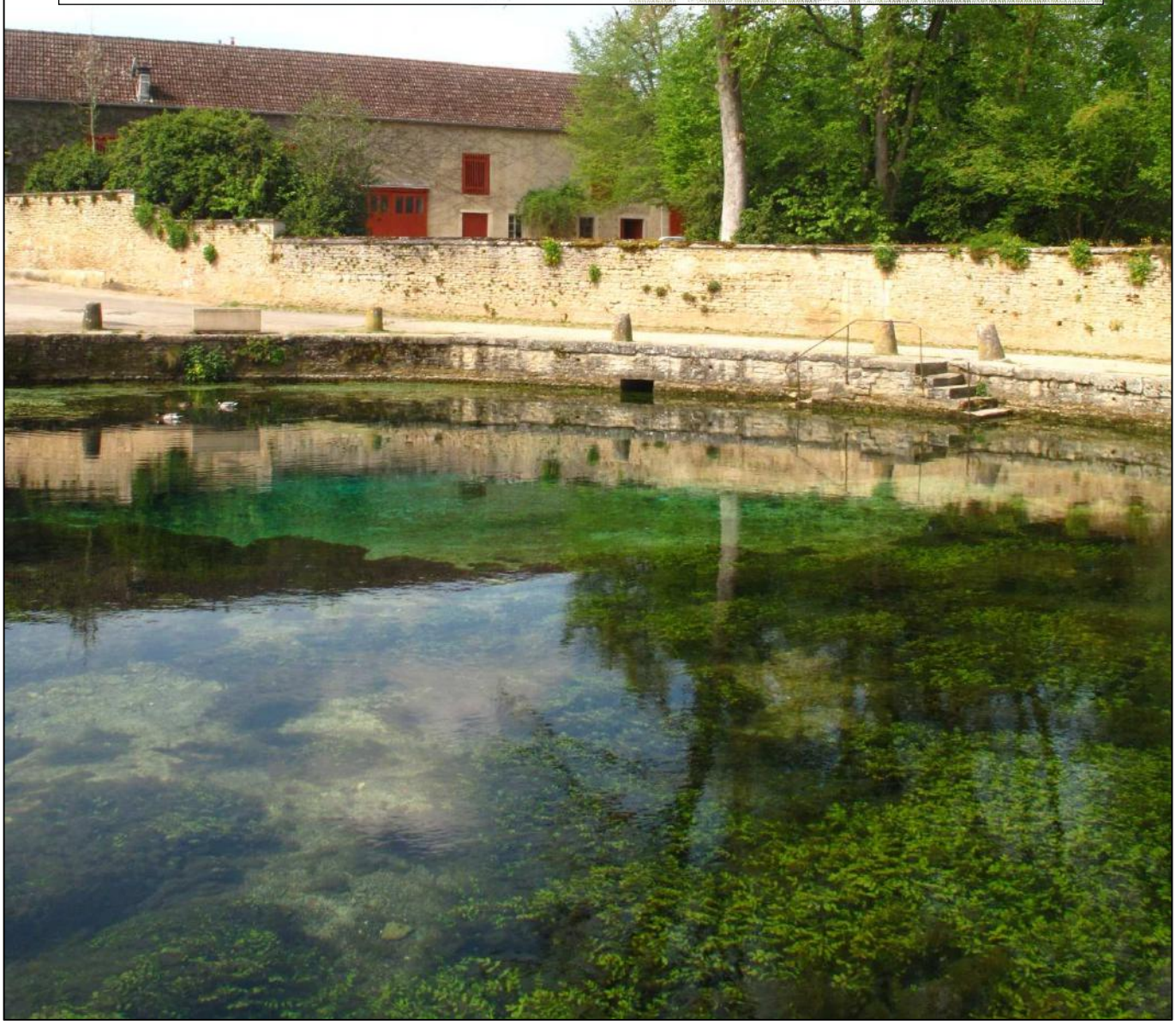
IDENTIFICATION ET PRÉSERVATION DES RESSOURCES MAJEURES EN EAU SOUTERRAINE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ÉTUDE DE L'AQUIFÈRE DES CALCAIRES JURASSIQUES DU SEUIL ET DES CÔTES ET ARRIÈRES-CÔTES DE BOURGOGNE

Phase 2 : caractérisation des zones pré-identifiées et validation des zonages.

20 Juin 2014



Bureau Christian CAILLE 4 les Berrods 39 150 Prénovel
Tél : 03 84 33 75 13 Courriel : becaille.hydro@orange.fr

Bureau IDEES EAUX 20 rue Paul Gauguin 39 170 Saint Lupicin
Tél : 03 84 42 07 08 Site : www.ideeseaux.com

Sommaire

1. INTRODUCTION _____ 10

1.1. La zone d'Étude _____ 10

1.2. Les objectifs de l'Étude _____ 12

1.3. Phasage de l'Étude _____ 12

1.4. Notion de ressources majeures pour l'alimentation en eau potable _____ 13

2. Rappel des resultats obtenus en fin de phase 1 _____ 14

2.1. Introduction _____ 14

2.2. tri des captages _____ 14

2.3. Les points d'eau non captés _____ 15

3. Delimitation des ressources majeures _____ 20

3.1. Introduction _____ 20

3.2. Délimitation des zones 1 et 2 des ressources majeures _____ 21

3.3. Délimitation des zones noyées (zone 1). _____ 22

3.3.1. Notion de zone noyée. _____ 22

3.3.2. Gestion active des ressources noyées. _____ 23

3.3.3. Méthode de délimitation des zones noyées. _____ 23

3.3.4. Restriction à l'exploitation des zones noyées. _____ 25

3.4. Délimitation et sélection des Ressources Karstiques Majeures (RKM). _____ 25

4. Identification des ressources karstiques futures _____ 28

4.1. TRI des ressources remarquables _____ 28

4.1.1. Introduction _____ 28

4.1.2. Critère sur l'occupation des sols _____ 28

4.1.3. Critère qualité _____ 31

4.1.4. Critère sur la population et la densité de population _____ 38

4.1.5. Critère sur les études de volumes prélevables (EVP) _____ 40

4.1.6. Critère « zone noyée » _____ 46

4.2. Liste et cartographie des ressources karstiques majeures _____ 48

5. Zonages Environnementaux _____ 54

6. Ressources karstiques majeures Actuelles _____ 58

6.1. Puits de Dienay (RKM 3) _____ 58

6.1.1. Géographie. _____ 58

6.1.2. Géologie et hydrogéologie. _____ 58

6.1.3. Qualité. _____ 58

6.1.4. Occupation du sol. _____ 59

6.1.5. Vulnérabilité et risques de pollution. _____ 59

6.1.6. Potentialité de la ressource. _____ 59

6.2. Puits de l'Aige Noire (RKM_5) _____ 63

6.2.1. Géographie 63
6.2.2. Géologie et hydrogéologie 63
6.2.3. Qualité de la ressource 65
6.2.4. Occupation du sol 65
6.2.5. Vulnérabilité et risques de pollution 65
6.2.6. Potentialité de la ressource 65

6.3. Sources du Val Suzon et du Cresson (RKM_6) 69
6.3.1. Géographie 69
6.3.2. Géologie et hydrogéologie 69
6.3.3. Qualité de la ressource 70
6.3.4. Occupation du sol 71
6.3.5. Vulnérabilité et risques de pollution 71
6.3.6. Potentialité de la ressource 72

6.4. Puits des Gorgets (RKM_9) 77
6.4.1. Géographie 77
6.4.2. Géologie et hydrogéologie 77
6.4.3. Qualité de la ressource 79
6.4.4. Occupation des sols 79
6.4.5. Vulnérabilité et risques de pollution 79
6.4.6. Potentialité de la ressource 79

6.5. Source de Morcueil (RKM 10) 83
6.5.1. Géographie 83
6.5.2. Géologie et hydrogéologie 83
6.5.3. Qualité de la ressource 84
6.5.4. Occupation des sols 85
6.5.5. Vulnérabilité et risques de pollution 85
6.5.6. Potentialité de la ressource 85

6.6. Source de la Bornue (RKM 11) 92
6.6.1. Géographie. 92
6.6.2. Géologie et hydrogéologie. 92
6.6.3. Qualité. 92
6.6.4. Occupation du sol. 93
6.6.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 93
6.6.6. Potentialité de la ressource. 93

6.7. Sources de Rochotte et Regnier (RKM 12) 98
6.7.1. Géographie. 98
6.7.2. Géologie et hydrogéologie. 98
6.7.3. Qualité. 99
6.7.4. Occupation du sol. 100
6.7.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 100
6.7.6. Potentialité de la ressource. 100

6.8. Source de l'Ouche (RKM 13). 106
6.8.1. Géographie. 106
6.8.2. Géologie et hydrogéologie. 106
6.8.3. Qualité. 107
6.8.4. Occupation du sol. 108

6.8.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 108
6.8.6. Potentialité de la ressource. 109

6.9. Sources de Fontaine Froide (RKM 14). 116
6.9.1. Géographie. 116
6.9.2. Géologie et hydrogéologie. 116
6.9.3. Qualité. 117
6.9.4. Occupation du sol. 117
6.9.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 117
6.9.6. Potentialité de la ressource. 117

6.10. Source de la Bouzaise (RKM 15). 123
6.10.1. Géographie. 123
6.10.2. Géologie et hydrogéologie. 124
6.10.3. Qualité. 124
6.10.4. Occupation du sol. 125
6.10.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 125
6.10.6. Potentialité de la ressource. 125

7. Ressource Karstiques Majeures Futures 133

7.1. Forage « Le Pavillon » (RKM_1) 133
7.1.1. Géographie 133
7.1.2. Géologie et hydrogéologie 133
7.1.3. Qualité de la ressource 134
7.1.4. Occupation des sols 134
7.1.5. Vulnérabilité et risques de pollution 134
7.1.6. Potentialité de la ressource 134

7.2. Source du Creux Bleu (RKM 2). 138
7.2.1. Géographie. 138
7.2.2. Géologie et hydrogéologie. 138
7.2.3. Qualité. 139
7.2.4. Occupation du sol. 139
7.2.5. Vulnérabilité et risques de pollution. 139
7.2.6. Potentialité de la ressource. 139

7.3. Source de la Bèze (RKM_4) 144
7.3.1. Géographie 144
7.3.2. Géologie et hydrogéologie 145
7.3.3. Qualité de la ressource 147
7.3.4. Occupation du sol 147
7.3.5. Vulnérabilité et risques de pollution 148
7.3.6. Potentialité de la ressource 148

7.4. Source de la Zouave (RKM_8) 155
7.4.1. Géographie 155
7.4.2. Géologie et hydrogéologie 155
7.4.3. Qualité de la ressource 156
7.4.4. Occupation des sols 156
7.4.5. Vulnérabilité et risques de pollution 157
7.4.6. Potentialité de la ressource 157

7.5. Ressource majeure profonde Norges-Marsanney (RKM_7) _____ 164

8. CONNAISSANCES COMPLÉMENTAIRES À ACQUÉRIR_____ 168

8.1. Introduction. _____ 168

8.2. Géologie historique. _____ 168

8.3. Suivi de débit. _____ 169

8.4. Traçages. _____ 169

8.5. Analyses physico-chimiques. _____ 169

8.5.1. Captages. _____ 169

8.5.2. Points d'eau non captés. _____ 170

8.6. Analyses isotopiques. _____ 170

8.7. Pompages dans les sources vauclusiennes_____ 170

8.8. Diagnostic de forage._____ 171

8.9. Reconnaissance géophysique. _____ 172

8.10. Forages de reconnaissance. _____ 173

Table des figures

Figure 1 : Carte de la masse d'eau FRDG119 11
Figure 2 : Localisation des captages structurants actuels et des ressources remarquables 16
Figure 3 : Tableau des points d'eau retenus et des zones pré-identification 17
Figure 4 : Pré-identification des ressources karstiques majeures actuelles et futures 18
Figure 5 : Organigramme des étapes de sélection des ressources majeures 19
Figure 6 : Schéma d'exploitation de la source du Lez à Montpellier (D'après grottes et karst de France _ 2010). 22
Figure 7 : Coupe de la zone noyée associé à la source du Creux Bleu (RKM 2). 24
Figure 8 : Coupe de la zone noyée associée à la source de la Bouzaise (RKM 15). 24
Figure 9 : Log stratigraphique et niveaux aquifères (BRGM, Étude du bassin karstique du Suzon, 1990) 27
Figure 10 : Répartition de l'occupation du sol sur chaque ressource 29
Figure 11 : Répartition des occupations du sol à faible et fort impact potentiel par ressource 30
Figure 12 : Diagramme de l'occupation des sols à forte pression par ressource 30
Figure 13 : Synthèse des analyses nitrates par ressource (Analyses utilisées : Eaux brutes et distribuées) 32
Figure 14 : Teneur moyenne en nitrate par ressource 33
Figure 15 : Comparaison des teneurs en nitrates (mg/l) et de l'occupation du sol (%) 33
Figure 16 : Synthèse des analyses « total pesticides » par ressource 35
Figure 17 : Synthèse des autres polluants détectés par ressource (Eaux brutes et distribuées) 37
Figure 18 : Schéma explicatif de la méthode de calcul de la population par ressource 39
Figure 19 : Densité de population par ressource 39
Figure 20 : Population et densité sur le bassin d'alimentation de chaque ressource 40
Figure 21 : Ressources concernées par les EVP 42
Figure 22 : Bassin versant de l'Ouche et ses sous-bassins concernés par les EVP 43
Figure 23 : Bassin versant de Tille et ses sous-bassins utilisés pour les études EVP (44
Figure 24 : Localisation des SAGE par rapport à la masse d'eau FRDG119 45
Figure 25 : Tableau récapitulatif des zones noyées et des ressources futures retenues comme majeure 46
Figure 26 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie nord. 49
Figure 27 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie sud. 50
Figure 28 : Carte des RKM et des impluviums des pertes des rivières, partie nord. 51
Figure 29 : Carte des RKM et des impluviums des pertes des rivières, partie sud. 52
Figure 30 : Carte des ZNIEFF I et II 55
Figure 31 : carte des ZPS, ZICO, Réserve naturel, Sites classés ou inscrit et Natura 2000 56
Figure 32 : carte des Zones humides 57
Figure 33 : RKM du puits de Diénay sur fond topographique 60
Figure 34 : RKM du puits de Diénay sur fond géologique. 61
Figure 35 : Carte d'occupation du sol. 62
Figure 36 : Coupe technique et géologique de captage de SPOY 64
Figure 37 : RKM Aige Noire sur fond topographique 67
Figure 38 : RKM Aige Noire sur carte géologique 68
Figure 39 : Schémas de présentation de la grotte de la Crétanne 70
Figure 40 : RKM du Val Suzon sur fond IGN - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 73
Figure 41 : RKM du Val Suzon sur carte géologique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 74
Figure 42 : Coupe géologique recoupant la ressource karstique du Val Suzon (RKM 6) 75
Figure 43 : Carte d'occupation des sols – Sources de Val Suzon 76
Figure 44 : Coupe technique et géologique du forage F1 – Champ captant des Gorgets 78
Figure 45 : RKM des Gorgets sur fond topographique 81
Figure 46 : RKM des Gorgets sur carte géologique 82

Figure 47 : RKM de Morcueil et impluvium des pertes de l'Ouche et de la Panges sur fond IGN - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 86
Figure 48 : RKM de Morcueil sur fond topographique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 87
Figure 49 : RKM de Morcueil et sa zone noyée associée sur fond topographique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 88
Figure 50 : RKM de Morcueil et sa zone noyée associée sur carte géologique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon 89
Figure 51 : Coupe géologique de la vallée de l'Ouche 90
Figure 52 : Carte d'occupation des sols – Source du Morcueil 91
Figure 53 : RKM de la source de la Bornue sur carte topographique 94
Figure 54 : RKM de la source de la Bornue sur carte géologique. 95
Figure 55 : Coupes géologiques. 96
Figure 56 : Carte de l'occupation du sol 97
Figure 57 : RKM des sources Rochotte et Régnier et zone noyée sur carte topographique (Délimitation provisoire en attendant les conclusions de l'étude BAC qui est en cours (BE C. Caille)) 102
Figure 58 : RKM des sources Rochotte et Régnier et zone noyée associée sur carte géologique. 103
Figure 59 : Coupes géologiques (P. Corbier, thèse 1999). 104
Figure 60 : carte de l'occupation du sol. 105
Figure 61 : RKM de la source de l'Ouche sur carte topographique 110
Figure 62 : RKM de la source de l'Ouche sur carte géologique 111
Figure 63 : Coupe géologique OU1 (d'après la carte géologique de Beaune, BRGM) 112
Figure 64 : Carte de vulnérabilité. 113
Figure 65 : Carte des pressions de pollution. 114
Figure 66 : Carte des risques. 115
Figure 67 : RKM des sources de Fontaine Froide sur fond topographique 119
Figure 68 : RKM des sources de Fontaine Froide sur carte géologique 120
Figure 69 : Coupes géologiques 121
Figure 70 : Carte de l'occupation du sol. 122
Figure 71 : Conditions d'émergence de la source de la Bouzaise (M. Amiot) 123
Figure 72 : RKM de la Bouzaise et impluvium des pertes du Rhoin sur fond topographique. 126
Figure 73 : RKM de La Bouzaise sur fond topographique. 127
Figure 74 : RKM de La Bouzaise et sa zone noyée associée sur fond topographique. 128
Figure 75 : RKM de La Bouzaise et sa zone noyée associée sur carte géologique. 129
Figure 76 : Coupes géologiques (DIREN août 1998) 130
Figure 77 : Coupes géologiques (carte géologique de Beaune- BRGM ; bureaux d'études). 131
Figure 78 : Carte de l'occupation du sol. 132
Figure 79 : Coupe technique et géologique du forage du Pavillon 135
Figure 80 : RKM « Le Pavillon » sur fond topographique 136
Figure 81 : RKM « Le Pavillon » sur fond géologique 137
Figure 82 : RKM de la source du Creux Bleu et la zone noyée associée sur carte topographique. 140
Figure 83 : Limite du bassin d'alimentation de la source du Creux Bleu sur carte géologique 141
Figure 84 : Carte d'occupation du sol. 142
Figure 85 : Coupe géologique CRE1. 143
Figure 86 : Photo de l'émergence de la Bèze 144
Figure 87 : Schémas de présentation de la grotte de la Crétanne 146
Figure 88 : RKM de la Bèze et impluvium des pertes de la Tille et de la Venelle sur fond topographique 149
Figure 89 : RKM de la Bèze sur fond topographique 150
Figure 90 : RKM de la Bèze et sa zone noyée associée sur fond topographique 151
Figure 91 : RKM de la Bèze et sa zone noyée associée sur carte géologique 152

Figure 92 : Carte de l'occupation du sol sur la RKM de la source de la Bèze _____ *153*
Figure 93 : Coupe géologique BEZ1 _____ *154*
Figure 94 : RKM de la Zouave et impluvium des pertes du Suzon sur carte topographique _____ *158*
Figure 95 : RKM de la Zouave sur fond topographique _____ *159*
Figure 96 : RKM de la Zouave et sa zone noyée associée sur fond topographique _____ *160*
Figure 97 : RKM de la Zouave et sa zone noyée associée sur carte géologique _____ *161*
Figure 98 : Coupe géologique (D'après BRGM) _____ *162*
Figure 99 : Carte d'occupation des sols – Source du Zouave _____ *163*
Figure 100 : RKM profonde Norges-Marsanney sur fond topographique _____ *165*
Figure 101 : RKM profonde Norges-Marsanney sur carte géologique _____ *166*
Figure 102 : Coupes géologiques _____ *167*
Figure 103 : Tableau des études complémentaires proposées _____ *174*
Figure 104 : Contenu des études complémentaires. _____ *175*

1. INTRODUCTION

1.1. LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude correspond à la masse d'eau identifiée FRDG119 : calcaires jurassiques du seuil et des côtes et arrières-côtes de Bourgogne (Figure 1). Elle s'étend de Saint-Seine-l'Abbaye, au Nord, à Vauchignon, au Sud en contournant Dijon par le nord.
Il s'agit de la zone charnière séparant le Bassin Parisien et le Fossé Bressan (Figure 1), regroupant les régions de la Côte et Arrière-Côte, de la Montagne et du Seuil de Bourgogne.

Remarques : la zone d'étude concerne en partie les bassins de la Tille, de l'Ouche et de la Vouge, ainsi que la nappe de Dijon Sud, qui ont fait l'objet d'études de détermination des volumes prélevables (EVP), ces secteurs sont tous identifiés en déséquilibre quantitatif liés à l'importance des prélèvements actuels.

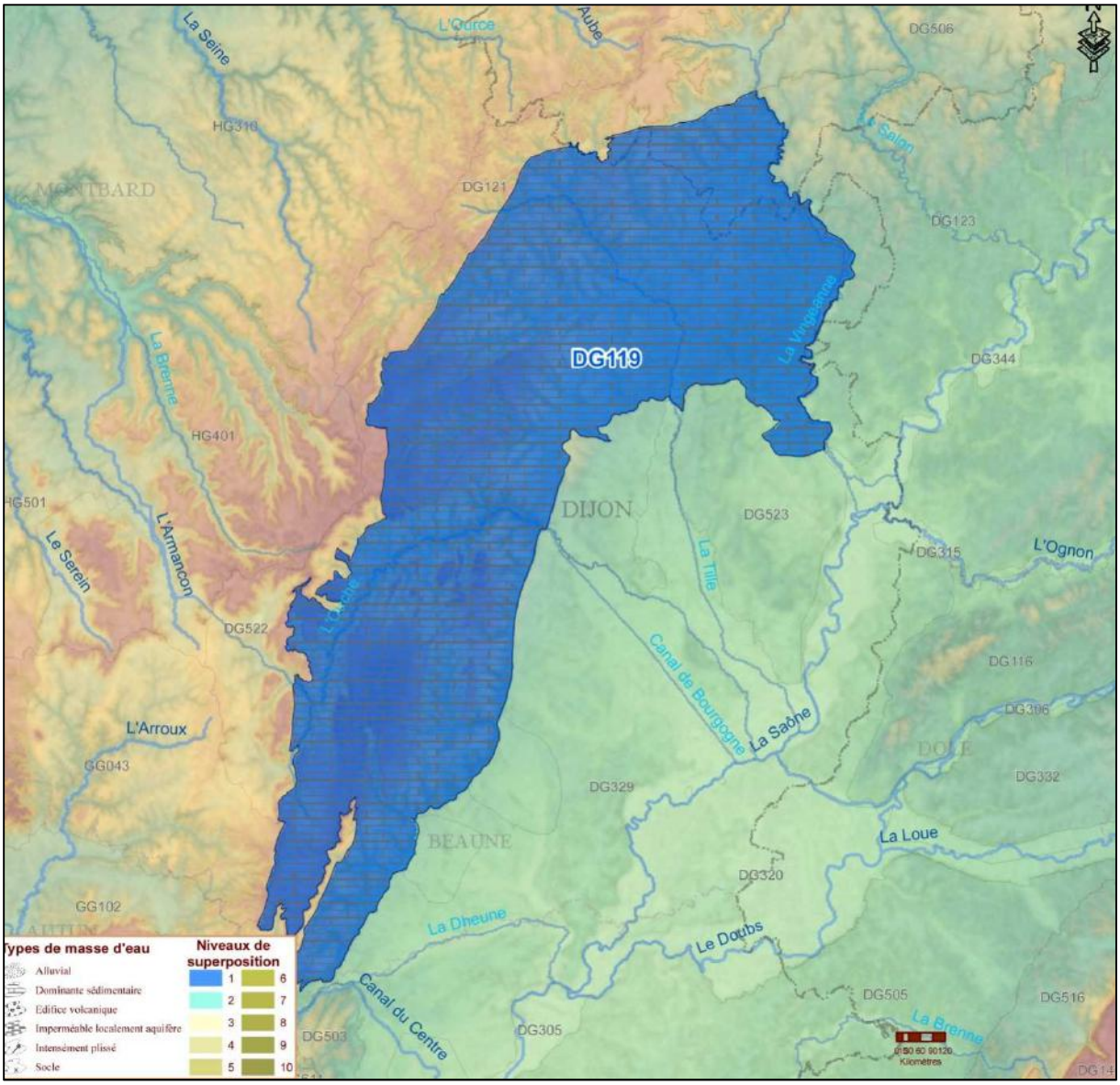


Figure 1 : Carte de la masse d'eau FRDG119

1.2. LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans la perspective d'assurer la pérennité sur le long terme de l'alimentation en eau potable du secteur d'étude en étudiant les aspects qualitatif et quantitatif des ressources, l'étude a pour objectifs :

- D'identifier et de délimiter sur l'ensemble de la zone étudiée, les secteurs calcaires à faire valoir comme stratégiques pour l'alimentation en eau potable en distinguant formellement d'une part les ressources déjà exploitées et d'autre part les ressources à préserver pour les usages futurs en raison de leur potentialité, de leur qualité et de leur situation ;
- D'établir, pour chaque secteur identifié et suivant les données existantes, un bilan de leur situation en termes d'alimentation, de potentialité, qualité, vulnérabilité, risques en fonction de l'évolution des pressions d'usage et de l'occupation des sols mais aussi de leur statut actuel par rapport aux documents de planification, d'aménagement du territoire et d'urbanisme ;
- De proposer le cas échéant, suivant les situations rencontrées et le niveau des connaissances, les études ou analyses complémentaires à réaliser ;
- De proposer les stratégies d'intervention, dispositions et prescriptions les plus adaptées pour la préservation des zones identifiées. Pour guider ses réflexions, une liste des dispositions de protection pouvant être préconisées selon les contextes sera mise à disposition du prestataire par l'Agence de l'Eau au début de l'étude ;
- De rechercher et de proposer les porteurs de projet qui pourront intervenir dans un deuxième temps pour la mise en œuvre des actions de préservation ou des études complémentaires.

