

Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan

*Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur
les zones pré-identifiées comme ressources majeures et
validation des zonages*

Juin 2013

Rapport n° 71605/B

Auteurs : Stéphane DEPARDON



AGENCE DE L'EAU RHÔNE MEDITERRANEE CORSE

Délégation de Besançon
34, rue de la Corvée
25000 BESANÇON

Agence Rhône Alpes Méditerranée

Métier Eau

Parc du Lyonnais

392, rue des Mercières

69140 Rillieux la Pape

Tél. : 04 37 85 19 60 / Fax. : 04 37 85 19 61

Synthèse

La troisième phase de l'étude sur la délimitation des ressources majeures pour l'AEP sous couverture du fossé bressan avait pour objectif de proposer une validation des contours des 6 secteurs retenus et de caractériser leur vulnérabilité.

La caractérisation de la vulnérabilité des ressources majeures de Nuits-Saint-Georges, Beaune, Chagny, Chalon Nord, Chalon Sud et Cuisery a montré que ces ressources étaient globalement peu vulnérables du fait de leur grande profondeur. Il s'agit d'aquifères karstiques ou mixte poreux/karstiques pour les secteurs de Nuits-Saint-Georges et Beaune. C'est au droit des zones de recharge que ces aquifères sont les plus vulnérables, raison pour laquelle les zones d'alimentation ont été intégrées à leur délimitation.

Trois zones de vulnérabilité ont été définies en fonction de critères qui sont l'épaisseur des terrains de couverture, l'état de la nappe (libre ou captive) et les vitesses d'écoulement.

Les zones de recharge des ressources profondes sont les zones les plus vulnérables. Les risques de dégradation de la ressource sont principalement liés à l'occupation des sols qui est, au droit de ces secteurs, principalement forestière et agricole.

Les zones de vulnérabilité moyenne et faible, qui correspondent respectivement aux secteurs situés au pied des coteaux et dans le fossé bressan (zone profonde), sont bien protégées par une épaisse couverture et une nappe captive. Les risques vis-à-vis des activités humaines en surfaces sont très faibles. Seuls les forages profonds existants ou la création de nouveaux forages, mal conçus, peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de la ressource.

Sommaire

	Pages
1. Introduction.....	5
2. Moyens mis en œuvre	6
3. Vulnérabilité et zonage des ressources majeures	7
3.1. Caractérisation des aquifères.....	7
3.2. Géométrie des aquifères.....	9
3.3. Schéma de circulations des eaux souterraines – Zone d'alimentation.....	11
3.4. Vitesses des écoulements	12
3.5. Piézométrie	13
3.6. Qualité des eaux.....	14
3.7. Délimitation des zones de vulnérabilité.....	14
4. Analyse des risques représentés par les forages.....	18
4.1. Risques dans les zones de vulnérabilité faible et moyenne.....	18
4.1.1. Construction de la base de données forages	18
4.1.2. Diagnostic des ouvrages existants	20
4.1.3. Concurrence hydraulique.....	23
5. Occupation des sols.....	24
5.1. Analyse des risques dans la zone de vulnérabilité forte	24
5.2. Répartition de l'occupation dans les zones de vulnérabilité forte	24
6. Documents de planification	29
6.1. Les SCOT	29
6.2. Les périmètres de protection	32
6.3. Les SAGE actuels.....	33
7. Conclusions.....	38

Liste des figures

Figure 1 : Carte d'implantation des ressources majeures et de leurs aires d'alimentation	8
Figure 2 : Illustration de la vulnérabilité des aquifères et schéma des écoulements – Exemple du secteur de Chalon Nord	10
Tableau 1 : Classes de vulnérabilité	15
Tableau 2 : Superficie des classes de vulnérabilité par secteur.....	15
Figure 3 : Proportion des classes de vulnérabilité par secteur	17
Tableau 3 : Recensement des ouvrages dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible	20
Tableau 4 : Détail de l'occupation des sols en zone de forte vulnérabilité	26
Figure 4 : Répartition de l'occupation des sols dans les zones de vulnérabilité forte	27
Figure 5 : Carte des SCOT	31
Figure 6 : Périmètres de protection existants dans les secteurs de Beaune et de Nuits- Saint-Georges	34
Figure 7 : Périmètres de protection existants dans le secteur de Chagny.....	35
Figure 8 : Périmètres de protection existants dans le secteur de Cuisery.....	36
Figure 9 : Carte des SAGE	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classes de vulnérabilité	15
Tableau 2 : Superficie des classes de vulnérabilité par secteur.....	15
Tableau 3 : Recensement des ouvrages dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible .	20
Tableau 4 : Détail de l'occupation des sols en zone de forte vulnérabilité	26

Liste des Annexes

Annexe A : Fiche de présentation de la ZIA de Nuits-St-Georges
Annexe B : Fiche de présentation de la ZIA de Beaune
Annexe C : Fiche de présentation de la ZIA de Chagny
Annexe D : Fiche de présentation de la ZIF de Chalon Nord
Annexe E : Fiche de présentation de la ZIF de Chalon Sud
Annexe F : Fiche de présentation de la ZIF de Cuisery

1. Introduction

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse a financé une étude dont les objectifs sont de confirmer l'intérêt de plusieurs ressources profondes situées dans le fossé bressan. Cette étude s'inscrit dans le cadre de la révision du SDAGE Rhône Méditerranée et vise à délimiter les ressources majeures reconnues comme stratégiques pour l'alimentation en eau potable des générations futures et réfléchir sur les stratégies de préservation de celles-ci.

La première phase de l'étude a consisté à faire une synthèse des données disponibles sur 9 secteurs pré-identifiés par le BRGM. L'intérêt en tant que ressource majeure a été reconnu sur 6 secteurs :

- Les secteurs de pied de Côte de Beaune, de Nuits-St-Georges ainsi que le secteur de Chagny ont été reconnus comme des zones d'intérêt actuel (ZIA¹) ;
- Les secteurs de Chalon Nord, Chalon Sud et Cuisery ont été reconnus comme des zones d'intérêt futur (ZIF²).

Les autres secteurs ont été écartés :

- Soit parce qu'il a été jugé que les informations disponibles étaient insuffisantes pour les inscrire à ce jour comme des ressources majeures. C'est le cas des secteurs de Louhans et de Saône-Doubs. Ces secteurs ont été définis comme des « zones moratoires » dont les potentiels quantitatif et qualitatif restent encore à démontrer ;
- Soit parce qu'il a été jugé que leur potentiel était trop faible au regard des critères retenus et des besoins. C'est le cas du secteur de l'Est dijonnais.

La deuxième phase de l'étude a permis de faire un bilan des usages en eau potable à proximité des secteurs étudiés et d'estimer les besoins à long terme. Les collectivités compétentes en eau potable qui peuvent être intéressées par ces ressources sont principalement situées dans les départements de la Côte d'Or et de la Saône-et-Loire. Les ressources majeures du fossé bressan peuvent leur apporter un complément et une diversification de leur ressource.

La troisième phase de l'étude, objet du présent rapport, doit permettre de proposer une validation des contours des 6 secteurs retenus et de caractériser leur vulnérabilité.

¹ Zone d'Intérêt Actuel ou ressource structurante (ZIA) : ressource déjà fortement sollicitée dont l'altération poserait des problèmes immédiats pour les importantes populations qui en dépendent.

² Zone d'Intérêt Futur (ZIF) : ressource faiblement ou non sollicitée à ce jour mais à forte potentialité.

2. Moyens mis en œuvre

Pour chaque ressource majeure, nous avons rédigé une fiche de présentation qui aborde les items suivants :

- Informations d'ordre général :
 - Département ;
 - Communes concernées ;
 - Superficies des zones de vulnérabilité ;
 - Documents de planification concernés.
- Caractéristiques géologiques :
 - Nature ;
 - Profondeur du toit de l'aquifère ;
 - Zone de recharge.
- Caractéristiques hydrogéologiques :
 - Potentialités connues ;
 - Piézométrie ;
 - Qualité de l'eau ;
 - Vulnérabilité.
- Inventaire des forages existants :
 - Risques représentés par les forages ;
 - Programme de diagnostic et de réhabilitation ;
 - Estimation des coûts.
- Exploitation actuelle, perspectives d'évolution ;
- Appréciation générale.

Les fiches de présentation sont données en **annexe A à F**.

Dans le corps du texte, nous présentons la démarche qui a abouti à la caractérisation de la vulnérabilité de chaque ressource, ainsi que les données de recensement des forages et de l'occupation des sols. Les différentes cartes qui illustrent les résultats sont également intégrées au corps du texte pour une meilleure compréhension.

3. Vulnérabilité et zonage des ressources majeures

3.1. Caractérisation des aquifères

Les ressources majeures identifiées sont toutes implantées sur la bordure Ouest du fossé bressan, au pied des affleurements calcaires du jurassique (**Cf. Figure 1**).

On peut distinguer 2 grands types d'aquifères :

- Les aquifères de pied de côte des secteurs de Beaune (nappe de Vignoles) et de Nuits-Saint-Georges (nappe du Meuzin) qui sont situés dans le département de la Côte d'Or. Ce sont des aquifères constitués de deux unités qui sont les alluvions anciennes du Plio-Quaternaire et les calcaires lacustres de l'Oligocène. Ces formations géologiques se sont mises en place en bordure des escarpements calcaires jurassiques et au niveau du débouché des vallées du Rhoin (Beaune) et du Meuzin (Nuits-Saint-Georges). Il s'agit **d'aquifères « mixtes » poreux et karstiques** ;
- Les aquifères des calcaires jurassiques en pied de côte chalonaise des secteurs de Chagny, Chalon Nord, Chalon Sud et Cuisery qui sont implantés dans le département de la Saône-et-Loire. Les calcaires du jurassique ont été découpés par des failles formant des compartiments qui se sont effondrés de plus en plus profondément en direction de l'Est au moment de la formation du fossé bressan. Ces formations ont été recouvertes par les formations du Plio-Quaternaire (marnes de Bresse). Il s'agit **d'aquifères karstiques**.

Ce type d'aquifère, dit karstique, se caractérise par des vitesses de circulation des eaux très rapides (de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres par jour) et un faible pouvoir de filtration des eaux. A contrario, une pollution atteignant ces aquifères n'aura pas un caractère aussi persistant que dans un aquifère poreux par exemple.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
 Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
 Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

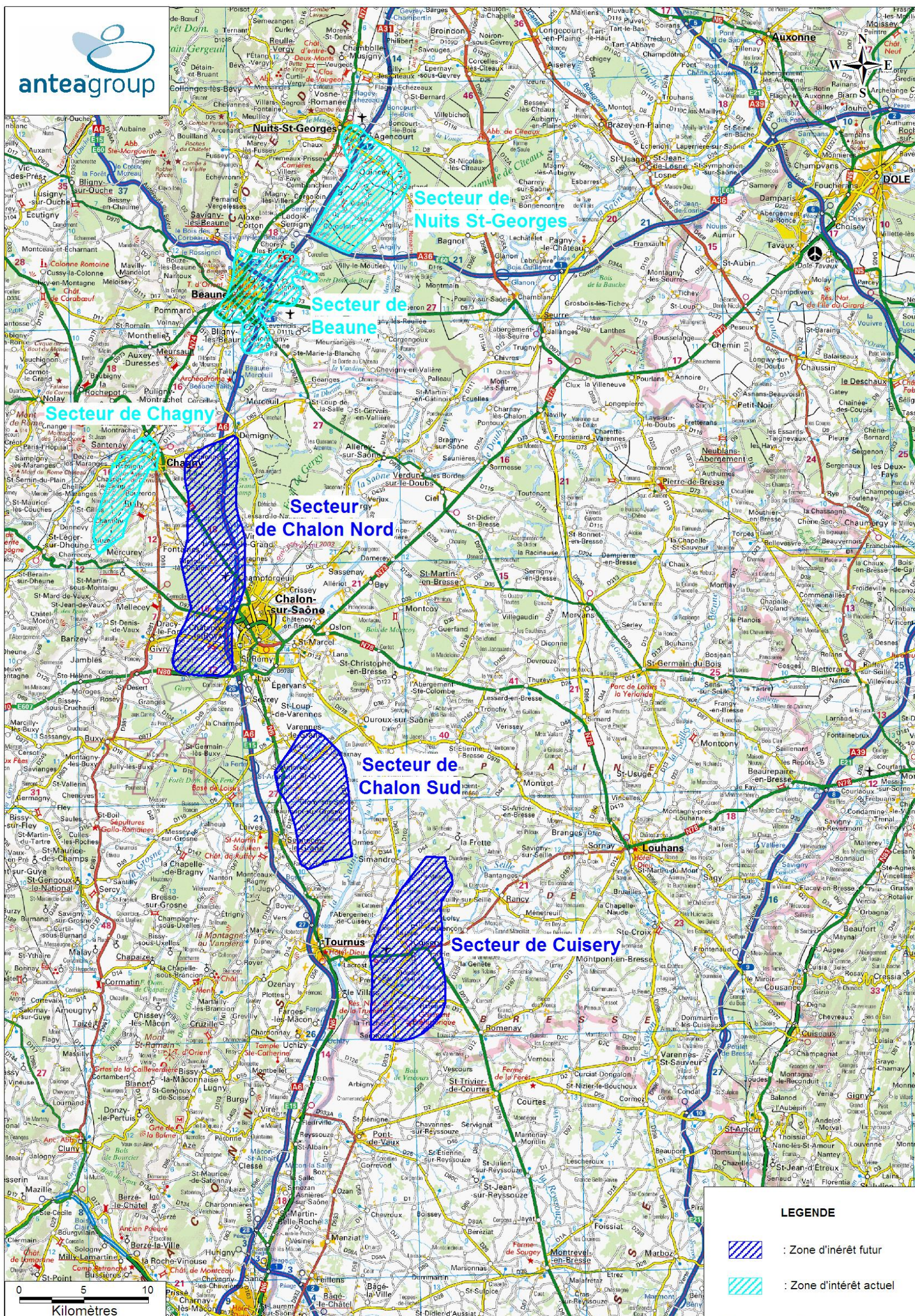


Figure 1 : Carte d'implantation des ressources majeures et de leurs aires d'alimentation

3.2. Géométrie des aquifères

Les aquifères étudiés ont tous la particularité de s'approfondir en direction de l'Est (Cf. **Figure 2**). Les limites qui ont été proposées reposent sur les critères définis dans le rapport de phase 1, à savoir :

- Critère de protection : aquifère cible recouvert par une couverture d'au moins 50 m d'épaisseur ;
- Critère qualité (eau trop minéralisée) et coût : forage de 500 m de profondeur au maximum.

Les limites proposées ont été déterminées à partir des coupes géologiques disponibles sur les forages de reconnaissance recensés à la Banque de Données du Sous-Sol (forage de reconnaissance pétrolier, autres forages) et à partir du modèle géologique construit en 2009 par le BRGM ("Etude sur les ressources en eaux profondes du fossé bressan en Bourgogne et Franche-Comté").

Nous avons considéré comme terrain de couverture l'ensemble des formations géologiques présentes au-dessus des ressources majeures sans distinction de faciès. Au sein de cette couverture, il y a donc des formations dites peu perméables (horizons argileux, marnes de Bresse) mais aussi des formations perméables qui sont le siège de nappes exploitées ou pas (alluvions anciennes de la Saône, horizons sableux du Saint-Cosme).

D'une manière générale, plus on se rapproche des affleurements calcaires à l'Ouest, moins la couverture protectrice est épaisse et plus l'aquifère est vulnérable. Au contraire, plus on s'écarte à l'Est et plus l'épaisseur de la couverture augmente, moins l'aquifère est vulnérable (**Cf. Figure 2**).

Dans le cas particulier du secteur de Chagny, les calcaires du jurassique sont présents sous les alluvions de la Dheune à une profondeur inférieure à 50 m (18 à 45 m). L'aquifère est ici plus vulnérable.

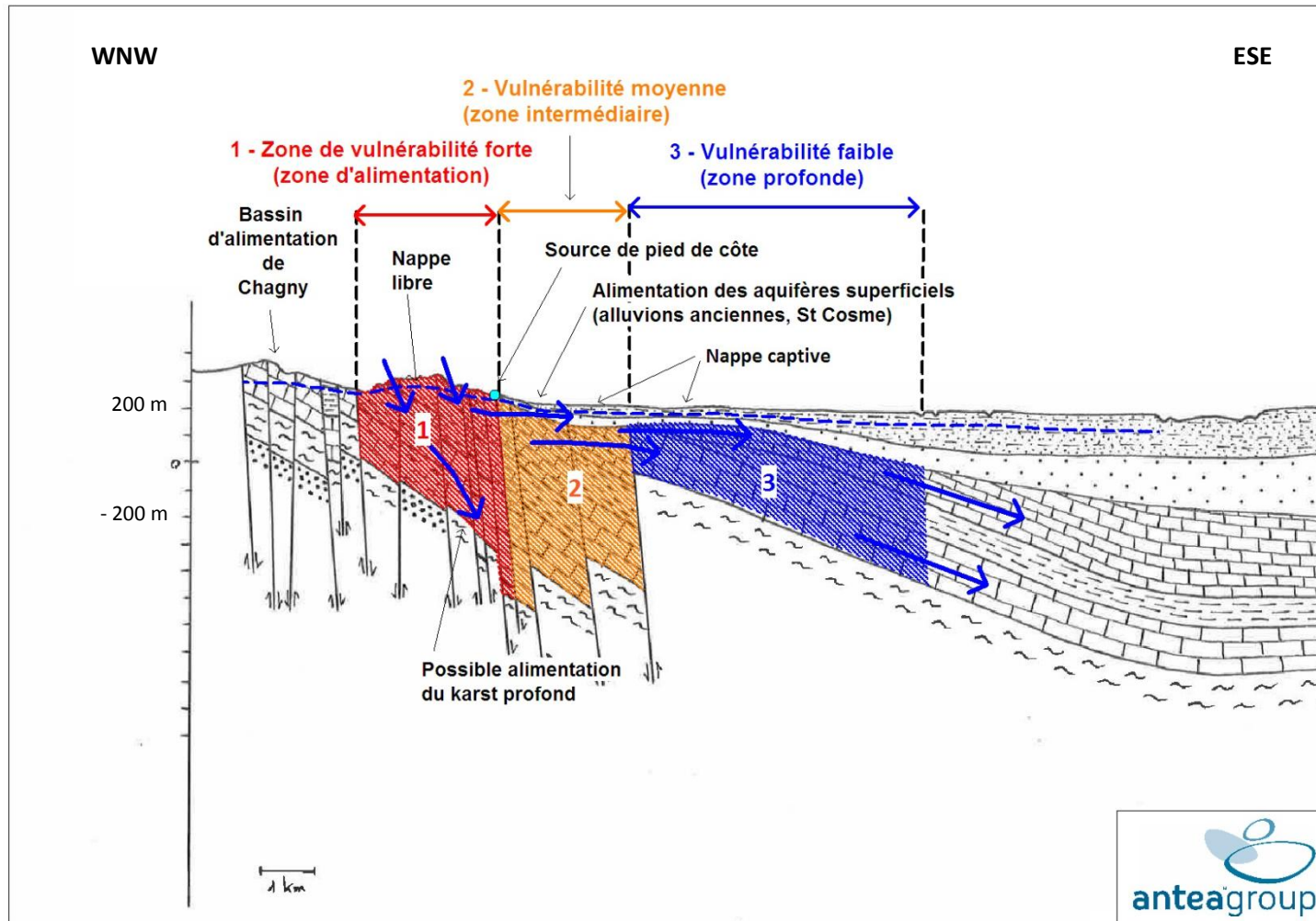


Figure 2 : Illustration de la vulnérabilité des aquifères et schéma des écoulements – Exemple du secteur de Chalon Nord

3.3. Schéma de circulations des eaux souterraines – Zone d'alimentation

La zone d'alimentation des aquifères de pied de côte correspond aux zones d'affleurement qui forment les plateaux calcaires à l'Ouest. Le schéma des écoulements des eaux souterraines de l'ensemble des secteurs peut être résumé de la façon suivante (Cf. Figure 2) :

- Les précipitations qui tombent sur les affleurements calcaires vont pour partie ruisseler et pour partie s'infiltrer dans les dolines, les fissures et les fractures qui affectent les massifs calcaires ;
- Les eaux sont drainées en profondeur où elles vont alimenter le réseau karstique. Les grandes fractures sont généralement des zones de circulations privilégiées ;
- Le sens d'écoulement général des eaux souterraines est en direction de l'Est et du Sud-Est, c'est-à-dire en direction du fossé bressan ;
- Les eaux souterraines peuvent avoir plusieurs exutoires :
 - Une partie va alimenter les sources et cours d'eau que l'on trouve dans les fonds de vallons ou au pied des coteaux calcaires ;
 - Une partie va alimenter les aquifères peu profonds présents dans les éboulis de pied de côte mais aussi les formations détritiques du Plio-Quaternaire (alluvions anciennes, Saint-Cosme) ;
 - Une partie va alimenter les aquifères identifiés comme ressources majeures (calcaires du jurassique et calcaires de l'oligocène) ;
 - Une partie peut également alimenter le karst profond.

Le potentiel global théorique de chaque secteur a été approché en appliquant une recharge moyenne annuelle par les pluies de 150 mm/an à la surface de la zone d'alimentation présumée, sans qu'il soit possible de connaître la proportion qui participe à l'alimentation des ressources majeures.

La zone d'alimentation présumée de chaque secteur a été identifiée et les limites appréciées en fonction :

- Des limites géologiques des calcaires du Jurassique ;
- Des limites structurales que sont les grandes failles ;
- Des données de traçage quand elles existent.

Les risques de dégradation des ressources majeures ont été appréciés au regard du contexte hydrogéologique précédemment défini :

- Dans la zone profonde (n°3) → la vulnérabilité est faible en raison de la forte épaisseur de couverture (> 50 m) → les enjeux sont liés aux activités profondes (forages)
- Dans la zone d'alimentation (n°1) → la vulnérabilité est forte en l'absence des terrains de couverture → les enjeux sont liés aux activités de surface
- Dans la zone intermédiaire (n°2) → la vulnérabilité est moyenne → les enjeux sont mixtes.

3.4. Vitesses des écoulements

Nous avons connaissance de traçages qui ont été réalisés dans le secteur de Chagny dans le cadre d'études préalables à la mise en place des périmètres de protection des captages de Chagny et de Remigny (SIE de la Vallée de la Dheune) :

- Secteur de Chagny : le traceur injecté dans la vallée de Bouzeron (au SSW des forages) a été retrouvé dans les forages des Mûriers et Paquier Fané. L'estimation des vitesses de transit des eaux est de l'ordre de 50 m / jour en période d'étiage,
- Secteur de Remigny : le traceur injecté dans la vallée du Moulin Marinot (au SW des forages) a été détecté sur les forages captant les calcaires. En régime de hautes eaux, les vitesses de transit sont très rapides puisqu'elles sont estimées à environ 300 m/jour.

Ces traçages confirment que les vitesses d'écoulement des eaux souterraines sont élevées puisque suivant la période de l'année, les vitesses sont comprises entre 50 et 300 m/jour.

La zone d'alimentation de Chagny a été étendue au Nord de la vallée de la Dheune (extrémité Sud des plateaux de l'Arrière Côte de Beaune) car l'eau des forages de Remigny montre la présence de traces de pesticides (diuron et de l'oxadixyl) utilisés dans le vignoble. Hors, le vignoble est particulièrement présent dans ce secteur. La participation, par une partie du versant Nord, reste à démontrer par la mise en œuvre d'un traçage.

