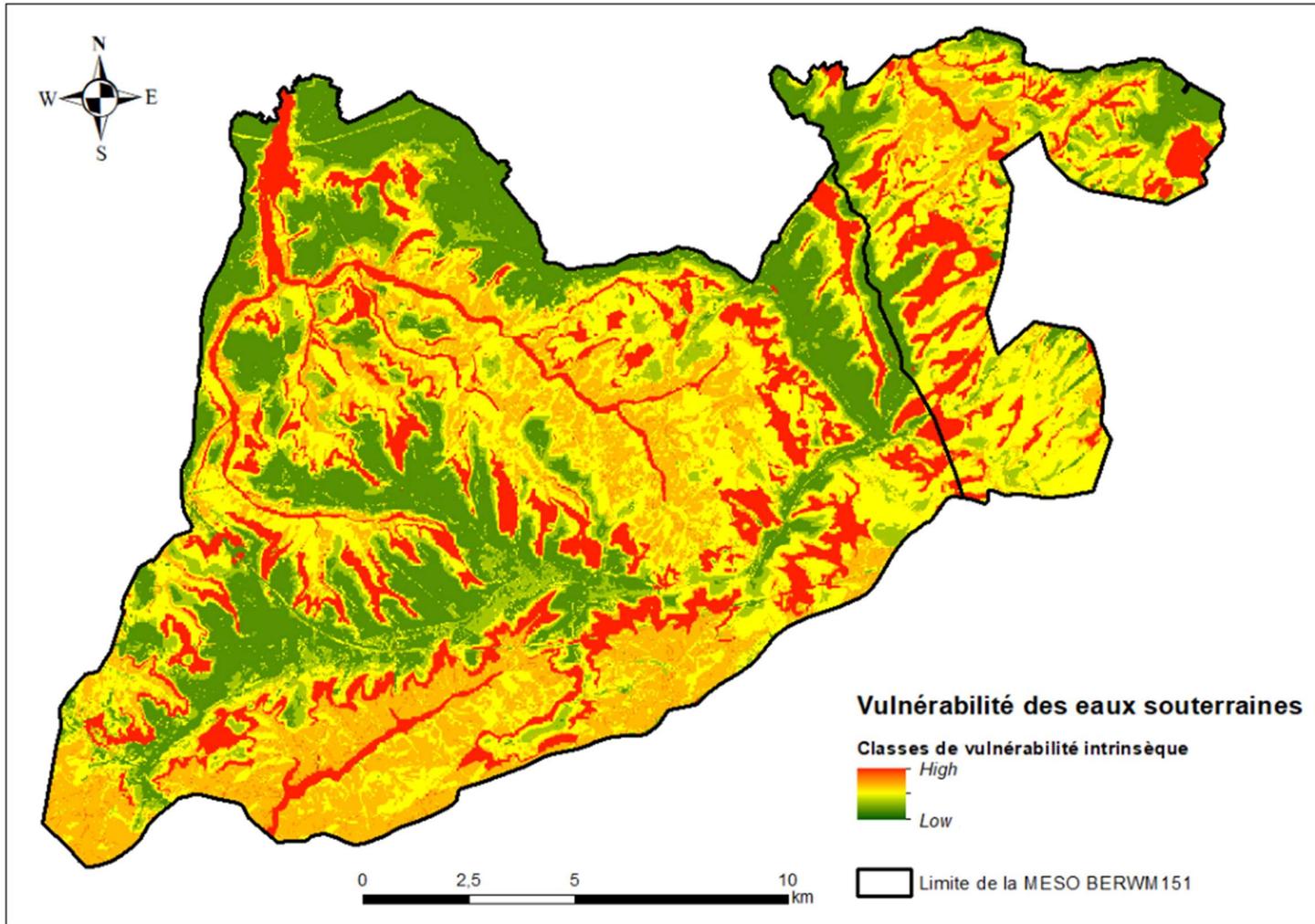


Figure 43 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWM151

3.34. Masse d'eau souterraine BERWR092 : Lias inférieur (Sinémurien) - district du Rhin

La masse d'eau souterraine BERWR092 « Lias inférieur (Sinémurien) - district du Rhin » est localisée dans le sud de la Belgique. Cette masse d'eau est constituée de dépôts mésozoïques du Lias. Le principal aquifère est celui de Florenville mais il y a également l'aquiclude à niveaux aquifères de Jamoigne, l'aquifère de Mortinsart, l'aquitard d'Arlon-Hondelange, l'aquifère d'Aubange-Messancy et les unités aquicludes de Arlon et d'Ethe.