1.3. PHASAGE DE L'ÉTUDE

L'étude se déroule en 3 phases définies ainsi :

- Phase 1 : Pré-identification des systèmes karstiques à fort enjeu pour l'alimentation en eau potable actuelle et future ;
- Phase 2 : Caractérisation des zones actuelles et futures pré-identifiées comme stratégiques et validation des zonages ;
- Phase 3 : Proposition de dispositions de protection et d'actions à engager pour la préservation des ressources désignées et identification des porteurs de projet pour leur mise en œuvre.

Ce document présente le travail réalisé en phase 2 : le tri des ressources futures et la consolidation des ressources karstiques majeures pré-identifiées en phase 1, la délimitation et la validation de leur bassin d'alimentation.

1.4. NOTION DE RESSOURCES MAJEURES POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

Le SDAGE a établi une liste de masses d'eau souterraines recelant des ressources majeures à préserver pour assurer l'alimentation **actuelle** et **future** en eau potable. Ces ressources relèvent d'enjeux à l'échelle départementale ou régionale. Ce sont des ressources :

- Soit déjà fortement sollicitées et dont l'altération poserait des problèmes pour les populations importantes qui en dépendent. Ces **« captages structurants »** constituent les **ressources majeures actuelles ;**

- Soit faiblement ou non sollicitées actuellement. Ces ressources présentent de fortes potentialités et sont préservées grâce à une faible vulnérabilité et à un faible risque de pollution par les activités anthropiques. Ces **« points d'eau remarquables »** sont à conserver en l'état pour la satisfaction des besoins futurs à moyen et long terme. Il s'agit alors de **ressources majeures futures.**

Le SDAGE demande aux services de l'état et à ses établissements publics, ainsi qu'aux collectivités intéressées, d'identifier et de caractériser au sein de ces masses d'eau, les zones stratégiques à préserver pour la satisfaction des besoins actuels et futurs en eau potable. Il demande également de mobiliser les outils réglementaires pour protéger ces ressources.
Les secteurs à préserver seront intégrés au prochain SDAGE comme « zones de sauvegarde de la ressource AEP ».

2. RAPPEL DES RESULTATS OBTENUS EN FIN DE PHASE 1

2.1. INTRODUCTION

La phase 1 avait pour but de recenser et de renseigner tous les points d'eau en lien avec les calcaires de la zone d'étude et de déterminer les points d'eau qui ont le plus grand intérêt.
Au total, 175 points d'eau ont été identifiés, dont 107 sont des captages utilisé pour l'AEP et 68 sont des sources non captées ou anciennement captées et abandonnées.
Pour déterminer les points d'eau les plus importants (« captages structurants » pour les captages AEP et « points d'eau remarquables » pour les sources non captées ou abandonnées) un système de tri a été mis en place, il est décrit ci-dessous et sur le diagramme Figure 5.

2.2. TRI DES CAPTAGES

- Le tri N°1

Ce tri a été effectué uniquement sur les ouvrages utilisés actuellement et uniquement en fonction des besoins (prélèvements et population desservie). Il a permis de sélectionner des ouvrages dits « **structurants** », qui donneront les **ressources karstiques majeures actuelles**.
Ces ouvrages alimentent une population supérieure à 2 900 habitants, ce qui correspond globalement à un prélèvement de l'ordre de 30 m^3/h. Ils présentent un intérêt essentiel au regard de leurs volumes prélevés et des populations qui en dépendent. Ceci répond à la notion de « ressource d'intérêt départemental à régional » du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée.

Attention, seuls les captages AEP alimentés par une ressource karstique ont été pris en compte. Les 11 forages/puits, qui ont une alimentation mixte, à la fois par les calcaires et les alluvions, n'ont pas été intégrés dans le tri, car la part d'alimentation par les calcaires n'est pas connue.

- Le tri N°2

Certains captages AEP identifiés comme n'étant pas structurants peuvent posséder néanmoins un intérêt dans le futur, s'ils ont un potentiel supérieur aux prélèvements réalisés actuellement. C'est pourquoi sont sélectionnés des captages dits « **points d'eau remarquables** » au même titre que des sources non captées. Ils ont un débit d'étiage diminué des prélèvements actuels, supérieur à 30 m^3/h. Quand cette donnée n'est pas

connue, la sélection a été faite d'après la surface des bassins d'alimentation des captages tracés pour la plupart suivant des critères géologiques et les résultats de traçages.

2.3. LES POINTS D'EAU NON CAPTÉS

- Le tri N°3

Ces points d'eau ont été étudiés par rapport à leur débit d'étiage, à leur surface de bassin versant et à leur proximité par rapport aux besoins. Ce travail a pour but de mettre en évidence les sources dites «**points d'eau remarquables** ».
Les forages ont été exclus de ce tri, car ils sont pratiquement tous privés et utilisés majoritairement pour l'agriculture (abreuvage du bétail, irrigation,…), ils n'ont donc pas d'intérêt pour l'alimentation en eau potable. Nous avons pris en compte les informations apportées par ces ouvrages, qui permettent de caractériser et de renseigner les aquifères karstiques profonds.

À l'issue de ces tris, une liste de 31 points d'eau est ressortie (dont 16 captages structurants et 15 points d'eau remarquables). Pour chacun des points a été pré-identifiées les zones à préserver (Figure 2 & Figure 4). Le tableau (Figure 4) suivant présente les points d'eau retenus et la superficie de la pré-identification des zones à préserver.

Pour les ressources complexes, dont une partie de l'alimentation est liée à des pertes de rivières, le bassin d'alimentation est composé de 2 parties distinctes : la zone de recharge de l'aquifère par les infiltrations directes et le bassin versant hydrologique des pertes. Le bassin versant des pertes est souvent extrêmement vaste (sources de Bouzaise, de Morcueil, du Zouave, de la Bèze). La contribution des pertes à l'alimentation des sources n'est pas connue et fluctue suivant la saison et les conditions hydrologiques, aussi pour l'inscription au titre de « ressource majeure » - seule l'aire d'alimentation directe de l'aquifère calcaire sera prise en considération. Les bassins versant des pertes seront cependant cartographiés.

Note : En raison de leur superficie, du fonctionnement cyclique de ces pertes, et de l'impossibilité de connaître en l'état le ratio de participation à l'alimentation de la ressource, il ne paraît pas pertinent d'engager un travail sur leur vulnérabilité et des actions de préservation de l'aquifère sur des surfaces aussi grandes sans faire d'investigations plus approfondies. Des études complémentaires seront nécessaires pour évaluer la part de participation des pertes à l'alimentation des ressources majeures. En revanche, il est important de conserver la mémoire des bassins d'alimentation de ces pertes et d'en favoriser le porté à connaissance. Ainsi, les instances en charge de l'élaboration des documents de planification et d'aménagement du territoire pourront les prendre en compte, et le cas échéant y prévoir des modalités de préservation en plus des ressources majeures. A ce titre, ces secteurs sont délimités dans le présent rapport.

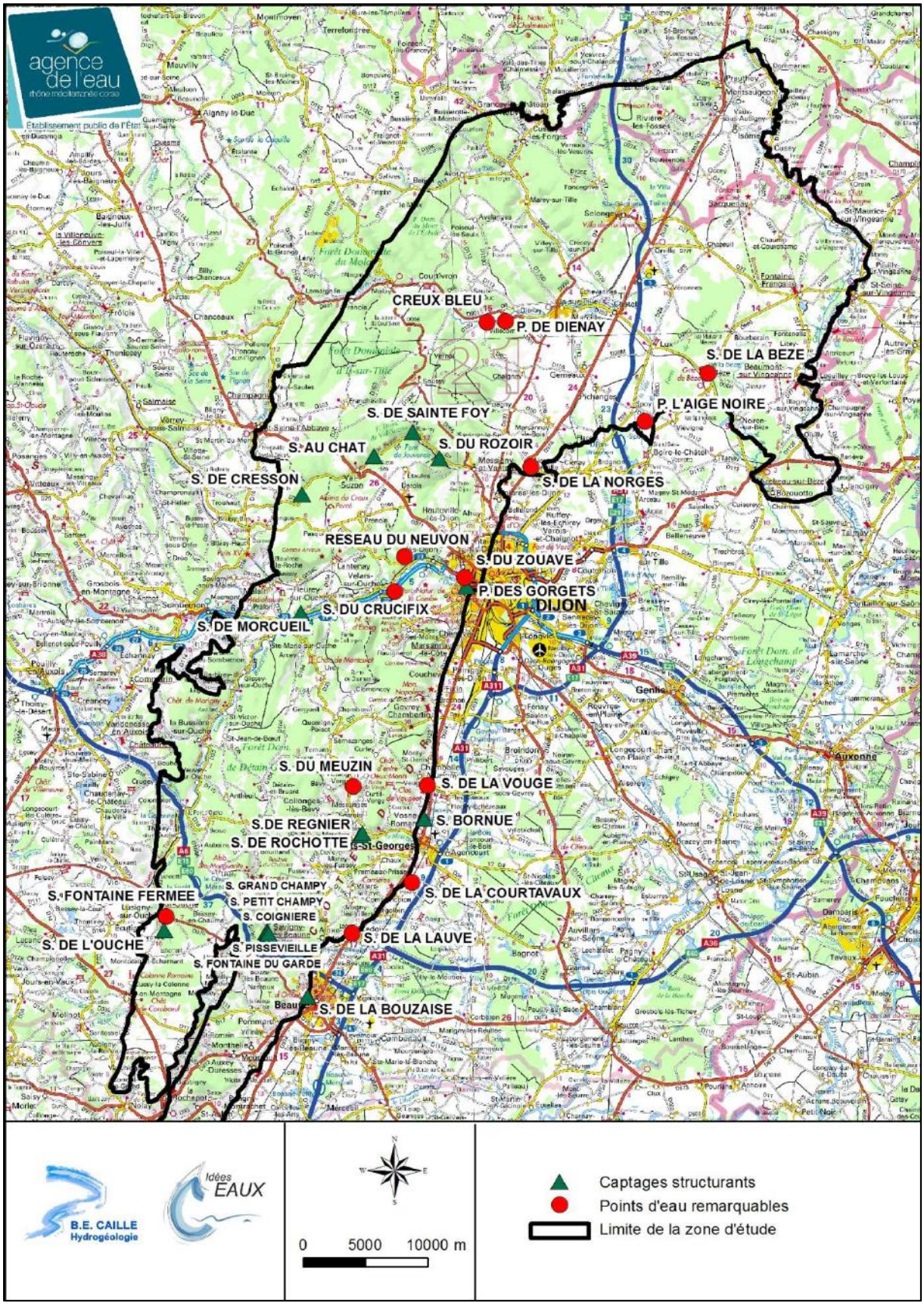


Figure 2 : Localisation des captages structurants actuels et des ressources remarquables

Point d'eau	Aquifère calcaire directe (km^2)	Bassin versant des pertes (km^2)	Surface totale d'alimentation (km^2)	Fiabilité des limites
Ressources karstiques Majeures Actuelles				
Source de l'Ouche	36			Excellente
Source de la Bornue	11			Moyenne
Source de Rochotte et Regnier	79			Excellente
Sources de Fontaine Froide	25			Médiocre
Source de la Bouzaise	22	55	77	Moyenne
Source de Morceuil	91	404	495	Moyenne
Sources du Val Suzon Source du Cresson	108			Moyenne
Puits des Gorget	Inconnu			Sans objet
Pré-identification des Ressources Karstiques Majeures Futures				
Source de Fontaine Fermée	18			Moyenne
Source de Courtavaux	Inconnu			Sans objet
Source du Crucifix	16			Moyenne
Puits de Diénay	Inconnu			Médiocre
Puits de l'Aige Noire	Inconnu			Sans objet
Source du Meuzin	36			Moyenne
Source de la Lauve	23			Moyenne
Source de la Vouge	14			Moyenne
Source de la Bèze	198	709	907	Moyenne
Réseau du Neuvon	18			Moyenne
Source de la Zouave	36	108	144	Moyenne
Source de la Norges	57			Excellente
Source du Creux Bleu	123			Moyenne
Source de la Flacière	36			Moyenne
Forage du Pavillon	Inconnu			Sans objet

Figure 3 : Tableau des points d'eau retenus et des zones pré-identification

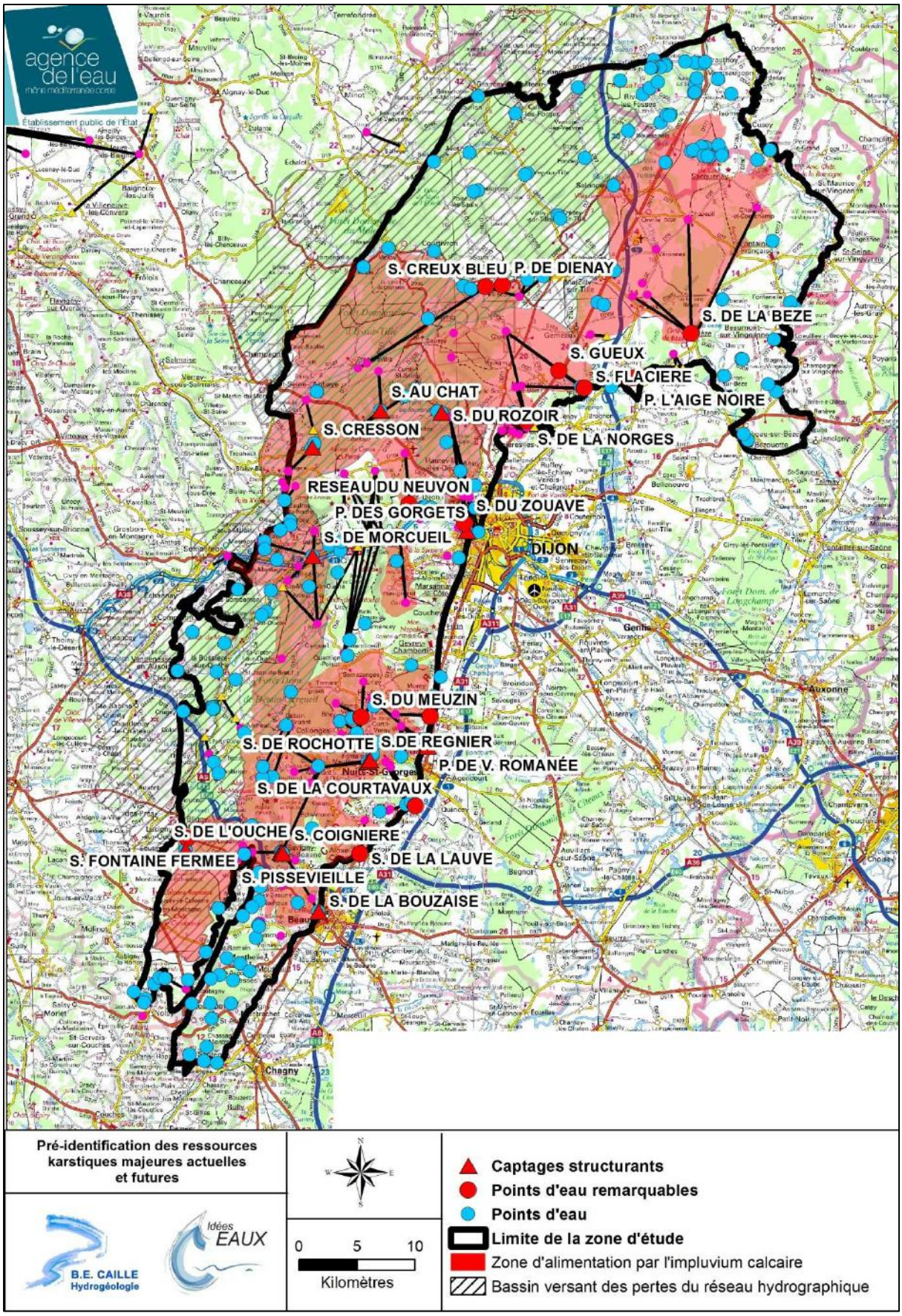
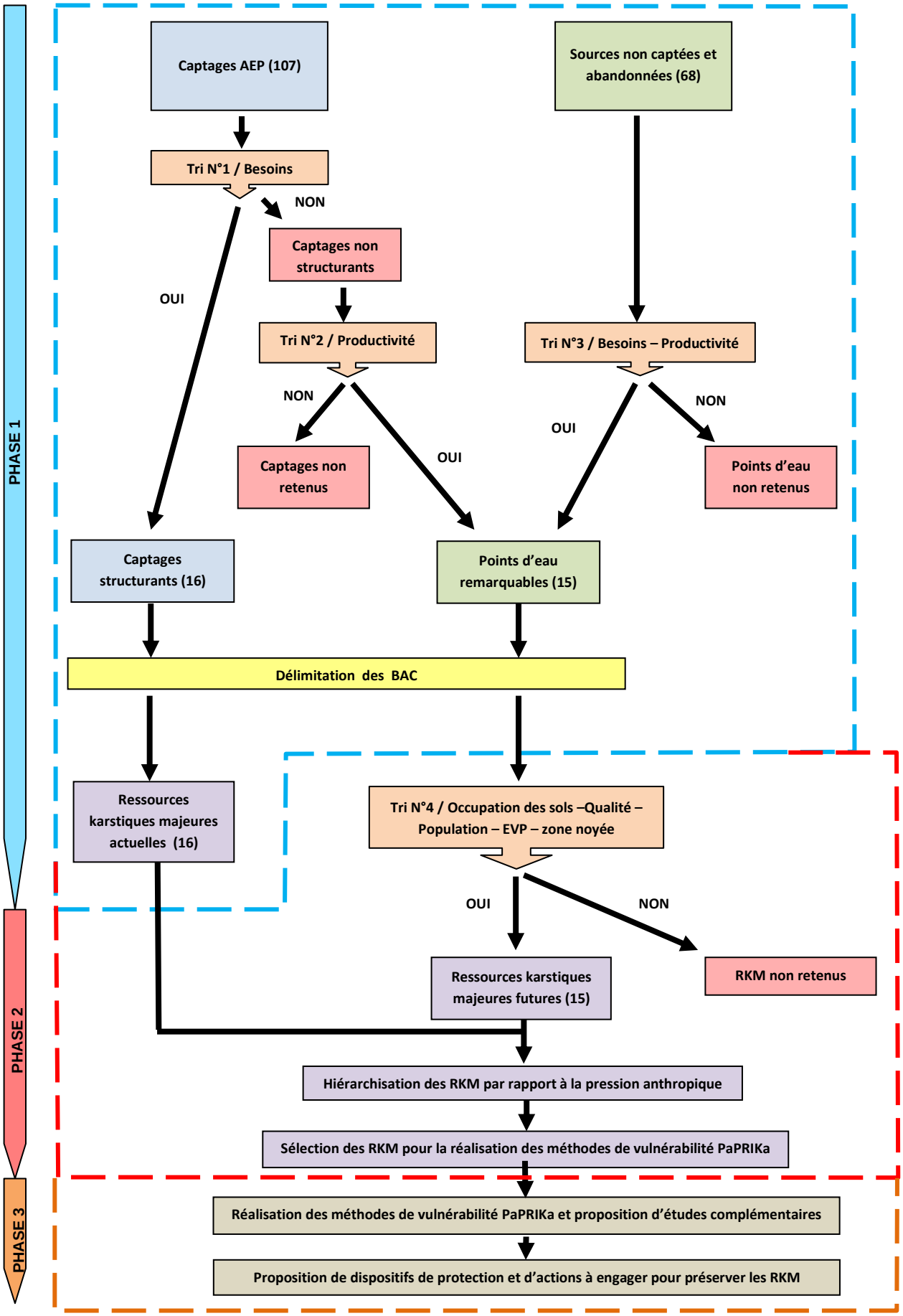


Figure 4 : Pré-identification des ressources karstiques majeures actuelles et futures

Figure 5 : Organigramme des étapes de sélection des ressources majeures



3. DELIMITATION DES RESSOURCES MAJEURES

3.1. INTRODUCTION

Les captages structurants et les ressources remarquables ont été identifiés dans le chapitre précédent. Il s'agit maintenant de les associer à un secteur géographique correspondant à leur bassin d'alimentation par des critères topographiques et géologiques, les résultats de traçages, les caractéristiques chimiques et les suivis de débit.

Pour proposer les délimitations des zones karstiques majeures, nous avons utilisé les données suivantes :

- La carte géologique (BRGM au 1/50 000) qui est l'élément initial essentiel ;
- Les mesures existantes : mesures de débit, analyses physico-chimiques, traçages ;
- Les rapports existant des hydrogéologues agréés ;
- Les délimitations trouvées dans la bibliographie ou proposées par d'autres bureaux d'études. Dans ce cas les limites ont été validées ou modifiées suivant notre expertise.

Il faut préciser que cette délimitation s'est faite sans visite de terrain et sans études complémentaires. Avec ces délimitations, il a été associé une appréciation concernant leur degré de fiabilité suivant les données à disposition. Une liste d'études complémentaires est également présentée pour obtenir une meilleure fiabilité des limites.

- **Pour ce qui concerne les sources**, les informations essentielles pour estimer les limites du bassin d'alimentation sont d'une part les données de débit qui permettent le calcul d'une surface par bilan hydrologique et d'autre part les traçages qui fournissent des informations dans l'espace.
- **Pour ce qui concerne les forages,** la délimitation du BAC est peu fiable par manque d'informations, à savoir :
    - Les données hydrogéologiques concernant les venues d'eau dans le forage (profondeur, niveau géologique, fracture, cavité...) ;
    - Le rayon d'influence pour un débit d'exploitation ;
    - Le temps de renouvellement des eaux par datation (Tritium, CFC, SF6,…).

Les forages retenus n'ont pas fait l'objet d'études assez précises pour nous permettre de délimiter les aires d'alimentation. Les limites proposées dans la suite de l'étude correspondent aux périmètres de protection rapprochés ou éloignés, qui ont pu être définis par les hydrogéologues agréés.

Certaines sources importantes sont en relation avec des pertes de rivières, leurs bassins d'alimentation inclus donc les bassins versant des pertes. Ceci implique dans la plus part des cas, des superficies de bassins d'alimentation très vastes. C'est pourquoi, en n'ayant aucune donnée sur la part d'alimentation des pertes de rivières vers les sources, nous avons identifié deux zones :

- Une zone d'alimentation correspondant aux infiltrations directes des eaux de pluie vers l'aquifère concerné par la ressource (**bassin hydrogéologique s. str.);**
- Une zone d'alimentation correspondant au bassin versant hydrologique et hydrogéologique des pertes (**bassin hydrologique**).