Des traçages ont également été réalisés dans le cadre d'une étude concernant la source de la Bouzaise (secteur de Beaune, nappe de Vignoles). Ces traçages ont montré que le Rhoin contribue à l'alimentation de la source de la Bouzaise (et de la source de l'Algue située à proximité). Ces traçages confirment que les plateaux calcaires participent à l'alimentation des aquifères de pied de côte et notamment les pertes du Rhoin. C'est la raison pour laquelle la zone d'alimentation du secteur de Beaune correspond au bassin versant topographique du Rhoin.

Sur le secteur de Nuits-Saint-Georges, nous n'avons pas connaissance d'étude ou de traçage qui démontre la participation de la rivière le Meuzin à l'alimentation de la ressource majeure (appelée nappe du Meuzin). Toutefois, compte tenu de la similitude du contexte avec le secteur de Beaune, nous avons intégré le bassin versant topographique du Meuzin à la zone d'alimentation de la ressource majeure.

3.5. Piézométrie

Il n'existe aucune carte piézométrique dans les secteurs étudiés mais seulement des mesures ponctuelles. Ces mesures montrent que les nappes sont libres en partie amont au droit des zones d'affleurement et en pied de coteaux, et elles deviennent rapidement captives à l'aval lorsque la couverture s'épaissit.

C'est par exemple le cas pour la nappe du Meuzin qui est libre à l'Ouest de l'autoroute. A l'Est de l'autoroute, la nappe est fréquemment artésienne jaillissante avec des charges pouvant atteindre 8 à 10 m au dessus du sol. Cette caractéristique impacte la qualité de l'eau puisque les teneurs en nitrates sont fortes dans la partie amont. Dans la partie aval, lorsque la nappe est captive (milieu réducteur), les teneurs en nitrates sont faibles avec de possibles présences en fer et en manganèse.

On retrouve ces mêmes caractéristiques dans les autres secteurs à savoir une nappe captive dans sa partie aval liée à la différence de charge entre la zone de recharge et l'exutoire, et à la présence d'une épaisse couverture peu perméable. En termes de vulnérabilité, cela se traduit par une vulnérabilité croissante de l'aval vers l'amont :

- Dans la zone de recharge : absence de couverture, présence d'une nappe libre, la vulnérabilité de la nappe est plus forte ;
- Zone en pied de coteaux : couverture moins épaisse (< 50 m), nappe le plus souvent captive sauf dans le secteur de Nuits-Saint-Georges (nappe du Meuzin), la vulnérabilité est modérée ;
- Zone aval : couverture épaisse (> 50 m), nappe captive, la vulnérabilité est très faible.

Des suivis piézométriques existent dans les secteurs de Nuits-Saint-Georges (nappe du Meuzin) et de Beaune (nappe de Vignoles) qui sont utilisées essentiellement pour l'alimentation en eau potable :

- Dans le secteur de Beaune, les historiques piézométriques disponibles ne mettent pas en évidence de baisse pluriannuelle des niveaux, mais la durée des mesures dans la partie vraiment captive est trop courte pour être totalement affirmatif,
- Dans le secteur de Nuits-Saint-Georges, les historiques piézométriques disponibles concernent la partie amont de la nappe. Sur une vingtaine d'années, les niveaux semblent baisser de 2 m environ. Aucune donnée dans la zone captive ne permet d'évaluer des variations pluriannuelles.

Avant de décider de la création de nouveaux ouvrages dans ces secteurs, il est important de s'assurer que la recharge compense les prélèvements et de disposer de plusieurs points de suivis dans la partie captive de la nappe et sur des ouvrages non exploités. Un piézomètre de suivi pourrait être créé dans le secteur de Nuits-Saint-Georges (partie captive).

3.6. Qualité des eaux

La qualité des eaux est connue et suivie dans les Zones d'Intérêt Actuel (secteurs de Beaune, Nuits-Saint-Georges et Chagny) mais aussi partiellement dans le secteur de Chalon Nord qui a fait l'objet d'un forage de reconnaissance (forage de Fontaines pour le compte du SIE du Nord de Chalon).

Globalement, l'eau captée est de bonne qualité et respecte les limites de qualité des eaux potables. S'agissant de nappes captives, il est possible de trouver des teneurs supérieures aux références de qualité en fer et en manganèse.

Les teneurs en nitrates sont généralement faibles et on trouve des traces de pesticides dans les secteurs de Chagny, de Beaune et de Chalon Nord signes que les activités humaines dans les zones d'alimentation ont un impact sur ces ressources. Il est donc primordial d'inclure les zones d'alimentation dans la délimitation des ressources majeures afin de ne pas dégrader la situation actuelle.

3.7. Délimitation des zones de vulnérabilité

La synthèse hydrogéologique des ressources majeures montre que :

- On se trouve en présence d'aquifères karstiques ou mixte poreux/karstiques pour les secteurs de Beaune et Nuits-Saint-Georges. Ces aquifères se caractérisent par des vitesses de circulation des eaux élevées ;
- La zone de recharge (ou bassin d'alimentation) de ces ressources est située sur les zones d'affleurement calcaires de la côte et de l'arrière côte ;
- Les activités humaines, sur la côte et l'arrière côte, ont un impact sur la qualité des eaux. Même si cet impact reste limité, il est justifié d'intégrer la zone d'alimentation aux limites des ressources majeures ;
- La vulnérabilité est croissante de l'aval vers l'amont (=zone d'alimentation).

A partir des critères qui sont l'épaisseur des terrains de couverture / état piézométrique / vitesses d'écoulement, nous avons déterminé 3 classes de vulnérabilité.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Vulnérabilité	Secteurs	Critères					
		Epaisseur des terrains de couverture		Etat piézométrique		Vitesses d'écoulement	
Vulnérabilité forte	Zone d'alimentation	absente (< 10 m) Vulnérabilité plus forte		nappe libre Vulnérabilité plus forte		élevées Vulnérabilité plus forte	
Vulnérabilité moyenne	Zone intermédiaire (Secteur pied de côte)	entre 10 et 50 m		stade intermédiaire (nappe libre à captive)		stade intermédiaire	
Vulnérabilité faible	Zone profonde	> 50 m Vulnérabilité plus faible		nappe captive Vulnérabilité plus faible		plus modérées Vulnérabilité plus faible	

Tableau 1 : Classes de vulnérabilité

La répartition de chaque zone de vulnérabilité par ressource majeure est présentée dans le tableau ci-dessous et sur la **Figure 3**. Les zones de vulnérabilité sont représentées dans les **annexes A à F**.

Secteurs	Surface (km ²) et pourcentage						Total
	Vulnérabilité forte		Vulnérabilité moyenne		Vulnérabilité faible		
Beaune	92.7	69%	9.6	7%	32.0	24%	134.4
Nuits-Saint-Georges	122.9	70%	17.2	10%	35.0	20%	175.1
Chalon Nord	47.4	30%	33.3	21%	74.8	48%	155.5
Chalon Sud	47.4	40%	25.7	22%	44.1	38%	117.1
Cuisery	24.9	15%	75.3	46%	65.0	39%	165.3
Chagny	23.2	87%	3.5	13%	0.0	0%	26.7
TOTAL	358.5	46%	164.6	21%	250.9	32%	774.0

Tableau 2 : Superficie des classes de vulnérabilité par secteur

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

On constate que :

- Pour les secteurs de Beaune et de Nuits-Saint-Georges, la zone de vulnérabilité forte (zone d'alimentation) est relativement étendue puisqu'elle représente environ 70% de la superficie totale de chaque ressource majeure ;
- Pour le secteur de Chagny, la zone de vulnérabilité faible n'est pas représentée compte tenu de la plus faible épaisseur des terrains de couverture. La zone de vulnérabilité forte représente presque 90% de la superficie totale de la ressource majeure ;
- Pour les secteurs de Chalon Nord et Chalon Sud, la zone de vulnérabilité forte est moins étendue puisqu'elle représente environ 1/3 de la superficie totale de la ressource majeure ;
- Pour le secteur de Cuisery, la zone de vulnérabilité forte ne représente que 15% de la superficie totale de la ressource majeure.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan

Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

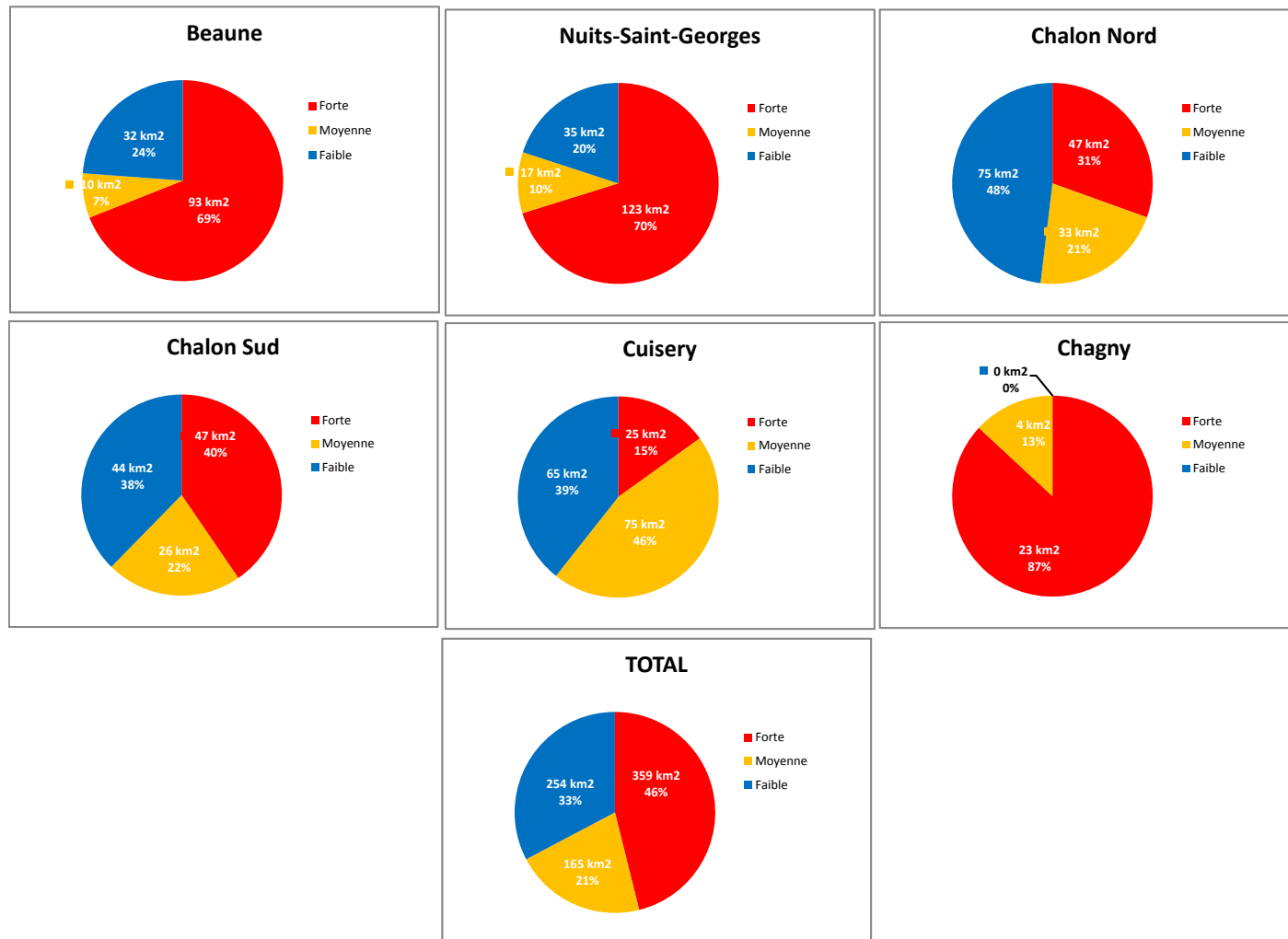


Figure 3 : Proportion des classes de vulnérabilité par secteur

4. Analyse des risques représentés par les forages

4.1. Risques dans les zones de vulnérabilité faible et moyenne

Au droit des zones de vulnérabilité faible et moyenne, les ressources majeures bénéficient d'une bonne protection vis-à-vis des activités anthropiques et plus particulièrement de l'occupation des sols car nous avons vu précédemment qu'elles sont naturellement protégées par :

- Les terrains de couverture ;
- Le caractère captif de la nappe.

Le seul risque identifié au droit de ces secteurs repose sur des forages existants potentiellement mal conçus, susceptibles de mettre en relation la ressource majeure avec les aquifères superficiels et/ou les eaux de ruissellement. Pour évaluer ce risque, il est donc essentiel :

- De recenser les forages existants qui captent la ressource majeure,
- De vérifier si ces ouvrages ont été conçus correctement, à savoir s'ils disposent d'une tête de forage étanche (dalle étanche, capot de protection) et d'une cimentation de l'annulaire réalisée dans les règles de l'art.

Pour essayer d'évaluer ce risque, nous avons construit une base de données des forages présents dans la zone délimitée qui captent les ressources majeures (zones de vulnérabilité faible, moyenne et forte).

4.1.1. Construction de la base de données forages

La démarche adoptée est présentée ci-après. Nous avons repris la liste des champs énoncés listés par l'Agence de l'Eau.

- 1) Cartographie des zones de vulnérabilité (Forte, Moyenne ou Faible).
- 2) Extraction de tous les forages recensés à la Banque de Données du Sous-Sol sur chaque secteur.
- 3) Ajout des forages connus par ANTEA Group qui n'apparaissent pas dans la BSS, avec les données disponibles les concernant.

- 4) Tri des forages selon leur zone de **vulnérabilité** d'appartenance :
- Zone d'alimentation (Vulnérabilité Forte **1**) : tous les forages sont concernés
 - Zone intermédiaire (Vulnérabilité moyenne **2**) : les forages qui captent l'aquifère et qui font au moins 10 m de profondeur
 - Zone profonde (Vulnérabilité Faible **3**) : les forages qui captent l'aquifère et qui font au moins 50 m de profondeur.

En vérifiant à chaque fois, si la coupe géologique est disponible, avant d'exclure un forage. Les forages sans coupe mais dont la profondeur est telle qu'ils peuvent potentiellement capter l'aquifère ont été conservés. De même dans le doute, nous avons conservé les forages sans coupe et dont la profondeur n'est pas connue. Les forages rebouchés ne sont pas pris en compte.

- 5) **Qualité de la localisation** « Qualoc » : < 500 m bonne précision, **1**
 > 500 m précision moyenne, **2**
 Mauvaise précision, **3**
 Non renseignée, *vide*
- 6) Les **profondeurs** « -10 » correspondent aux forages de profondeur inconnue.
- 7) Renseignement des **masses d'eau** et **domaines hydrogéologiques**.
- 8) Récupération des codes **SANDRE** grâce à la base de données des prélèvements de l'Agence de l'Eau. Les volumes annuels prélevés, exprimés en milliers de m³, sont ceux déclarés à l'Agence de l'Eau pour l'année 2010.
- 9) Téléchargement des **coupes** géologiques et techniques. Les champs cimentation de la tête (« cimtête »), état de la tête (« Etattête ») et cimentation de l'annulaire (« cimannulaire ») sont renseignés lorsque l'information était disponible sur la coupe technique. **Nous avons considéré qu'il y avait un risque de contamination de la ressource quand une des cimentations était défectueuse.**
- 10) « Nom **Usage** Post LEMA » : le code LEMA des usages est renseigné lorsque l'ouvrage est recensé dans la base de données prélèvements de l'Agence de l'Eau. Pour les autres ouvrages, nous avons indiqué l'état de l'ouvrage recensé dans la BSS (« ABANDONNE », « NON EXPLOITE », « PIEZOMETRE », « EAU INDUSTRIELLE », « EAU INDIVIDUELLE », *vide*).

Les forages recensés dans la base de données sont reportés sur les figures en **annexes A à F**.

4.1.2. Diagnostic des ouvrages existants

Pour chaque ressource majeure, nous avons fait un bilan des ouvrages recensés dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 3**.

BEAUNE		
	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible (ressource profonde > 50 m)
Nombre d'ouvrage	3	8
Nombre d'ouvrage sans information	1	4
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	2	4
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	1	3
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	1	1
NUITS SAINT GEORGES		
	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible (ressource profonde > 50 m)
Nombre d'ouvrage	3	7
Nombre d'ouvrage sans information	3	2
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	0	5
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	0	5
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	0	0
CHALON NORD		
	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible (ressource profonde > 50 m)
Nombre d'ouvrage	11	16
Nombre d'ouvrage sans information	10	13
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	1	3
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	1	3
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	0	0
CHALON SUD		
	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible (ressource profonde > 50 m)
Nombre d'ouvrage	50	38
Nombre d'ouvrage sans information	48	38
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	6	2
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	0	0
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	2	0
CUISEY		
	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité faible (ressource profonde > 50 m)
Nombre d'ouvrage	87	5
Nombre d'ouvrage sans information	85	5
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	23	0
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	0	0
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	2	0
CHAGNY		
	Vulnérabilité moyenne	
Nombre d'ouvrage	13	
Nombre d'ouvrage sans information	7	
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	5	
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	6	
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	0	
Total des ouvrages sur l'ensemble des 6 ressources majeures	167	74
Nombre d'ouvrage sans information	154	62
Nombre d'ouvrage avec une coupe technique	37	14
Nombre d'ouvrage avec une cimentation de l'annulaire	8	11
Nombre d'ouvrage recensé estimé à risque pour la ressource	5	1

Tableau 3 : Recensement des ouvrages dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Globalement, c'est dans la zone de vulnérabilité faible que l'on recense le moins d'ouvrages : 74 ouvrages ont été recensés contre 167 dans la zone de vulnérabilité moyenne.

Au droit des zones de vulnérabilité faible, les ouvrages sont relativement peu nombreux au droit de chaque ressource majeure :

- C'est dans le secteur de Chalon Sud que l'on dénombre le plus grand nombre de forage (38). Toutefois, la profondeur des forages est connue sur seulement 2 ouvrages et il est vraisemblable que la majorité des autres soient des forages peu profonds au sein des alluvions anciennes de la Saône,
- Dans le secteur de Chalon Nord, on dénombre 16 ouvrages et parmi ceux-ci, la profondeur est connue sur 5 forages dont 3 disposent de coupes techniques,
- Sur les autres secteurs, le nombre de forages recensés est inférieur à 10.

Au droit des zones de vulnérabilité moyenne, c'est dans les secteurs de Chalon Sud et Cuisery que l'on recense le plus grand nombre de forages, avec respectivement 50 et 87 forages. Ces forages sont pratiquement tous implantés au droit d'un site projeté pour le stockage de gaz sur la commune de Sennecey-le-Grand (**Cf. Annexes E et F**). Il s'agit probablement d'anciens sondages de reconnaissance qui ont été rebouchés (pas d'indication sur la base de données du sous-sol).

L'analyse des coupes géologiques et techniques ne permet pas de conclure sur le réel risque que font peser les forages sur les ressources majeures car les ouvrages qui disposent d'une coupe technique sont peu nombreux :

- Il n'est pas certain qu'ils captent les ressources majeures (profondeur mal connue),
- Quand une coupe technique existe, il est que très rarement indiqué si la tête de l'ouvrage a été aménagée et s'il existe une cimentation de l'annulaire,
- L'analyse de la coupe technique ne permet pas de juger de l'efficacité d'une cimentation.

Compte tenu de la profondeur des ressources majeures et de la présence d'eau en surface (alluvions), on peut penser, mais sans pouvoir le vérifier, que la majorité des forages d'eau s'arrête dans la première nappe et ne descend pas dans les ressources majeures. De ce fait, il est vraisemblable que les forages profonds qui captent les ressources majeures dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible sont peu nombreux.

Les risques qu'ils représentent pour les ressources profondes sont ponctuels et probablement très faibles.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Pour appréhender l'état des forages et le fait qu'ils captent ou pas la ressource majeure, les préconisations suivantes peuvent être données :

- Le recensement exhaustif des forages ne peut passer que par une enquête de terrain qui permettra de vérifier si les forages recensés captent bien la ressource majeure,
- Chaque ouvrage recensé doit faire l'objet d'une visite d'expertise où il devra être relevé : l'environnement proche du forage, l'existence ou non d'une protection vis-à-vis des eaux superficielles, l'existence ou non d'un local technique ou d'un regard, l'existence ou non d'une fermeture étanche de la tête, les équipements hydrauliques, etc.
- Une inspection vidéo pour vérifier l'état des équipements et relever la coupe technique : perforations éventuelles des tubages pleins, des crépines, ensablement, etc. Dans certains cas, l'inspection vidéo pourra nécessiter d'enlever la pompe. Les coûts d'intervention seront dans ce cas beaucoup plus importants.

Il est par contre plus difficile de connaître l'état de la cimentation de l'annulaire. En effet, ce type de diagnostic n'est possible que par des méthodes indirectes :

- Soit par des diagraphies de type sonic qui ne sont réalisables que si l'équipement est en acier et si le forage a été préalablement déséquipé. Ce type d'intervention pourrait être envisagé sur des ouvrages où les enjeux environnementaux sont très forts,
- Soit par une simple analyse d'eau sur les principaux éléments. Ce type d'analyse peut déjà apporter des éléments de réponse sur l'efficacité de l'équipement d'un forage.

4.1.3. Concurrence hydraulique

D'après la base de données des prélèvements de l'Agence de l'Eau, nous avons recensé des prélèvements :

- Dans le secteur de Beaune : les prélèvements annuels varient entre 360 000 et 940 000 m³. Il s'agit essentiellement de prélèvements pour l'alimentation en eau potable dont l'essentiel provient de la source de la Bouzaise. Les prélèvements industriels représentent moins de 20% des prélèvements totaux en 2010. Trois captages AEP sont actuellement exploités dans la nappe de Vignoles. La Communauté d'Agglomération Beaune Côte et Sud envisage la mise en exploitation d'un nouvel ouvrage (BS1), pour un prélèvement journalier de 3400 m³/j, pour suppléer à une éventuelle défaillance de la source de la Bouzaise. Si ce volume était exploité en continu, cela ferait plus que doubler les prélèvements sur la nappe de Vignoles,
- Dans le secteur de Nuits-Saint-Georges : Les prélèvements annuels actuels sont de 150 000 m³. Dans les années 2000 – 2006, ils étaient globalement supérieurs à 200 000 m³/an, avec une pointe à 300 000 m³/an en 2003. Il s'agit essentiellement de prélèvements pour l'alimentation en eau potable. L'exploitation des 3 captages AEP de Nuits-Saint-Georges a fortement diminué à partir de 2004. Le forage du SIE de la plaine de Nuits a été mis en service en 1999. Il représente aujourd'hui la quasi-totalité des prélèvements. Le SIE de la Plaine de Nuits dispose d'une DUP en date du 03/03/2000 pour un volume de 1 200 m³/j et un débit de 60 m³/h. Un deuxième forage a été réalisé en 2008, et une demande d'augmentation du prélèvement est en cours pour un volume annuel de 225 000 m³/an et un débit de 150 m³/h,
- Dans le secteur de Chagny : Les prélèvements annuels actuels sont de 1 million de m³ en 2010. Ils proviennent essentiellement des forages d'alimentation en eau potable du SIE de la Vallée de la Dheune et de la ville de Chagny,
- Dans les secteurs de Chalon Nord et Cuisery, on recense également des prélèvements à usage agricole. Toutefois, ils ne représentent que de très faibles volumes (environ 45 000 m³/an sur Chalon Nord et 1 300 m³/an sur Cuisery).