La Table 35 décrit les principales hypothèses qui ont été prises pour établir les cartes de vulnérabilité de la masse d'eau BERWR092. Cette masse d'eau est partiellement étudiée parce que des isopièzes sont tracées pour l'aquifère de Florenville, par contre, pour les autres unités, des hypothèses simplificatrices ont dû être prises. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée. Pour l'aquiclude d'Ethe, c'est l'aquitard d'Arlon-Hondelange qui est considéré. Dans le cas de l'aquiclude d'Arlon, l'aquifère considéré est celui de Florenville. Concernant, la Formation de Jamoigne, celle-ci est considérée comme le premier « aquifère » rencontré parce que même si elle est généralement aquiclude, elle peut localement être aquifère.

La carte de vulnérabilité est présentée à la Figure 44. La vulnérabilité est moyenne au nord et plutôt faible au sud excepté dans les vallées. Au nord, dans les Formations de Jamoigne, de Mortinsart et du Dévonien, la piézométrie est plus proche de la surface, donc la vulnérabilité est moyenne à élevée. Dans la partie sud, la vulnérabilité est plus faible quand les aquifères sont protégés par les unités aquicludes d'Arlon ou d'Ethe et elle est également faible dans l'aquitard d'Arlon-Hondelange. Dans les aquifères de Florenville et d'Aubange-Messancy, la vulnérabilité est fortement influencée par la topographie. La vulnérabilité est très élevée dans les fonds de vallées et moyenne à faible sur les plateaux.

MESO BERWR092	Résumé des hypothèses prises et données disponibles	
Estimation de l'épaisseur de la zone saturée (ZNS)	- Il y a des isopièzes tracées pour les aquifères de Florenville et d'Aubange-Messancy, pour les autres unités, beaucoup d'hypothèses simplificatrices ont dû être prises. L'aquifère considéré est le premier aquifère rencontré, si la première unité est aquiclude, c'est l'unité sous-jacente qui est considérée	<u>Degré de connaissance</u>
	- La piézométrie des aquifères de Florenville et d'Aubange-Messancy est estimée d'après les isopièzes de la carte hydrogéologique et les niveaux de sources là où les isopièzes ne sont pas tracées	5 et 3
	- La piézométrie de l'aquitard d'Arlon-Hondelange est estimée sur base des niveaux de sources	3
	- Pour les Formations de Jamoigne et de Mortinsart, l'épaisseur de la zone non saturée a été estimée en fonction des valeurs médianes de chaque unité hydrogéologique ou du caractère aquitard, aquiclude ou aquifère s'il n'y a pas de données piézométriques	2 et 1
	- Pour l'aquifère alluvial une piézométrie sub-affleurante est considérée	1

Couverture géologique utilisée	- Cartes hydrogéologiques fournies le 28/06/2018
Nombre de couches sol/ sous-sol	- Une <u>couche sol</u> basée sur la carte des principaux types de sols pour la lithologie et l'épaisseur sur l'estimation du PCNSW corrigée aux endroits où l'épaisseur théorique de la couche sol est supérieure à l'épaisseur escomptée de la ZNS - Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières et certains phénomènes karstique sont considérés comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 35 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWR092