Le fonctionnement hydraulique de ces pertes peut varier en fonction des conditions hydrologiques : émissives en période de hautes eaux ou absorbantes en basses eaux. Elles ne contribuent donc pas toujours à l'alimentation de la source associée.

Au niveau du bassin Rhône-Méditerranée, le choix a été pris de ne pas inscrire ces zones de pertes en tant que zonages de ressource majeure. Elles apparaitront cependant dans une cartographie à titre d'information et de zone de vigilance à faire valoir dans les portés à connaissance réglementaires.

Les phases 2 et 3 s'intéressent uniquement à la zone d'alimentation de l'impluvium calcaire de l'aquifère concerné par la ressource. Nous proposerons toutefois, pour chaque ressource, des études complémentaires permettant d'identifier la part d'alimentation en eau provenant des pertes.

3.2. DÉLIMITATION DES ZONES 1 ET 2 DES RESSOURCES MAJEURES

Pour chaque ressource karstique majeure actuelle et future va être identifié deux zonages spécifiques quand ils existent :

- **Zone 1** : elle vise à identifier les **zones d'aquifère noyées** possédant un fort potentiel et pouvant être exploitées en « gestion active ». Ces zones noyées, liées à des conditions de géologie structurale particulière, ne sont pas systématiquement présentes.

- **Zone 2** : elle correspond à **l'impluvium de recharge directe de l'aquifère calcaire**. C'est la surface contribuant à l'alimentation de la ressource mise en évidence par les traçages.

Ce double zonage permettra dans un second temps de définir et de mettre en œuvre de manière efficace des programmes d'actions spécifiques pour maintenir une qualité de l'eau

sur les zones 1 et 2 ; et garantir l'équilibre entre les prélèvements et la recharge naturelle ou le volume disponible, sur la zone 1. Les zones 1 & 2 peuvent avoir des surfaces en commun.

Ces zones sont délimitées uniquement à l'aide des données bibliographiques à disposition.

3.3. DÉLIMITATION DES ZONES NOYÉES (ZONE 1).

3.3.1. Notion de zone noyée.

Les ressources en eau du massif karstique du seuil de Bourgogne s'écoulent aux exutoires naturels, qui vidangent la partie d'aquifère située au-dessus du niveau des exutoires. Cependant, un volume non négligeable peut être stocké dans les zones noyées de l'aquifère lorsque les structures géologiques le permettent. La porosité des aquifères karstiques est faible, estimée généralement à 1 ou 2 %, aussi le volume de l'aquifère situé en-dessous du niveau des exutoires peut être important et le réseau de drains et de fractures suffisamment ramifié et connecté pour en permettre l'exploitation.
L'exploitation des ressources profondes peut se faire par pompage, soit dans des vasques vauclusiennes (sources alimentées par un drain remontant, par exemple la Bèze et le Creux Bleu), soit dans des forages qui recoupent des drains ou des zones fracturées.
Les zones noyées sont la plupart du temps en relation avec des sources, mais peuvent parfois être déconnectées des exutoires connus.

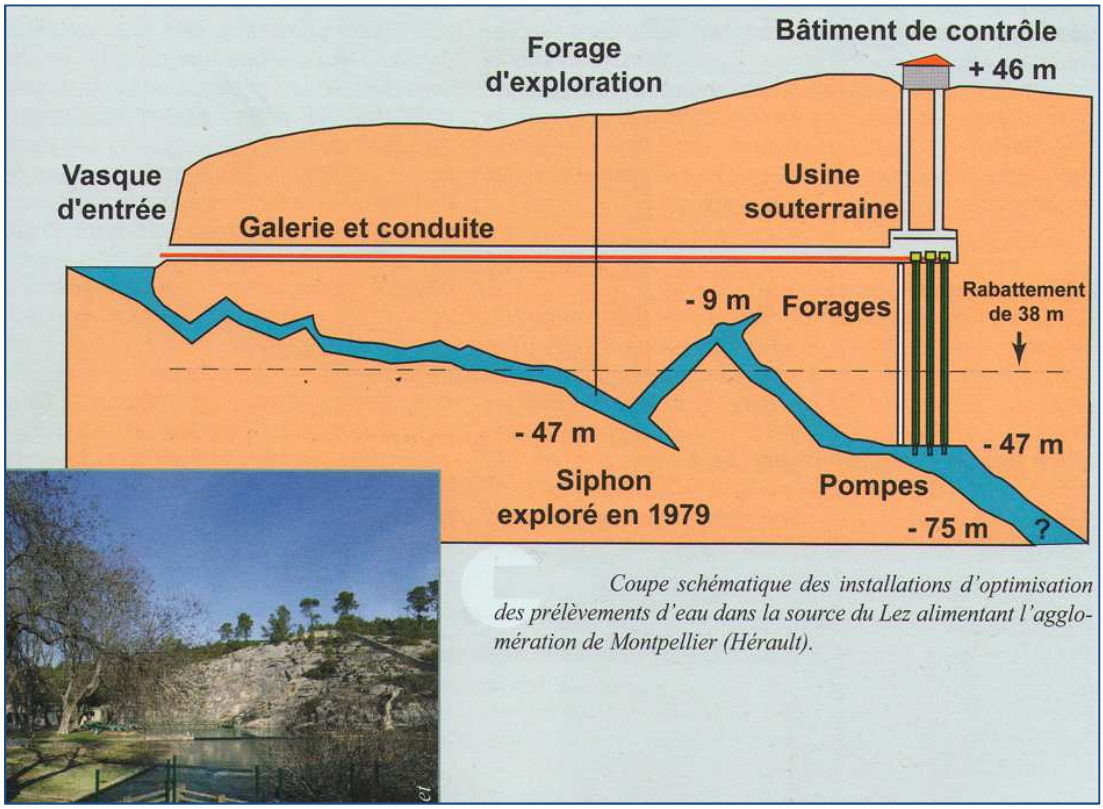


Figure 6 : Schéma d'exploitation de la source du Lez à Montpellier (D'après grottes et karst de France 2010).

3.3.2. Gestion active des ressources noyées.

Le principe de gestion active d'un aquifère karstique consiste à prélever dans les réserves un débit supérieur au débit d'étiage, tout en respectant l'équilibre du système. Ce principe a l'avantage de réguler la ressource, en gommant les crues au profit du soutien du débit d'étiage.
L'agglomération de Montpelier exploite la source du Lez de cette façon (voir Figure 6). Une usine de pompage souterraine rabat la nappe de plusieurs dizaines de mètres et extrait un débit moyen de 1,7 m^3/s. Une partie du débit pompé alimente Montpellier, l'autre le lit du Lez asséché par les pompages.

3.3.3. Méthode de délimitation des zones noyées.

La délimitation des zones noyées repose sur la connaissance des structures géologiques et l'existence de « pièges » structuraux, qui assurent un niveau d'eau élevé dans la nappe.
La lecture des cartes géologiques et la compilation des coupes géologiques disponibles ou réalisées dans le cadre de l'étude apportent les informations nécessaires à cette délimitation. L'épaisseur minimum de la zone noyée retenue pour la délimitation est de 100 m. Cette épaisseur garantie un volume de réserve conséquent. La grande majorité des surfaces des zones noyées délimitées sont sous couverture des marnes et calcaires du jurassique supérieur.
La zone d'étude comporte 2 aquifères calcaires principaux : le jurassique sup. (oxfordien sup. et kimméridgien) et le jurassique moyen (bajocien, bathonien et callovien). Ces 2 ensembles sont séparés par les marnes de l'oxfordien moyen et le niveau de base est constitué par les marnes du toarcien (lias).

La partie externe de l'arc des calcaires de Bourgogne forme un seuil surélevé, qui a été soumis à une intense érosion où les calcaires du jurassique moyen et parfois le lias sont à l'affleurement. Il s'agit des vallées de la Badin, la Coulange, la Vertelle, la haute vallée de la Tille, le val d'Ignon et le val du Suzon ainsi que la Montagne. Ces secteurs ne sont pas propices à l'existence de zones noyées.
Dans la partie interne, les calcaires du jurassique sup. sont à l'affleurement dans des compartiments géologiques effondrés. Ils recouvrent le jurassique moyen. Celui-ci apparait seulement dans le fond des vallées, qui entaillent le plateau ainsi que sur la Côte viticole. L'aquifère du jurassique sup. n'est jamais en situation de contenir une zone noyée, il donne naissance à de nombreuses sources de faibles débits sur les coteaux des vallées. **Les zones noyées intéressent uniquement les calcaires du jurassique moyen et de préférence sous couverture du jurassique sup.**

Les limites dessinées correspondent à l'extension des aquifères noyées du jurassique moyen. L'épaisseur des calcaires est voisine de 200 m, pour être intéressante l'épaisseur minimum

de la zone noyée a été fixée à 100 m. Par conséquent le biseau de la nappe vers les parties externes du massif a été exclu de la délimitation (Figure 7). Souvent la limite correspond à une faille ou un faisceau de failles qui décale verticalement les couches géologiques et constitue une barrière étanche : RKM de l'Arrière Côte, Zouave, Norges, Bèze (Figure 8).

Les zones noyées retenues ont des surfaces en commun avec les limites des bassins d'alimentation des sources, mais s'étendent très largement à l'extérieur de ces limites.

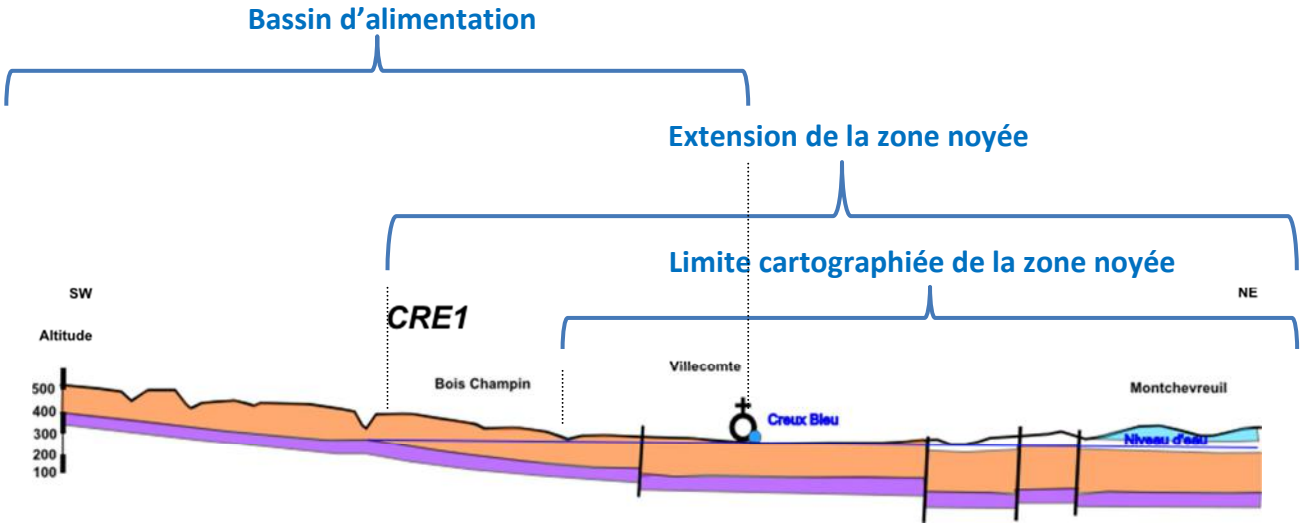


Figure 7 : Coupe de la zone noyée associé à la source du Creux Bleu (RKM 2).

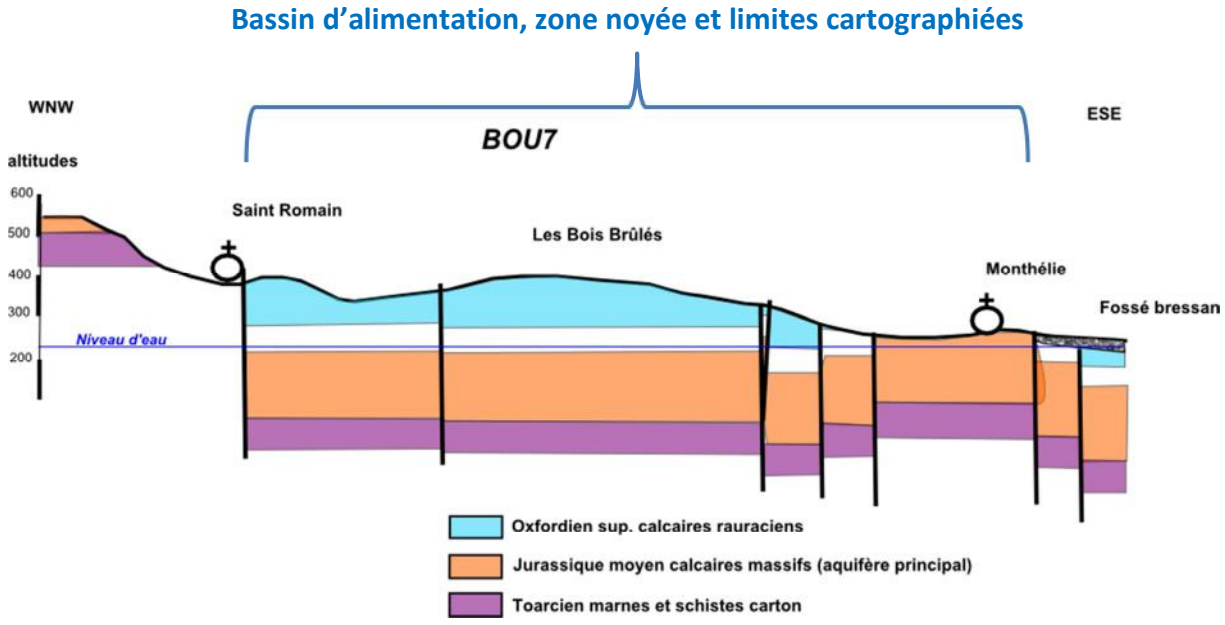


Figure 8 : Coupe de la zone noyée associée à la source de la Bouzaise (RKM 15).

3.3.4. Restriction à l'exploitation des zones noyées.

Ces aquifères profonds sont moins bien connus que les bassins d'alimentation des sources. Aussi sont-ils définis à titre conservatoire en attendant la réalisation d'études de terrain qui permettent de mieux les caractériser.

Les investigations possibles pour renseigner les zones noyées sont à définir au cas par cas. Les informations recherchées concernent les débits disponibles, la qualité des eaux, le mode de recharge, la vulnérabilité.

Les méthodes d'investigation possibles sont les suivantes :

Géophysique (sismique, électrique) _ reconnaissance indirecte de la structure géologique et des zones de failles ;
Forages de reconnaissance _ coupe stratigraphique, existence de fractures ou de cavités ;
Pompages d'essai dans les vasques vauclusiennes ou les forages_ estimation des débits et volumes de la ressource disponible, existence de limites latérales d'alimentation ou étanches ;
Piézométrie _ variations saisonnières du niveau d'eau, mode de recharge ;
Analyses physico-chimiques _ qualité des eaux, mode de recharge ;
Datation des eaux _ temps de séjour, mode de recharge.

3.4. DÉLIMITATION ET SÉLECTION DES RESSOURCES KARSTIQUES MAJEURES (RKM).

Tous les points d'eau retenus en « captages structurants » ou « points d'eau remarquables » ont fait l'objet d'une délimitation cartographique de bassin d'alimentation. Ces limites distinguent les bassins d'alimentation hydrogéologiques de l'aquifère et hydrologiques des pertes.

À cette délimitation de bassins d'alimentation qui concerne les écoulements souterrains vers les sources (écoulements rapides, plusieurs centaines de mètres par jour), s'ajoute une délimitation des zones noyées qui repose sur la géométrie des aquifères (structures géologiques). Dans les zones noyées les écoulements sont lents (plusieurs dizaines de mètres par jour) et les temps de renouvellement sont longs (plusieurs années). Les zones noyées sont la plupart du temps rattachées à un exutoire existant qui est une source de

« débordement » de l'aquifère noyé. Dans certains cas la zone noyée peut-être déconnectée de tout exutoire.

Les Ressources Karstiques Majeures actuelles sont sélectionnées à partir d'un critère unique lié à l'importance du prélèvement pour l'AEP.

Les Ressources Karstiques Majeures futures sont sélectionnées à partir de critères liés à l'occupation du sol, la qualité des eaux, aux études des volumes prélevables et à l'existence d'une zone noyée. C'est l'objet du paragraphe suivant.

Les cartographies et les caractéristiques des ressources karstiques classées en « majeure » sont présentées dans les paragraphes 6 et 7.

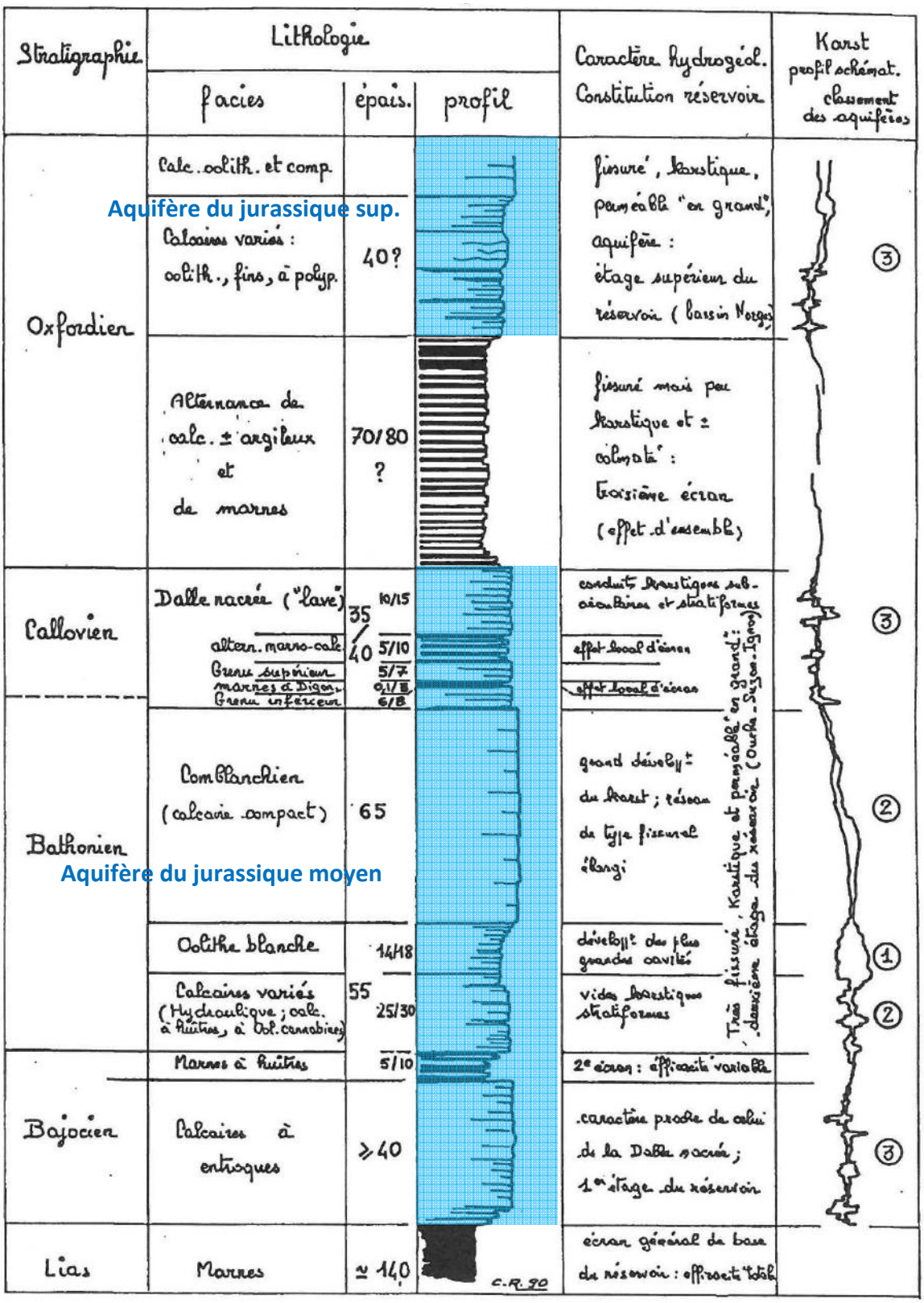


Figure 9 : Log stratigraphique et niveaux aquifères (BRGM, *Étude du bassin karstique du Suzon*, 1990)

4. IDENTIFICATION DES RESSOURCES KARSTIQUES FUTURES

4.1. TRI DES RESSOURCES REMARQUABLES

4.1.1. Introduction

Pour identifier les ressources majeures futures, les 15 points d'eau remarquables retenus en phase 1 ont été triées suivant plusieurs critères. Ce tri s'est porté en grande partie sur la vulnérabilité des bassins d'alimentation face aux pressions de pollutions anthropiques.

Pour cela, 5 critères ont été utilisés:

- Occupation du sol ;
- Qualité de l'eau ;
- Population dans les Bassins d'Alimentation (BA) ;
- Résultats des études de volumes prélevables (EVP) ;
- Présence d'une zone noyée.

Les paragraphes suivant présentent chacun des critères utilisés.

Note : Les ressources majeures actuelles dont la liste a été validée par le COPIL de fin de phase 1 (14/01/2014), sont renseignées dans les tableaux au même titre que les ressources futures à trier pour permettre une comparaison.

4.1.2. Critère sur l'occupation des sols

Le critère d'occupation des sols a été établi à partir de la base de données Corinne Land Cover 2006 (CLC). Le pourcentage d'occupation des sols sur chaque Ressources Karstiques Majeures (RKM) a été calculé suivant 5 catégories (de la moins à la plus vulnérable) : Forêt, Prairie, Culture, Vignoble, Zone Urbaine.

Ces catégories ont été triées en deux classes :

- **Occupation des sols à fort impact potentiel**, qui regroupe les occupations du sol représentant les risques de pollution les plus importants soient les zones urbaines, les parcelles de culture et les vignobles ;
- **Occupation des sols à faible impact potentiel**, qui regroupe les occupations du sol représentant les risques de pollution les plus faibles soit les zones de forêt et de prairie.

		Occupation du sol à fort impact			Occupation du sol à faible impact	
		Zone Urbaine (%)	Culture (%)	Vignoble (%)	Forêt (%)	Prairie (%)
RESSOURCES FUTURES POTENTIELLES	Flacière	3	92	0	5	0
	Beze	3.2	67	0	28	1.8
	Lauve	6.3	35.2	26.7	31.8	0.0
	Neuvon	3.5	55	0	38	3.5
	Zouave	10.1	44.5	0	44.6	0.8
	Norges	3.5	40	0	54	2.5
	Meuzin	0.6	36.9	0.7	60.4	1.4
	Creux Bleu	0.8	29.3	0	69.3	1.4
	Crucifix	1.9	27	0	73	0
	Vouge	1.8	14.7	5.6	73.3	4.6
	Fontaine Fermée	0.7	14.4	0	65.9	19.0
RESSOURCES MAJEURES ACTUELLES	Val Suzon	0.2	30.6	0	66.1	3.1
	Morcueil	2.3	27.4	0	65	5.3
	Ouche	0	32.2	0	14.9	53
	Fontaine Froide	0	12.1	0	11.4	76.5
	Bouzaise	1.3	17.7	4.9	10.1	66
	Rochotte et Regnier	1	32.3	3.8	3.5	59.4
	Bornue	0.9	21.7	16.3	0	61.1

Les résultats sur les RKM actuelles ont été mis à titre indicatif. Il a été mis en couleur le pourcentage d'occupation du sol le plus important pour chaque ressource.

Figure 10 : Répartition de l'occupation du sol sur chaque ressource

Cette analyse permet de constater tout d'abord que les Ressources Majeures Actuelles présentent toutes une occupation des sols majoritairement à faible pression polluante (prairies ou forêts).

Les points d'eau remarquables, quant à eux, présentent une répartition plus hétérogène : de 5 à 85 % d'occupation à faible pression.