Les ressources majeures ne sont pas en concurrence hydraulique avec d'autre usage que l'alimentation en eau potable.

Les Zones d'Intérêt Actuel qui sont Nuits-St-Georges (nappe du Meuzin), Beaune (nappe du Vignoles) et Chagny sont déjà utilisées pour l'alimentation en eau potable. Il est vraisemblable que le potentiel supplémentaire sur la nappe du Meuzin soit relativement limité.

5. Occupation des sols

5.1. Analyse des risques dans la zone de vulnérabilité forte

Nous avons vu précédemment que c'est dans la zone d'alimentation (= zone de vulnérabilité forte) des ressources majeures que les nappes étaient les plus exposées aux risques de pollutions anthropiques en raison :

- De l'absence de terrains de couverture,
- De l'état de la nappe (nappe libre).

Par ailleurs, les terrains calcaires à l'affleurement se caractérisent également par une faible épaisseur des sols (faible pouvoir épurateur des sols) et la présence de zones d'infiltrations préférentielles liées à la dissolution des roches calcaires par les eaux météoritiques chargées en gaz carboniques (dolines, avens).

L'analyse des risques dans la zone de vulnérabilité forte a donc porté sur l'occupation des sols uniquement dans la zone de vulnérabilité forte (zone d'alimentation).

Rappel : compte tenu de la grande profondeur des ressources majeures (> 50 m de profondeur), l'analyse de l'occupation des sols dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible est inutile. Les risques de contamination des ressources profondes sont beaucoup moins présents que sur une nappe libre de type alluviale compte tenu des temps de transfert et des facteurs de dilution. De ce fait, les actions viseront essentiellement la non dégradation de la qualité des ressources profondes.

5.2. Répartition de l'occupation dans les zones de vulnérabilité forte

L'analyse de l'occupation des sols a été réalisée à partir de la base de données Corine Land Cover de 2006. Nous avons distingué :

- Les bois ;
- Les prairies, pelouses et pâturages ;
- Les cultures (territoires agricoles) ;
- Les vignobles ;
- Et les zones urbanisées.

L'occupation des sols sur chaque zone de vulnérabilité des ressources majeures est reportée sur les cartes en **annexes A à F**.

La **Figure 4** et le **Tableau 4** illustrent la répartition de l'occupation dans la zone de vulnérabilité forte de chaque ressource majeure.

Dans les zones de vulnérabilité forte on constate que :

- Les bois sont majoritaires puisqu'ils représentent environ 46% des surfaces de la totalité des secteurs :
 - Sur les secteurs de Beaune et Nuits-Saint-Georges, ils représentent plus de 50% des surfaces,
 - Ils sont les moins présents sur les secteurs de Cuisery (17%) et de Chalon Nord (25%).
- Les zones agricoles représentent 28% des surfaces :
 - C'est sur les secteurs de Cuisery (47%) et Chalon Sud (37%) qu'elles sont les plus représentées,
 - Elles sont les moins présentes sur les secteurs de Beaune (20%) et de Chalon Nord (22%).
- Les vignes sont également bien présentes avec 13% des surfaces :
 - On les trouve principalement sur les secteurs de Chagny (34%), Chalon Nord (30%). Rappelons que des traces de pesticides ont été trouvées dans les forages du SIE de la Vallée de la Dheune, de Chagny et le forage de Fontaines (SIE du Nord de Chalon),
 - Elles représentent environ 10% des surfaces dans les secteurs de Beaune, Nuits-Saint-Georges et Cuisery,
 - C'est dans le bassin d'alimentation de Chalon Sud qu'elles sont le moins présentes avec seulement 2% des surfaces.
- Les prairies, pelouses et pâturages représentent 8% des surfaces :
 - Elles sont particulièrement représentées dans les secteurs de Beaune (58%) et de Nuits-Saint-Georges (53%),
 - Elles sont les moins présentes sur les secteurs de Cuisery (17%) et de Chalon Nord (25%).
- Enfin on trouve les zones urbanisées avec 5% des surfaces :
 - C'est dans le secteur de Chalon Nord qu'elles sont les mieux représentées (16%).

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
 Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
 Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
 majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

		Surface et pourcentage d'occupation des sols		
Secteurs	Vulnérabilité forte			
Beaune	92.7 km2	<i>Bois</i>	53.4 km2	57.6%
		<i>Zones urbanisées</i>	2.3 km2	2.5%
		<i>Zones agricoles</i>	18.7 km2	20.1%
		<i>Vignes</i>	9.1 km2	9.8%
		<i>Prairies/prés</i>	9.3 km2	10.0%
Nuits-Saint-Georges	122.9 km2	<i>Bois</i>	65.7 km2	53.4%
		<i>Zones urbanisées</i>	3.2 km2	2.6%
		<i>Zones agricoles</i>	37.7 km2	30.7%
		<i>Vignes</i>	11.7 km2	9.5%
		<i>Prairies/prés</i>	4.6 km2	3.7%
Chalon Nord	47.4 km2	<i>Bois</i>	12.0 km2	25.3%
		<i>Zones urbanisées</i>	7.5 km2	15.8%
		<i>Zones agricoles</i>	10.4 km2	21.9%
		<i>Vignes</i>	14.2 km2	29.9%
		<i>Prairies/prés</i>	3.3 km2	6.9%
Chalon Sud	47.3 km2	<i>Bois</i>	20.2 km2	42.7%
		<i>Zones urbanisées</i>	1.8 km2	3.9%
		<i>Zones agricoles</i>	17.5 km2	37.0%
		<i>Vignes</i>	1.0 km2	2.2%
		<i>Prairies/prés</i>	6.7 km2	14.2%
Cuisery	24.9 km2	<i>Bois</i>	4.3 km2	17.2%
		<i>Zones urbanisées</i>	1.9 km2	7.6%
		<i>Zones agricoles</i>	11.7 km2	46.9%
		<i>Vignes</i>	2.5 km2	9.9%
		<i>Prairies/prés</i>	4.6 km2	18.4%
Cuisery	23.2 km2	<i>Bois</i>	7.5 km2	32.3%
		<i>Zones urbanisées</i>	1.4 km2	6.2%
		<i>Zones agricoles</i>	5.9 km2	25.5%
		<i>Vignes</i>	7.8 km2	33.6%
		<i>Prairies/prés</i>	0.6 km2	2.5%
TOTAL	358.5 km2	<i>Bois</i>	163.1 km2	45.5%
		<i>Zones urbanisées</i>	18.2 km2	5.1%
		<i>Zones agricoles</i>	101.9 km2	28.4%
		<i>Vignes</i>	46.3 km2	12.9%
		<i>Prairies/prés</i>	29.0 km2	8.1%

Tableau 4 : Détail de l'occupation des sols en zone de forte vulnérabilité

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
 Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
 Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B



Figure 4 : Répartition de l'occupation des sols dans les zones de vulnérabilité forte

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Globalement, ce qu'il faut retenir c'est que les zones d'alimentation des ressources majeures, qui sont les zones les plus vulnérables, se caractérisent par une occupation des sols essentiellement forestière et agricole.

Les bois, et dans une moindre mesure les prairies couvrant aujourd'hui plus de la moitié des zones d'affleurement, participent à la préservation de la qualité des eaux souterraines et il est important de les préserver et de les promouvoir.

Les surfaces en cultures ainsi que les vignes peuvent être à l'origine de pollutions diffuses et chroniques en nitrates et pesticides si les pratiques sont excessives. Il est important de sensibiliser les acteurs du territoire à l'impact de leurs pratiques sur les ressources en eau profonde afin de ne pas dégrader la qualité actuelle de l'eau, même si les temps de transit et les taux de dilution des zones d'affleurement vers la ressource cible profonde minimisent mais n'écartent pas le risque de pollution.

6. Documents de planification

Nous rappelons ci-après la position des ressources majeures par rapport aux documents de planification existants tels que les SCOT mais aussi les périmètres de protection des captages d'eau potable, outils qui peuvent contribuer à leur protection.

6.1. Les SCOT

La position des ressources majeures par rapport aux SCOT existants sur le territoire d'étude fait l'objet de la **Figure 5**.

Les SCOT présents sur le secteur d'étude sont :

- Le SCOT de Dijon sur lequel empiètent les ressources majeures :
 - de Nuits-Saint-Georges,
 - et une toute petite partie du secteur de Beaune.

Le SCOT de Dijon a été approuvé le 04 novembre 2010. Le document d'orientation générale comprend un volet « Qualité des Eaux » dans lequel il est précisé que le développement du territoire doit prendre en compte les grands principes généraux de protection de la ressource. Le territoire du SCOT de Dijon empiète sur la zone de vulnérabilité forte du secteur de Nuits-St-Georges. Pour la préservation de la ressource profonde, il serait intéressant que ce périmètre soit inscrit dans le SCOT.

- Le SCOT des agglomérations de Beaune et de Nuits-Saint-Georges sur lequel empiètent les ressources majeures :
 - de Nuits-Saint-Georges,
 - de Beaune,
 - de Chagny,
 - de Chalon Nord.

Le projet du SCOT des agglomérations de Beaune et Nuits-Saint-Georges a été « arrêté » le 03 juillet 2013 et est soumis en ce moment à enquête publique. Le document d'orientation et d'objectifs prend en compte la protection des espaces stratégiques pour la ressource en eau, notamment par le classement des aires d'alimentation des captages d'eau potable comme « zones naturelles » dans l'attente d'une DUP, ou encore par la surveillance de la compatibilité entre l'occupation des sols et la sensibilité de ces espaces « ressources ».

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

- Le SCOT de la Communauté d'Agglomération du Grand Chalon est en cours d'élaboration. Les ressources majeures recensées sur son territoire sont :
 - le secteur de Chagny
 - et le secteur de Chalon Nord.

Après la création d'un syndicat mixte en pays chalonnais, le SCOT est en cours d'élaboration. Le périmètre du futur SCOT a été arrêté le 30 avril 2012.

- Le SCOT entre Saône et Grosne sur lequel empiètent les ressources majeures :
 - de Chalon Sud,
 - de Cuisery.

Le SCOT de la communauté de communes « Entre Saône et Grosne » a été approuvé le 16 avril 2004. Depuis le 27 septembre 2012, la communauté de communes « Entre Saône et Grosne » fait partie du périmètre du SCOT « élargi » à l'ensemble du Chalonnais, en cours d'élaboration. Lorsque celui-ci deviendra opposable, le SCOT « Entre Saône et Grosne » disparaîtra.

- Le SCOT du Mâconnais sur lequel empiètent les ressources majeures :
 - de Chalon Sud,
 - de Cuisery.

Le SCOT du Mâconnais est en cours d'élaboration. Le périmètre du SCOT de la région mâconnaise a été publié par arrêté inter-préfectoral du 17 août 2010, mais reste sans suite actuellement.

Les SCOT ont l'intérêt d'être présents sur de grands territoires mais ils ne peuvent pas contribuer directement à la préservation des ressources.

Pour les SCOT en cours d'élaboration, de révision ou faisant l'objet d'une mise en compatibilité avec le SDAGE, il serait intéressant que ces SCOT prennent en compte les zonages « ressources majeures » dans leur volet spécifique à la qualité des eaux.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
 Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
 Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

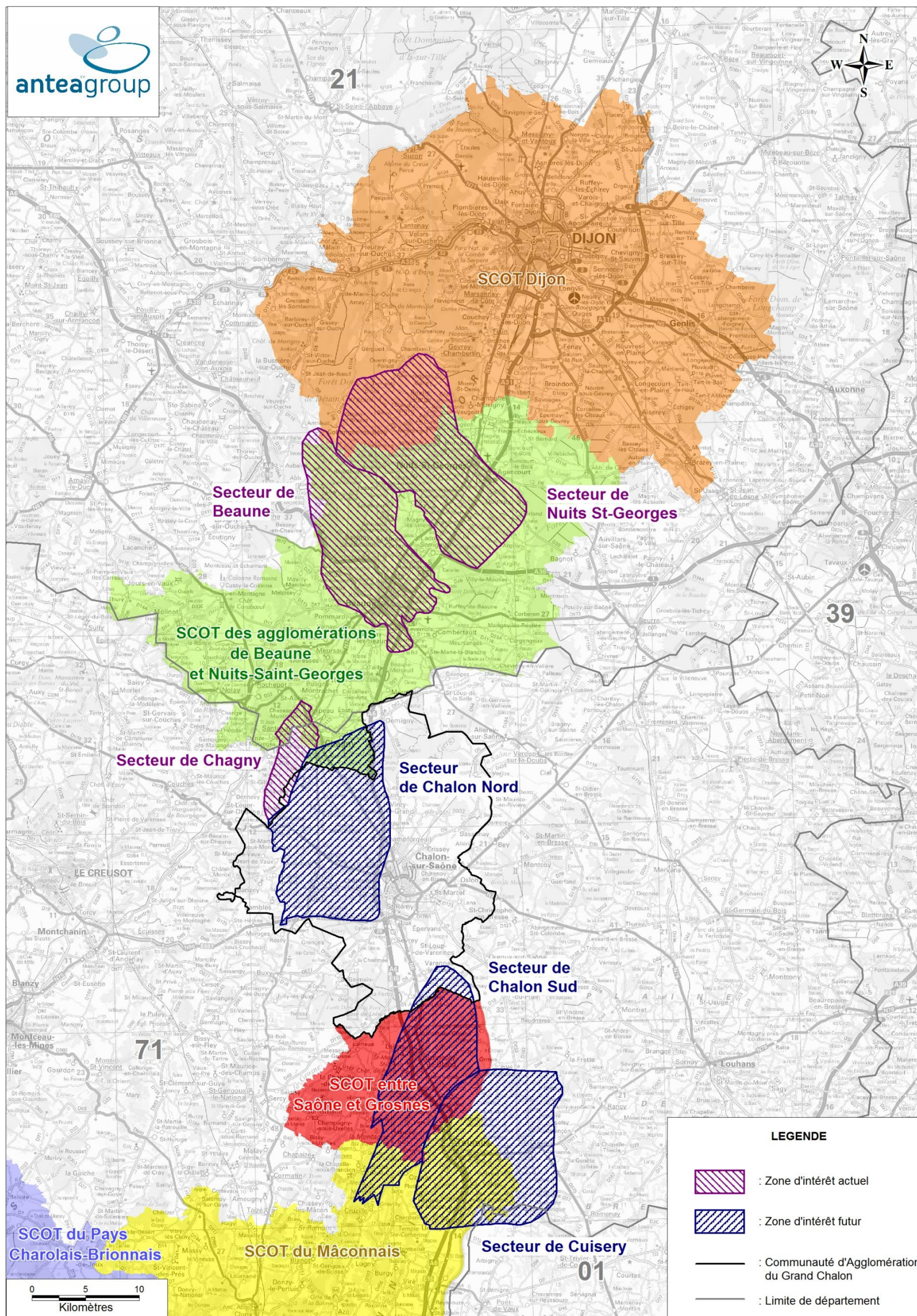


Figure 5 : Carte des SCOT

6.2. Les périmètres de protection

Les périmètres de protection sont par contre plus ponctuels mais peuvent malgré tout contribuer à la protection des ressources majeures, surtout lorsqu'ils existent dans les zones d'alimentation (zone de vulnérabilité forte).

Il existe des périmètres de protection au droit des ressources majeures suivantes :

- Au droit des Zones d'Intérêts Actuels que sont Nuits-Saint-Georges, Beaune et Chagny :
 - Les forages de Vignoles et de Corgoloin (nappe du Meuzin) font partie des zones de vulnérabilité faible (zone profonde),
 - De nombreuses sources pour l'alimentation en eau potable existent dans les zones de vulnérabilité forte,
 - Sur le secteur de Chagny, les forages du SIE de la Vallée de la Dheune et de la ville de Chagny font partie de la zone de vulnérabilité moyenne,
 - A noter dans le périmètre de protection éloignée des forages de Chagny, l'identification d'un secteur plus vulnérable qui correspondrait à une zone d'infiltration privilégiée. La zone de vulnérabilité forte intègre cette zone.

- Au droit des Zones d'Intérêts Futurs, il existe des périmètres de protection seulement au droit de la ressource majeure de Cuisery. Les captages d'alimentation en eau potable sont situés dans la zone de vulnérabilité moyenne. Ils captent la nappe alluviale de la Saône, et de ce fait ne contribue que très peu à la protection de la ressource profonde.

Les périmètres de protection sont localisés sur la **Figure 6**, la **Figure 7** et la **Figure 8**.

Les périmètres de protection des captages d'eau potable ne couvrent qu'une faible surface des zones de vulnérabilité des ressources majeures. Les prescriptions décrites dans les DUP des captages sont pertinentes à l'échelle des périmètres de protection, mais jouent un rôle relativement mineur dans la protection des ressources profondes.

6.3. Les SAGE actuels

Dans le cadre du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée, la mise en place de SAGE permet de contrôler les conflits d'usage de l'eau et d'atteindre les objectifs de bon état des eaux fixé par la Directive Cadre sur l'Eau. De ce fait, les SAGE participent indirectement à la protection des ressources majeures.

Sur le territoire étudié, deux SAGE empiètent légèrement sur les zonages « ressources majeures » (cf. **Figure 9**) :

- Le SAGE de la Vouge, qui chevauche une petite partie de la zone de forte vulnérabilité du secteur de Nuits-Saint-Georges ;
- Le SAGE de l'Ouche, qui empiète sur une faible surface de la zone de forte vulnérabilité des secteurs de Beaune et également de Nuits-Saint-Georges.

Les schémas d'aménagement ne concernant qu'une infime partie des secteurs de Beaune et Nuits-Saint-Georges, leurs objectifs visant la protection de la ressource en eau n'ont que peu d'impact sur ces ressources majeures.

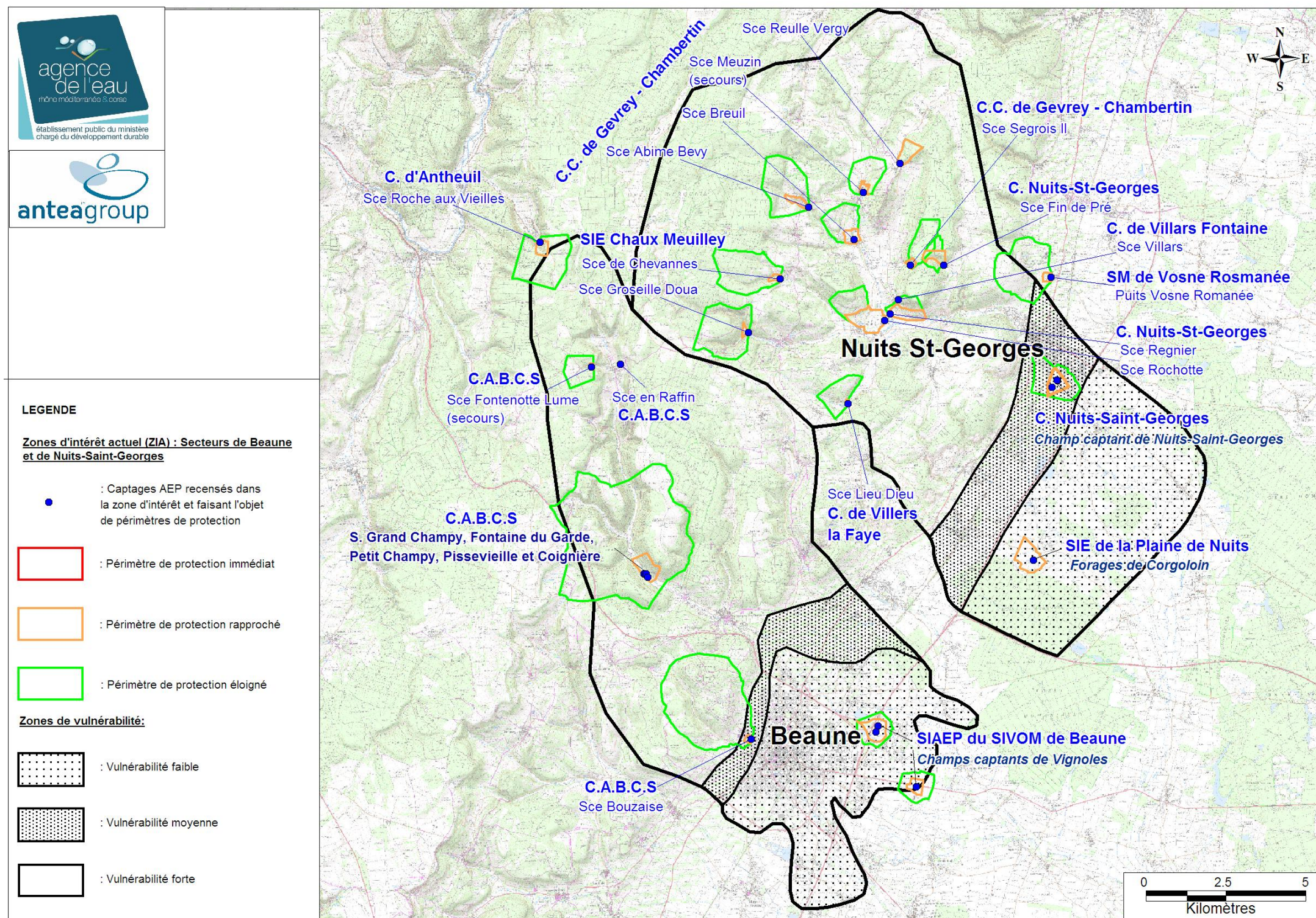


Figure 6 : Périmètres de protection existants dans les secteurs de Beaune et de Nuits-Saint-Georges