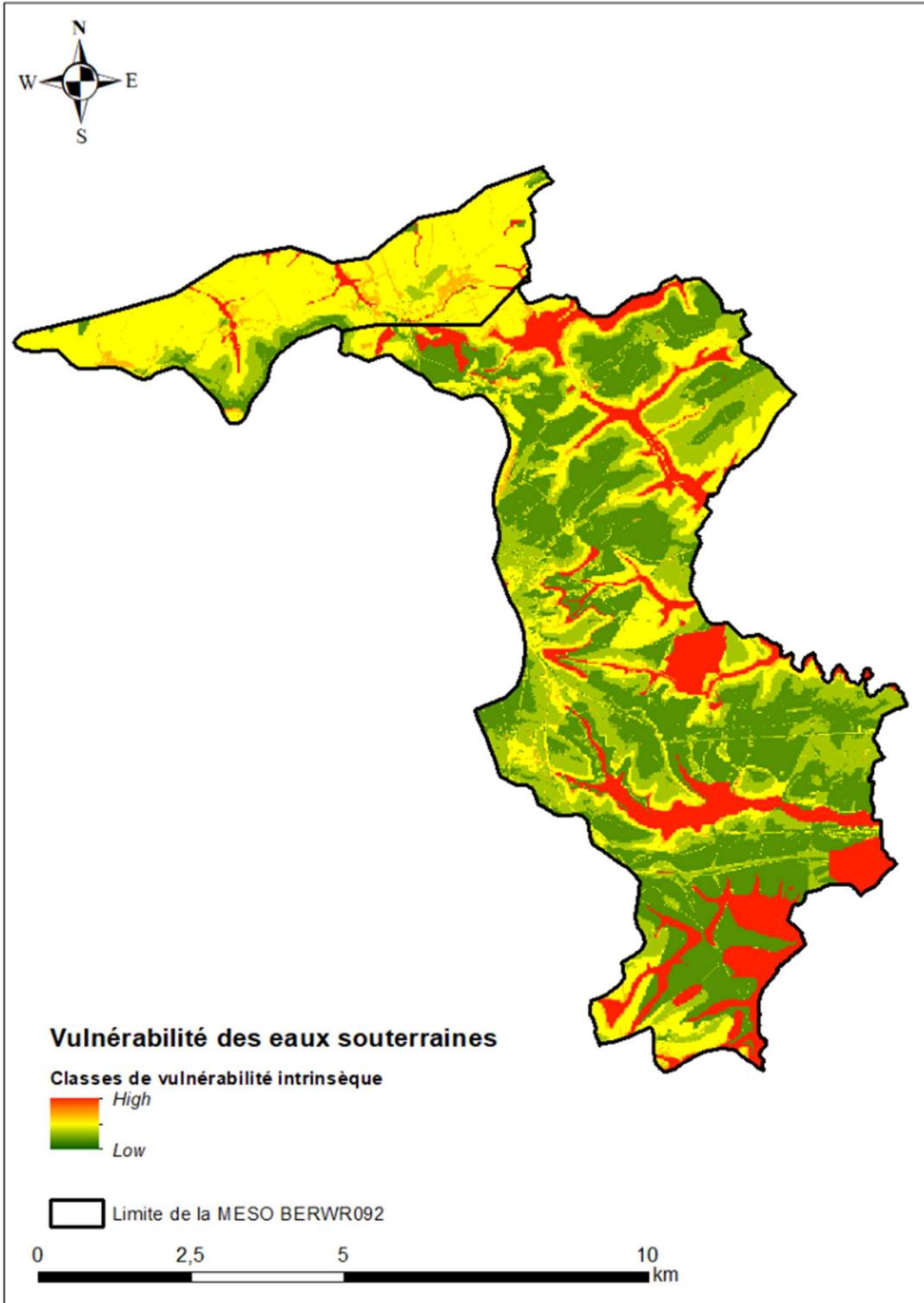


Figure 44 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWR092

	- Une <u>couche sous-sol</u> qui correspond à la lithologie de la carte hydrogéologique et dont l'épaisseur correspond à ZNS - épaisseur du sol
Zones d'infiltrations préférentielles	- Les carrières sont considérées comme des zones d'infiltration préférentielle

Table 36 : Résumé des hypothèses prises et données disponibles pour la masse d'eau BERWR101