Le seuil utilisée pour ce critère a été fixé à 70 % d'occupation à forte pression, soit l'élimination d'une ressource : la source de la Flacière avec une occupation à fort impact de 95 %. La source de la Bèze n'est pas éliminée étant donné qu'elle se situe juste au niveau de la limite.

Le seuil retenu de 70% de couverture des sols à faible pression polluante permet de sélectionner des secteurs compatibles avec la production d'eau potable sans recourir à des traitements lourds, avec des plans d'actions de préservation / non dégradation adaptés.

		Occupation du sol à fort impact (%)	Occupation du sol à faible impact (%)
RESSOURCES FUTURES POTENTIELLES	Flacière	95	5
	Beze	70.2	29.8
	Lauve	68.2	31.8
	Neuvon	58.5	41.5
	Zouave	54.6	45.4
	Norges	43.5	56.5
	Meuzin	38.2	61.8
	Creux Bleu	30.1	70.7
	Crucifix	28.9	73
	Vouge	22.1	77.9
	Fontaine Fermée	15.1	84.9
		0	
RESSOURCES MAJEURES ACTUELLES	Val Suzon	30.8	69.2
	Morcueil	29.7	70.3
	Ouche	32.2	67.9
	Fontaine Froide	12.1	87.9
	Bouzaise	23.8	76.1
	Rochotte et Regnier	37.2	62.9
	Bornue	38.9	61.1

Figure 11 : Répartition des occupations du sol à faible et fort impact potentiel par ressource

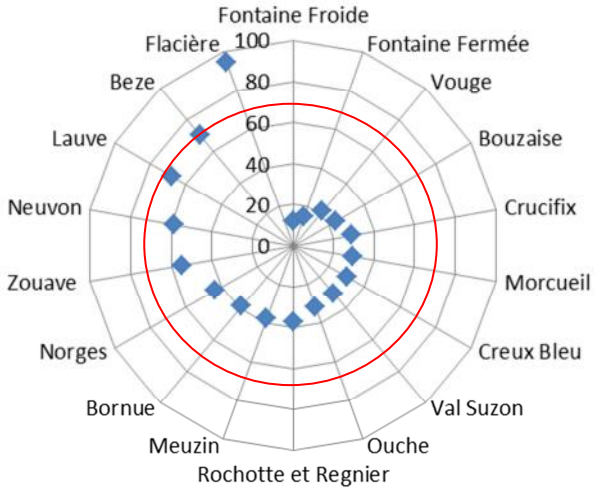


Figure 12 : Diagramme de l'occupation des sols à forte pression par ressource

4.1.3. Critère qualité

Le deuxième critère choisi est le critère qualité de la ressource. Conformément à la définition du SDAGE, qui requiert une qualité chimique conforme ou proche des critères de qualité des eaux distribuées.

Pour appliquer un tri sur la qualité des ressources, 3 types de paramètre ont été analysés : les nitrates, les pesticides et les autres éléments pouvant polluer une ressource. Ce sont les paramètres les plus pénalisants pour une ressource qui sont retenus.

Les nitrates

Le tableau suivant présente une synthèse des données à disposition sur les analyses en nitrates. Les données proviennent de l'ARS de Côte d'Or et de la base de données ADES. Les ressources n'étant pas traitées pour éliminer les nitrates, les analyses sur les eaux brutes et les eaux distribuées ont été utilisées.

		Nitrate (mg/l)			Limite de qualité des eaux distribuées	Nombre d'analyses	Durée de la chronique
		Min	Moy.	Max			
Flacière		35	42.58	48	50 mg/l	15	2010/2013
Beze		3.65	25.83	55		292	1967/2013
Lauve		0	22.26	45		37	1991/2013
Creux Bleu		12.3	20.5	34		14	2007/2013
Crucifix		0	18.01	48		139	1991/2013
Vouge		9.3	16.98	43		65	1994/2013
Meuzin		10.1	13.4	19		14	1995/2011
Fontaine Fermée		0.88	12.76	41		89	1975/2013
Norges		14	24	45.4		0	2008/2010
Neuvon		Pas d'analyse				0	
Zouave		Pas d'analyse				0	
Bornue		15.3	23.4	29	50 mg/l	33	1991/2013
Ouche		9.41	19.07	44		60	1991/2013
Val Suzon	Sainte Foy	10	18.76	29.3		31	1998/2013
	Rozoir	9.4	15.96	26.1		30	2004/2013
	Chat	3.5	7.95	14.3		30	2004/2013
	Cresson	8	17.51	38.3		84	1991/2013
	Moyenne	7.7	15.0	27.0			
Bouzaise		4.5	15.02	27		182	1988/2013
Morcueil		0	14.4	33		60	1991/2013
Rochotte et Regnier	Rochotte	5.2	12.7	19		16	1991/2013
	Regnier	4.7	9.73	19		8	1998/2013
	Moyenne	5.0	11.2	19.0			
Fontaine Froide	Pissevieille	Pas d'analyse				0	
	Fontaine du garde	4.7	8.43	18.3		47	1991/2013
	Coignière	8.6	13.42	19.2		6	2009/2011
	Grand Champy	5.3	9.31	19.3		10	1999/2001
	Petit Champy	Pas d'analyse				0	
	Moyenne	6.2	10.4	18.9			

Figure 13 : Synthèse des analyses nitrates par ressource (Analyses utilisées : Eaux brutes et distribuées)

Les ressources désignées Val Suzon, Rochotte – Regnier et Fontaine Froide sont des groupements de sources. Pour chaque ressource, il a été indiqué dans le tableau les données pour chaque source, qui ont été ensuite moyennée.

Le seuil du critère « nitrates » pour la sélection des ressources majeures futures est fixé à 50 mg/l par rapport à la valeur moyenne de chaque ressource. Il correspond à la limite de qualité des eaux distribuées instaurée dans la directive 98/83/CE du 3/11/2008.

La valeur moyenne des teneurs en nitrates sur chaque ressource varie entre 7,95 et 25,83 mg/l. Seule, la source de la Flacière se démarque avec une moyenne forte à 42,6 mg/l et un maximum à 48 mg/l (Figure 14). Le seuil fixé n'est pas dépassée sur les moyennes. Elle l'est, ponctuellement sur la source de la Bèze, mais la moyenne des analyses est bonne.

Le diagramme (Figure 15) présente la teneur en nitrates des ressources par rapport à l'occupation des sols à fort impact potentiel. On observe une bonne corrélation entre ces 2 critères.

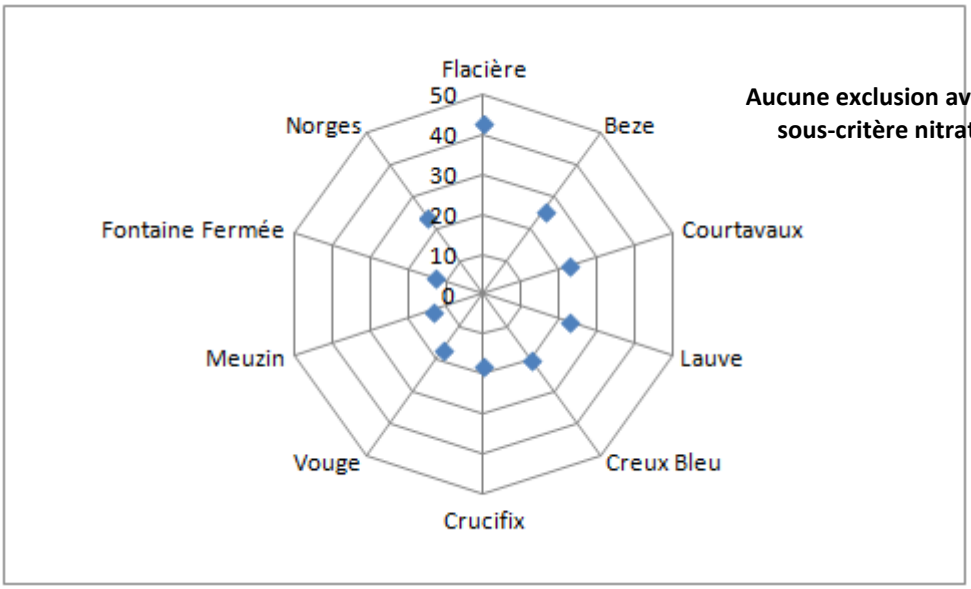


Figure 14 : Teneur moyenne en nitrate par ressource

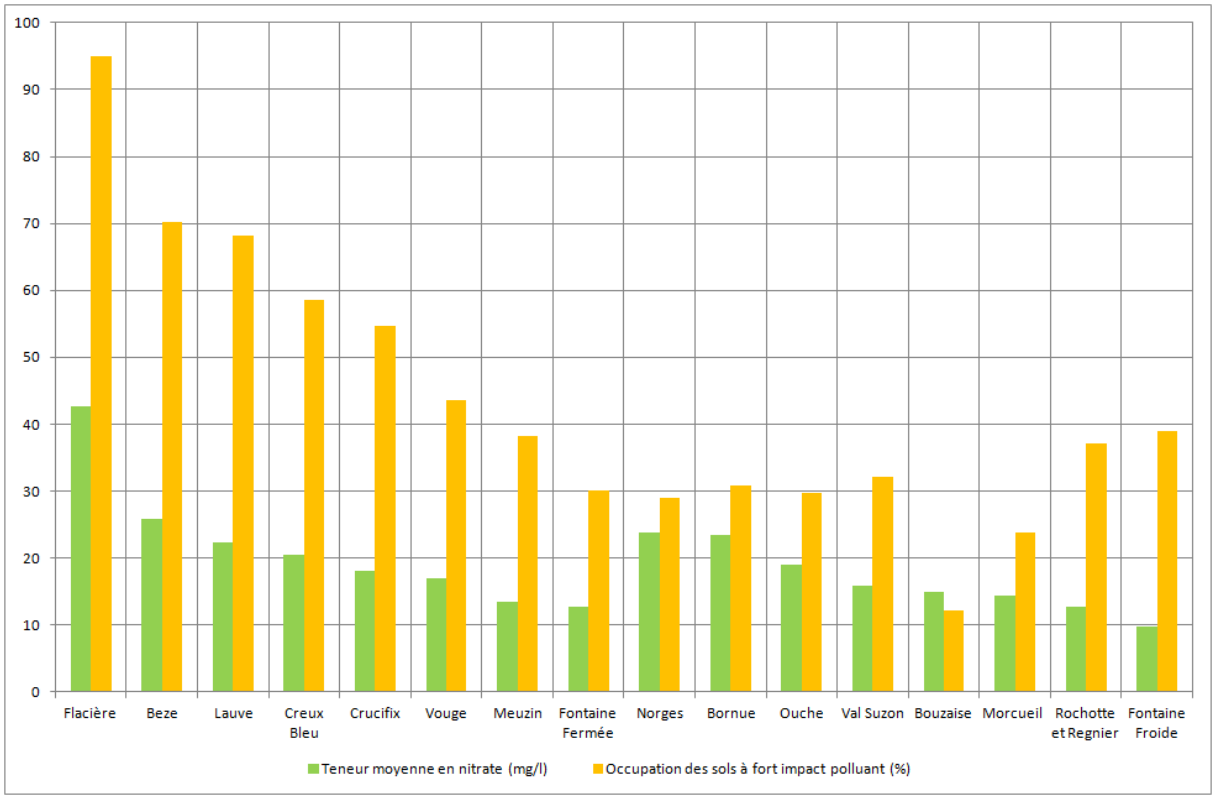


Figure 15 : Comparaison des teneurs en nitrates (mg/l) et de l'occupation du sol (%)

Les Pesticides

Les données utilisées proviennent de l'ARS de Côte d'Or et de la base de données ADES. Le paramètre qui a été analysé est intitulé « Total pesticides » chez l'ARS et « somme des pesticides totaux » chez ADES.

Méthode de calcul utilisé par l'ARS et ADES pour calculer la teneur totale en pesticide :

- *Si au moins une valeur est supérieure à la limite de quantification : total est égal à la somme des valeurs supérieures à la limite de quantification uniquement ;*
- *Si toutes les valeurs sont inférieures à la limite de quantification : total est égal au maximum de la limite de quantification.*

Le tableau, ci-après, présente une analyse des pesticides totaux sur les ressources, dont la valeur moyenne a été calculée comme il suit :

- Si les valeurs de pesticides totaux sont toutes supérieures à la limite de quantification (LQ), alors on applique simplement un calcul de moyenne des valeurs ;
- Si des valeurs de pesticides totaux sont inférieures à la limite de quantification, alors la moyenne sera calculée en prenant la limite de quantification pour chacune des analyses où elle apparait.

Les données sur l'eau brute et l'eau distribuée ont été utilisée, sauf pour la source de la Bornue et de la Bouzaise traitées contre les pesticides, où seules les analyses d'eau brute ont une signification.

Le seuil du critère total pesticide pour la sélection des ressources majeures futures est fixé à 0,5 µg/l par rapport à la valeur moyenne de chaque ressource. Elle correspond à la limite de qualité des eaux distribuées instaurée dans la directive 98/83/CE du 3/11/2008.

On constate que les pesticides sont un problème récurrent, notamment dans les secteurs viticoles. La plupart des captages connaissant des dépassements sont actuellement équipés de traitements (Bornues, Bouzaise).
La source de la Lauve présente une forte problématique liée aux pesticides. De nombreuses molécules sont présentes et le total est souvent supérieur à 0,5 µg/l. Son bassin d'alimentation présumé est occupé à 26,7 % par le vignoble.

Pour ce sous-critère, seule la source de la Lauve présente une moyenne dépassant la limite fixée. Elle est donc éliminée.

			Total pesticides (µg/l)			Limite de qualité des eaux distribuées	Nombre d'analyses	Durée des chroniques
			Min	Moy	Max			
Ressources majeures futures	Lauve		<0.02	1.06	2.84	0,5 µg/l	10	1992/2011
	Vouge		0.41				1	2009
	Meuzin		<0.02	0.22	0.03		6	2009/2011
	Bèze		<0.02	0.12	0.58 (511 valeur étonnante pas intégrée dans la moyenne)		15	1991/2013
	Crucifix		<0.02	0.07	0.43		12	2011/2013
	Fontaine Fermée		<0.02				15	1999/2013
	Flacière		Pas d'analyse					
	Creux Bleu		Pas d'analyse					
	Norges		Pas d'analyse					
	Neuvon		Pas d'analyse					
	Zouave		Pas d'analyse					
Ressources majeures actuelles	Bornue *		<0.02	1.08	2.09	0,5 µg/l	43	1998/2013
	Bouzaise *		0.09	0.46	1.25		89	1998/2013
	Rochotte et Regnier	Rochotte	<0.02	0.15	0.73		9	1998/2006
		Regnier	0.03	0.3	1.59		7	1999/2006
		Moyenne	0.025	0.23	1.16			
	Fontaine Froide	Pissevielle	0.06	0.33	0.6		2	2008/2009
		Coignière	<0.02	0.02	0.8		7	2009/2011
		Fontaine du Garde	<0.02				5	1996/2013
		Grand Champy	<0.02				1	1998
		Petit Champy	Pas d'analyse					
		Moyenne	0.03	0.1	0.36			
	Val Suzon	Sainte Foy	<0.02	0.07	0.24		20	2007/2013
		Rozoir	<0.02	0.23	2.47		18	2009/2013
		Chat	<0.02	0.02	0.03		20	2006/2013
		Cresson	<0.02	0.05	0.36		13	1997/2013
		Moyenne	0.02	0.09	0.78			
	Morcueil		<0.02	0.08	0.37		27	2008/2013
	Ouche		<0.02	0.02	0.02		8	1997/2013

*La source de la Lauve est surlignée en rouge car c'est la seule ressource dépassant la limite fixée et donc qui est éliminée des ressources majeures futures. Les données du tableau sont extraites des analyses des eaux brutes et des eaux distribuées, sauf pour les sources matérialisées d'une * signalant qu'elles sont traitées contre les pesticides et que seules les analyses d'eau brute ont été étudiées.*

Figure 16 : Synthèse des analyses « total pesticides » par ressource

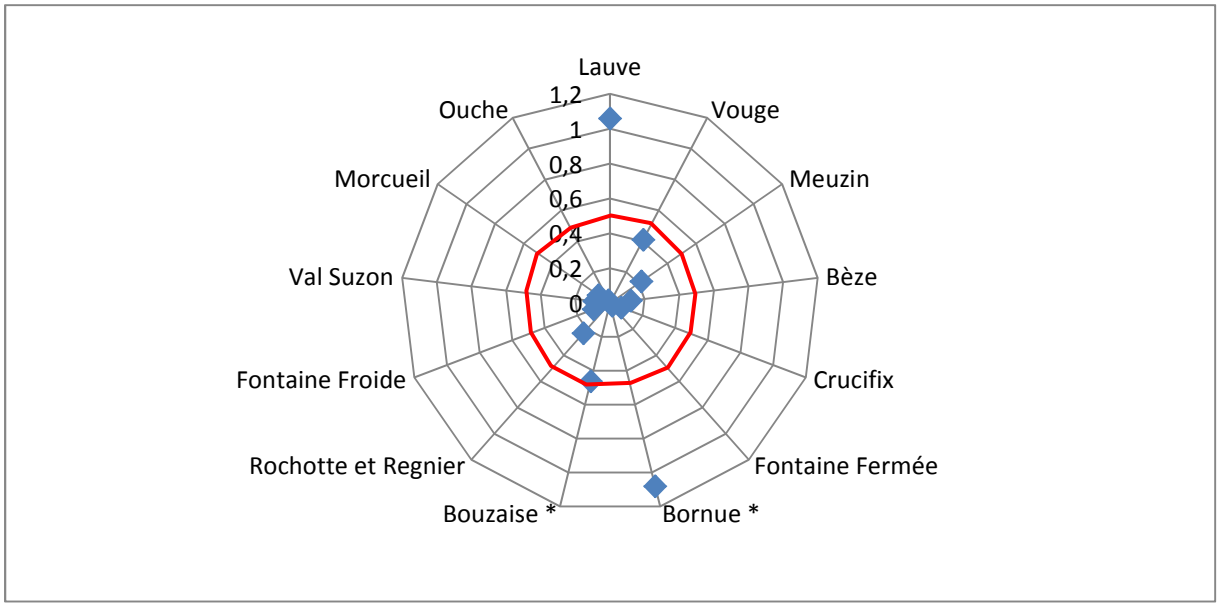


Figure 10 : Teneur moyenne en pesticides totaux par ressource

Autres éléments

Le critère « autres éléments » permet de mettre en avant les paramètres sur chacune des ressources, qui sont de façon régulière ou ponctuelle supérieurs à la limite de qualité des eaux de consommation.

Le tableau, ci-dessous, présente une synthèse de ces éléments. Les analyses sur les eaux brutes et les eaux distribuées ont été utilisées.

		Élément	Limite de qualité sur les eaux distribuées	Nombre d'analyses non conformes	Nombre d'analyses	Durée des chroniques
Ressources majeures futures	Meuzin	Bore	1 mg/l	6	6	2009/2011
		Baryum	0,7 mg/l	6	6	2009/2011
	Fontaine Fermée	Fer	200 µg/l	1	54	1978/2013
	Lauve	Aluminium	200 µg/l	3	16	1991/2011
		Fer	200 µg/l	2	16	1991/2011
	Beze	Ammonium	0,1 mg/l	3	255	1980/2013
		Aluminium	200 µg/l	2	34	1986/2012
		Bore	1 mg/l	2	31	2000/2013
	Crucifix	Ammonium	0,1 mg/l	2	114	1991/2013
		Aluminium	200 µg/l	1	24	1991/2013
	Vouge	Bore	1 mg/l	2	15	2000/2009
	Flacière	Ammonium	0.1 mg/l	1	15	2010/2013
	Creux Bleu					
	Norges					
	Neuvon					
	Zouave					
Ressources majeures actuelles	Val Suzon - Cresson	Aluminium	200 µg/l	1	25	1991/2013
		Ammoniun	0.1 mg/l	1	136	1991/2013
		Fer	200 µg/l	1	32	1991/2013
	Ouche					
	Morcueil					
	Bornue					
	Rochotte et Regnier					
	Fontaine Froide					
	Bouzaise					

La source du Meuzin est surlignée en rouge car c'est la seule ressource présentant des pollutions régulières en Bore et Baryum et donc qui est éliminée des ressources majeures futures.

Figure 17 : Synthèse des autres polluants détectés par ressource (Eaux brutes et distribuées)

Plusieurs ressources présentent des pollutions ponctuelles. Certaines peuvent être associées à la présence d'une décharge proche de la source ou d'eaux résiduaires pour le Bore. C'est le cas de la source du Meuzin, de la source de la Bèze et de la source du Crucifix.

Dans le premier cas, la source du Meuzin présente des pollutions en Baryum et Bore. D'après les données du Conseil Général, une ancienne décharge communale d'ordures ménagères estimée à 12 600 m³, non réhabilitée et reposant sur le substratum calcaire, se situe à moins de 600 m de la source, sur la commune de Reulle-Vergy.

Dans le cas de la source de la Bèze, une ancienne décharge communale d'ordures ménagères estimée à 15 000 m³, non réhabilitée et reposant sur le substratum calcaire, se situe à 500 m de la source, sur la commune de Bèze.
Pour la source du Crucifix, une ancienne décharge communale d'ordures ménagères estimée à 14 700 m³, non réhabilitée et reposant sur le substratum calcaire, se situe à moins de 600 m de la source sur la commune de Velars-sur-Ouche.

Pour la source du Meuzin, contrairement à la source de la Bèze ou à la source du Crucifix, les débits d'étiage ne permettent pas de diluer une éventuelle pollution.

Pour ce critère, il n'y a pas de limite quantifiée. Les sources qui présentent des pollutions régulières d'un ou plusieurs paramètres sont éliminées.

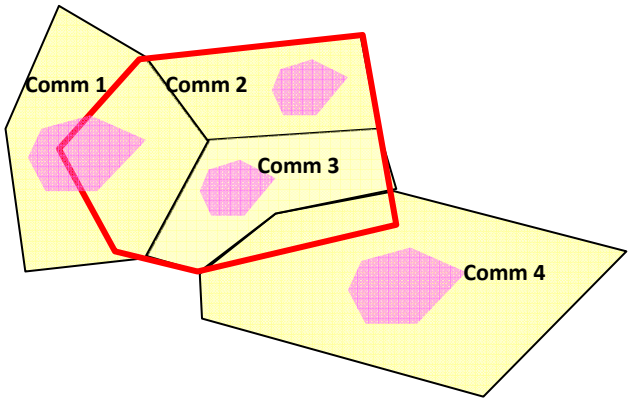
Une seule ressource est éliminée avec ce sous-critère : la source du Meuzin.

4.1.4. Critère sur la population et la densité de population

Pour ce critère, la population installée à l'intérieur du bassin d'alimentation a été estimée à partir des données de l'INSEE du dernier recensement.
Pour cela, toutes les communes intéressées par le découpage des ressources majeures ont été répertoriées.

Lorsqu'une commune est recoupée par la délimitation des ressources majeures, un pourcentage de population proportionnel à la surface de zones urbaines à l'intérieur de la ressource est pris en compte (Figure 18).

Les Figure 19 et Figure 20 montrent que la densité est en moyenne de 44,6 hab/km² et la médiane est de 25 hab/km². Le tri a consisté à enlever la ressource qui présentait la population la plus élevée sur son bassin d'alimentation, soit ici 10 fois supérieur à la moyenne, soit un seuil fixé à 250 hab/km². Seule la source du zouave est éliminée, dont l'émergence se situe en pleine zone urbanisée alors que la partie amont du bassin d'alimentation est moins peuplée.



Communes Zones d'habitation Délimitation d'un BA d'une ressource

Communes	Nombre d'habitant
Comm 1	100
Comm 2	200
Comm 3	150
Comm 4	400

Calcul de population à l'intérieur du BA :

Total population = 0.6 * Comm 1 + Comm 2 + Comm 3

= 0.6*100 + 200 + 150

= 410 hab

Sur la commune 1 la zone d'habitation est à environ 60 % à l'intérieur du BA.