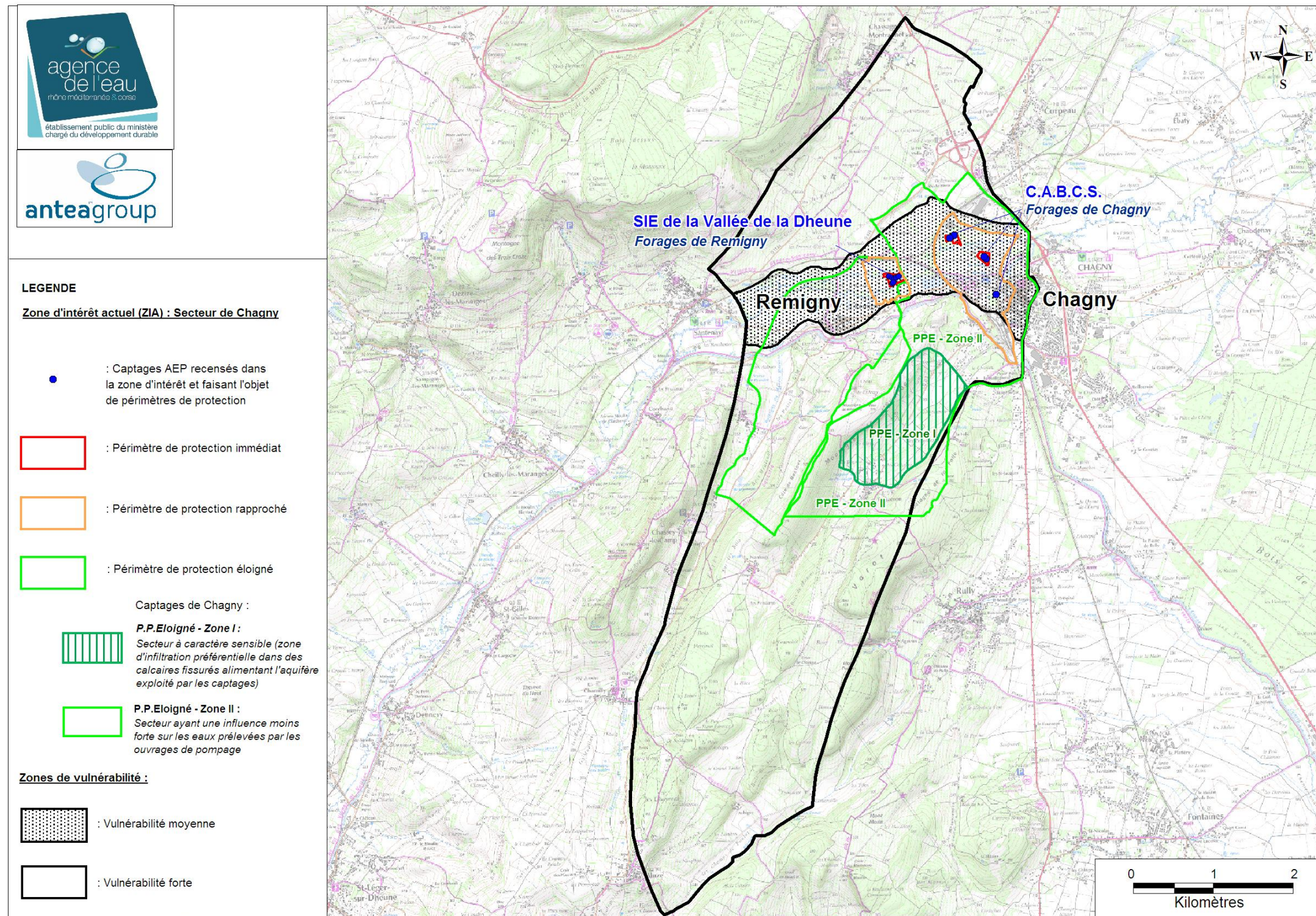


Figure 7 : Périmètres de protection existants dans le secteur de Chagny

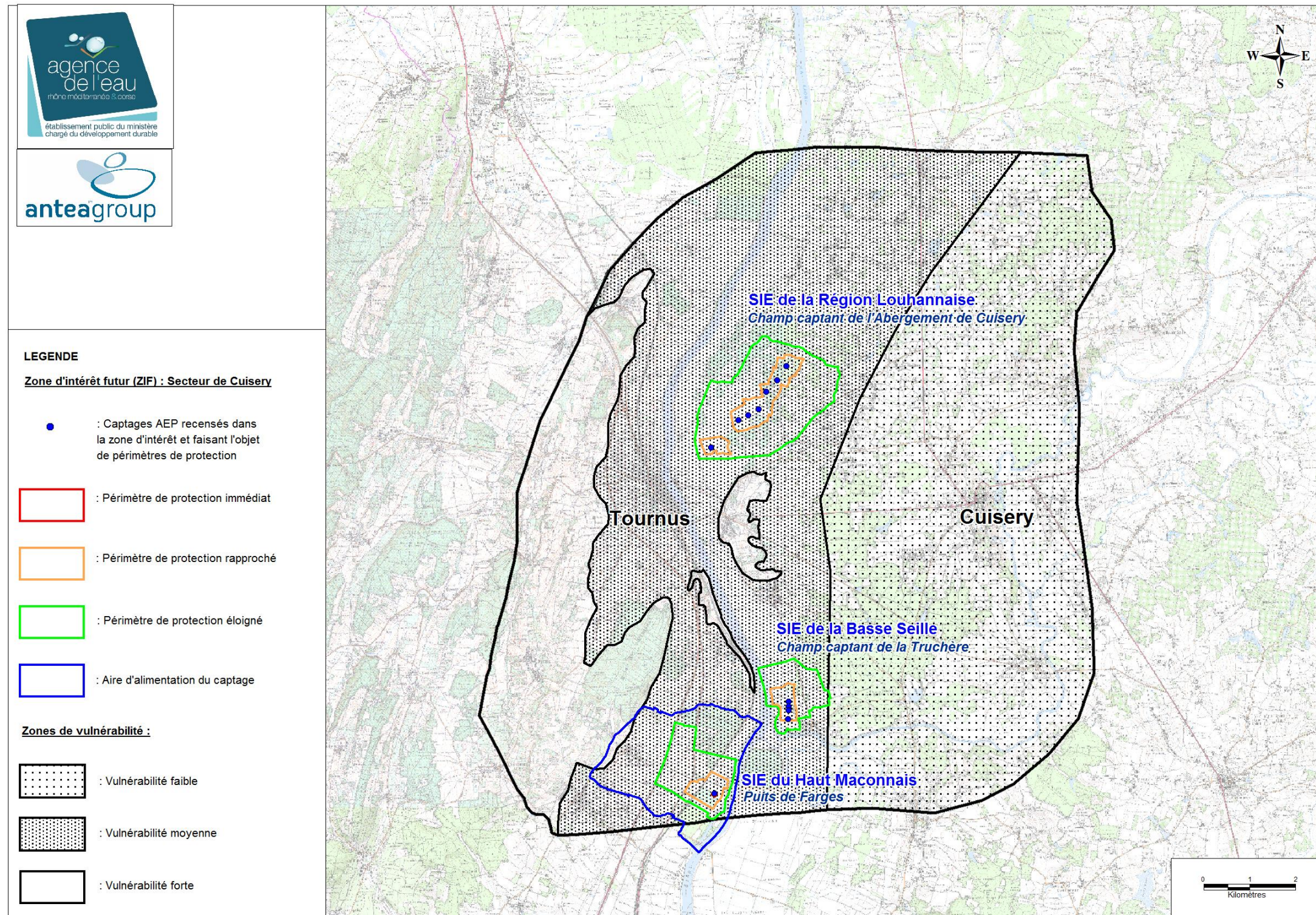


Figure 8 : Périmètres de protection existants dans le secteur de Cuisery

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
 Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
 Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
 majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

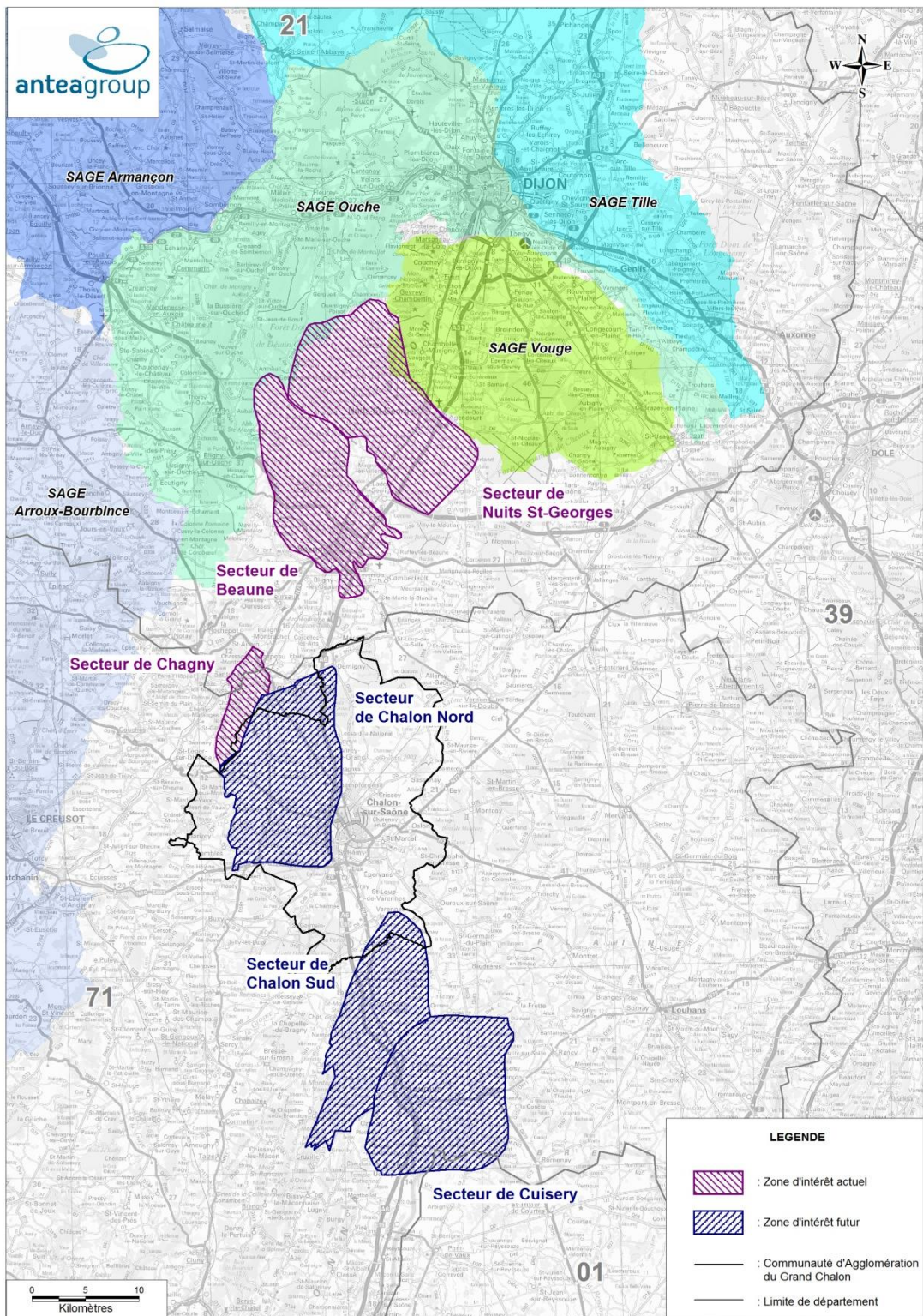


Figure 9 : Carte des SAGE

7. Conclusions

La caractérisation de la vulnérabilité des ressources majeures de Nuits-Saint-Georges, Beaune, Chagny, Chalon Nord, Chalon Sud et Cuisery a montré que ces ressources étaient globalement peu vulnérables du fait de leur grande profondeur. Il s'agit d'aquifères karstiques ou mixtes poreux/karstiques pour les secteurs de Nuits-Saint-Georges et Beaune. C'est au droit des zones de recharge que ces aquifères sont les plus vulnérables, raison pour laquelle les zones d'alimentation ont été intégrées à leur délimitation.

Trois zones de vulnérabilité ont été définies en fonction de critères qui sont l'épaisseur des terrains de couverture, l'état de la nappe (libre ou captive) et les vitesses d'écoulement :

- Une zone de vulnérabilité forte qui correspond à la zone de recharge : dans cette zone, les terrains de couverture sont absents (<10 m), la nappe est libre et les vitesses de circulation des eaux très rapides,
- Une zone de vulnérabilité moyenne ou intermédiaire qui est située au pied des coteaux calcaires : dans cette zone, les terrains de couvertures font entre 10 et 50 m d'épaisseur, la nappe est libre ou captive, les vitesses d'écoulements plus modérées,
- Une zone de vulnérabilité faible qui correspond à la ressource majeure proprement dite : dans cette zone, la couverture est épaisse (> 50 m), la nappe est captive et les vitesses d'écoulement plus modérées.

En fonction de la zone de vulnérabilité considérée, les risques de dégradation de la ressource ne sont pas les mêmes :

- Dans les zones de vulnérabilité moyenne et faible : les risques vis-à-vis des activités humaines en surfaces sont très faibles. Seuls les forages profonds existants ou la création de nouveaux forages, mal conçus, peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de la ressource,
- Dans les zones de vulnérabilité forte : ce sont les activités humaines en surface donc l'occupation des sols qui peuvent contribuer à la dégradation de la qualité des eaux. Toutefois, les conditions de transit et de dilution des zones d'alimentation vers les ressources profondes pondèrent mais n'écartent pas le risque de pollution.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Le recensement des forages existants ne permet pas de conclure sur le réel risque qu'ils font peser sur les ressources majeures car les ouvrages qui disposent d'une coupe technique sont trop peu nombreux. Le nombre d'ouvrages présents au droit des zones profondes est vraisemblablement faible et les risques qu'ils représentent sont ponctuels et probablement très faibles.

Les zones d'alimentation des ressources majeures se caractérisent par une occupation des sols essentiellement forestière et agricole.

Les bois, et dans une moindre mesure les prairies, participent à la préservation de la qualité des eaux souterraines et il est important de les préserver et de les promouvoir.

Les surfaces en cultures ainsi que les vignes peuvent être à l'origine de pollutions diffuses et chroniques en nitrates et pesticides si les pratiques sont excessives. Il est important de sensibiliser les acteurs du territoire à l'impact de leurs pratiques sur les ressources en eau profonde afin de ne pas dégrader la qualité actuelle de l'eau.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'ANTEA ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par ANTEA ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

ANNEXES

Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse
Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan
Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressources
majeures et validation des zonages – Rapport n° 71605/B

Annexe A

Fiches de présentation des ressources majeures

(30 pages)

INFORMATIONS GENERALES

Département : Saône et Loire

Communes : ALUZE, BOUZERON, CHALON-SUR-SAONE, DEMIGNY, DRACY-LE-FORT, FARGES-LES-CHALON, CHAMPFORGEUIL, GIVRY, LESSARD-LE-NATIONAL, RULLY, SAINT-JEAN-DE-VAUX, CHAGNY, CHATENOY-LE-ROYAL, FRAGNES, JAMBLES, MERCUREY, CHAUDENAY, FONTAINES, SAINT-DENIS-DE-VAUX, SAINT-DESERT, SAINT-REMY, LA LOYERE, MELLECEY, SAINT-MARTIN-SOUS-MONTAIGU.

Superficies : Zone d'alimentation 47,4 km², Zone intermédiaire : 33,3 km², Zone profonde : 74,8 km²

Documents de planification : SCOT « Pays du Chalonnais » (périmètre de réflexion non officialisé), SCOT des agglomérations de Beaune et Nuits St Georges (extrémité Nord de la zone)

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES

Nature : Calcaires du Jurassique supérieur et moyen sous recouvrement des marnes de Bresse et d'éboulis marno-calcaires, en pied de Côte chalonnaise. Deux niveaux potentiellement producteurs du Jurassique sont séparés par un écran marneux peu perméable à la base du Jurassique supérieur. La profondeur des terrains augmente vers l'Est.

Profondeur du toit : elle augmente d'Ouest en Est de 30 m à plus de 150 m.

Zone de recharge : constituée par les calcaires jurassiques à l'affleurement, sur la Côte chalonnaise.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les circulations d'eau se font dans les fissures de la roche calcaire. La productivité est fortement dépendante de la densité de fracturation et de l'ouverture des fissures. Les forages productifs réalisés dans le Jurassique supérieur ont donné un débit de 40 à 50 m³/h. Un forage réalisé dans le Jurassique moyen a donné plus de 150 m³/h.

Piézométrie : Il n'existe pas de carte ou d'historique piézométrique dans ce secteur. Les niveaux mesurés sur les forages existant varient entre 25 m de profondeur et 3 m au dessus du sol (artésianisme). Compte tenu du contexte hydrogéologique local, on peut évaluer des circulations orientées d'Ouest en Est.

Qualité de l'eau : La qualité de l'eau est connue sur un seul ouvrage de reconnaissance. L'eau est de type bicarbonaté-calcaire, de dureté élevée. Des teneurs en fer et manganèse, qui nécessiteraient un traitement, ont été mesurées, mais seraient à confirmer. Les teneurs en nitrates sont faibles, mais des pesticides sont présents (notamment terbuthylazine). Les molécules identifiées sont interdites depuis 10 ans, ce qui montre une inertie importante du système Enfin une turbidité élevée, sans doute liée au débouillage de fissures, a été observée pendant toute la durée des pompages d'essai.

Vulnérabilité : Dans la zone profonde, la protection de la nappe est assurée de manière efficace par la couverture des marnes de Bresse, de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Les circulations dans les fissures ne possèdent aucun pouvoir filtrant. Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (certains pesticides par exemple). Les vignes occupent 30 % de la zone de recharge, suivies par les bois (25 %), les zones agricoles (22 %), les zones urbanisées (16 %) et les prairies (7%). Ces dernières correspondent essentiellement aux localités de Rully, Mercurey, Saint-Martin-sous-Montaigu, Mellecey, Dracy-le-Fort et Givry.

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

4 forages de plus de 100 m, 1 forage de 50 à 100 m, 11 forages non renseignés. 3 forages avec une coupe technique.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES

Très faible, aucun forage à risque recensé.

Programme de diagnostic et de réhabilitation :

Expertise et inspection vidéo de 2 forages, simple expertise des 11 autres forages.

Estimation des coûts : 10 à 15 K€

EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Actuellement, un forage d'irrigation est recensé par l'Agence de l'Eau dans les calcaires du Jurassique (29600 m³ en 2010). L'ancien SIE du Nord de Chalon, qui fait maintenant partie de la Communauté d'Agglomération du Grand Chalon, a réalisé un forage de reconnaissance de 261 m de profondeur. Cet ouvrage testé à 150 m³/h n'a pas été mis en exploitation.

APPRECIATION GENERALE

Zone présentant un réel intérêt pour l'alimentation en eau future des collectivités du secteur. Les potentialités de débit sont intéressantes. La qualité de l'eau est proche des critères de potabilité, mais la présence de pesticides atteste d'une certaine vulnérabilité au niveau des zones de recharge. Les actions sur les zones de recharges pourront se limiter à une réduction des pesticides réputés persistants, ou générant des métabolites persistants.

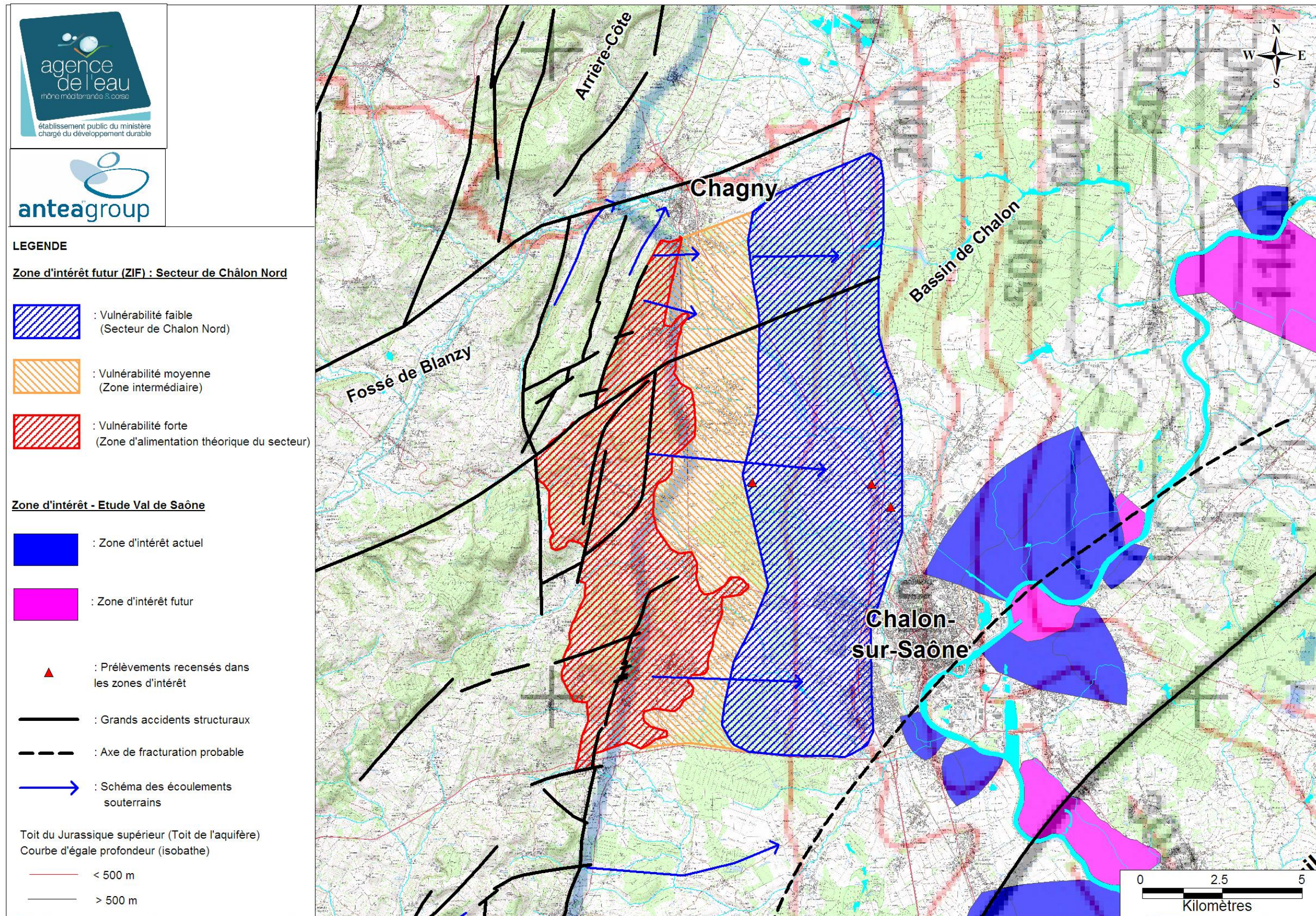


Figure 1 : Zones de vulnérabilité du secteur de Chalon Nord

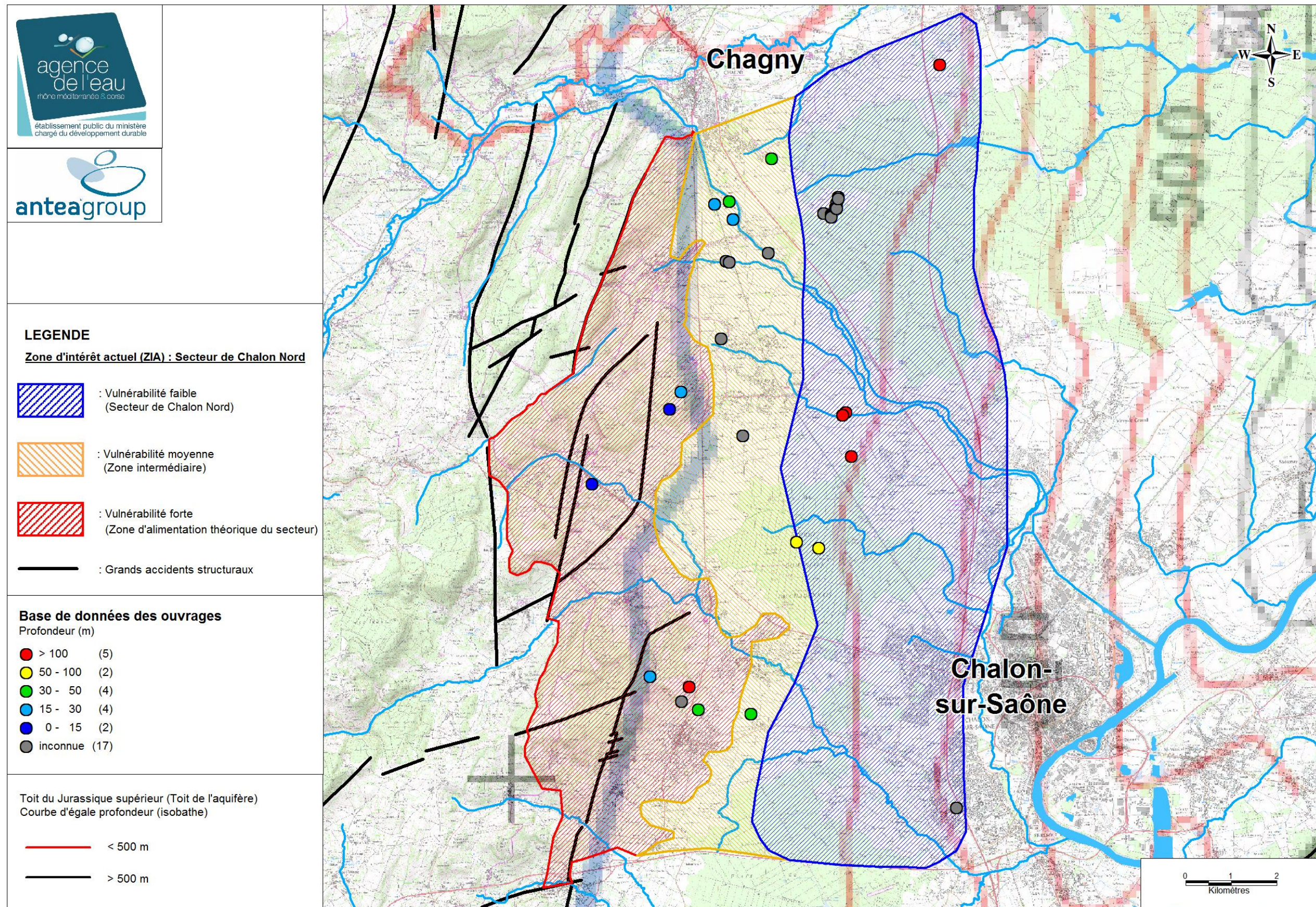

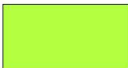







Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Chalon Nord

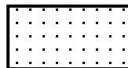
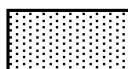