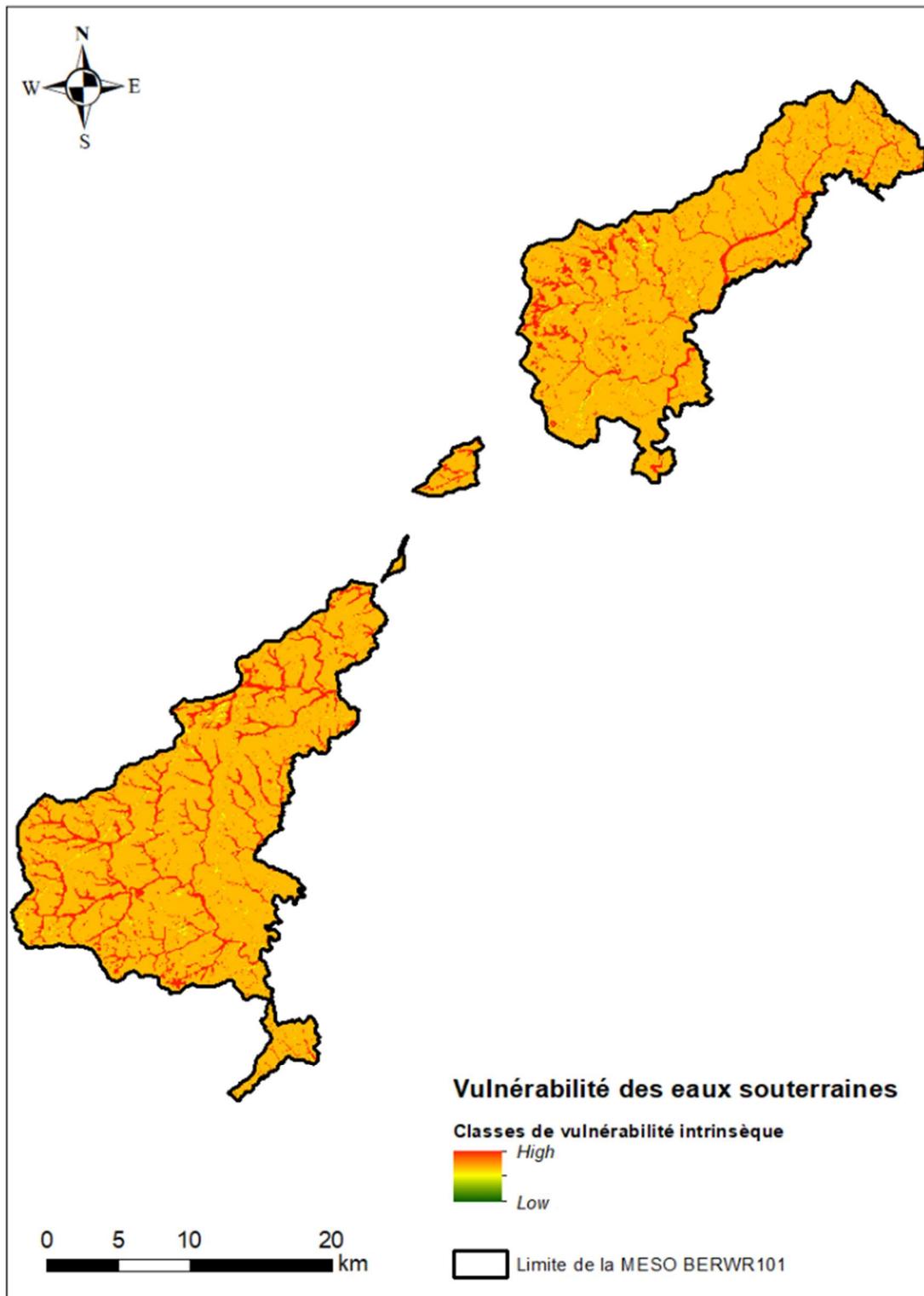


Figure 45 : Classes de vulnérabilité intrinsèque de la masse d'eau BERWR101