La commune 4 n'est pas prise en compte, car aucune zone d'habitation n'est recoupée par le BA.

Figure 18 : Schéma explicatif de la méthode de calcul de la population par ressource

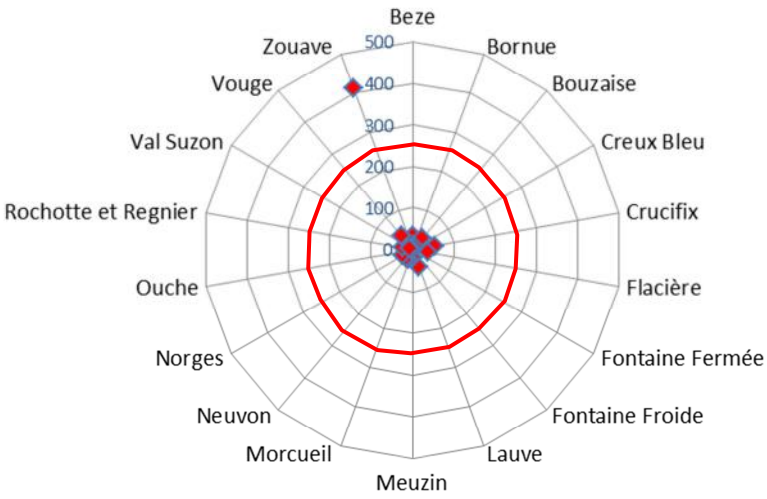


Figure 19 : Densité de population par ressource

		Population sur le BA	Densité (hab/km²)
RESSOURCES FUTURES POTENTIELLES	Zouave	14 884	413,4
	Beze	6243	31,5
	Norges	1544	27,6
	Flacière	1314	36,5
	Creux Bleu	1062	8,6
	Lauve	1021	44,4
	Crucifix	902	53
	Meuzin	661	18,4
	Vouge	589	42,1
	Neuvon	464	24,4
	Fontaine Fermée	22	1,2
RESSOURCES MAJEURES ACTUELLES	Morcueil	2220	24,4
	Rochotte et Regnier	1923	24,3
	Bouzaise	781	35,5
	Val Suzon	742	6,9
	Bornue	112	10,2
	Fontaine Froide	38	1,5
	Ouche	10	0,3

La source de la Zouave est surlignée en rouge car c'est la seule ressource qui présente une densité de population très forte, elle est éliminée des ressources majeures futures.

Figure 20 : Population et densité sur le bassin d'alimentation de chaque ressource

4.1.5. Critère sur les études de volumes prélevables (EVP)

- **Généralités sur les EVP**

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée préconise de résorber les déficits quantitatifs dus aux prélèvements sur les bassins versants de l'Ouche, de la Vouge, de la Tille et sur les nappes de Dijon Sud et de la Tille (soit a minima 65 % de la superficie de la masse d'eau souterraine FRDG119 en ne considérant que les limites topographiques des bassins versants, c'est-à-dire sans intégrer les bassins d'alimentation des sources en tête de bassin). Sur ces territoires, des études dites d'évaluation des volumes prélevables ont permis de calculer, à l'échelle globale des bassins versants et des sous-bassins, les valeurs maximales des volumes prélevables à respecter à l'étiage pour ne pas perturber le bon fonctionnement des milieux superficiels. Ces résultats ont par la suite fait l'objet de concertation dans le cadre des SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux) en révision ou en cours d'élaboration.

La zone d'étude, qui correspond à la masse d'eau FRDG119, fait l'objet de deux SAGE : l'Ouche et la Tille. Un SAGE a pour but de fixer les objectifs et les dispositions à mettre en place pour satisfaire aux lois sur la gestion équilibrée de la ressource en eau et la préservation des milieux aquatiques et protection du patrimoine.
Le SAGE du bassin de l'Ouche identifie 17 objectifs classés en 5 enjeux : le retour durable à l'équilibre quantitatif avec la maitrise des évolutions des besoins intégrant les EVP et le retour au bon état du milieu naturel ; la gestion des inondations ; le retour au bon état des masses d'eau superficielles et souterraines ; l'atteinte du bon état écologique ; l'organisation de l'aménagement du territoire autour de la ressource en eau.
Le SAGE de la Tille est actuellement en cour de réalisation, les principaux objectifs qui en ressortent pour le moment sont : le retour à l'équilibre quantitatif en lien avec l'étude des volumes prélevables, la maitrise des pollutions sur les milieux, la préservation et la restauration des milieux aquatiques et gestion des risques d'inondation.

La masse d'eau des calcaires FRDG119 n'est pas identifiée en déficit quantitatif dans le SDAGE. Pour autant ses exutoires naturels contribuent pour la majorité d'entre eux à l'alimentation des 3 bassins versants en déficit quantitatif chronique, ainsi qu'à l'alimentation des nappes de Dijon Sud et des Tilles.
Pour les ressources majeures futures qui seront délimitées sur cette masse d'eau FRDG119, il convient de s'assurer que les prélèvements complémentaires ne viendront pas aggraver les déficits quantitatifs du milieu superficiel ou des masses d'eau souterraine connectées. À ce titre, seuls les bassins d'alimentation dont les exutoires n'alimentent pas de territoires en déficit quantitatif, ou ceux pourvus d'une zone noyée conséquente peuvent constituer des ressources majeures futures, sur ce critère quantité. L'exploitation future de ces zones noyées par forage en amont des exutoires, en respectant certaines précautions, sera conditionnée à l'absence d'incidence notable pour la source (implantation en dehors des drains principaux ou compensation par rejet en rivière d'un débit équivalent ou supérieur au débit d'étiage suivant le principe de « gestion active »).
Pour les autres sources, qui sont exclues du statut de ressource majeure pour les raisons évoquées ci-dessus, il est important toutefois d'en garder la mémoire car les actions portées en parallèle par les contrats de milieux (restauration morphologique, amélioration de la qualité,…) vont contribuer à améliorer l'état des cours d'eau, et peut-être amener à réviser à la baisse les besoins du milieu, et donc augmenter le volume prélevable.

➢ Identification des ressources concernées par une étude EVP

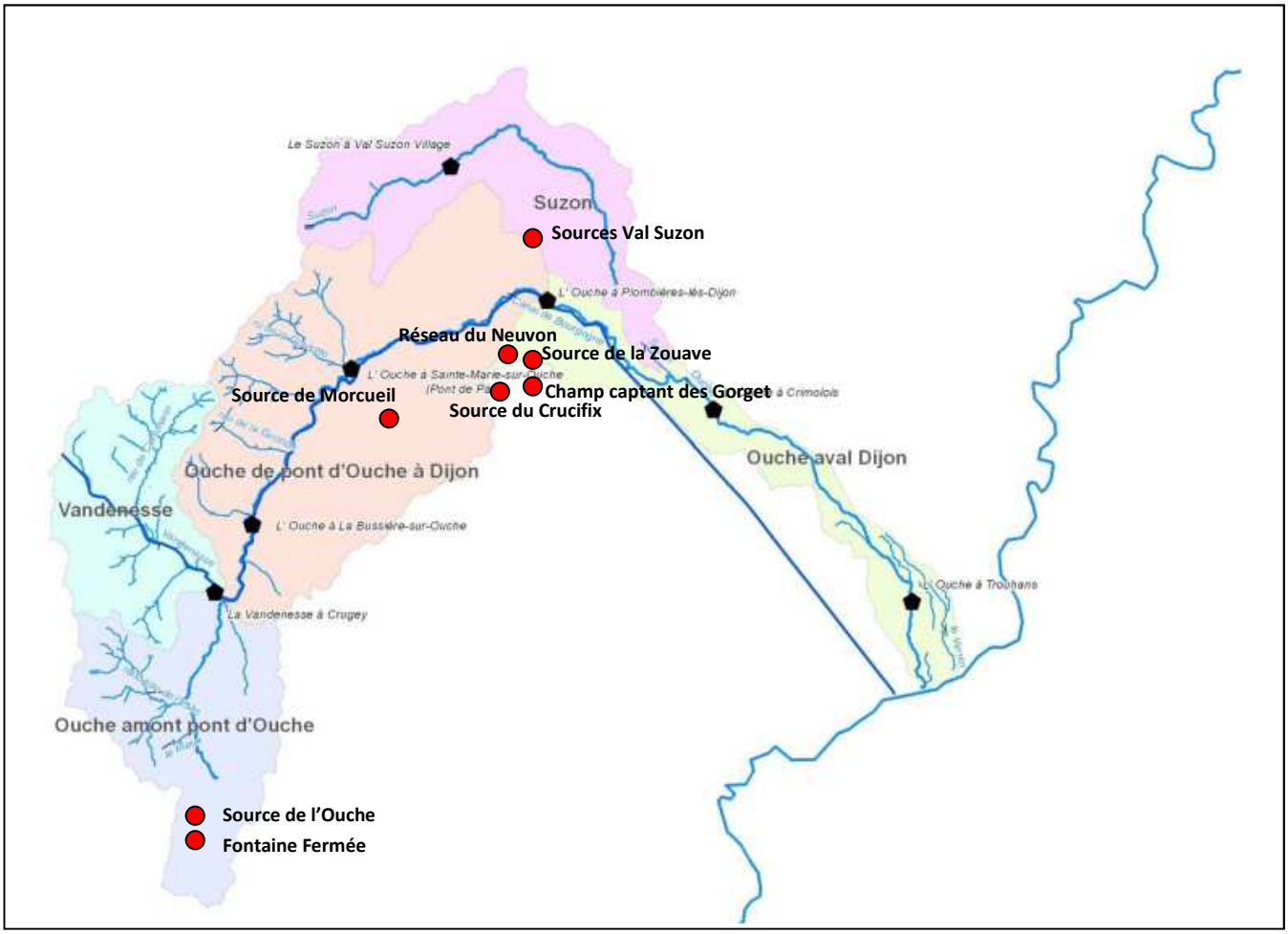
Après lecture des différentes études, le tableau, ci-dessous, récapitule les conclusions et les possibilités de prélèvements supplémentaires.

		EVP	Conclusion de l'étude EVP	Prélèvement supplémentaire
RESSOURCES MAJEURES FUTURES	**Creux Bleu**	Tille	Déficit au niveau du tronçon de la Tille 4 au mois de septembre	NON
	Bèze	Pas d'étude		OUI
	Flacière	Norges - Tille	Sources en tête de bassin de la Norges le déficit est observé pendant 4 mois de juillet à octobre	NON
	Norges	Norges - Tille		
	Neuvon	Ouche	Diminuer les prélèvements dans la vallée de l'Ouche de 6%	NON
	Zouave	Ouche		
	Crucifix	Ouche		
	Fontaine Fermée	Ouche		
	Meuzin	Pas d'étude		OUI
	Lauve	Pas d'étude		OUI
	Vouge	Vouge	Éviter le développement de nouveaux usages préleveurs sur ce secteur	NON
RESSOURCES MAJEURES ACTUELLES	**Morcueil**	Ouche	Diminuer les prélèvements dans la vallée de l'Ouche de 6%	NON
	Val Suzon	Ouche		
	Ouche	Ouche		
	Bornue	Vouge	Éviter le développement de nouveaux usages préleveurs sur ce secteur	NON
	Rochotte et Regnier	Pas d'étude		OUI
	Fontaine Froide	Pas d'étude		OUI
	Bouzaise	Pas d'étude		OUI

Figure 21 : Ressources concernées par les EVP

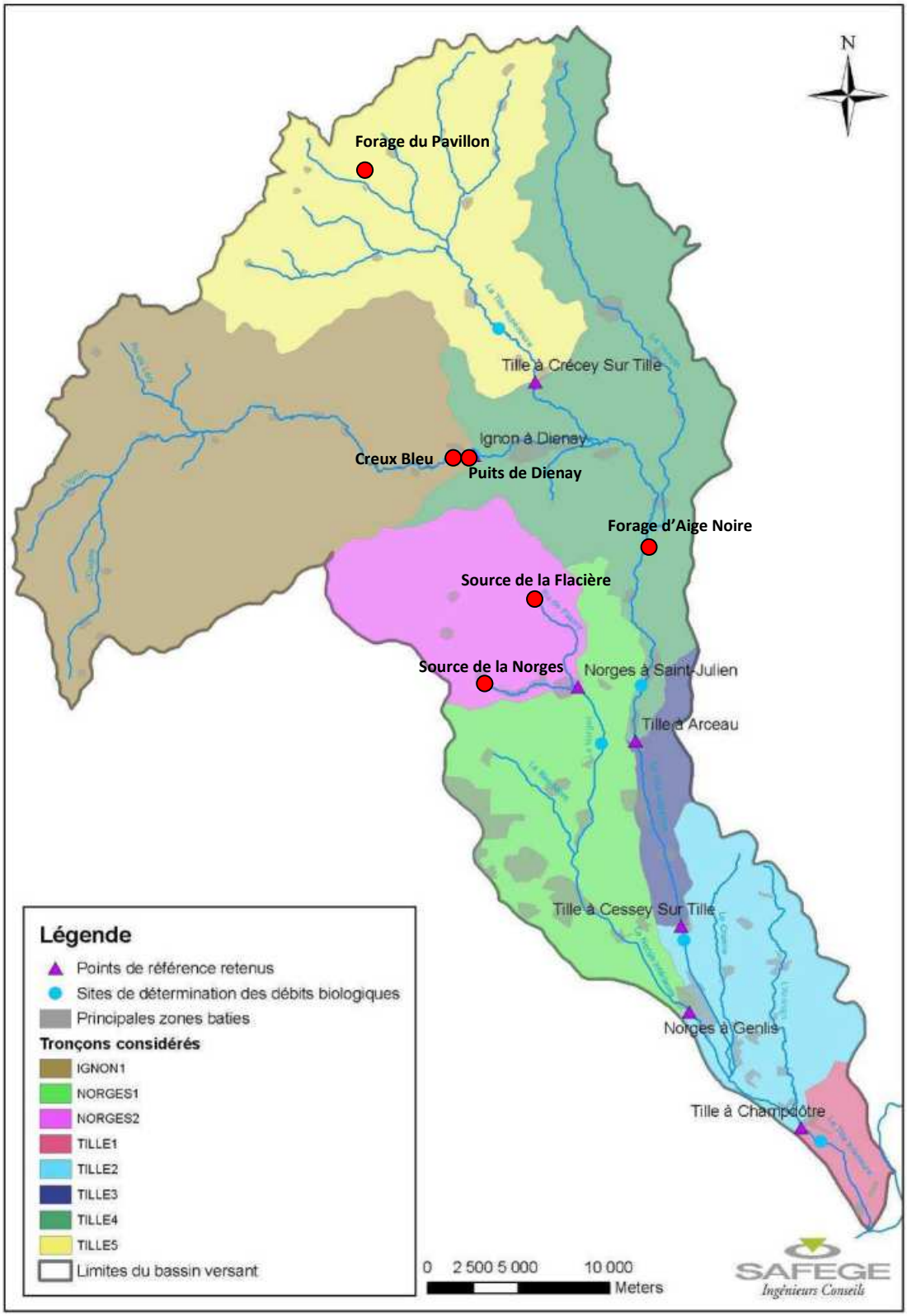
Toutes les ressources pour lesquelles un prélèvement supplémentaire n'est pas possible, ne sont pas retenues. Les ressources restantes sont la **source de la Bèze, du Meuzin et la Lauve.**

Si les ressources karstiques présentent des zones noyées, dont l'exploitation ne remettrait pas en cause l'équilibre quantitatif des milieux, les secteurs éliminés par le critère EVP seront repêchés (paragraphe suivant).



(Extrait du rapport final – Étude de détermination des volumes maximum prélevables de l'Ouche)

Figure 22 : Bassin versant de l'Ouche et ses sous-bassins concernés par les EVP



(Extrait du rapport final – Étude de détermination des volumes prélevables sur le bassin versant de la Tille)

Figure 23 : Bassin versant de Tille et ses sous-bassins utilisés pour les études EVP (

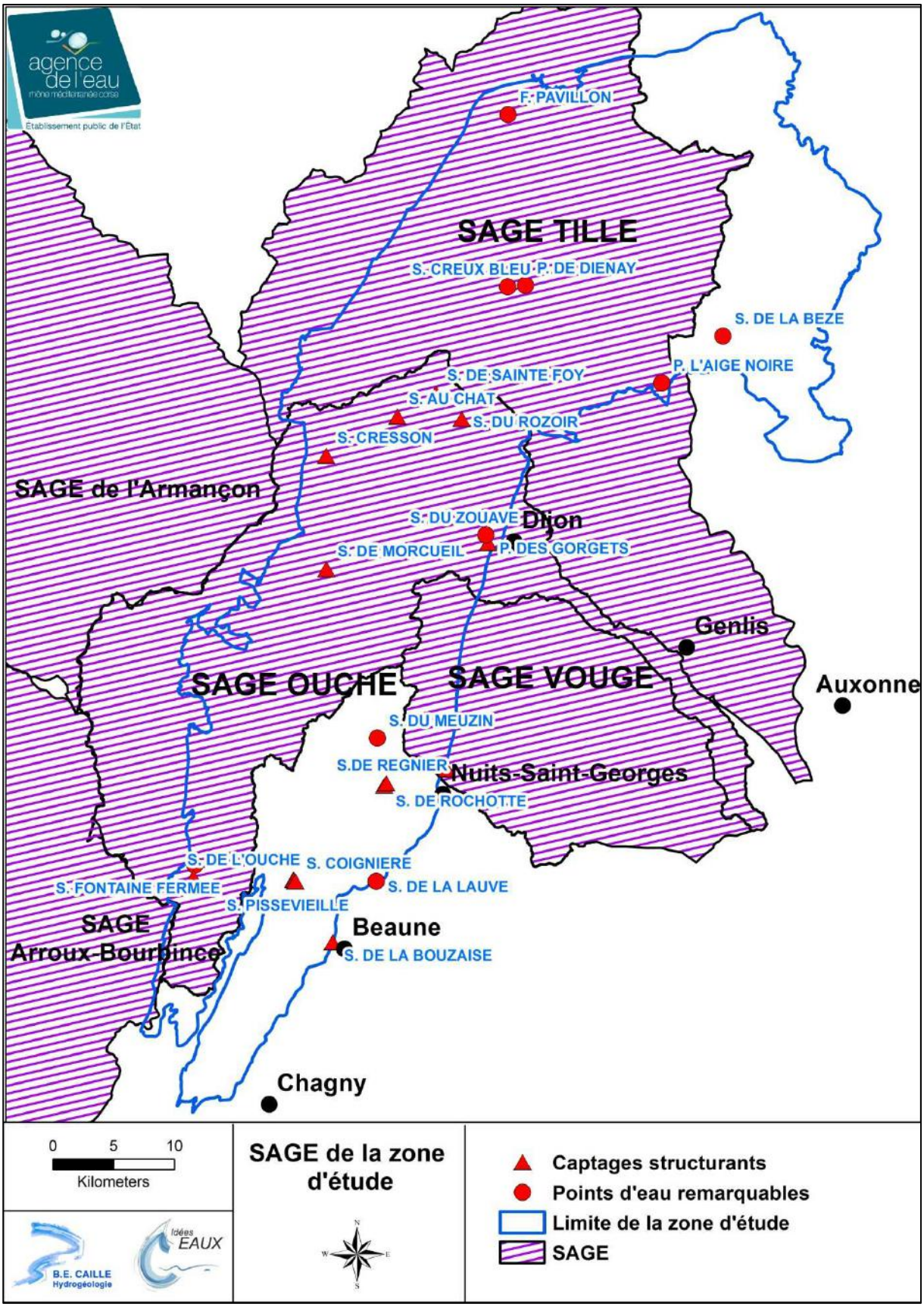


Figure 24 : Localisation des SAGE par rapport à la masse d'eau FRDG119

4.1.6. Critère « zone noyée »

Le critère zone noyée est considéré non pas comme un critère restrictif, mais au contraire comme un critère de réintégration.
Effectivement, une zone noyée correspond à une partie du réseau karstique saturé en eau et en charge tout au long d'un cycle hydrogéologique pouvant intégrer des zones de réserve. Les zones noyées sont assimilables dans le cas d'un exutoire connu à un système karstique de type Vauclusien.

Attention, dans le cadre de l'étude les zones noyées sont définies uniquement à l'aide des données bibliographiques. Ceci signifie qu'il faudra effectuer des études complémentaires pour pouvoir valider ou non la possibilité d'une exploitation de ces zones et de la mise en œuvre d'une gestion active.

Le tableau ci-dessous indique le classement des ressources futures en majeure ou non majeure en fonction des 4 critères décrits ci-dessus, ainsi que la présence de zone noyée :

		Ressource majeure	Cause de l'élimination	Présence d'une zone noyée
RESSOURCES FUTURES POTENTIELLES	**Creux Bleu**	NON	EVP	**OUI**
	Bèze	**OUI**		**OUI**
	Flacière	NON	Occupation du sol	NON
	Norges	NON	EVP	NON
	Neuvon	NON	EVP	NON
	Zouave	NON	EVP et densité de population	**OUI**
	Crucifix	NON	EVP	NON
	Fontaine Fermée	NON	EVP	NON
	Meuzin	NON	Qualité	**OUI**
	Lauve	NON	Qualité	**OUI**
	Vouge	NON	EVP	NON

Figure 25 : Tableau récapitulatif des zones noyées et des ressources futures retenues comme majeure

À partir de ce tableau, les sources qui peuvent être réintégrées par la présence de zones noyées sont :

- Source du Creux Bleu ;
- Source de la Zouave ;
- Source du Meuzin ;

- Source de la Lauve.

La **source du Creux Bleu** est récupérée, car elle présente une zone noyée à priori importante et permettrait après la réalisation d'investigation complémentaire de pratiquer une « gestion active » de la ressource.
La **source de la Zouave** est également récupérée, car elle présente à priori une zone noyée intéressante. Par contre, le captage devra se situer en amont de la zone urbanisée (réalisation de forages).
La **source du Meuzin et de la Lauve** ne sont pas réintégrées, car malgré la présence d'une zone noyée la qualité de la ressource en elle-même n'est pas satisfaisante.

4.2. LISTE ET CARTOGRAPHIE DES RESSOURCES KARSTIQUES MAJEURES

La liste des ressources karstiques majeures retenues comporte 10 ressources actuelles et 5 ressources futures.

Réf.	Ressources karstiques majeures actuelles	Surface RKM (zone 2) km2	zone noyée associée	Surface zone noyée (zone 1) km2	Surface totale RKM & zone noyée km2
RKM3	Puits Dienay	3,2			3,2
RKM5	Puits Aige Noir	1,3			1,3
RKM6	Sources de Val Suzon	108			108
RKM9	Puits Gorget	6			6
RKM10	Source de Morcueil	91	X	22	91
RKM11	Source de la Bornue	12	X	6	12
RKM12	Sources Rochotte et Régnier	79	X	37	98
RKM13	Source de l'Ouche	36			36
RKM14	Sources de Fontaine Froide	25			25
RKM15	Source de la Bouzaise	22	X	62	68

Tableau 1 : Ressources karstiques majeures actuelles

Réf.	Ressources karstiques majeures futures	Surface RKM (zone 2) km2	zone noyée associée	Surface zone noyée (zone 1) km2	Surface totale RKM & zone noyée km2
RKM1	Forage Pavillon	en cours d'étude			
RKM2	Source de Creux Bleu	123	X	86	200
RKM4	Source de la Bèze	198	X	328	370
RKM8	Source du Zouave	36	X	33	36
Réf.	Ressources profondes				
RKM7	Norges_Marsannay		X	49	49

Tableau 2 : Ressources karstiques majeures futures

Note : Les forages et les puits n'ont pas fait l'objet de tri étant donné que leurs aires d'alimentation ne sont pas connues, mais ceux-ci ont été retenus vis-à-vis de leurs caractéristiques de sélection de la phase 1 (débits importants).