LEGENDE

Occupation des sols (Corine Land Cover 06) :

-  : Bois
-  : Prairies, pelouses et pâturages
-  : Cultures (territoires agricoles)
-  : Vignobles
-  : Zones urbanisées
-  : Plans d'eau
-  : Cours d'eau

Zone d'intérêt futur (ZIF) : Secteur de Chalon Nord

-  : Vulnérabilité faible (Secteur de Chalon Nord)
-  : Vulnérabilité moyenne (Zone intermédiaire)
-  : Vulnérabilité forte (Zone d'alimentation théorique du secteur)

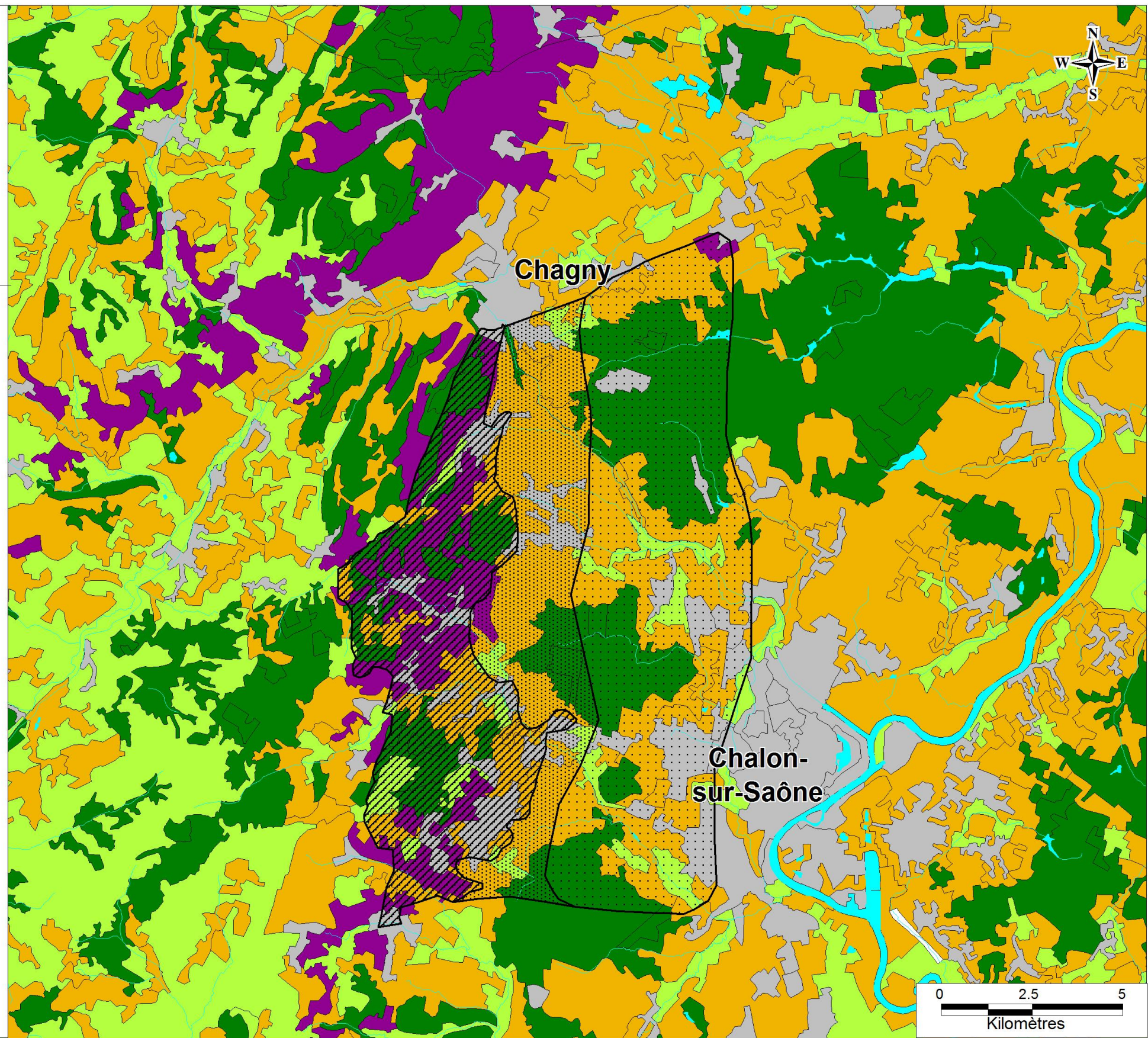


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Chalon Nord

INFORMATIONS GENERALES

Département : Saône et Loire

Communes : BEAUMONT-SUR-GROSNE, LA CHAPELLE-SOUS-BRANCION, GIGNY-SUR-SAONE, JUGY, BOYER, ETRIGNY, LAIVES, MARNAY, GREVILLY, MANCEY, MONTCEAUX-RAGNY, SAINT-CYR, MARTAILLY-LES-BRANCION, NANTON, SAINT-AMBREUIL, OZENAY, SENNECEY-LE-GRAND, VARENNES-LE-GRAND, VERS, ROYER, TOURNUS.

Superficies : Zone d'alimentation 47,4 km², Zone intermédiaire : 25,7 km², Zone profonde : 44.1 km²

Documents de planification : SCOT « Entre Saône et Grosne », SCOT du mâconnais (extrémité Sud de la zone), SCOT « Pays du Chalonnais » (périmètre de réflexion non officialisé, extrémité Nord de la zone)

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES

Nature : Calcaires du Jurassique supérieur et moyen sous recouvrement du Miocène (?) et du Plio-Quaternaire (marnes de Bresse), en pied de Côte chalonnaise, en rive droite de la Saône. Deux niveaux potentiellement producteurs du Jurassique sont séparés par un écran marneux peu perméable à la base du Jurassique supérieur. Dans la pratique, le Jurassique moyen est généralement trop profond pour constituer une cible économiquement intéressante (sauf peut-être à l'Ouest et au Sud). Son eau peut de plus être saline. L'épaisseur du Jurassique supérieur calcaire est d'un peu moins de 200 m. La profondeur des terrains augmente vers l'Est. Les calcaires sont fortement fracturés par des failles d'orientation N 20°E.

Profondeur du toit : elle augmente d'Ouest en Est de 50 m à 250 m environ.

Zone de recharge : constituée par les calcaires jurassiques à l'affleurement, sur la Côte chalonnaise, au Sud-Ouest de la zone d'intérêt.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les circulations d'eau se font dans les fissures de la roche calcaire. La productivité est fortement dépendante de la densité de fracturation et de l'ouverture des fissures. Aucun forage d'eau n'a été réalisé pour tester cette cible. Des forages pétroliers ont cependant révélé des indices de karstification.

Piézométrie : Il n'existe pas de carte ou d'historique piézométrique dans ce secteur. La nappe est vraisemblablement en charge sous les marnes de Bresse. Compte tenu du contexte hydrogéologique local, on peut évaluer des circulations orientées d'Ouest en Est.

Qualité de l'eau : Il n'existe aucune donnée de qualité sur la zone. Par analogie avec le secteur de chalon Nord, on peut s'attendre à une eau de minéralisation moyenne à élevée, de faciès bicarbonaté-calcique, peut être avec des teneurs excessives en fer et manganèse. La présence de traces de pesticides ne peut être complètement exclue.

Vulnérabilité : Dans la zone profonde, la protection de la nappe est assurée de manière efficace par la couverture des marnes de Bresse, de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Les circulations dans les fissures ne possèdent aucun pouvoir filtrant. Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (certains pesticides par exemple). Les zones boisées occupent 43 % de la zone de recharge, suivies par les zones agricoles (37 %), les prairies permanentes (14 %) et les vignes (2%). Les zones urbanisées ne représentent que 4 %. Ces dernières correspondent essentiellement aux localités de Sennecey-le-Grand et Jugy.

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

1 forage > à 100 m, 1 forage de 50 à 100 m, et 36 non renseignés. 2 forages avec une coupe technique.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES

Très faible, aucun forage à risque recensé.

Programme de diagnostic et de réhabilitation

Simple expertise sur 36 forages.

Estimation des coûts : 10 à 15 K€

EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Actuellement, il n'existe aucun prélèvement dans cette zone d'intérêt.

APPRECIATION GENERALE

La cible principale est l'aquifère du Jurassique supérieur, moins profond que le Jurassique moyen, mais souvent également moins productif dans la région. Des inconnues importantes subsistent sur cette zone quand à la productivité et à la qualité de la ressource.

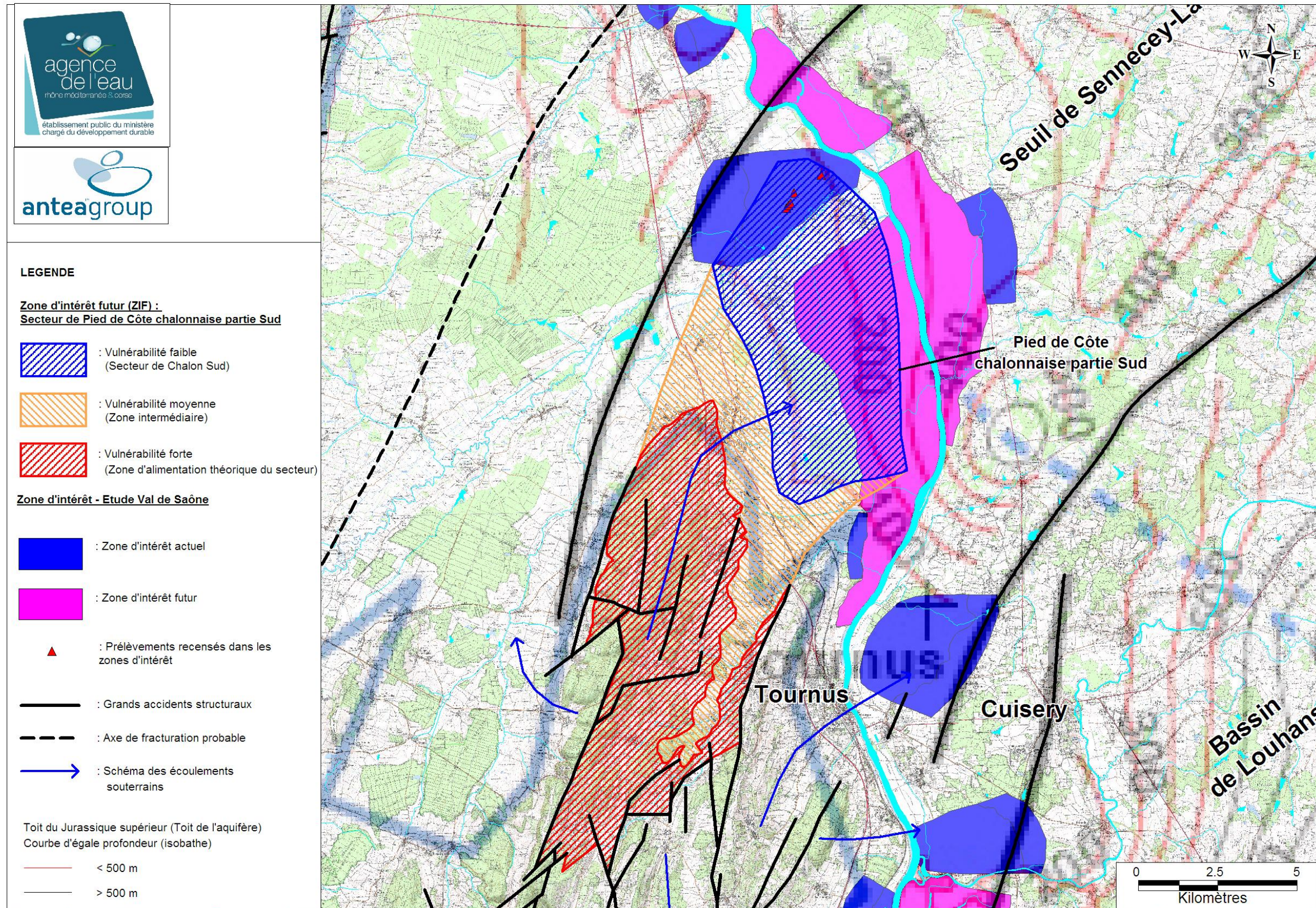






Figure 1 : Zones de vulnérabilité du secteur de Chalon Sud









LEGENDE

Zone d'intérêt actuel (ZIA) : Secteur de Chalon Sud

-  : Vulnérabilité faible (Secteur de Chalon Sud)
-  : Vulnérabilité moyenne (Zone intermédiaire)
-  : Vulnérabilité forte (Zone d'alimentation théorique du secteur)
-  : Grands accidents structuraux

Base de données des ouvrages
Profondeur (m)

-  > 100 (2)
-  50 - 100 (17)
-  30 - 50 (17)
-  15 - 30 (1)
-  0 - 15 (10)
-  inconnue (51)

Toit du Jurassique supérieur (Toit de l'aquifère)
Courbe d'égale profondeur (isobathe)

-  < 500 m
-  > 500 m

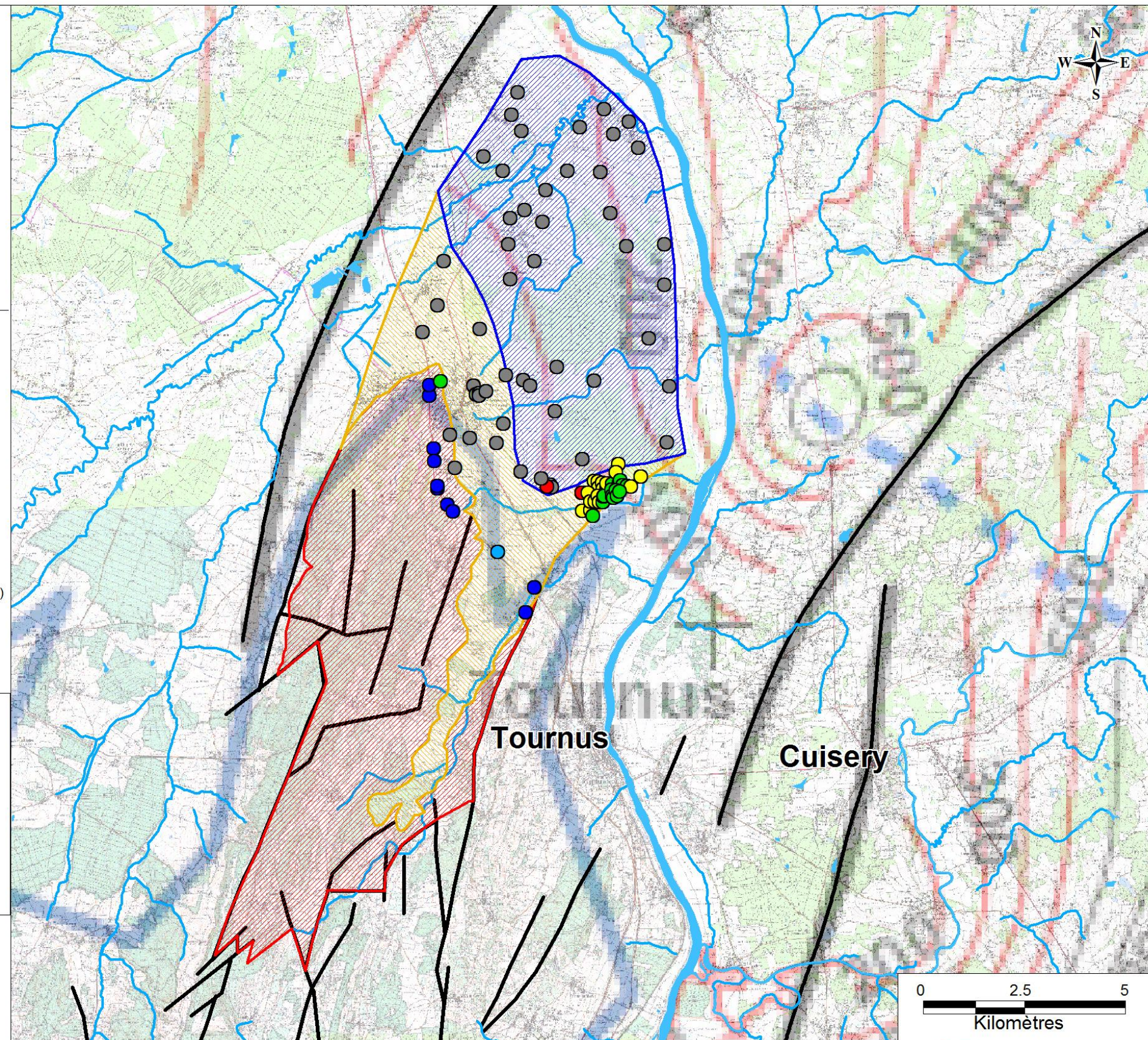


Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Chalon Sud

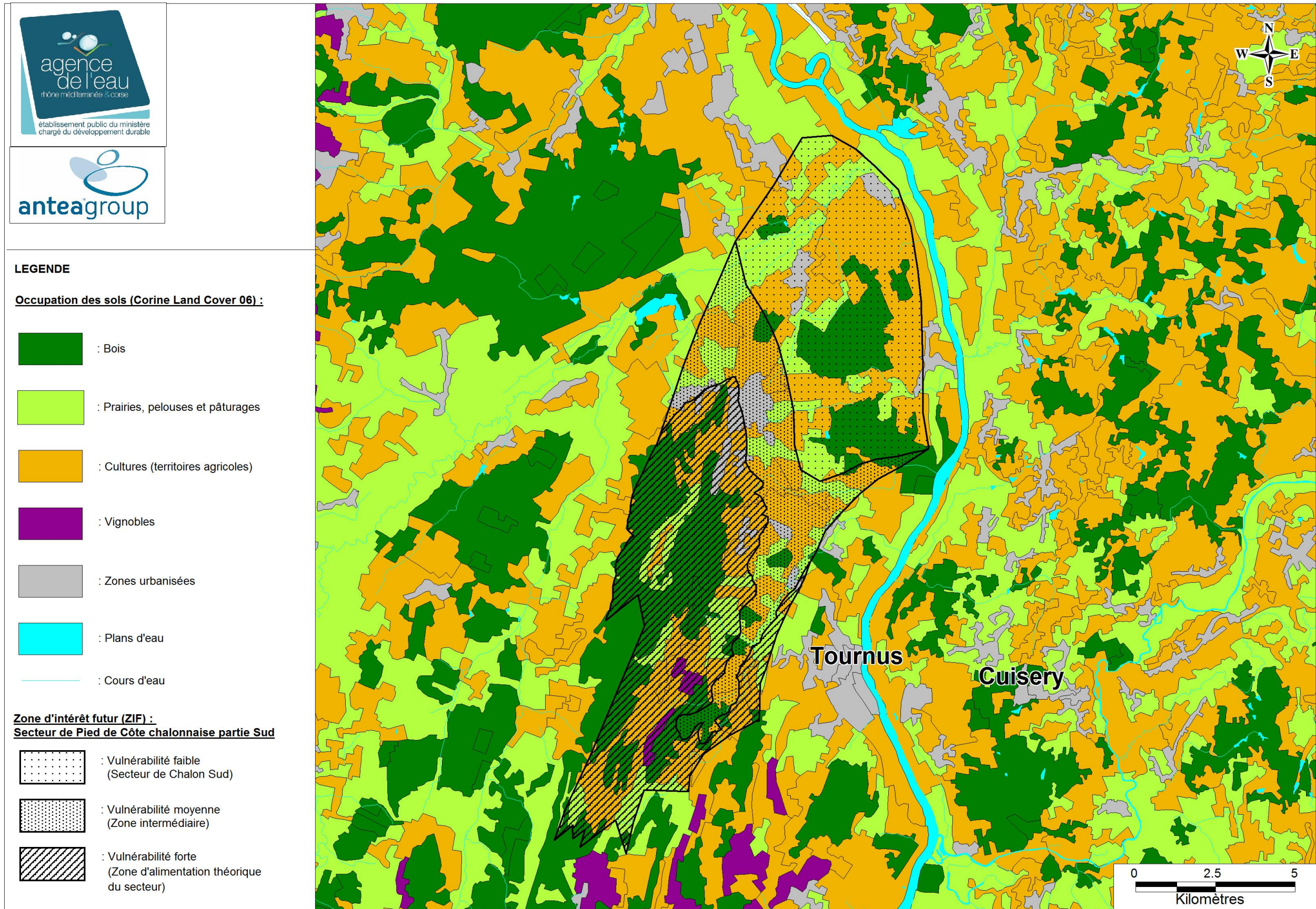


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Chalon Sud

INFORMATIONS GENERALES

Département : Côte d'Or

Communes : ALOXE-CORTON, ANTHEUIL, BESSEY-EN-CHAUME, BLIGNY-LES-BEAUNE, ECHEVRONNE, VIGNOLES, AUBAINE, BEAUNE, MAREY-LES-FUSSEY, BOUILLAND, BOUZE-LES-BEAUNE, CHOREY-LES-BEAUNE, LEVERNOIS, DETAIN-ET-BRUANT, MONTAGNY-LES-BEAUNE, NANTOUX, PERNAND-VERGELESSES, RUFFEY-LES-BEAUNE, FUSSEY, POMMARD, LADOIX-SERRIGNY, SAVIGNY-LES-BEAUNE.