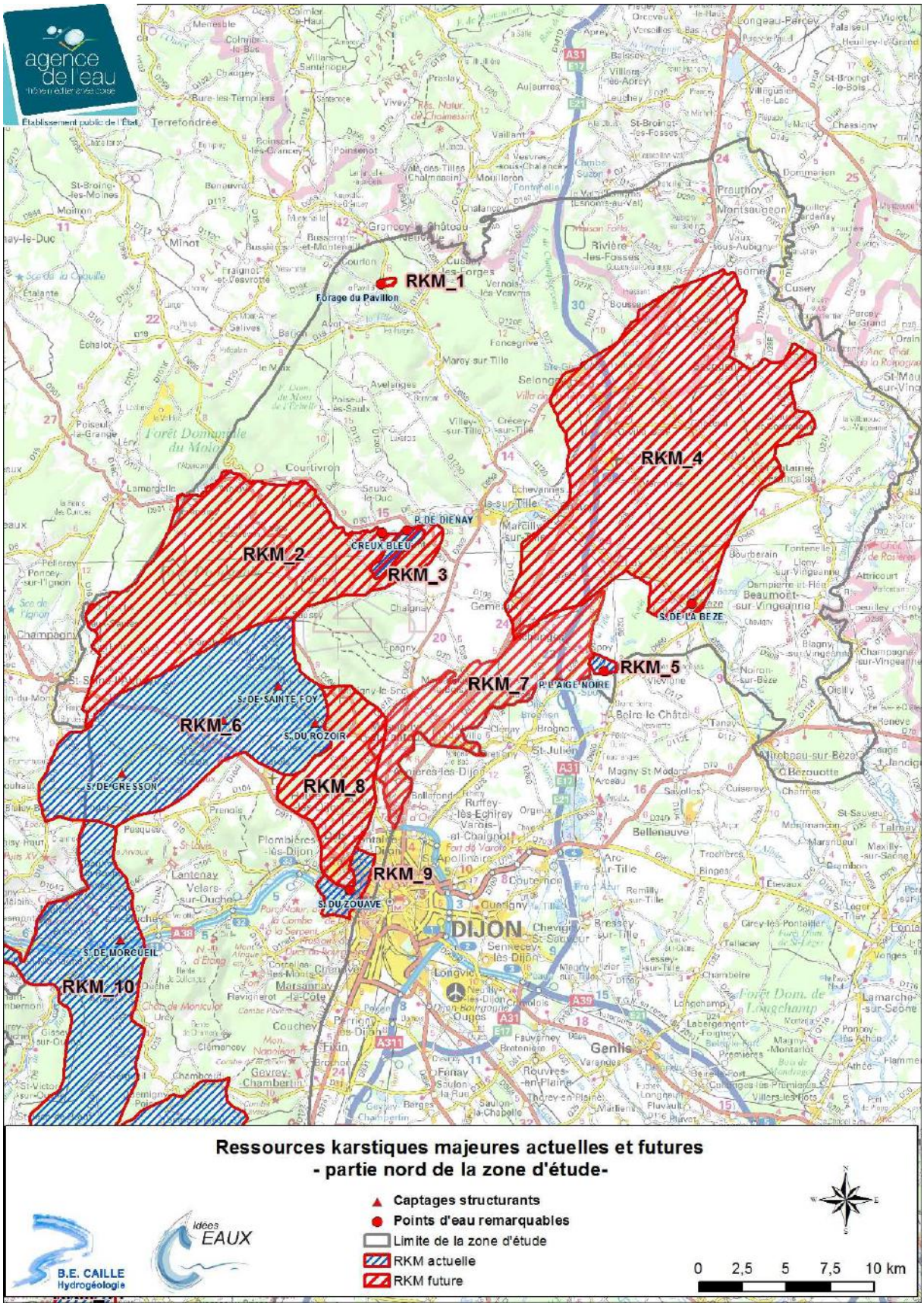


Figure 26 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie nord.

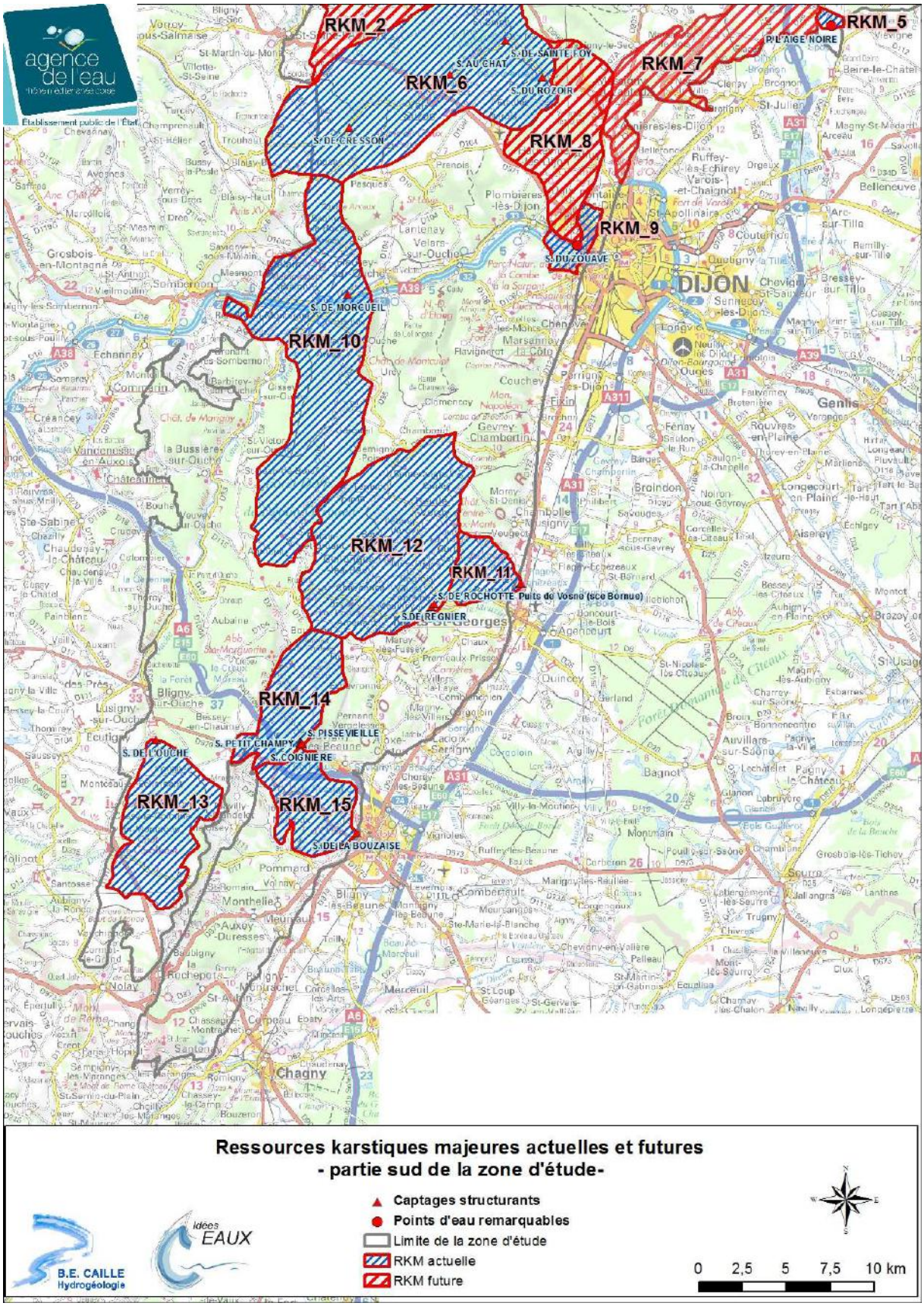


Figure 27 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie sud.

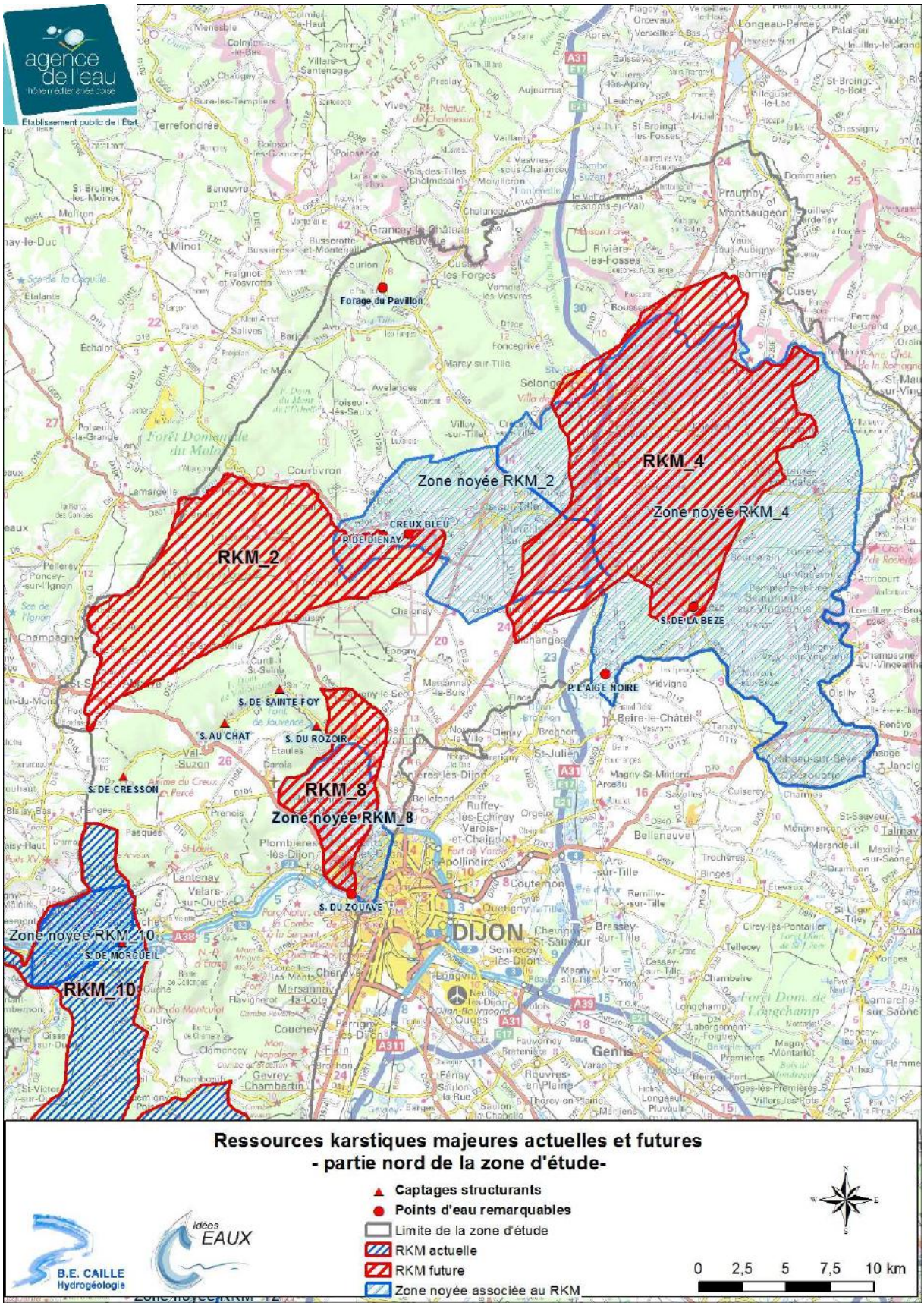


Figure 28 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie nord.

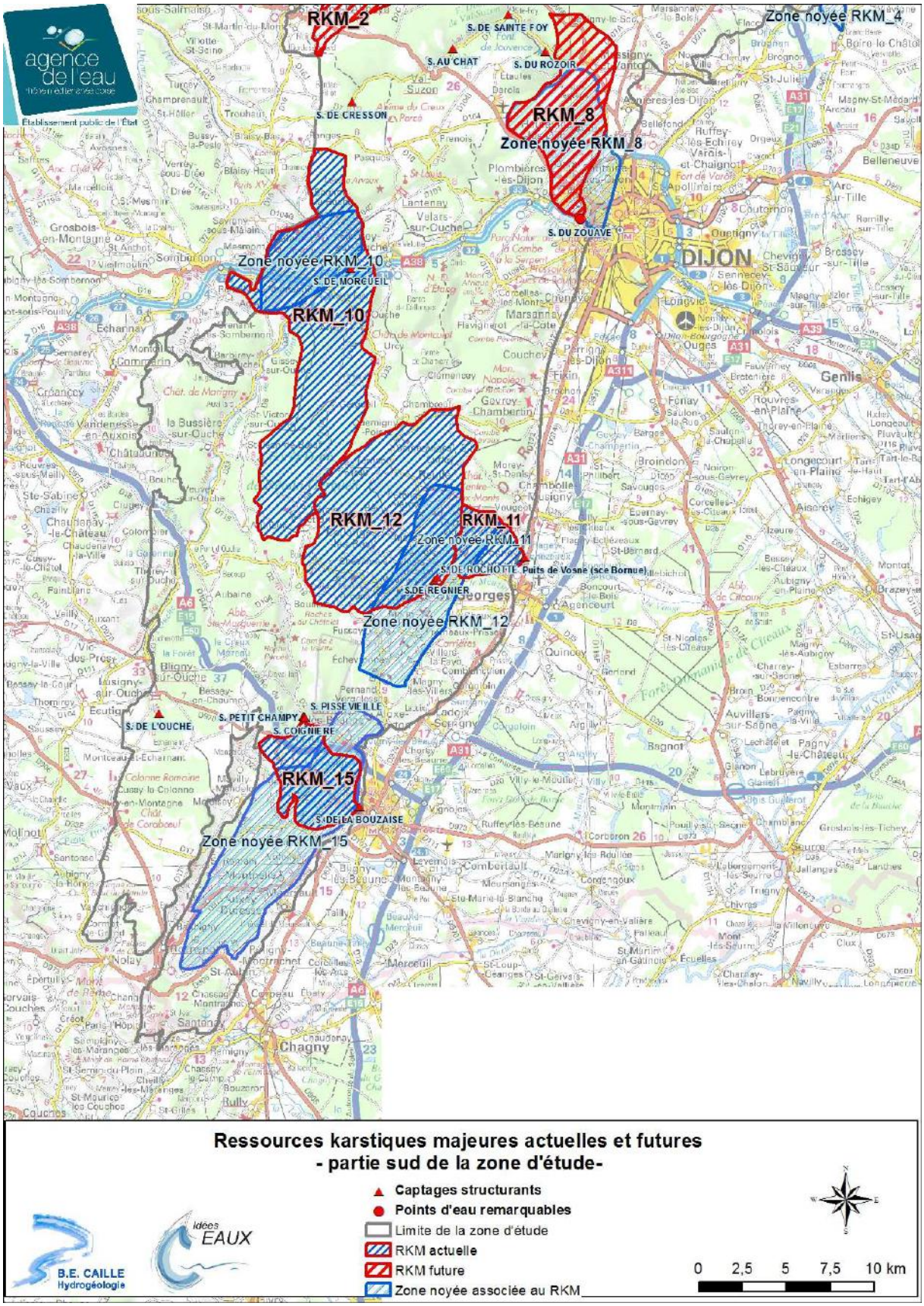


Figure 29 : Carte des RKM et zones noyées associées, partie sud.

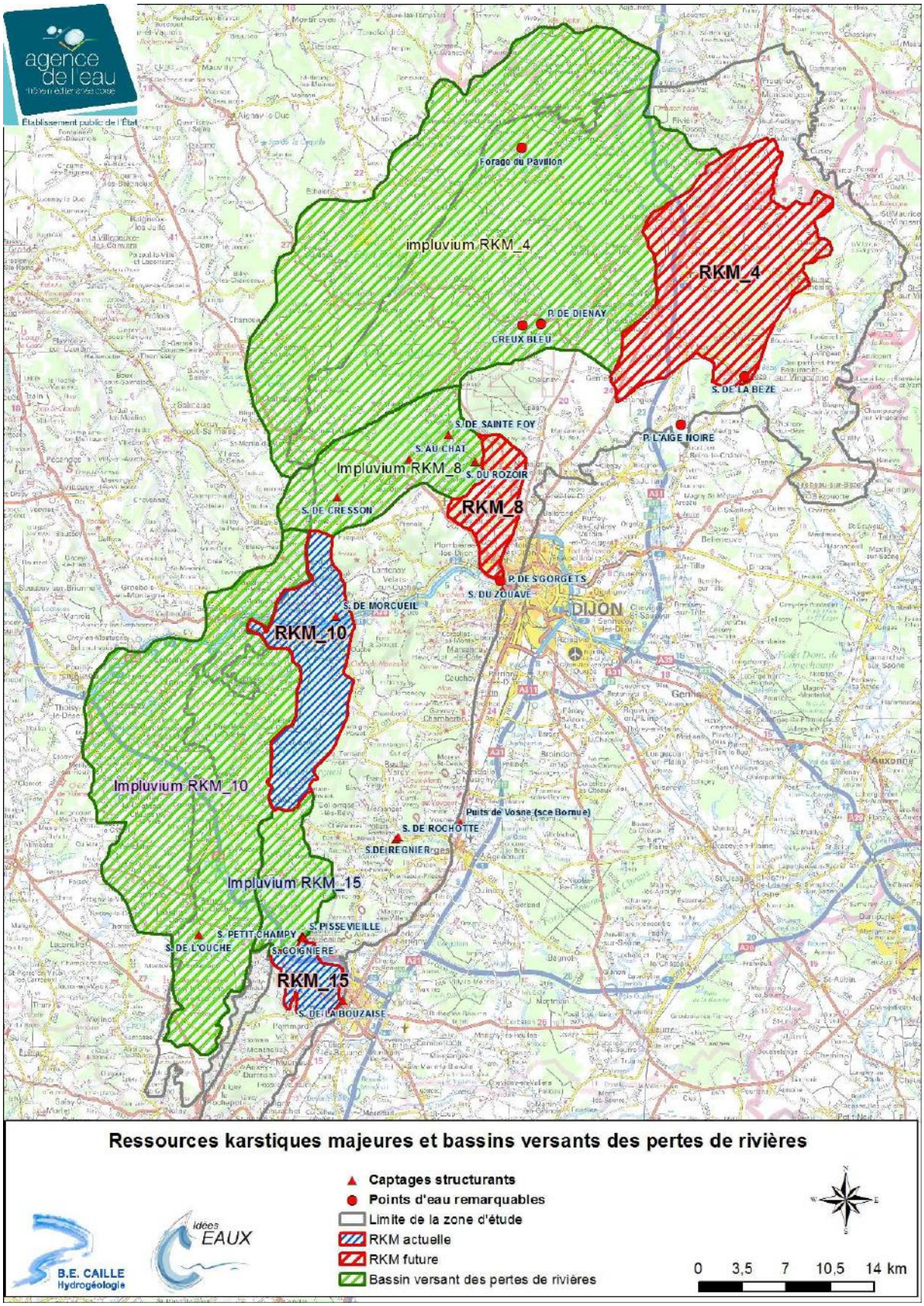


Figure 30 : Carte des RKM et des bassins versants des pertes de rivières associés.

5. ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

Les ressources karstiques majeures identifiées dans cette étude représentent les zones à fort potentiel pour l'alimentation en eau actuelle et future. Le but est donc de préserver ces ressources, afin que la qualité de l'eau soit conservée à long terme. A l'heure actuelle, plusieurs types de zonage ont été élaborés pour protéger l'environnement. La présence de ces zones au niveau des ressources majeures est intéressante et présente un point positif pour la protection de celle-ci puisqu'elle limite pour la plupart certaine activité et aménagement.

La Figure 31 présente les ZNIEFF I et II – Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique. Ces zones mettent en évidence la richesse d'un écosystème, la présence de plantes ou animaux rares et menacées. Ces zones permettent de limiter les aménagements, qui peuvent avoir une incidence sur le milieu. Dans notre cas, on peut constater que la majorité des ressources majeures se situent au niveau d'une zone ZNIEFF II. Au niveau notamment du Creux Bleu, de la Vallée du Suzon et de toutes les ressources situées entre l'Ouche et Beaune.

La Figure 32 présente les zonages ZPS (Zone de Protection Spéciale), ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux), Site classé ou inscrit, Natura 2000 et Réserve Naturelle Régionale. Tous ces zonages protègent également des espaces naturels pour la rareté et la fragilité des espèces que ce soit la faune, la flore et de leur habitat. L'ensemble des RKM sur la partie sud (entre l'Ouche et Beaune) présente une protection supplémentaire avec une zone ZPS et ZICO. La Vallée du Suzon présente dans sa quasi-intégralité une protection via la présence de sites classés et d'une réserve naturelle régionale. La ressource du Creux Bleu présente uniquement quelques petites zones en Natura 2000. Globalement dans la zone d'étude les zones Natura 2000 sont quasi inexistantes.

La Figure 33 représente la répartition des zones de protection des milieux humides sur la masse d'eau FRDG119. Celles-ci sont présentent uniquement aux abords des rivières tel que l'Ouche, le Val Suzon, la Tille, la Venelle et au niveau de la zone d'émergence de la source de l'Ouche. Ces zones comparées aux précédentes représentent de petites surfaces.

L'ensemble des ressources karstiques majeures identifiées est protégé par des zonages environnementaux de conservation du milieu naturel, excepté la ressource de la Bèze qui ne profite que d'un classement en ZNIEFF II.