Superficies : Zone d'alimentation 92,7 km², Zone intermédiaire : 9,6 km², Zone profonde : 32 km²

Documents de planification : SCOT des agglomérations de Beaune et Nuits-St-Georges, périmètres de protection de la source Roche aux Vieilles (Antheuil), des sources Fontenotte, en Raffin, sources de la vallée du Rhoin (Grand Champy, Fontaine du Garde, Petit Champy, Pissevieille et Cognières) et de la source de la Bouzaise, forages de la nappe de Vignoles.

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUE

Nature : Calcaires lacustres de l'Oligocène et alluvions anciennes du Plio-Quaternaire, en pied de Côte beaunoise. La formation alluviale est disposée sous la forme de chenaux fluviaux provenant de l'Ouest et s'étalant vers le Sud et l'Est. Ces formations perméables sont enchâssées dans le remplissage argilo-marneux du fossé bressan. Au débouché de la vallée du Rhoin, les alluvions modernes de ce cours d'eau reposent directement sur les alluvions anciennes. Les limites aval de cette nappe ne sont pas connues.

Profondeur du toit : elle augmente vers l'Est de 20/30 m à plus de 90 m.

Zone de recharge : L'alimentation de la nappe de Vignoles est assurée en grande partie par des écoulements latéraux en provenance des calcaires jurassiques de la côte, située à l'Ouest. Une autre partie de l'alimentation provient des pertes du Rhoin, au débouché de la vallée, lorsque les alluvions anciennes et modernes sont en relation. La zone de recharge s'étend vers l'Ouest sur une superficie importante au regard de la taille reconnue de la nappe. Cette zone d'alimentation contribue également à alimenter des sources de pied de côte telles que celles de la vallée du Rhoin (Fontaine du Garde, Pissevieille, Petit et Grand Champy,...) ou de la Bouzaise.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les débits de forages existants varient entre quelques dizaines et plus de 200 m³/h. Les transmissivités vont de 1 à 6 10⁻³ m²/s.

Piézométrie : La nappe de vignoles est captive et, dans sa plus grande partie, jaillissante de 6 à 9 m La cote piézométrique au repos est de 213 à 217 m NGF. La nappe semble s'écouler globalement vers l'Est avec un gradient de 2,5 à 10 ‰. Aucun exutoire n'est connu vers l'aval. Les historiques piézométriques disponibles ne mettent pas en évidence de baisse pluriannuelle des niveaux, mais la durée des mesures dans la partie vraiment captive est trop courte pour être totalement affirmatif.

Qualité de l'eau : Les eaux sont de minéralisation moyenne, de faciès bicarbonaté-calcique. Les teneurs en nitrates sont modérées (5 à 15 mg/l), mais un peu élevées au regard du contexte. Des traces de pesticides (inférieures aux seuils de potabilité) sont observées occasionnellement : Terbuméton-déséthyl et Terbutylazine déséthyl.

Vulnérabilité : La vulnérabilité de la nappe de Vignoles est à priori faible. Cependant, compte tenu de son alimentation latérale, des pollutions se produisant sur les calcaires karstiques de la Côte et de l'Arrière-Côte, ou encore en pied de Côte sur les formations superficielles graveleuses, pourraient probablement, à la longue, parvenir jusqu'à elle. Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (certains pesticides par exemple). Les zones boisées occupent 58 % de la zone de recharge, suivies par les zones agricoles (20 %), les prairies (10 %) et les vignes (10 % également). Les zones urbanisées ne représentent que 2 % de la zone d'alimentation (Savigny-lès-Beaune, Bouze-lès-Beaune, Pernand-Vergelesses, Echevronnes).

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

5 forages de plus de 100 m, 3 forages de 50 à 100 m. 4 forages disposent d'une coupe technique.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES

Faible, il a été identifié 1 forage à risque (5266X0022) qui n'aurait pas de cimentation de l'annulaire (?). Par ailleurs, le forage BS1 (non identifié dans la base de données, N° BSS inconnu) présente des problèmes de turbidité et de pesticides qui pourraient être liés à un mélange avec des eaux superficielles. La réalisation d'un rechemisage est envisagée par la CABCS avant sa mise en exploitation.

Programme de diagnostic et de réhabilitation :

Expertise et inspection vidéo de 4 forages.

Estimation des coûts : 10 K€

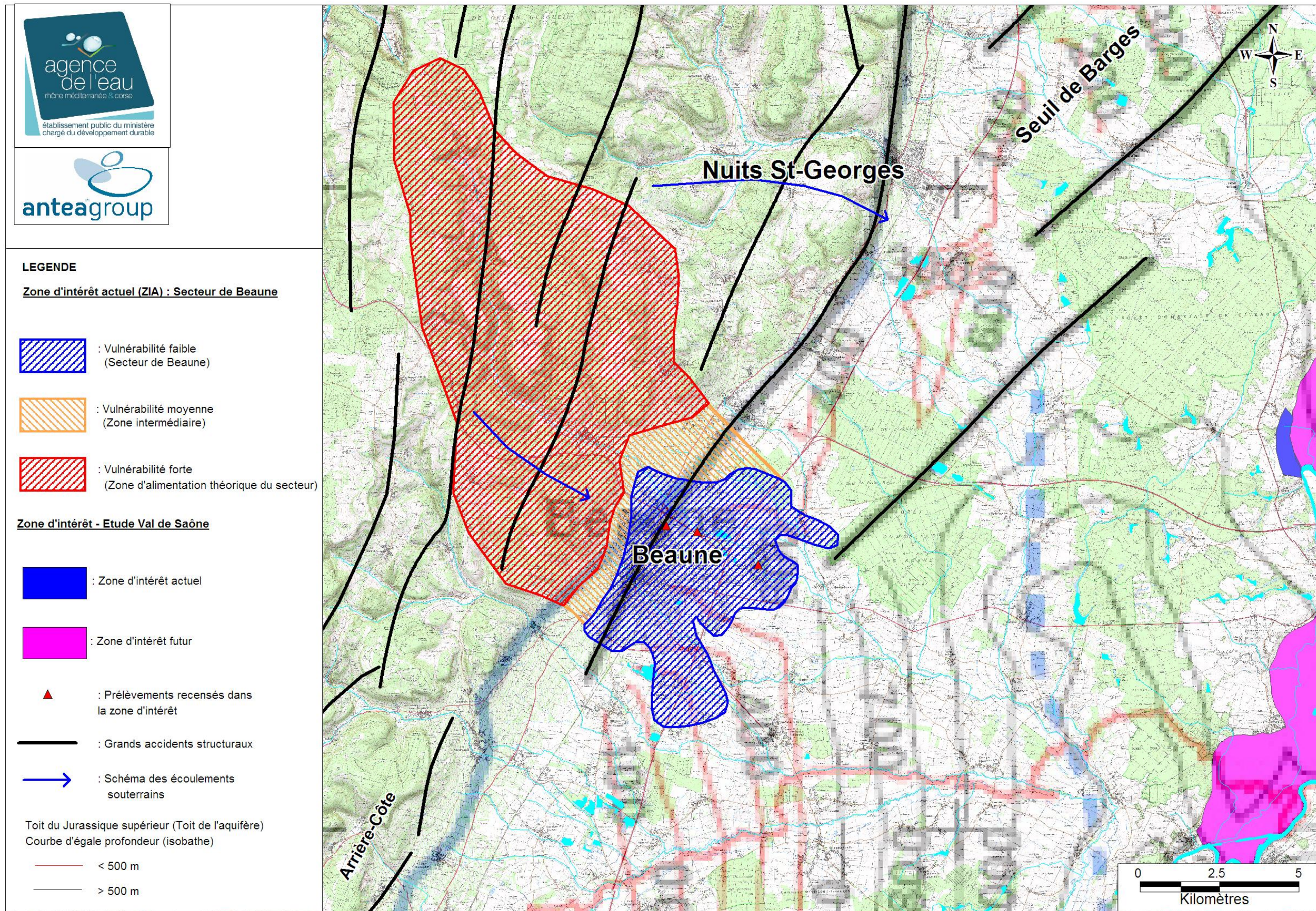
EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Les prélèvements annuels varient entre 360 et 940 milliers de m³. Il s'agit essentiellement de prélèvements pour l'alimentation en eau potable. Trois captages AEP sont actuellement exploités dans la nappe de Vignoles. La Communauté d'agglomération Beaune Côte et Sud envisage la mise en exploitation d'un nouvel ouvrage (BS1), pour un prélèvement journalier de 3400 m³/j, pour suppléer à une éventuelle défaillance de la source de la Bouzaise. Si ce volume était exploité en continu, cela ferait plus que doubler les prélèvements sur la nappe de Vignoles.

APPRECIATION GENERALE

La productivité de la nappe de Vignoles est importante, et sa qualité est satisfaisante. Les historiques piézométriques ne mettent pas en évidence de phénomène de surexploitation. Les vitesses de circulations dans la partie captive sont lentes, ce qui tempère la vulnérabilité liée au caractère fissuré des zones d'alimentation. La localisation de cette ressource au droit de l'agglomération de Beaune lui donne un intérêt particulier.

La surveillance du niveau de la nappe dans sa partie captive doit être poursuivie.



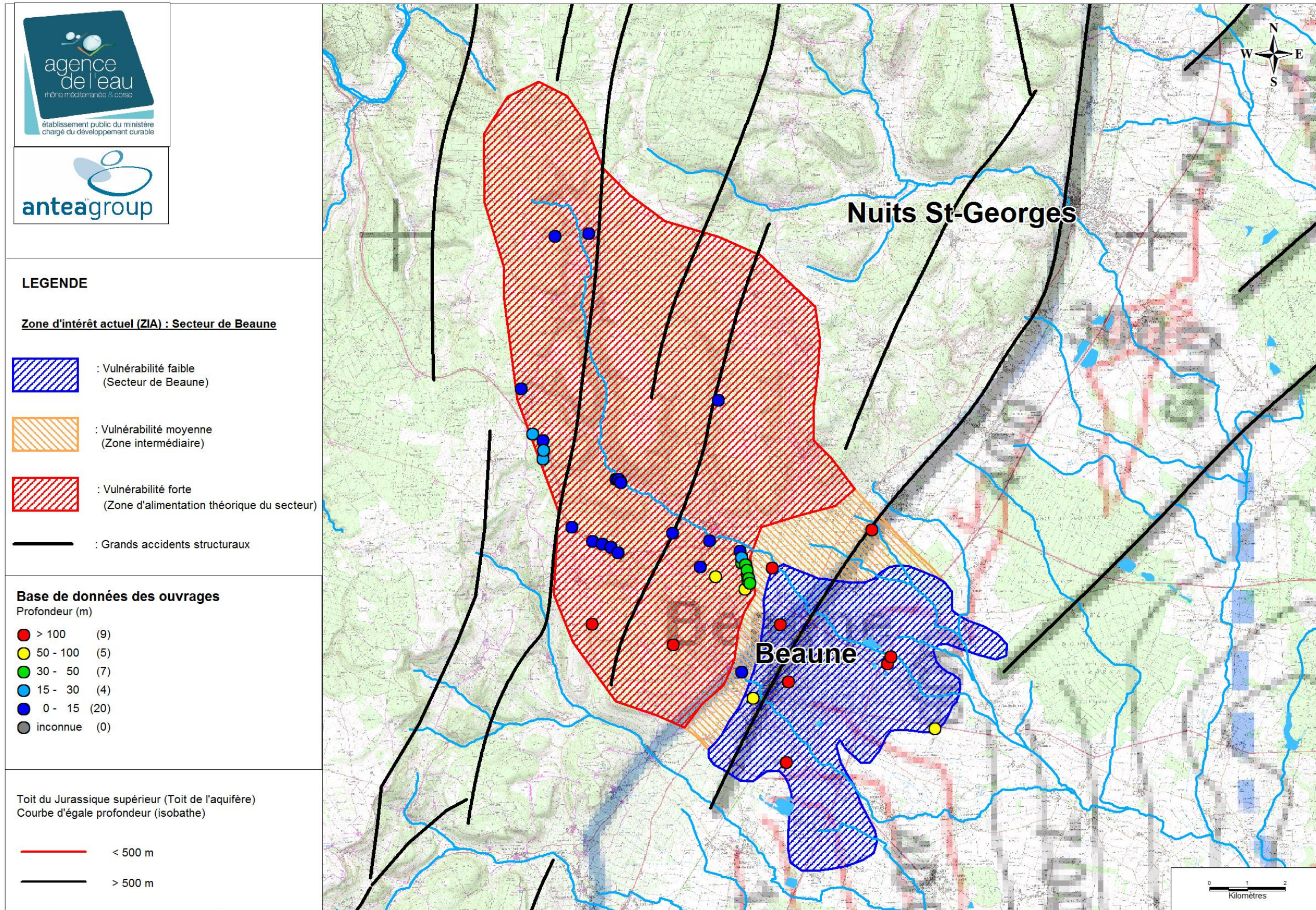


Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Beaune

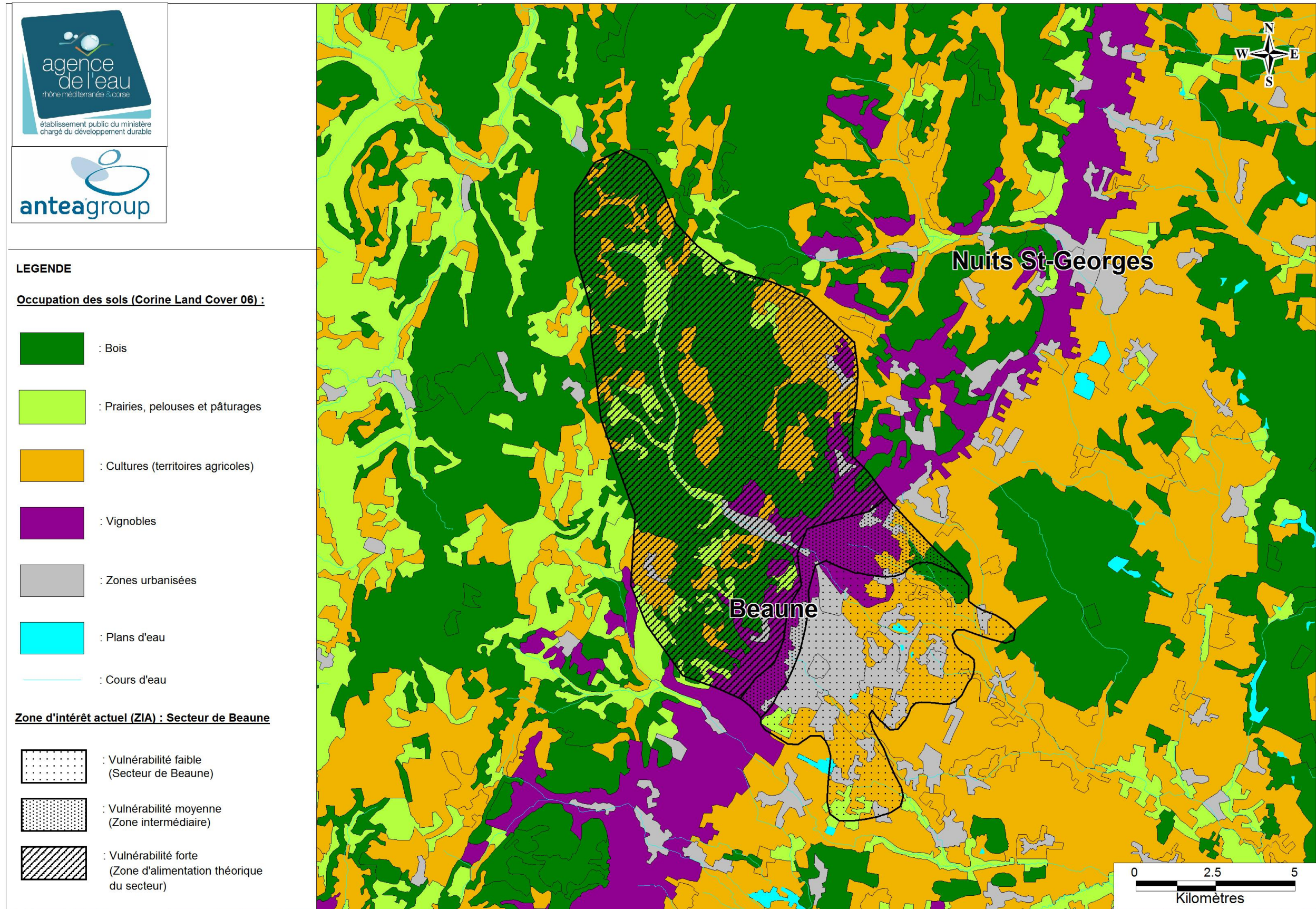


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Beaune

INFORMATIONS GENERALES

Département : Côte d'Or, Saône et Loire

Communes : CHASSAGNE-MONTRACHET, ALUZE, BOUZERON, CORPEAU, CHAMILLY, REMIGNY, SANTENAY, CHAGNY, CHASSEY-LE-CAMP, RULLY

Superficies : Zone d'alimentation 23,2 km², Zone intermédiaire : 3,5 km²

Documents de planification : SCOT « Pays du Chalonnais » (périmètre de réflexion non officialisé), SCOT des agglomérations de Beaune et Nuits St Georges (extrémité Nord de la zone), périmètres de protection des forages de Remigny et de Chagny.

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUE

Nature : Calcaires du Jurassique supérieur et moyen sous recouvrement Plio-Quaternaire, dans la vallée de la Dheune. Les niveaux calcaires sont découpés en d'étroits compartiments par de nombreuses failles majeures d'orientation NNE/SSW. Les deux versants de la Dheune ont des caractéristiques sensiblement différentes. Deux niveaux potentiellement producteurs du Jurassique sont séparés par un écran marneux peu perméable à la base du Jurassique supérieur. Au Sud de la vallée, la profondeur des terrains augmente vers l'Est-Sud-Est.

Profondeur du toit : Dans l'axe de la vallée, la couverture présente au dessus des calcaires ne dépasse pas 50 m d'épaisseur. De part et d'autre de la vallée, les calcaires sont affleurants.

Zone de recharge : constituée par les calcaires jurassiques à l'affleurement, sur la Côte chalonnaise, au Sud de la vallée de la Dheune. Ces relations ont été démontrées par des traçages donnant des vitesses d'écoulement comprises entre 50 m/jour en étiage et 300 m/jour en période de hautes eaux.

Une alimentation par une partie du versant Nord (extrémité Sud des plateaux de l'Arrière Côte de Beaune) est probable, d'après les molécules retrouvées dans les captages caractéristiques des activités viticoles, présentes uniquement au Nord. Toutefois, cette alimentation par le versant Nord n'est pas formellement démontrée.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les circulations d'eau se font dans les fissures de la roche calcaire. La productivité est fortement dépendante de la densité de fracturation, de l'ouverture des fissures, et de la profondeur du réservoir, qui conditionne les possibilités de rabattement. Les forages productifs réalisés dans le Jurassique supérieur ont donné un débit de 20/25 à 45 m³/h. Les forages réalisés à Chagny et Remigny dans le Jurassique moyen ont donné de 10 à 20/25 m³/h. Les transmissivités sont comprises entre 2,8 et 5,6.10⁻⁴ m²/s à Chagny et entre 1 et 3.10⁻³ m²/s à Remigny.

Piézométrie : Dans la vallée, les écoulements d'eau sont orientés vers l'Est. La nappe est captive, avec des niveaux d'eau proches du sol. Au Sud de la vallée, dans les zones de calcaire affleurant, l'eau s'écoule parallèlement au réseau de failles, vers le NNE. Au Nord de la vallée, aucune donnée n'est disponible sur les sens d'écoulement, mais un écoulement vers le SE est probable.

Qualité de l'eau : La qualité de l'eau est connue sur les captages de Chagny et Remigny. L'eau est de type bicarbonaté-calcique, moyennement minéralisée. A Remigny, elle contient en outre des sulfates et du manganèse. Les teneurs en nitrates sont faibles, mais des pesticides sont présents (triazines et métabolites, oxadixyl, diuron). Les molécules identifiées indiquent une influence mixte des zones agricoles et viticoles.

Vulnérabilité : Dans l'axe de la vallée, une protection relative est assurée par la couverture des calcaires de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Les circulations dans les fissures ne possèdent aucun pouvoir filtrant. Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (certains pesticides par exemple). Les vignes occupent 34 % de la zone de recharge (elles sont présentes surtout au Nord de la vallée, où elles occupent la quasi-totalité de la zone de recharge présumée), suivies par les bois (32 %) et les zones agricoles (26 %). Les zones urbanisées ne représentent que 6 % de la zone d'alimentation. En dehors de l'agglomération de Chagny, dont une partie seulement s'étend sur les zones vulnérables, on ne relève que les localités de Chassagne-Montrachet, Remigny, Bouzeron et Aluze.

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

3 forages de 50 à 100 m, 4 forages de 30 à 50 m, 6 forages de moins de 30 m. Les forages de Remigny ont déjà fait l'objet d'inspection vidéo, ainsi que les forages de Chagny qui sont régulièrement inspectés.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES

Faible.

Programme de diagnostic et de réhabilitation :

Expertise et inspection vidéo de 7 forages : aucune information disponible sur ces ouvrages.

Estimation des coûts : 15 à 20 K€

EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Les calcaires du Jurassique sont exploités pour l'alimentation en eau potable par le SIE de la vallée de la Dheune et par la ville de Chagny. Les volumes prélevés en 2010 atteignaient 1 million de mètres cubes.

Signalons pour mémoire les deux forages d'eau thermale de Santenay. Ces forages s'adressent au Trias, et sont par ailleurs un peu à l'extérieur de la zone d'intérêt.

APPRECIATION GENERALE

Les potentialités de débit sont plus faibles que dans la ressource majeure attenante de Chalon Nord, mais restent intéressantes. Les potentialités sont vraisemblablement plus importantes à la base du Jurassique moyen, leur pleine mise en valeur nécessiterait la réalisation de forages de 200 m de profondeur environ. La qualité de l'eau est altérée par la présence de pesticides, ce qui atteste d'une certaine vulnérabilité au niveau des zones de recharge. Les actions sur les zones de recharges pourront se limiter à une réduction des pesticides réputés persistants, ou générant des métabolites persistants.

Pour confirmer la participation à l'alimentation des forages de la partie du versant Nord (extrémité Sud des plateaux de l'Arrière Côte de Beaune), il pourrait être réalisé un multitraçage avec suivi de la restitution sur au moins 1 forage de Remigny et 1 forage de Chagny. Le coût d'une telle opération est estimé entre 10 et 15 K€.