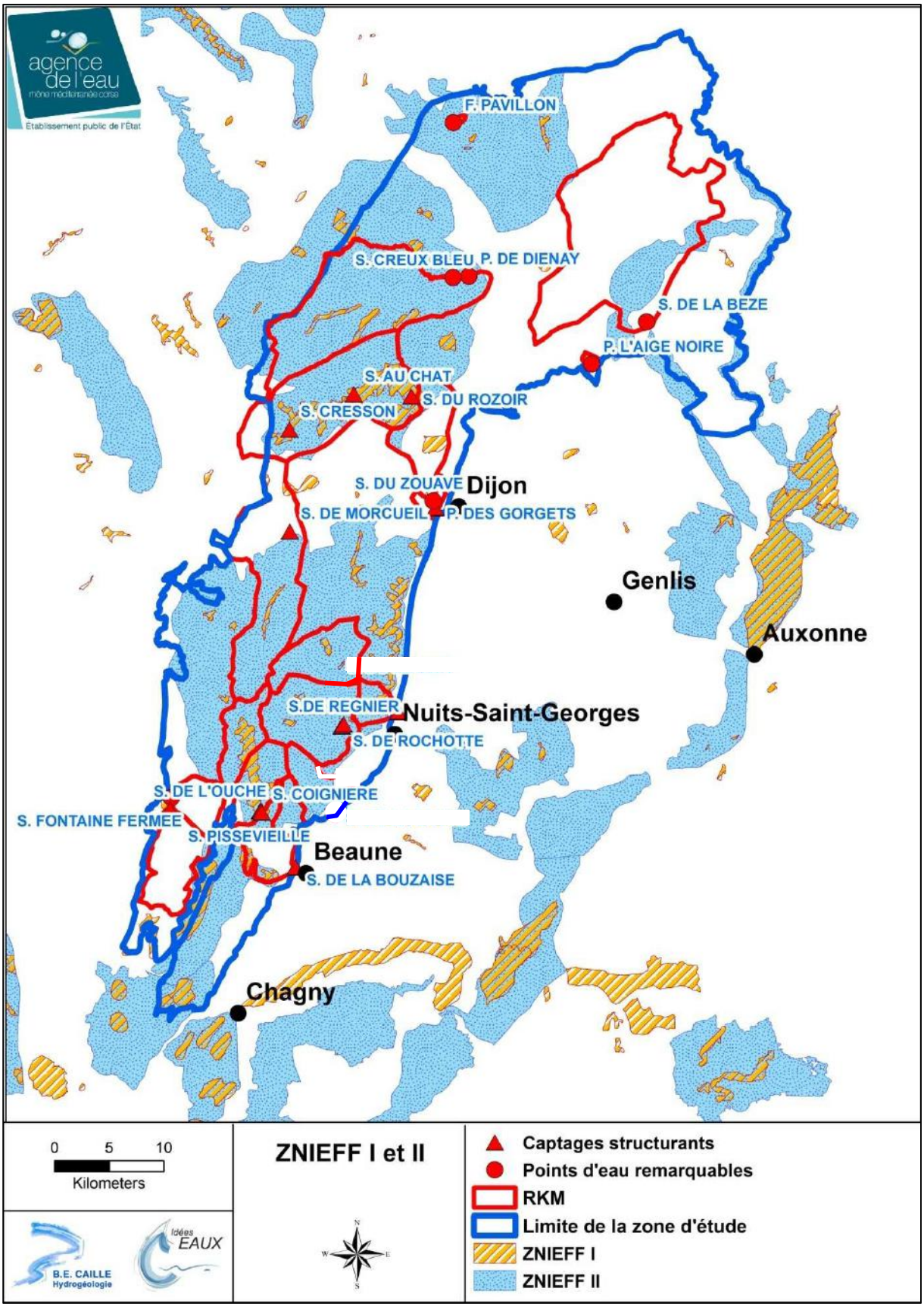


Figure 31 : Carte des ZNIEFF I et II

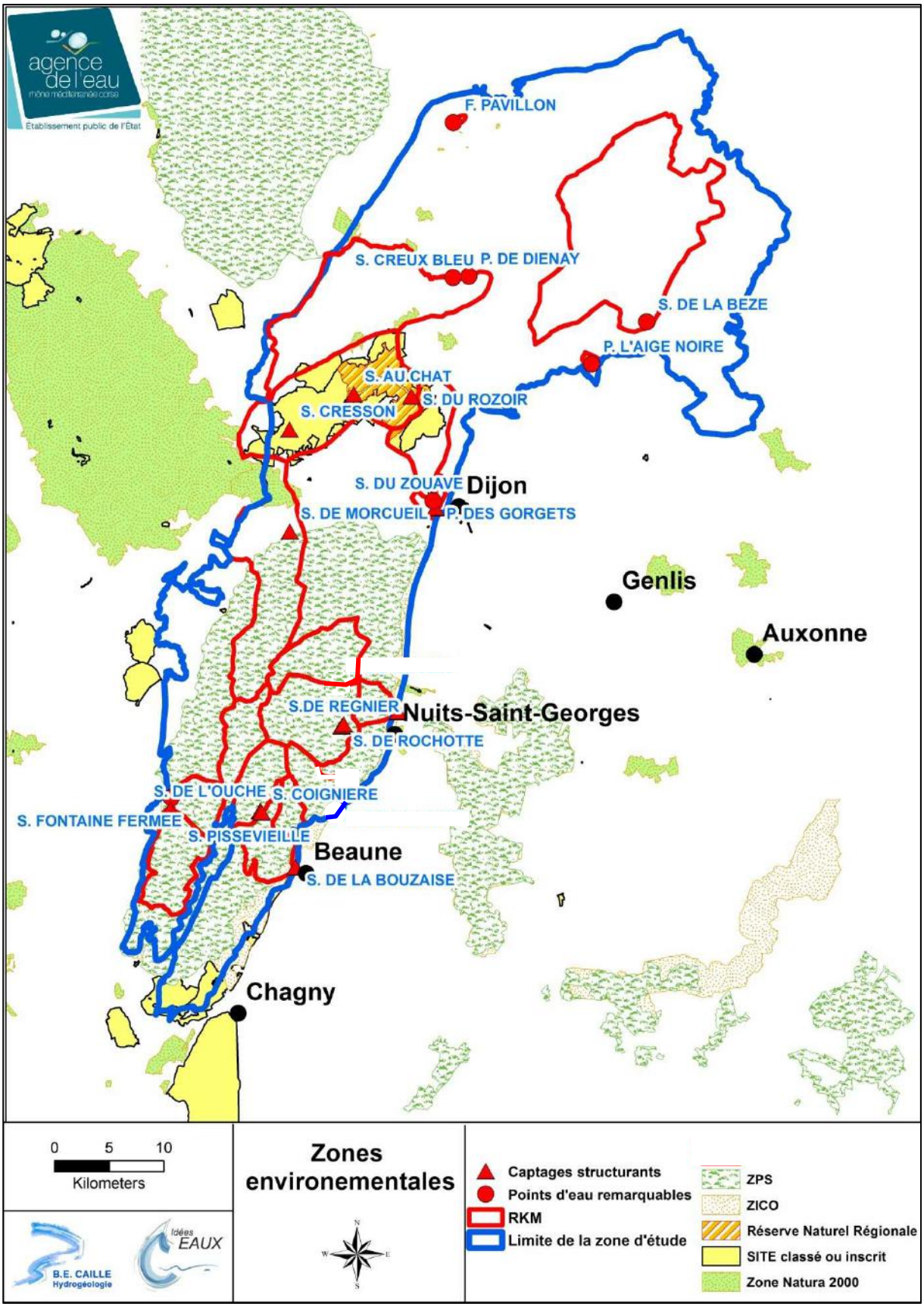


Figure 32 : carte des ZPS, ZICO, Réserve naturel, Sites classés ou inscrit et Natura 2000

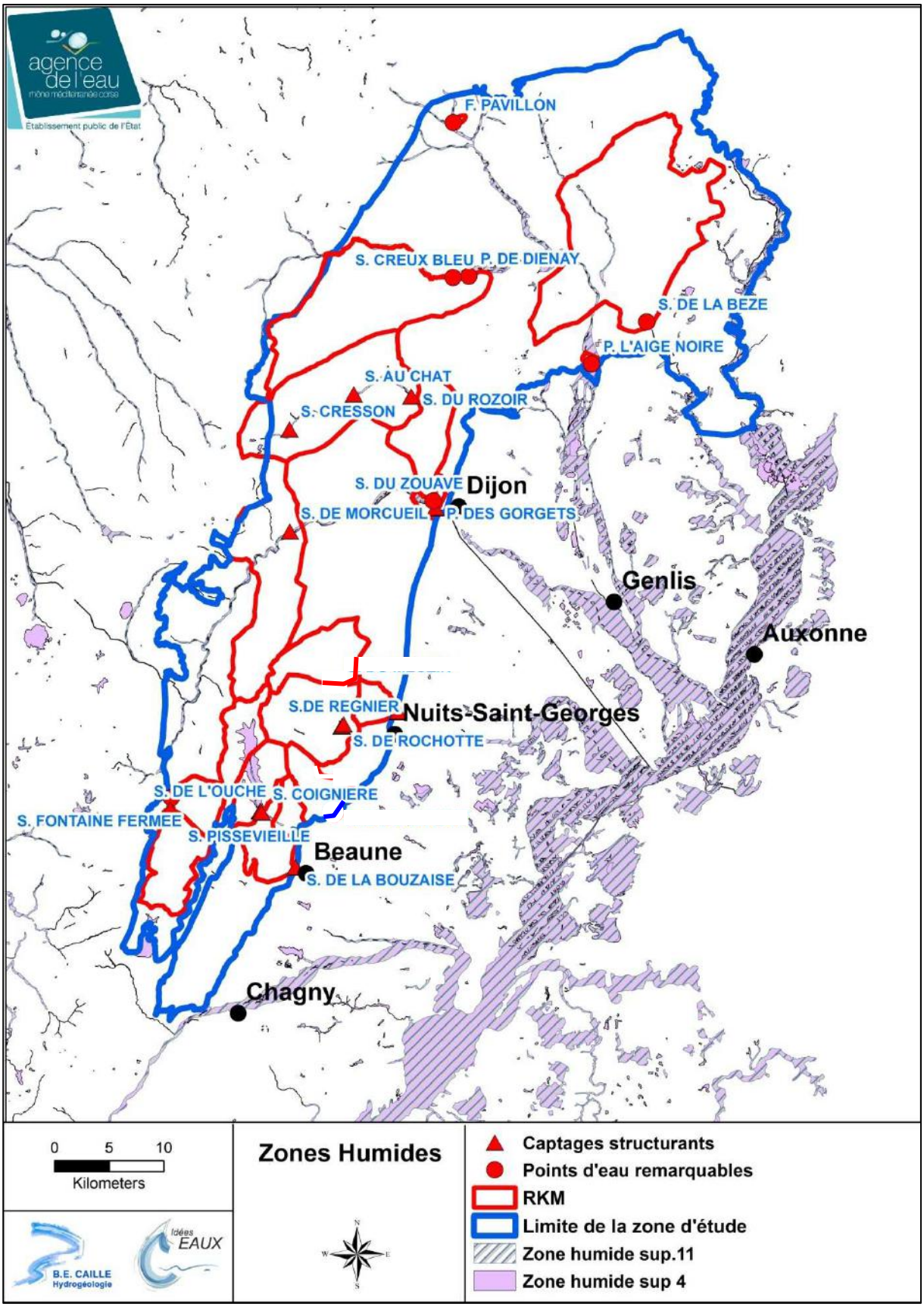


Figure 33 : carte des Zones humides

6. RESSOURCES KARSTIQUES MAJEURES ACTUELLES

6.1. PUITS DE DIENAY (RKM 3)

6.1.1. Géographie.

Le puits est situé sur la commune de Diénay et alimente en eau potable le SIAEP de Charmoy. Le volume prélevé est de 96 360 m^3 par an = 265 m^3/jour.
Il est localisé au pied du versant en limite de la plaine alluviale, rive droite de l'Ignon. Le BAC d'une superficie de 3,18 km^2 prend une partie du massif forestier entre Les Brélits et La Combe Bernard, sur les communes de Diénay et Villecomte.

6.1.2. Géologie et hydrogéologie.

Ce puits d'une profondeur de 9 m exploite les eaux issues des calcaires fracturés du Bathonien et du Callovien qui sont présents entre -4 et -9 m. Il est situé vers le sommet de la série calcaire qui a une épaisseur totale de 200 m.
En période de hautes eaux, la nappe alluviale de l'Ignon contribue éventuellement à son alimentation. Le débit critique de l'ouvrage est de 46 m^3/h.

Des essais de pompage ont été réalisés en 2010. Le rapport de l'hydrogéologue agréé pour la définition des périmètres de protection date de mai 2012 et propose une délimitation du bassin d'alimentation du puits. Cette délimitation repose sur l'hypothèse que les directions de circulations souterraines sont largement influencées par la direction principale de fracturation WSW-ENE, ainsi que le suggère les résultats des traçages qui ont touché la source voisine du Creux Bleu. En l'absence de traçages dédiés à l'étude du puits, la fiabilité de ces limites est médiocre.

Le BAC du puits de Diénay est entièrement inclus dans la ressource karstique majeure de la source du Creux Bleu.

6.1.3. Qualité.

L'amplitude de variation de la conductivité est faible, elle est de l'ordre de 80 µS/cm. On note une absence de turbidité et une bonne qualité bactériologique des eaux brutes. Les taux de nitrates sont bas avec 15 mg/l en moyenne et ne dépassent pas 20 mg/l pour une limite de qualité de 50 mg/l. Ces taux traduisent cependant un impact faible dû aux activités agricoles. Aucune substance pesticide n'est présente. L'eau est moyennement minéralisée, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique.

6.1.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (90 %), des prairies permanentes (4 %) et des cultures (6 %). Une route communale passe juste à l'amont du puits. Aucune habitation n'est présente dans le BAC.

6.1.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKa.
Les pressions de pollution sont très faibles à cause de la forte proportion de forêt (90 %) et de l'absence d'activités à risque.

6.1.6. Potentialité de la ressource.

Les sources sont captées par le SIE de Charmoy pour un débit moyen d'exploitation de 11 m^3/h. Le débit critique de l'ouvrage étant de 46 m^3/h, le puits possède un potentiel supplémentaire non négligeable d'environ 30 m^3/h = 720 m^3/jour.
La vallée de l'Ignon appartient au bassin versant de la Tille dans lequel une étude des volumes prélevables a conclu à l'impossibilité d'augmenter les prélèvements dans le milieu superficiel. Le puits capte une nappe dans des calcaires fracturés qui n'est pas en relation directe avec le milieu superficiel, des prélèvements supplémentaires dans le puits ne pénaliseront pas à priori les débits dans l'Ignon. Cet aspect sera à confirmer par des études de terrain.

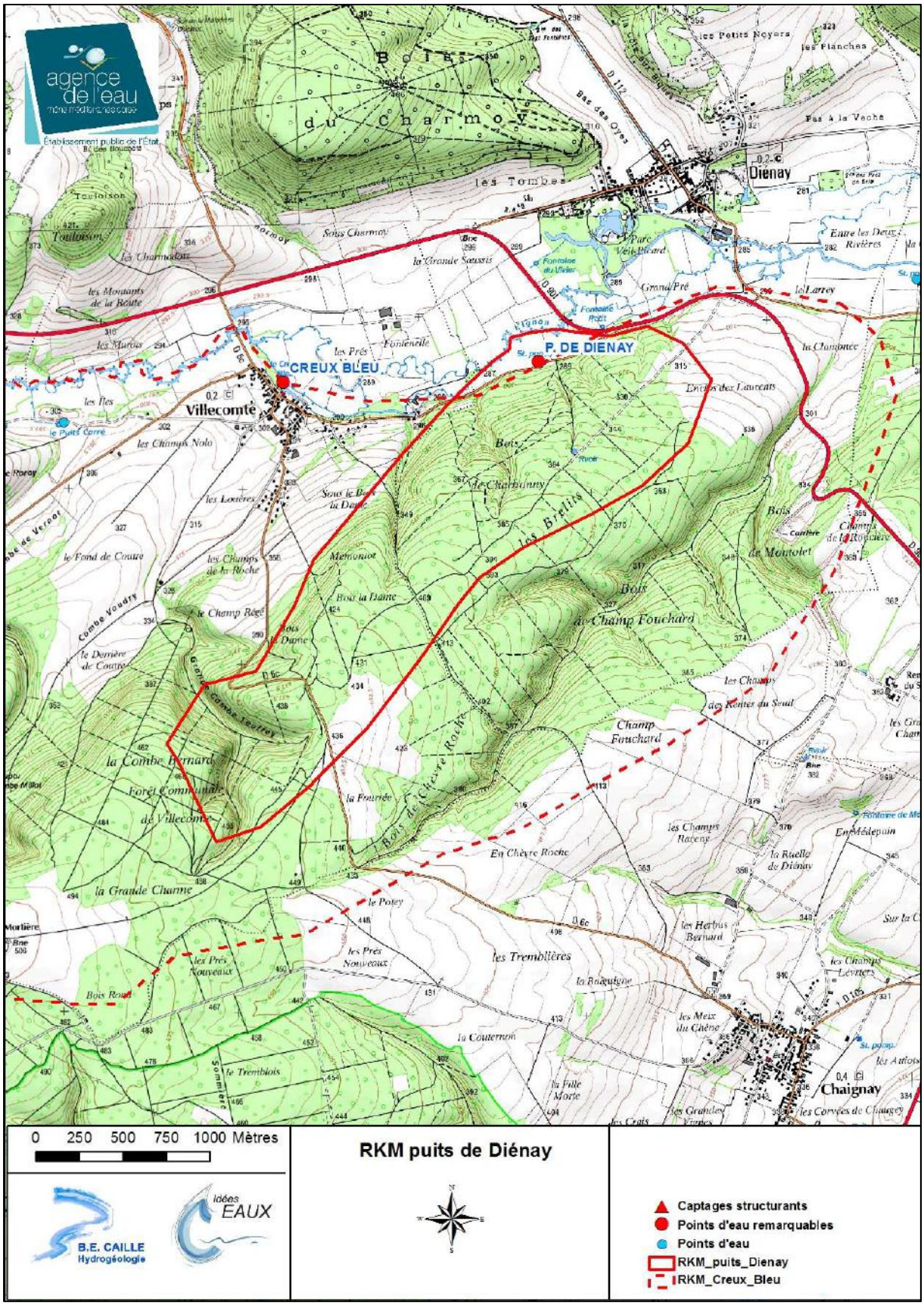


Figure 34 : RKM du puits de Diénay sur fond topographique

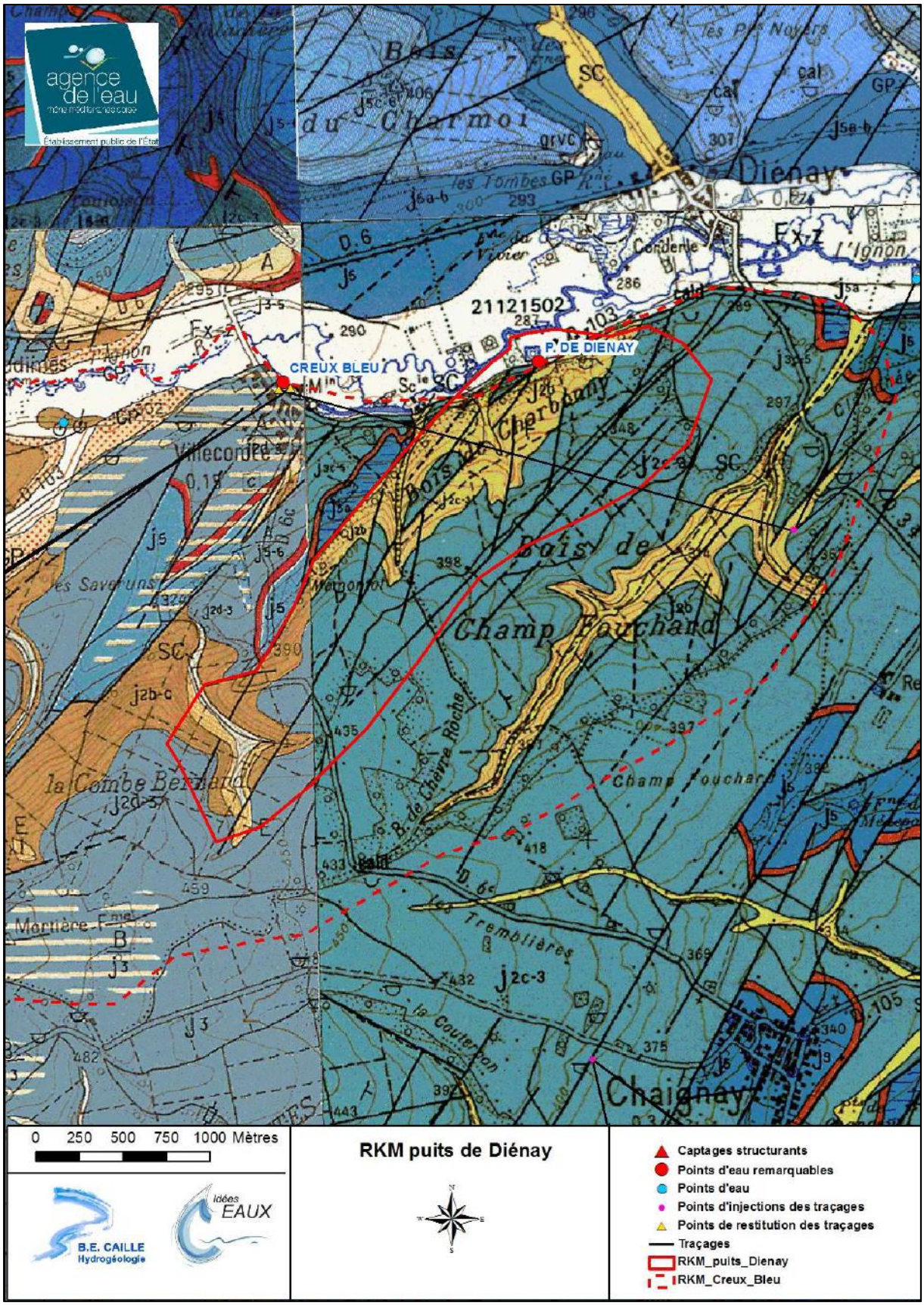


Figure 35 : RKM du puits de Diénay sur fond géologique.

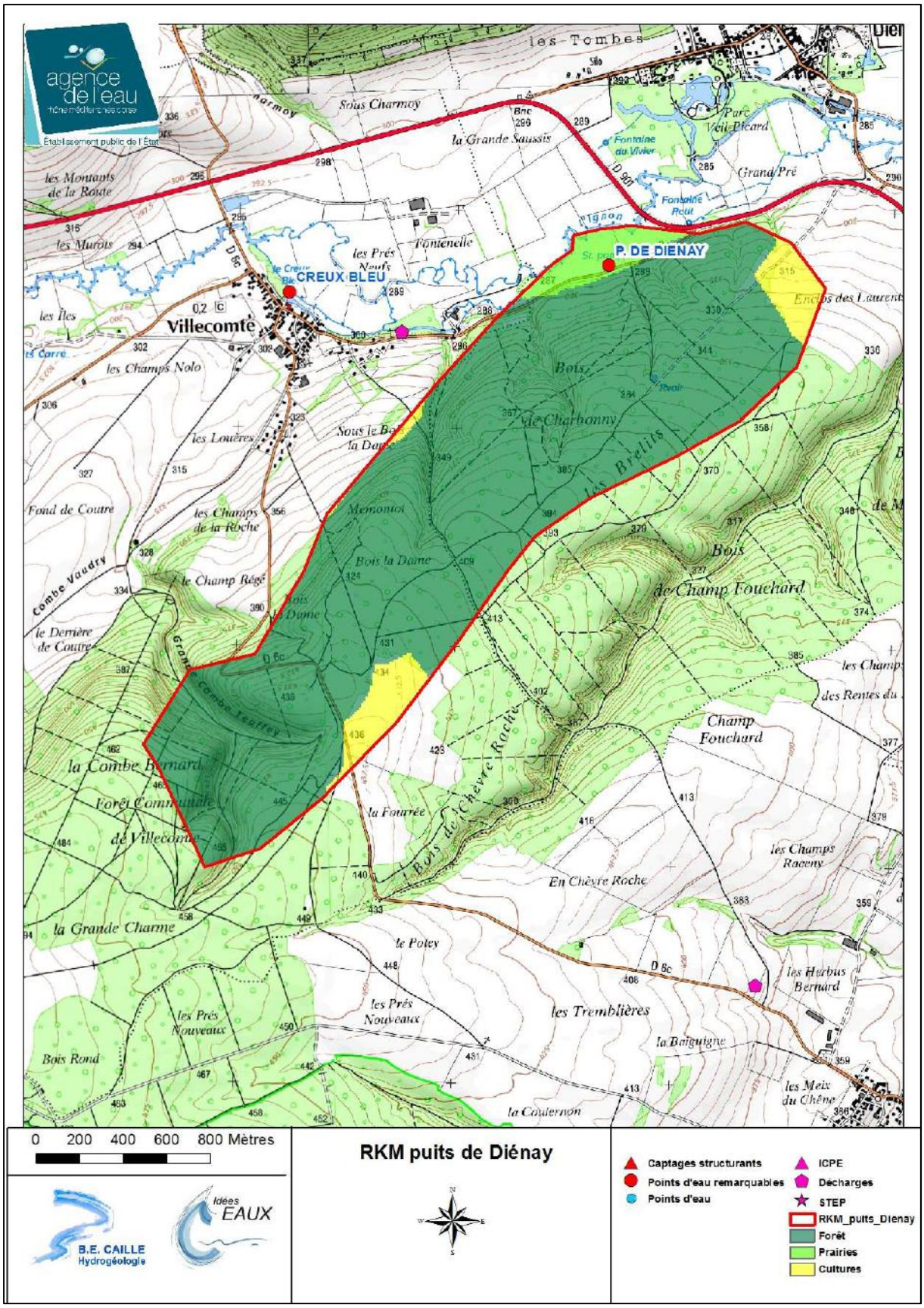


Figure 36 : Carte d'occupation du sol.

6.2. PUITS DE L'AIGE NOIRE (RKM_5)

6.2.1. Géographie

Le puits de l'Aige Noire se situe sur la commune de Spoy au Sud-Est du village. Cet ouvrage a une profondeur de 100 m. Le fait que cet ouvrage soit un forage profond rend la détermination de son aire d'alimentation difficile, de plus aucune étude permettant d'identifier son bassin d'alimentation n'a été réalisée.
Cependant en attendant la réalisation d'études complémentaires permettant de caractériser l'aire d'alimentation du captage, la ressource qui est associée pour le moment est la limite du périmètre de protection éloigné. Celui-ci s'étend vers le Nord – du captage à la D112 – et de l'Ouest vers l'Est - de la Tille à la D286.