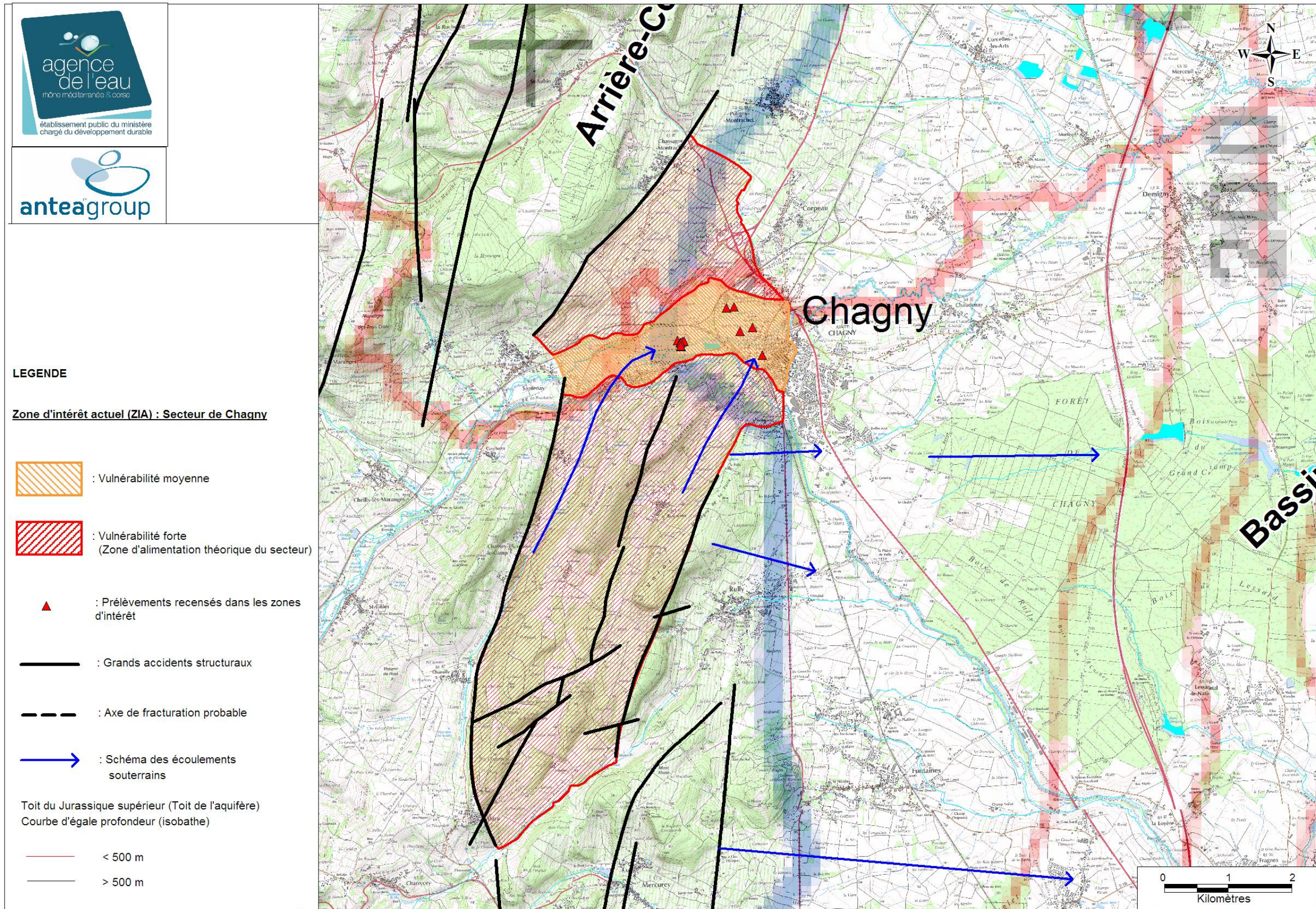


Figure 1 : Zones de vulnérabilité du secteur de Chagny

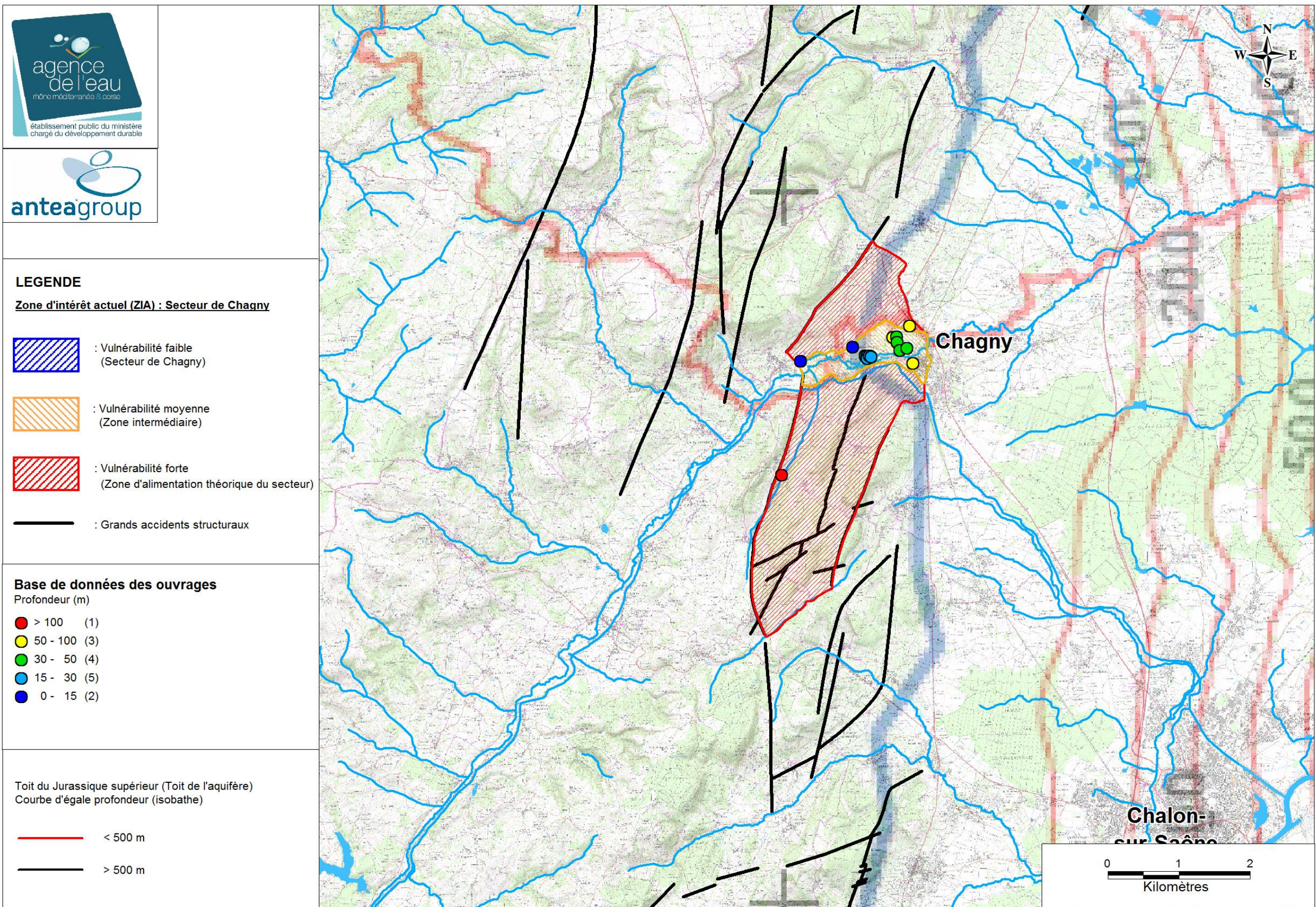


Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Chagny

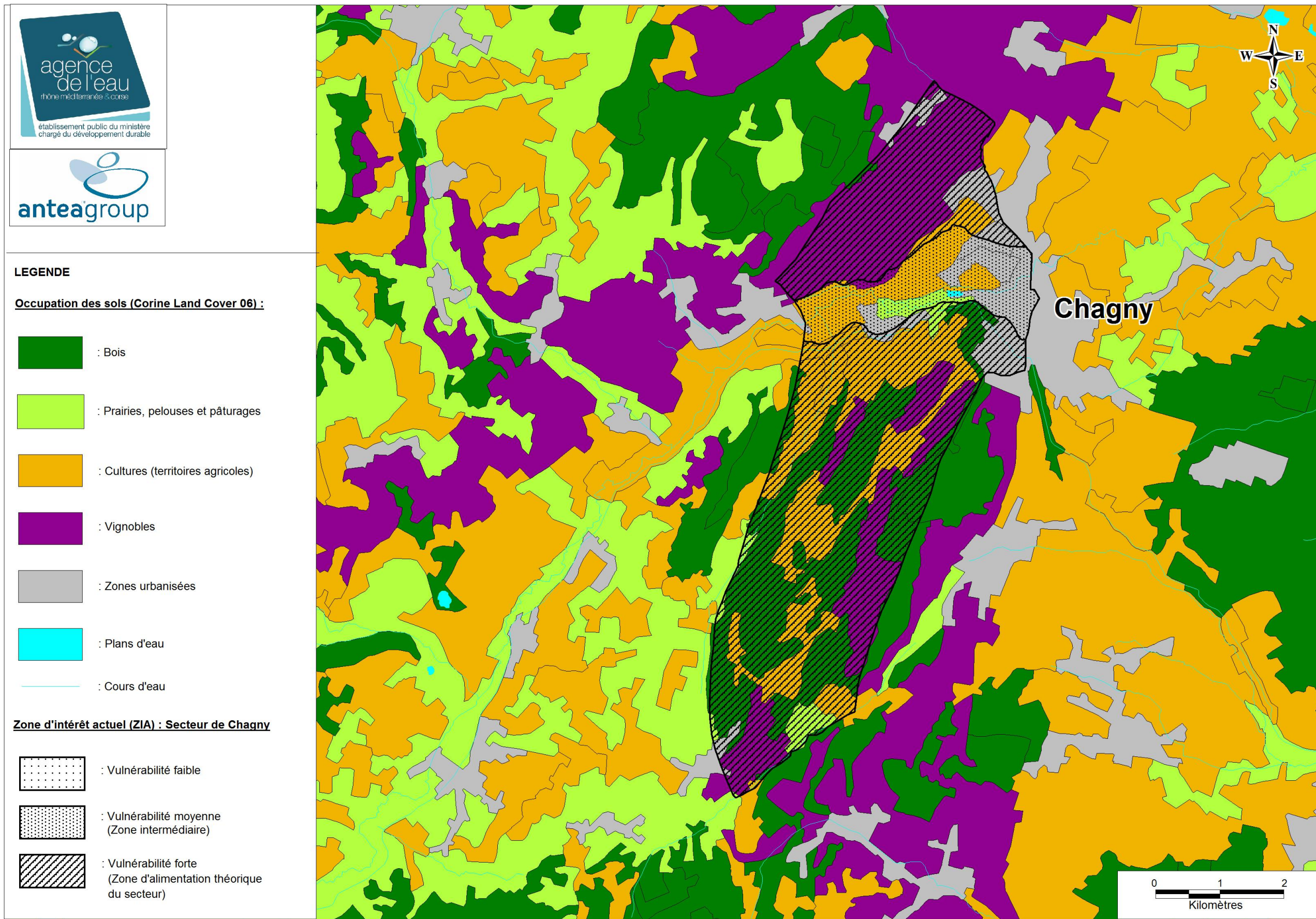


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Chagny

INFORMATIONS GENERALES

Département : Saône et Loire, Ain (frange Sud de la zone)

Communes : ARBIGNY, L'ABERGEMENT-DE-CUISERY, BRIENNE, CHARDONNAY, GIGNY-SUR-SAONE, MANCEY, RATENELLE, LE VILLARS, SERMOYER, BOYER, CUISERY, HUILLY-SUR-SEILLE, OZENAY, FARGES-LES-MACON, LA GENETE, LACROST, ORMES, SENNECEY-LE-GRAND, LA TRUCHERE, VERS, JOUVENCON, PRETY, ROMENAY, UCHIZY, LOISY, TOURNUS, SIMANDRE.

Superficies : Zone d'alimentation 24,9 km², Zone intermédiaire : 75,3 km², Zone profonde : 65,0 km²

Documents de planification : SCOT « Entre Saône et Grosne » (Bordure Nord-Ouest), SCOT du mâconnais, PPC de l'Abergement-lès-Cuisery, La Truchère et Farges.

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES

Nature : Calcaires du Jurassique supérieur et moyen sous recouvrement du Plio-Quaternaire (marnes de Bresse), en pied de Côte chalonaise, en rive gauche de la Saône. Deux niveaux potentiellement producteurs du Jurassique sont séparés par un écran marneux peu perméable à la base du Jurassique supérieur. Dans la pratique, le Jurassique moyen n'est accessible dans des conditions économiquement acceptables que dans la partie Nord de la zone. L'épaisseur du Jurassique supérieur calcaire est de plus de 200 m. La profondeur des terrains augmente vers l'Est et vers le Sud. Les calcaires sont fortement fracturés par des failles d'orientation NNE – SSW.

Profondeur du toit : elle augmente vers l'Est et le Sud de 50 m à 300 m environ.

Zone de recharge : constituée par les calcaires jurassiques à l'affleurement, principalement à l'Ouest et au Sud de Tournus, secondairement de part et d'autre de la Saône au Sud-Est de Tournus. Au Sud-Est de Tournus, les alluvions de la Saône reposent directement sur les calcaires et sont probablement en relation hydraulique avec la nappe profonde.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les circulations d'eau se font dans les fissures de la roche calcaire. La productivité est fortement dépendante de la densité de fracturation et de l'ouverture des fissures. Des forages pétroliers ont révélé des indices de karstification importants dans le Jurassique supérieur et moyen. Deux forages de recherche d'eau ont donné des débits compris entre 60 et 70 m³/h.

Piézométrie : Il n'existe pas de carte ou d'historique piézométrique dans ce secteur. La nappe est vraisemblablement en charge sous les marnes de Bresse. Compte tenu du contexte hydrogéologique local, on peut évaluer des circulations orientées d'Ouest en Est. Au voisinage de la Saône, le niveau au repos de la nappe profonde semble supérieur à celui des alluvions.

Qualité de l'eau : Il n'existe aucune donnée de qualité sur la zone. Par analogie avec le secteur de chalon Nord, on peut s'attendre à une eau de minéralisation moyenne à élevée, de faciès bicarbonaté-calcique, peut être avec des teneurs excessives en fer et manganèse. La présence de traces de pesticides ne peut être complètement exclue.

Vulnérabilité : Dans la zone profonde, la protection de la nappe est assurée de manière efficace par la couverture des marnes de Bresse, de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Les circulations dans les fissures ne possèdent aucun pouvoir filtrant. Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (certains pesticides par exemple). Les zones agricoles occupent 47 % de la zone de recharge, suivies par les prairies permanentes (18 %), les zones boisées (17 %) et les vignes (10%). Les zones urbanisées représentent 8 % de la zone d'alimentation. Elles correspondent essentiellement à la frange Ouest de Tournus et aux localités de Lacrost et de Plottes.

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

5 forages de plus de 100 m, aucun n'a de coupe technique.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES

Très faible.

Programme de diagnostic et de réhabilitation :

Expertise et inspection vidéo de 5 forages : aucune information disponible sur ces ouvrages.

Estimation des coûts : 10 à 15 K€

EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Il existe un forage d'irrigation de 143 m réalisé au NW du bourg de Cuisery (1300 m³ en 2010).

APPRECIATION GENERALE

La cible principale est l'aquifère du Jurassique supérieur, et l'aquifère du Jurassique moyen au Nord et à l'Ouest, quand sa profondeur n'est pas trop importante. Des débits supérieurs à 50 m³/h semblent pouvoir être obtenus dans cette zone. Des inconnues importantes subsistent quand à la qualité de la ressource.

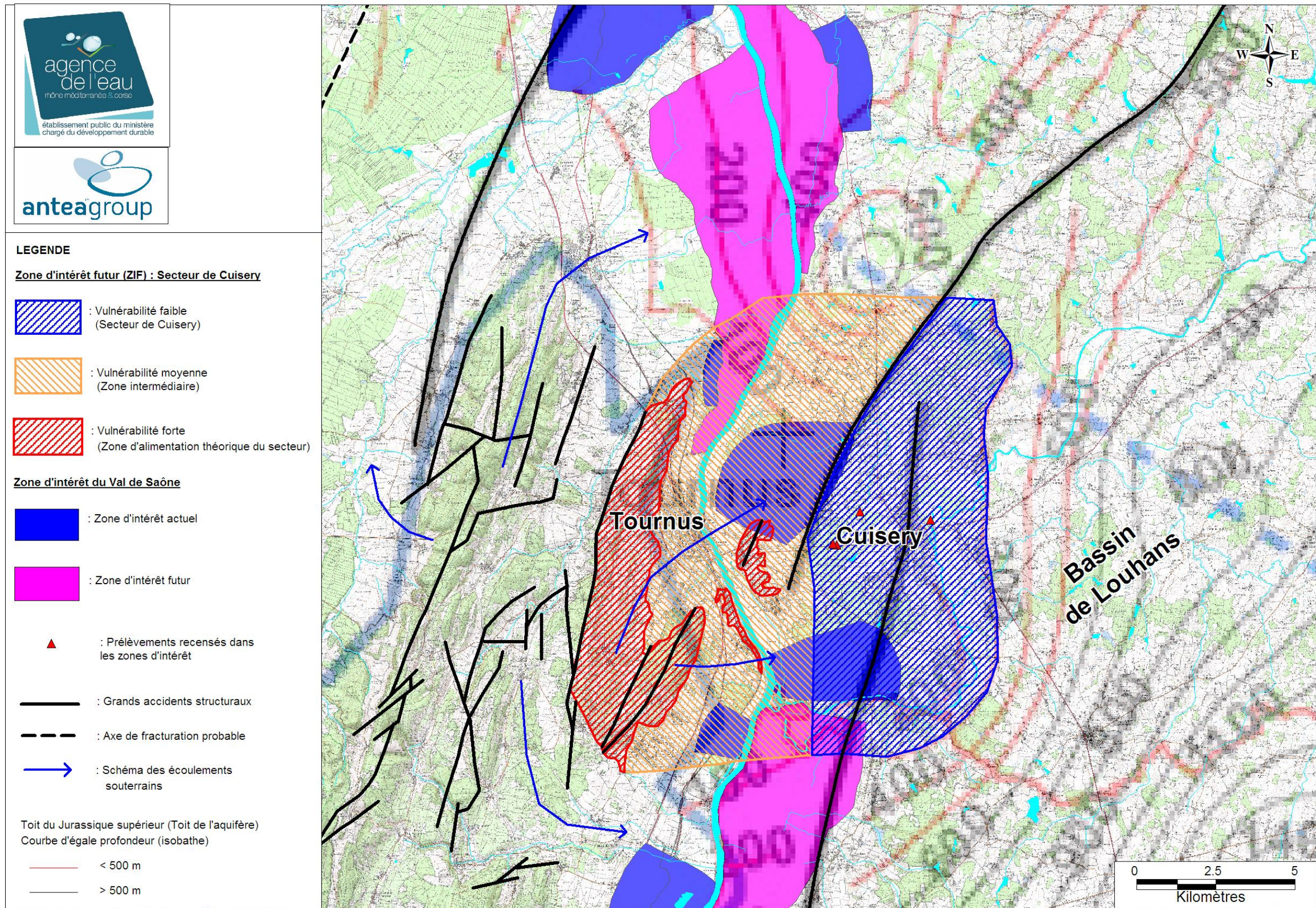


Figure 1 : Zones de vulnérabilité du secteur de Cuisery

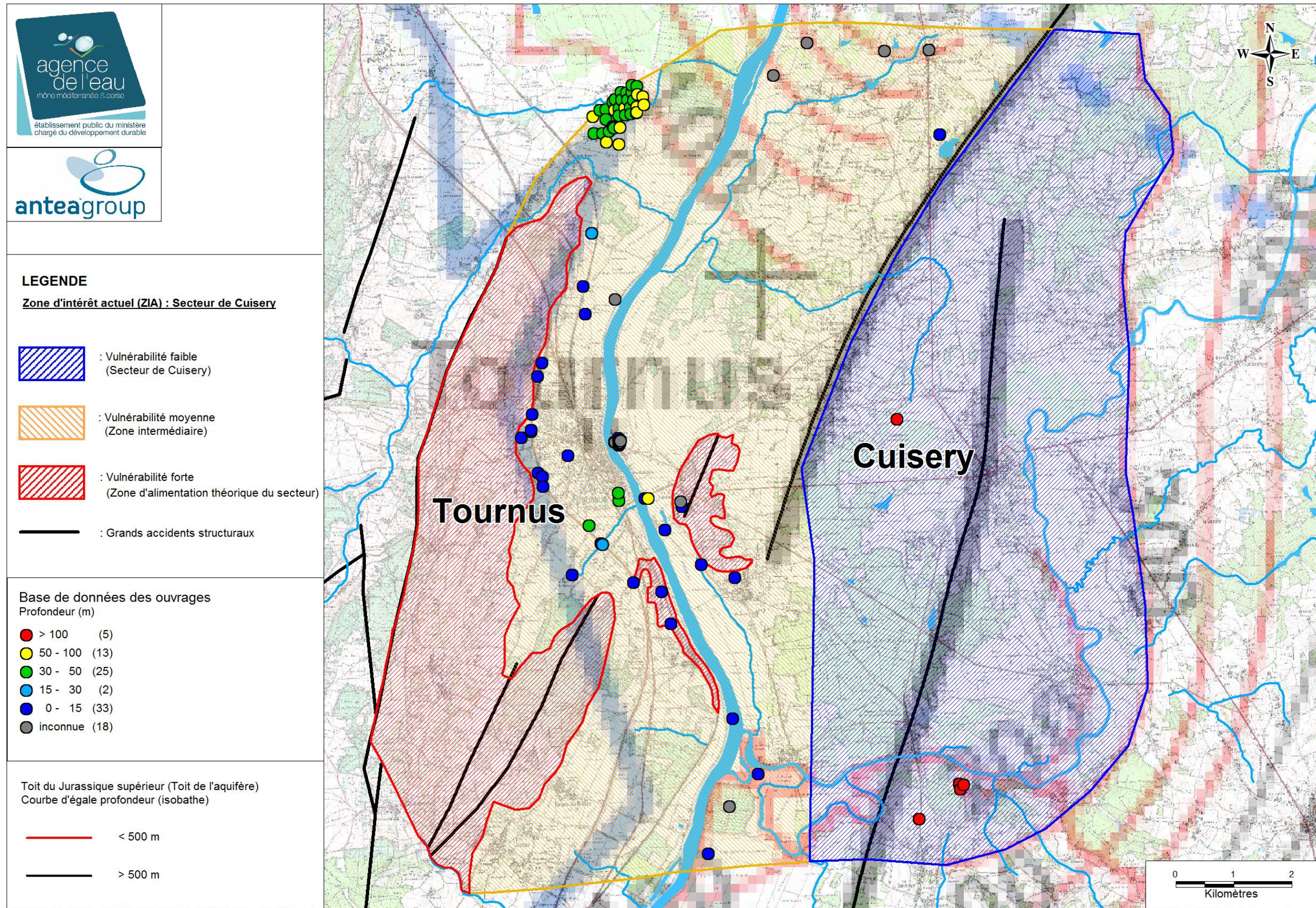


Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Cuisery

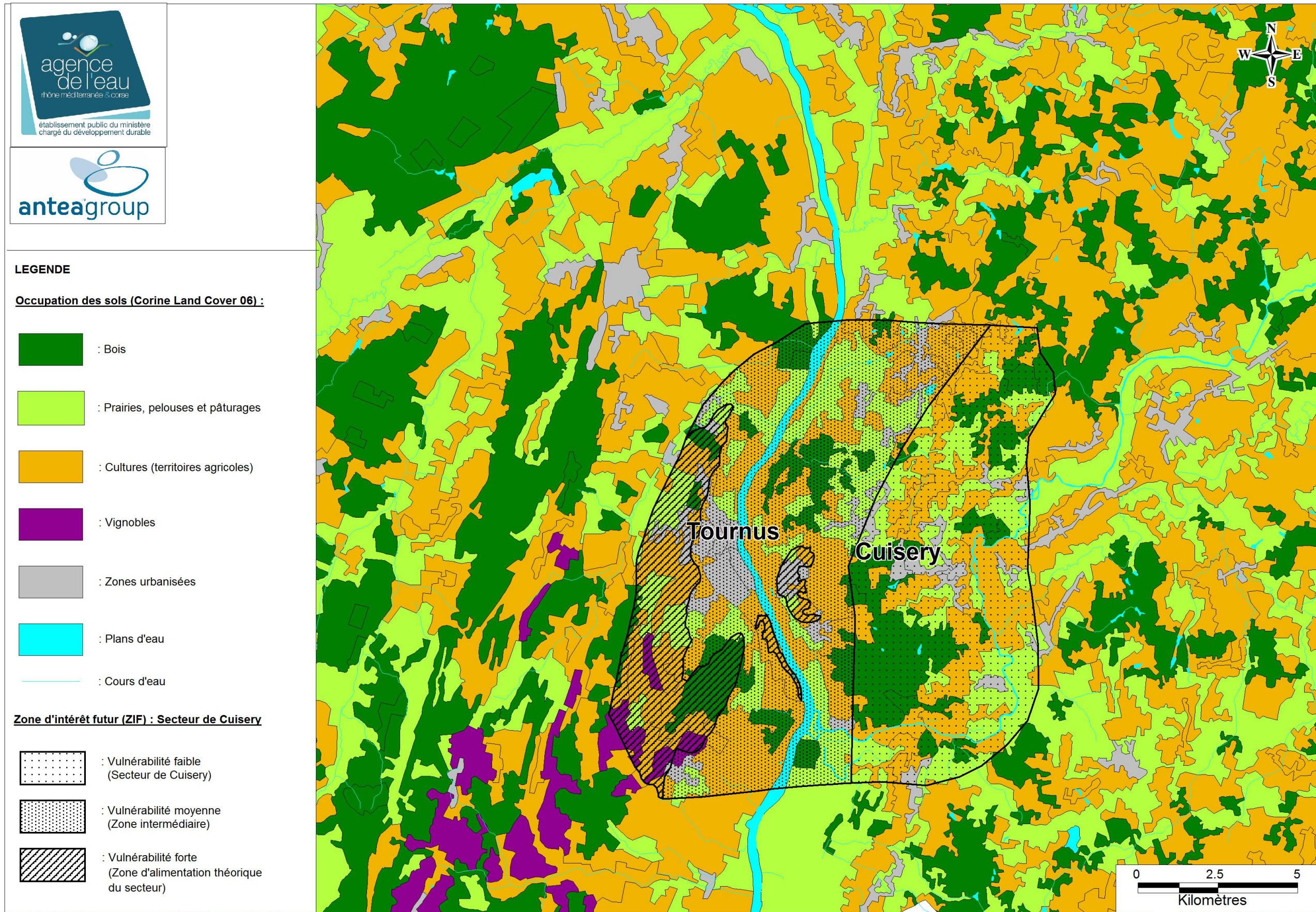


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Cuisery

INFORMATIONS GENERALES

Département : Côte d'Or

Communes : AGENCOURT, ARCENANT, ARGILLY, BEVY, BOUILLAND, CHAMBOLLE-MUSIGNY, CHAUX, CURTIL-VERGY, MAGNY-LES-VILLERS, VOSNE-ROMANEE, CHAMBOEUF, CHEVANNES, COMBLANCHIEN, L'ETANG-VERGY, QUINCEY, SEGROIS, VILLY-LE-MOUTIER, COLLONGES-LES-BEVY, CORGOLOIN, CURLEY, FUSSEY, GERLAND, MEUILLEY, DETAIN-ET-BRUANT, MAREY-LES-FUSSEY, MESSANGES, NUITS-SAINT-GEORGES, SEMEZANGES, MOREY-SAINT-DENIS, PREMEAUX-PRISSEY, REULLE-VERGY, VILLARS-FONTAINE, VILLERS-LA-FAYE, LADOIX-SERRIGNY, TERNANT.

Superficies : Zone d'alimentation 122,9 km², Zone intermédiaire : 17,2 km², Zone profonde : 35 km²

Documents de planification : SCOT des agglomérations de Beaune et Nuits-St-Georges, SCOT de Dijon, SAGE de l'Ouche (marge Nord-Ouest), SAGE de la Vouge (marge Nord-Est), périmètres de protection des sources de Reuille-Vergy, Meuzin, Breuil, Bévy, Chevannes, Doua, Segrois, Fin de Pré, Villars-Fontaine, Villers-la-Faye, Régnier, Rochotte, puits de Vosne-Romanée, puits de Nuits-St-Georges et sources Régnier et Rochotte, Forages du SIE de la Plaine de Nuits.

CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUE

Nature : Calcaires lacustres de l'Oligocène et alluvions anciennes du Plio-Quaternaire, en pied de Côte de Nuits. Ces formations perméables sont enchâssées dans le remplissage argilo-marneux du fossé bressan. Les limites latérales et aval de cette nappe ne sont pas connues avec précision. Lorsque l'on s'éloigne de la côte, les graviers semblent disparaître progressivement, et seuls les calcaires lacustres subsistent.

Profondeur du toit : 40 à 60 m.

Zone de recharge : L'alimentation de la nappe du Meuzin est assurée par des écoulements latéraux en provenance des calcaires jurassiques de la côte, située à l'Ouest. La zone de recharge s'étend vers l'Ouest sur une superficie importante au regard de la taille reconnue de la nappe. Cette zone d'alimentation contribue également à alimenter des sources de pied de côte.

CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES

Potentialités connues : Les débits de forages de reconnaissance ou d'exploitation existants varient entre 10 et 170 m³/h. Les transmissivités vont de 0,5 à 9 10⁻³ m²/s.

Piézométrie : La nappe est libre dans sa partie amont. Elle devient rapidement captive à l'aval. A l'Est de l'autoroute, elle est fréquemment artésienne jaillissante, avec des charges pouvant atteindre 8 à 10 m au-dessus du sol. La cote piézométrique au repos est de 220 à 230 m NGF dans la partie amont, et de 215 m NGF environ dans le secteur de Cussigny et Quincey. La nappe semble s'écouler globalement vers l'Est avec un gradient de 1 ‰. Aucun exutoire n'est connu vers l'aval. Les historiques piézométriques disponibles concernent la partie amont de la nappe. Sur une vingtaine d'années, les niveaux semblent baisser de 2 m environ. Aucune donnée dans la zone captive ne permet d'évaluer des variations pluriannuelles.

Qualité de l'eau : Les eaux sont de minéralisation moyenne, de faciès bicarbonaté-calcique. Dans la partie amont, les teneurs en nitrates sont excessives, et on note la présence fréquente de pesticides (en amélioration depuis l'interdiction des triazines). Dans la partie captive, les teneurs en nitrates sont faibles, et les pesticides absents. Fer et manganèse sont absents du forage de Cussigny, mais pourraient être présents en d'autres points de la partie captive de la nappe. La présence de pesticides à l'amont peut faire redouter une migration vers l'aval de ces molécules au cours des années à venir.

Vulnérabilité : La vulnérabilité de la nappe du Meuzin est faible dans la partie captive. Elle est élevée sur les zones d'alimentation de la côte calcaire, et dans la partie de la nappe non captive (aux alentours et à l'aval immédiat de Nuits-St-Gorges). Le transfert de polluants depuis les zones de recharges est possible, notamment pour des produits persistants (pesticides notamment). Les zones boisées occupent 53 % de la zone de recharge, suivies par les zones agricoles (31 %) et les vignes (10 %). Les zones urbanisées ne représentent que 3 % de la zone d'alimentation. Malgré leur faible surface relative, les vignes impactent la qualité de l'eau par la présence de pesticides. Les agglomérations présentes dans la zone d'alimentation (Prémeaux-Prissey, Comblanchien, Chaux, Villars-Fontaine, Meuilley, Arcenant,...) sont peu importantes. L'essentiel de la ville de Nuits-St-Georges est à l'aval de la zone fortement vulnérable. Il n'en reste pas moins que cette localité peut avoir un impact significatif sur la qualité de l'eau de la nappe. A noter également la présence des carrières de Comblanchien, Prémeaux-Prissey, Chaux et Villars-Fontaine.

INVENTAIRE DES FORAGES EXISTANTS

5 forages de plus de 100 m, 1 forage de 50 à 100 m et 1 forage de profondeur inconnue.

RISQUES REPRESENTES PAR LES FORAGES : Très faible, aucun forage à risque recensé.

Programme de diagnostic et de réhabilitation : Expertise et inspection vidéo d'un forage.

Estimation des coûts : 5 K€

EXPLOITATION ACTUELLE, PERSPECTIVES D'EVOLUTION

Les prélèvements annuels actuels sont de 150 milliers de m³. Dans les années 2000 – 2006, ils étaient globalement supérieurs à 200 000 m³/an, avec une pointe à 300 000 m³/an en 2003. Il s'agit essentiellement de prélèvements pour l'alimentation en eau potable. L'exploitation des 3 captages AEP de Nuits a fortement diminué à partir de 2004. Le forage du SIE de la plaine de Nuits a été mis en service en 1999. Il représente aujourd'hui la quasi-totalité des prélèvements. Le SIE de la Plaine de Nuits dispose d'une DUP en date du 03/03/2000 pour un volume de 1 200 m³/j et un débit de 60 m³/h. Un deuxième forage a été réalisé en 2008, et une demande d'augmentation du prélèvement est en cours pour un volume annuel de 225 000 m³/an et un débit de 150 m³/h.

APPRECIATION GENERALE

La productivité de la nappe du Meuzin peut être importante, et dépasser 100 m³/h. Pour l'instant, sa qualité dans la partie captive est satisfaisante. Les historiques piézométriques ne mettent pas en évidence de phénomène de surexploitation, mais ils ne donnent qu'une image partielle et biaisée de la situation. Un piézomètre de suivi pourrait être créé dans la partie captive de la nappe.

Les vitesses de circulations dans la partie captive sont lentes, ce qui tempère la vulnérabilité liée au caractère fissuré des zones d'alimentation. La localisation de cette ressource au droit de l'agglomération de Nuits-St-Georges lui donne un intérêt supplémentaire.

Des incertitudes existent quand à la délimitation exacte de la nappe, à l'importance des débits pouvant y être prélevés, et à l'évolution future de la qualité.

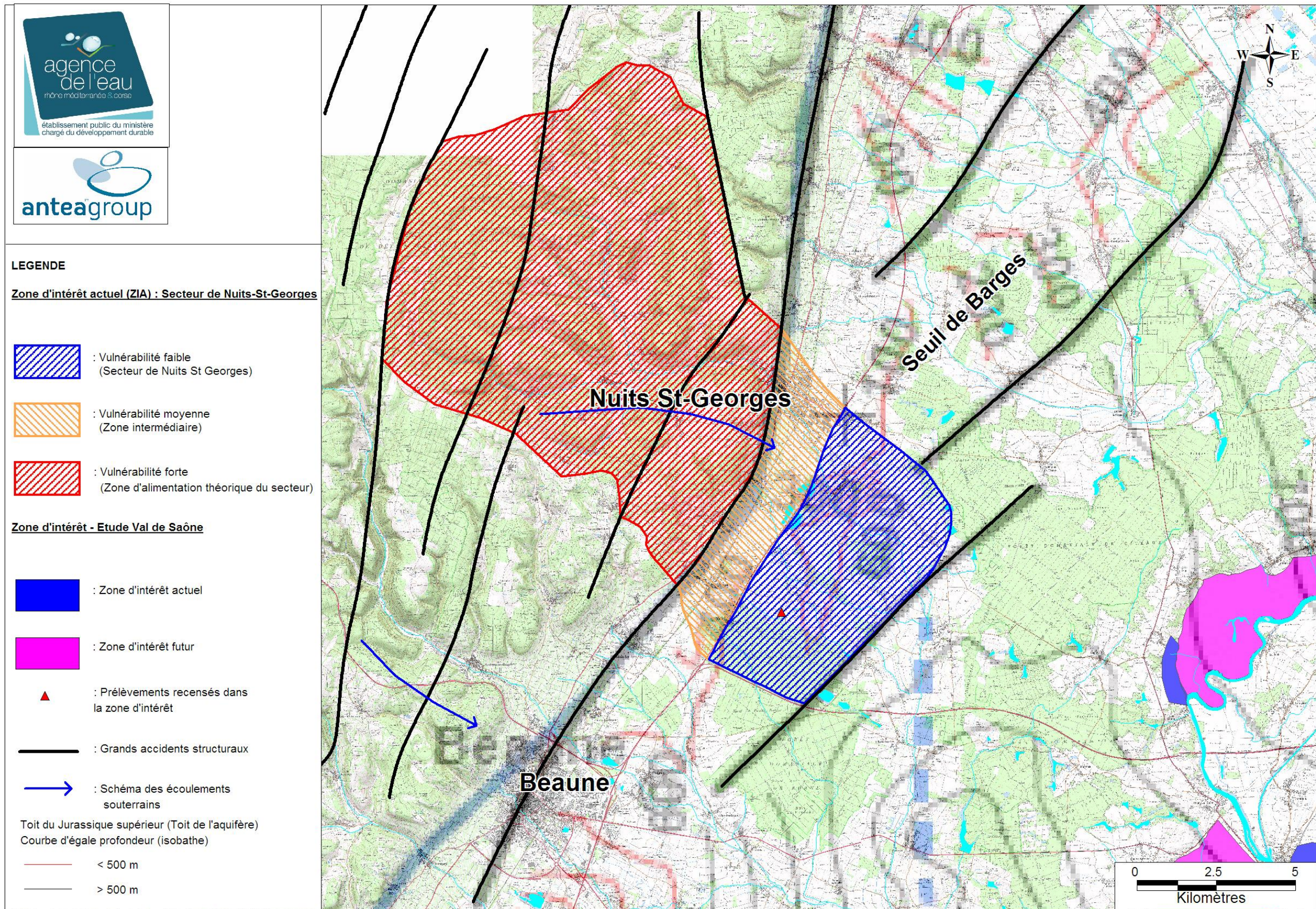


Figure 1 : Zones de vulnérabilité du secteur de Nuits-Saint-Georges

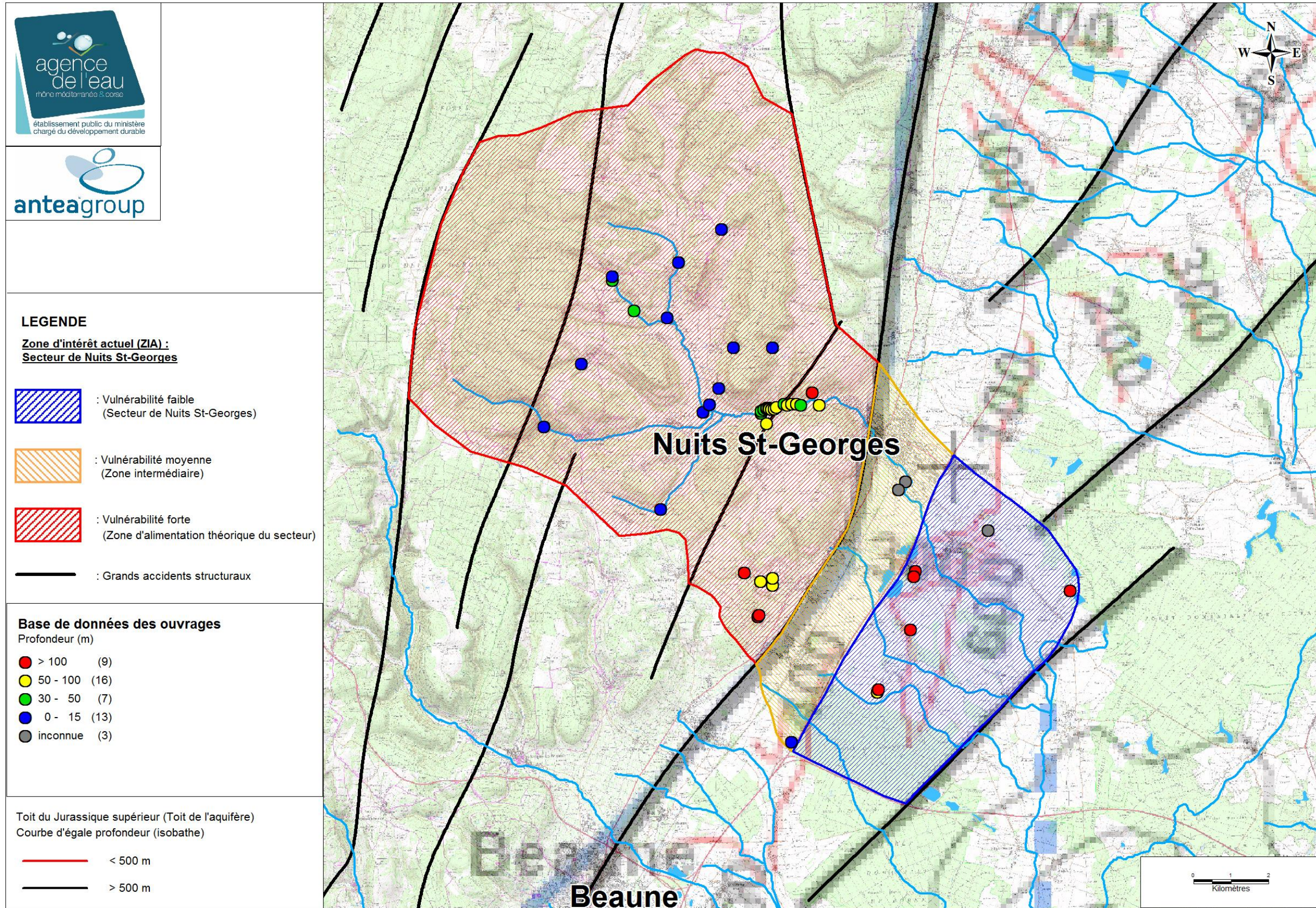


Figure 2 : Recensement des ouvrages dans le secteur de Nuits-Saint-Georges

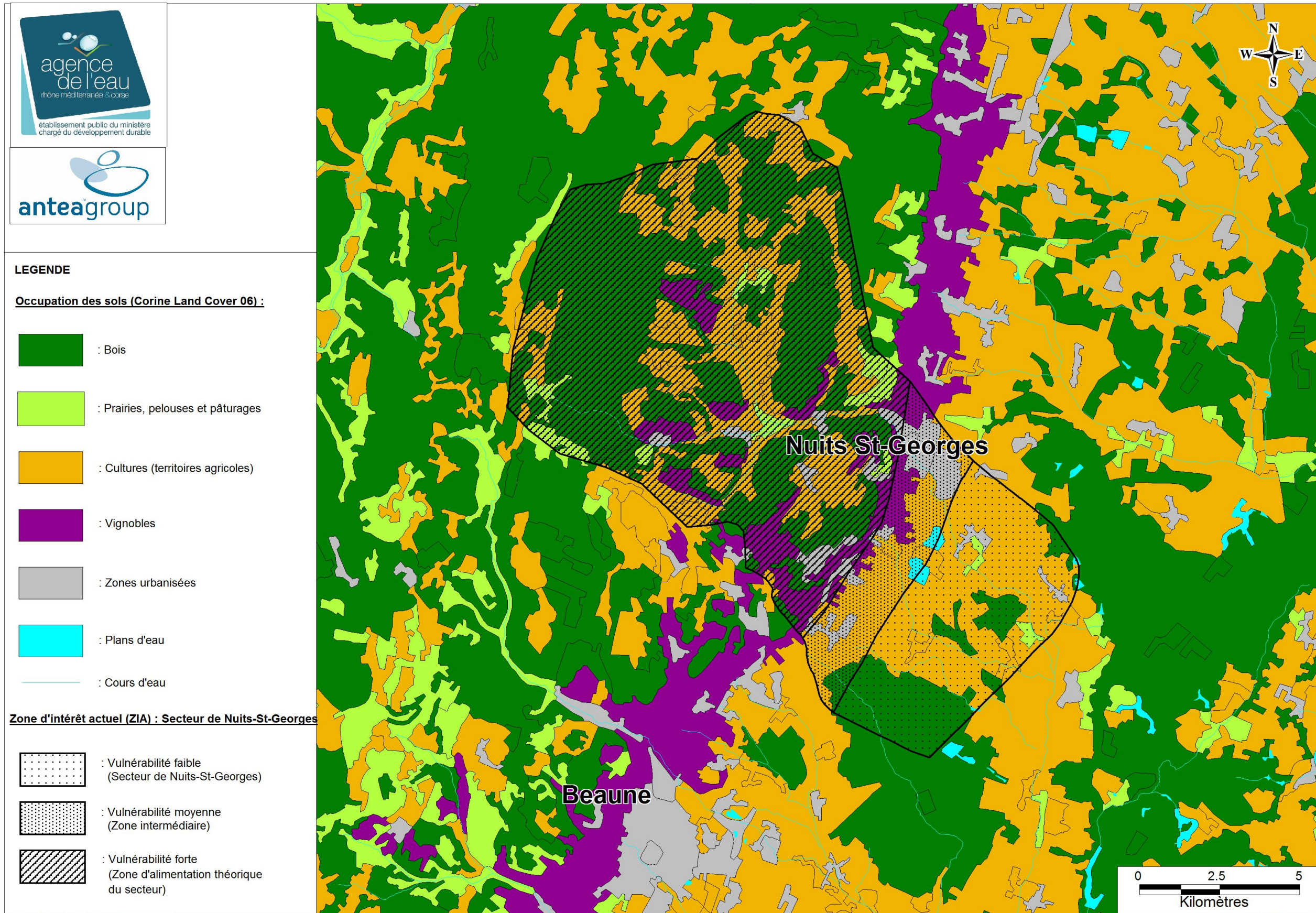


Figure 3 : Carte d'occupation des sols dans le secteur de Nuits-Saint-Georges

Rapport

Titre : **Délimitation des ressources majeures pour l'alimentation en eau potable sous couverture du fossé bressan - Phase 3 : Caractérisation et acquisition de connaissances sur les zones pré-identifiées comme ressource majeures et validation des zonages**

Numéro et indice de version : 71605/B

Date d'envoi : Juillet 2013

Nombre de pages : 40

Diffusion (nombre et destinataires) :

6 ex. Client + 12 CD

1 ex. Agence

Nombre d'annexes dans le texte : 1

Nombre d'annexes en volume séparé : /

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes : **AGENCE DE L'EAU RHÔNE MEDITERRANEE CORSE**
Délégation de Besançon
34, rue de la Corvée
25000 BESANÇON

Nom et fonction des interlocuteurs : Monsieur MARGUET, chargé d'études

Antea Group

Unité réalisatrice : REAU

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : Stéphane DEPARDON

Responsable de projet : Stéphane DEPARDON

Auteur : Stéphane DEPARDON

Secrétariat : Cindy YAFFA

Qualité

Contrôlé par : Jérôme LACROIX

Date : Juillet 2013 – Version B

N° du projet : RHA P 11 0379

Références et date de la commande : 01/04/2012



Mots clés : ressource majeure, eau souterraine, calcaire, forage, vulnérabilité