6.2.2. Géologie et hydrogéologie

Ce puits d'une profondeur de 100 m traverse les alluvions de la Tille et les calcaires jurassiques du Kimméridgien inférieur et de l'Oxfordien supérieur - faciès du Séquanien et du Rauracien. Le substratum est, ici, représenté par les marnes de l'Oxfordien moyen – faciès de l'Argovien. La structure générale présente un pendage général du NNW vers le SSE.

La coupe géologique de l'ouvrage est la suivante :

- De 0 à 5 m : Sables et graviers peu argileux ;
- De 5 à 8 m : Sables et graviers propres ;
- De 8 à 10 m : Graviers très argileux de la Terrasse de Beire-le-Châtel ;
- De 10 à 25 m : Calcaires et marnes du Kimméridgien moyen ;
- De 25 à 32 m : Calcaires et argiles du Kimméridgien inférieur ;
- De 32 à 100 m : Calcaires du Séquanien et du Rauracien – Kimméridgien inf. et Oxfordien sup.

Cet ouvrage est équipé de crépines entre 5 et 100 m de profondeur. La coupe technique et géologique de l'ouvrage est présentée à la Figure 37. Lors de la foration deux arrivées ont pu être identifiées à -24 et -28 m.
Il capte à la fois les calcaires et la nappe alluviale. Toutefois, la nappe alluviale n'est pas captée en été, car à priori celle-ci s'assèche en se déchargeant dans les calcaires sous-jacents par l'absence d'une couche imperméable isolant la nappe alluviale des calcaires.

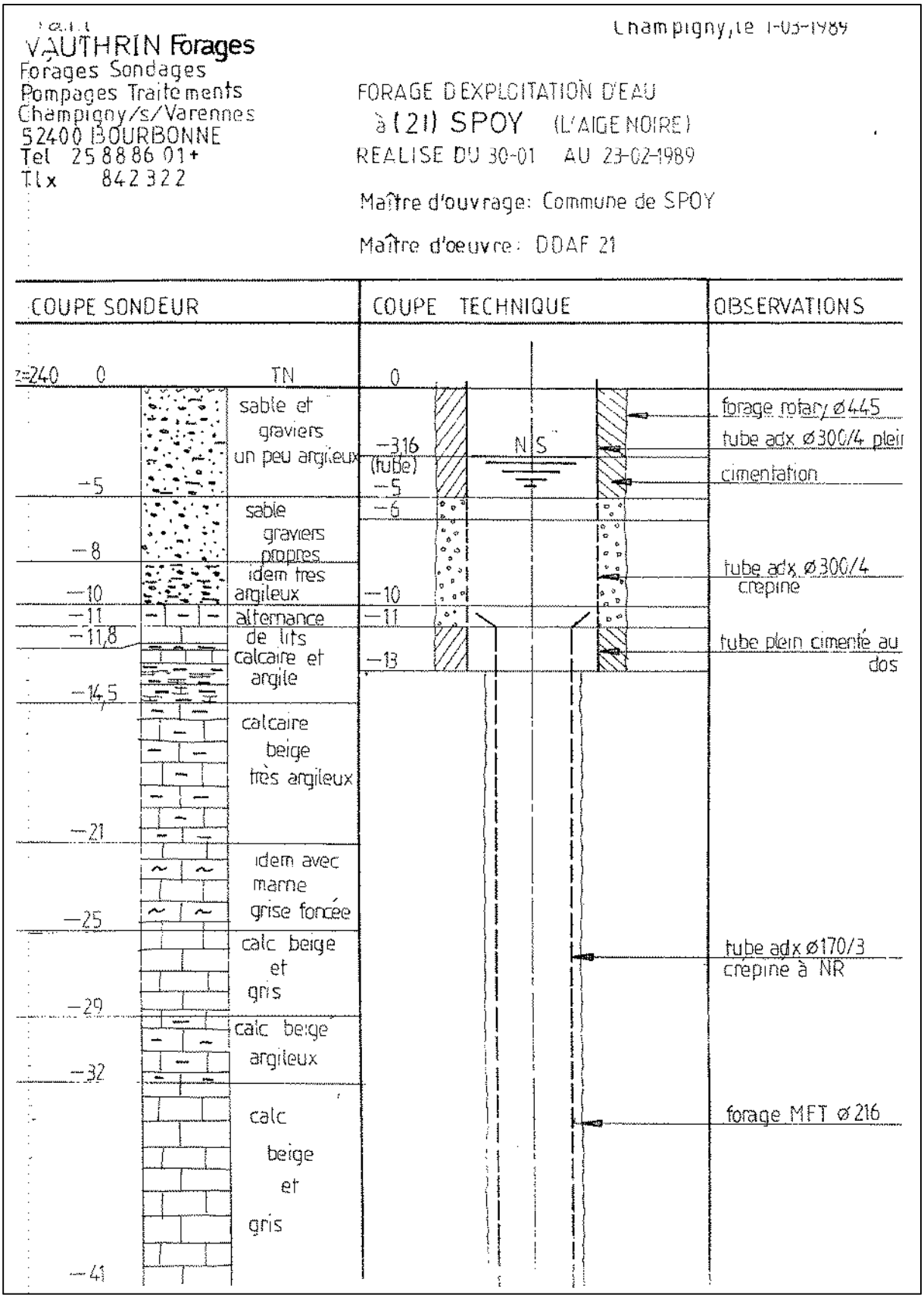


Figure 37 : Coupe technique et géologique de captage de SPOY

6.2.3. Qualité de la ressource

La conductivité de l'eau varie entre 500 et 600 µS/cm depuis 2001 avec une valeur moyenne de 530 µS/Cm. Les variations sont probablement induites par les eaux météoriques peu minéralisées, qui se mélangent avec les eaux à circulation plus lentes présentent dans l'aquifère.
La turbidité est nulle sur l'ensemble des analyses réalisée depuis 2004.
Les teneurs en nitrates varient entre 22 et 38 mg/l depuis 1998. La teneur moyenne est de 28 mg/l. Ces teneurs traduisent la présence de zones de cultures sur l'aire d'alimentation du captage.
Les analyses en pesticides ne montrent pas une présence régulière, mais plutôt ponctuelle à de faibles concentrations. Sur un total de 6 analyses du total pesticide, seules 3 analyses montrent une concentration supérieure à la limite de quantification avec une teneur maximum de 0,1 µg/l. La substance recensée est l'atrazine.
Les analyses d'eau ne montrent pas d'autres pollutions particulières.
Seul, un traitement au chlore est réalisé sur ce captage.

6.2.4. Occupation du sol

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, l'occupation du sol ne peut pas être analysée.

6.2.5. Vulnérabilité et risques de pollution

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, la vulnérabilité et les risques de pollution au niveau de ce captage ne seront pas réalisés durant cette étude.

6.2.6. Potentialité de la ressource

Le captage de l'Aige Noire est utilisé pour l'alimentation en eau potable de la commune de Spoy comptant 298 habitants.

Le pompage d'essai réalisé en février 1989 a permis d'obtenir les informations suivantes :

- Le pompage par paliers a permis de constater que le débit critique serait d'environ 74 m^3/h ;
- Un pompage d'essai à 53 m^3/h pendant 50 h a été réalisé. Le rabattement était de 3,16 m, ce qui conduit à une productivité de 17 m^3/h/m.

Le volume prélevé en 2011 par la commune est de 33 900 m^3, soit 93 m^3/j. A l'heure actuelle, le forage est équipé d'une pompe de 22,5 m^3/h et fonctionne environ 4 heures par jour.

Dans l'avenir, on peut envisager que cette ressource puisse être exploitée deux fois plus, soit à un débit de 50 m^3/h, débit inférieur au débit critique déterminé pour pérériser l'ouvrage. Ceci devra être confirmé par la réalisation d'études complémentaires et notamment un pompage durant une période de basses eaux.

Elle pourrait donc alimenter les UGE environnentes tels que : Beire-le-Châtel, SIAEP de Gémeaux, SIAEP de Clenay, Vievigne, Noiron-sur-Bèze, SIAEP de Ruffey.

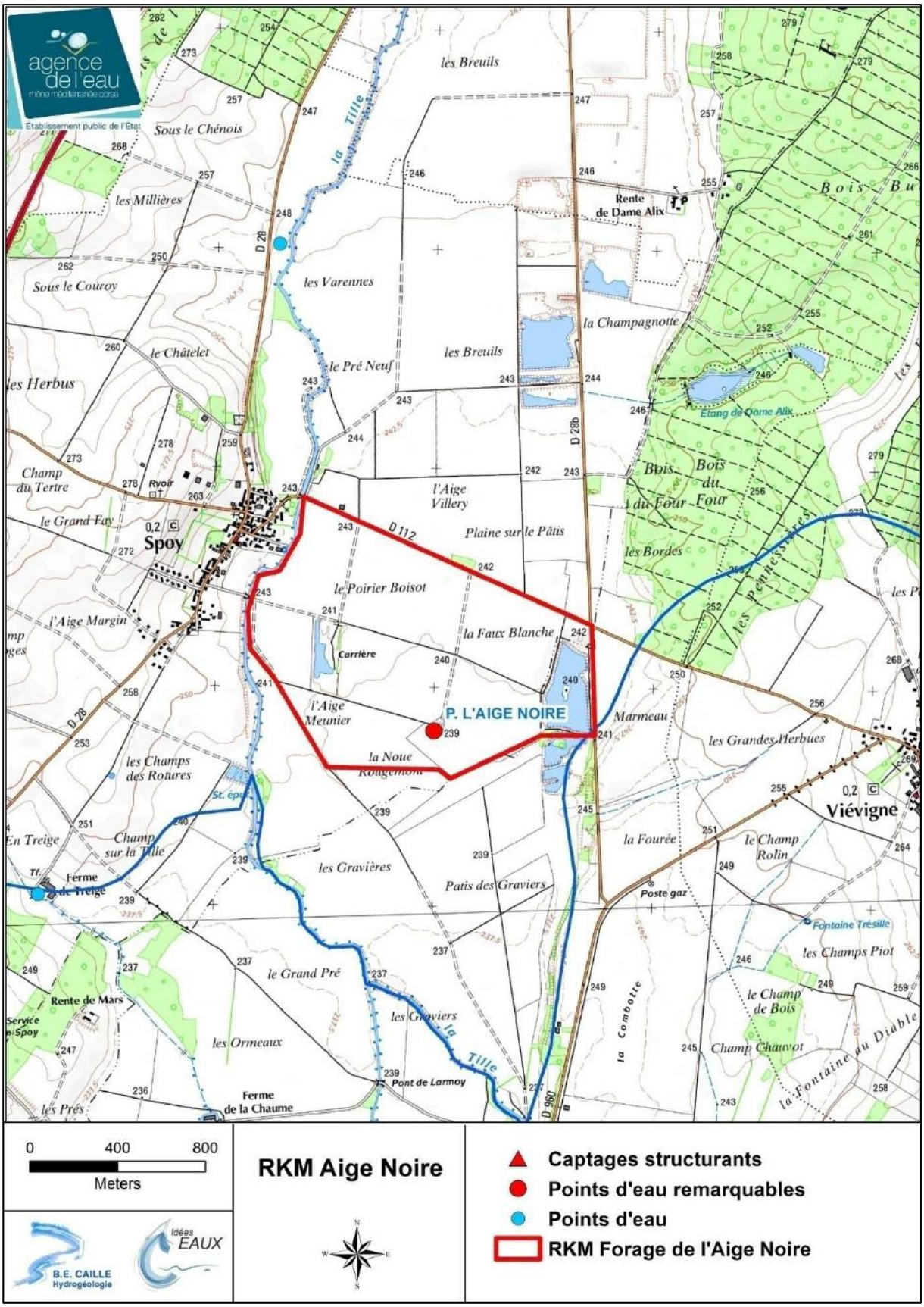


Figure 38 : RKM Aige Noire sur fond topographique

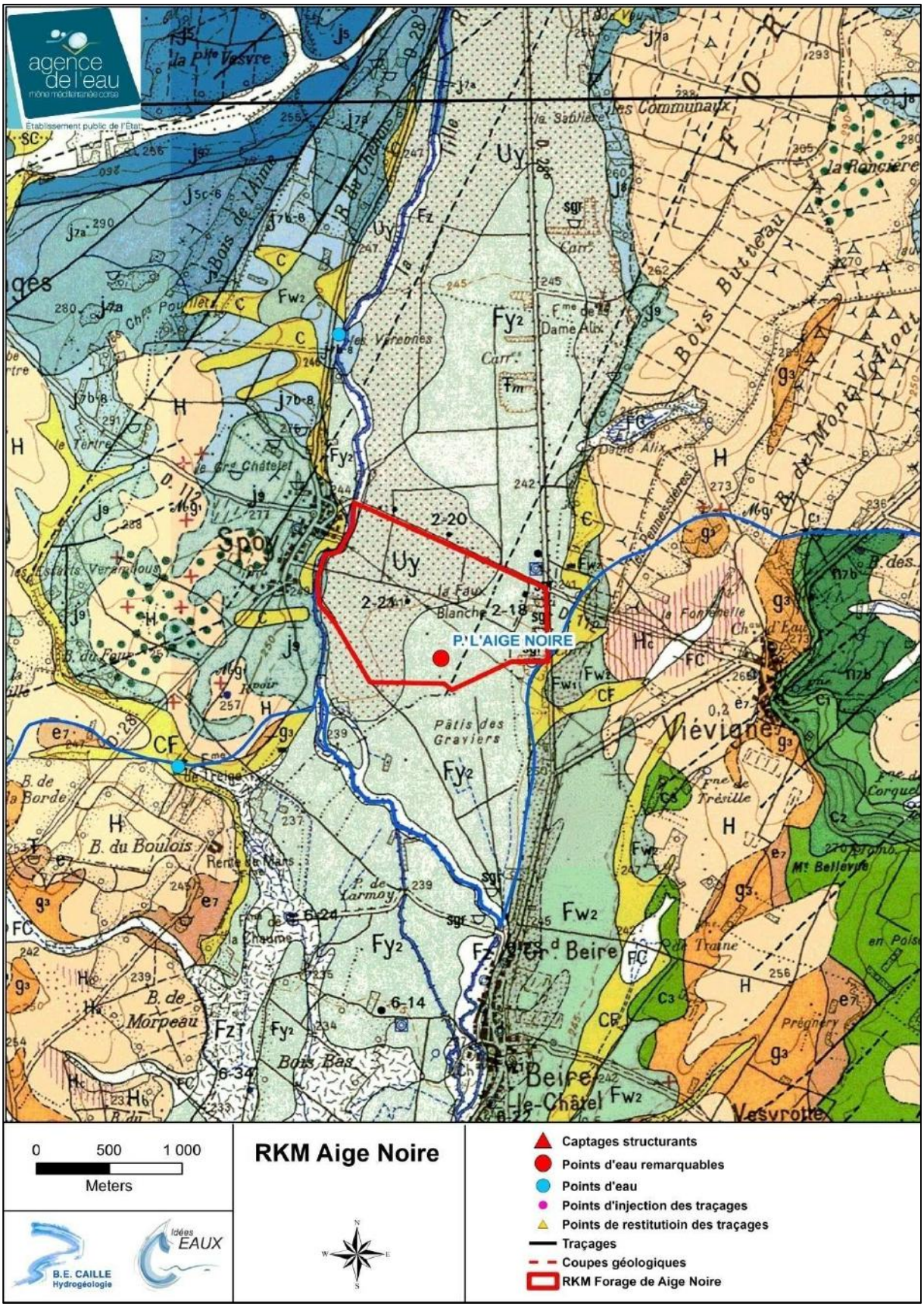


Figure 39 : RKM Aige Noire sur carte géologique

6.3. SOURCES DU VAL SUZON ET DU CRESSON (RKM_6)

6.3.1. Géographie

La ressource karstique majeure du Val Suzon intègre plusieurs sources (de l'amont vers l'aval) : la source du Cresson, la source au Chat, la source de Sainte-Foy et la source de la Rozoir.

La source du Cresson se situe en tête du bassin versant de la vallée du Suzon sur la commune de Saint-Martin-Du-Mont et alimente le syndicat de Saint-Martin-Du-Mont.
La source au Chat et de Sainte-Foy se situent plus en aval au niveau de Val Suzon aux abords du Suzon.
La source de Rozoir se situe, quant à elle, sur la commune de Messigny-et-Vantous aux abords également du Suzon.
Ces trois dernières sources alimentent le réseau d'alimentation en eau potable du Grand Dijon.

La ressource karstique majeure de la Vallée du Suzon correspond au bassin versant de la vallée du Suzon, soit de la source de la Rozoir jusqu'au village de Fromenteau. La superficie de la ressource est de 108 km².

Le Grand Dijon a lancé une étude de délimitation des BAC, sous maîtrise d'ouvrage de la Lyonnaise des Eaux, sur les 4 sources du Suzon et sur la source de Morceuil. Cette étude, qui s'achèvera en 2014 prévoit, contrairement à la présente étude, des investigations complémentaires qui aboutiront à une délimitation fiable des BAC. Les contours ainsi délimités seront intégrés à la présente étude.

6.3.2. Géologie et hydrogéologie

La source du Cresson est située en tête du bassin d'alimentation, où les calcaires du Bathonien supérieur et Callovien inférieur apparaissent en placages et en buttes sur les calcaires du Bathonien moyen et supérieur. Ce compartiment est limité à l'Ouest par un système de failles qui le sépare du « Horst de Saint-Seine-L'Abbaye et du Haut-Auxois ». Le décalage entre les deux compartiments peut atteindre 150 m par endroit. Le pendage général des couches dans le secteur est orienté vers l'Est.
Les eaux émergent dans la vallée du Suzon au niveau des calcaires du Bathonien moyen et supérieur après avoir emprunté un système karstique complexe développé sur un système de failles orientées N10-N30. Les circulations sont stoppées vers le bas par les Marnes du Lias imperméables recouvertes par les calcaires à entroques du Bajocien.

D'après le rapport de l'hydrogéologue agréé (M. Jacques THIERRY – 1996), il existe des relations directes entre les écoulements de surface et les émergences des sources. En effet, les ruisseaux de Panges et de Charmoy viennent se perdre dans les plateaux calcaires. Une relation a été mise en évidence par coloration en 1974 entre la perte de Panges et la source de la Dhuys. La source du Cresson est certainement également en relation directe avec cette perte.

La source au Chat et de Rozoir émergent dans la vallée du Suzon au contact des calcaires du Bajocien et de la nappe alluviale du Suzon. La source de Sainte-Foy émerge, quant à elle, au niveau d'une faille mettant en contact les calcaires du Bajocien et les marnes du Lias.
Ces sources drainent les eaux des formations calcaires du Callovien, du Bathonien et du Bajocien (Jurassique moyen). Le substratum imperméable de cet ensemble aquifère est représenté par les marnes du Lias, à l'affleurement en tête de bassin.
La structure générale de ces formations présente un pendage vers le SE et recoupées par de nombreuses failles de direction N 20°.
Au niveau de cette ressource karstique, la structure géologique ne permet pas le développement de zones karstiques noyées importantes.

Sur ce secteur, plusieurs traçages ont été réalisés et ont permis de déterminer les limites de l'aire d'alimentation de la source :

- Pertes de Panges : positif au niveau de la source de la Dhuys ;
- Carrière de la Casquette : positif au niveau du ruisseau Blanc – affluent du Suzon – vitesse : 20 m/j ;
- Pertes du Suzon en amont de la source au Chat : vitesse moyenne : 380 m/h ;
- Dolines à l'Est du village de Pasques : Résultat positif uniquement à la source du Cresson ;
- Maison Forestière de Sept Grives : Résultat positif sur la source au Chat.

Ces traçages ont permis de mettre en évidence une alimentation des sources par les calcaires du bassin versant du Suzon et par les pertes de la rivière – Le Suzon.

6.3.3. Qualité de la ressource

Les quatre sources présentent une conductivité de l'eau du même ordre de grandeur variant au court du temps entre 480 et 650 µS/cm. Ces variations sont induites par les eaux météoriques peu minéralisées, qui se mélangent avec les eaux à circulation plus lentes présentent dans l'aquifère.
La source au Chat, de Sainte-Foy et de Rozoir présentent de faibles valeurs de turbidité variant entre 0 et 2 NFU. La source du Cresson, quant à elle, montre une turbidité plus élevée avec des pics jusqu'à 25 NFU.

La source du Cresson présente des teneurs en nitrates variant entre 9 et 38 mg/l, la source de Sainte-Foy et de Rozoir entre 10 et 28 mg/l et la source au Chat entre 5 et 14 mg/l. Aucune des sources ne présente une concentration supérieure à la norme de qualité fixée à 50 mg/l. On peut toutefois constater des concentrations en nitrate différentes sur chaque ressource probablement induites par l'occupation des sols sur leur bassin d'alimentation proche. Sur le plateau calcaire directement en amont de la source au Chat, l'activité agricole est moins développée que pour les autres ressources. Il est également possible de constater que les variations sont en dent de scie. Ceci indique probablement que les fortes teneurs en nitrates sont liées aux périodes pluvieuses, qui lessivent les sols et/ou éventuellement aux périodes de traitement des sols.
Les analyses en pesticides totaux ne montrent pas une présence régulière, mais plutôt ponctuelle. Seule, la source de la Rozoir présente un dépassement de la norme de qualité fixée à 0,5 µg/l pour 1 analyse sur 18. Les pesticides recensés sont : diméthachlore, isoproturon et métazachlore.

6.3.4. Occupation du sol

La ressource karstique majeure du Val Suzon est représentée en majeure partie par des zones de forêt (66 %), puis des zones agricoles (30 %), des prairies (3 %) et des zones urbanisées (1 %).
Les zones urbanisées sont représentées par les villages suivants : Val Suzon, Curtil-Saint-Saine et Fromenteau. Le nombre d'habitants sur l'aire d'alimentation est faible, soit 742 habitants et une densité de 7 hab/km².
Cette aire ayant une superficie importante compte 1 ICPE (carrière) et 8 décharges anciennes, dont aucune de type B. Aucune STEP n'a été répertoriée sur la ressource. Ces éléments seront importants pour établir la carte des risques.
Cette ressource est recoupée par un seul axe routier important, la D971, comptabilisant 2000 à 5000 véhicules par jour.
Dans l'ensemble, cette ressource ne présente pas de problèmes importants d'occupation des sols.

6.3.5. Vulnérabilité et risques de pollution

Comme évoqué précédemment, le Grand Dijon a lancé une étude de délimitation des BAC et de détermination de la vulnérabilité et des risques, sous maîtrise d'ouvrage de la Lyonnaise des Eaux, sur les 4 sources du Suzon et sur la source de Morceuil. Cette étude, qui s'achèvera en 2014, prévoit, contrairement à la présente étude, des investigations complémentaires qui aboutiront à une délimitation fiable des BAC. Les résultats seront à intégrer à la présente étude.

6.3.6. Potentialité de la ressource

La source du Cresson alimente en eau potable le SIAEP de Saint-Martin-Du-Mont. En 2012, le volume d'eau prélevé était de 141267 m^3 (387 m^3/jour) pour 694 abonnés.

La source au Chat, de Sainte-Foy et de Rozoir alimentent le Grand Dijon. Le volume prélevé est comptabilisé pour l'ensemble de ces trois sources à Messigny-et-Vantoux. En 2011, le volume prélevé était de 6 248 200 m^3 (17 000 m^3/jour). Le nombre d'abonnés désservi par cette ressource n'est pas connu car le Grand Dijon, qui dessert Dijon et son agglomération, utilise plusieurs ressources en eau qui se mélangent.

Les informations de débit des sources sont les suivantes :

Source	Débit étiage (m^3/h)	Débit moyen (m^3/h)
Source du Chat	72	-
Source de Sainte-Foy	428	-
Source de Rozoir	126	-
Source du Cresson	28	60

La vallée du Suzon appartient au bassin versant de l'Ouche, qui a fait l'objet d'une étude des volumes prélevables. Celle-ci préconise de ne pas augmenter les prélèvements d'eau dans la vallée du Suzon et d'essayer de les réduire de 6 %. L'augmentation du débit d'exploitation des sources n'est pour le moment pas envisageable.

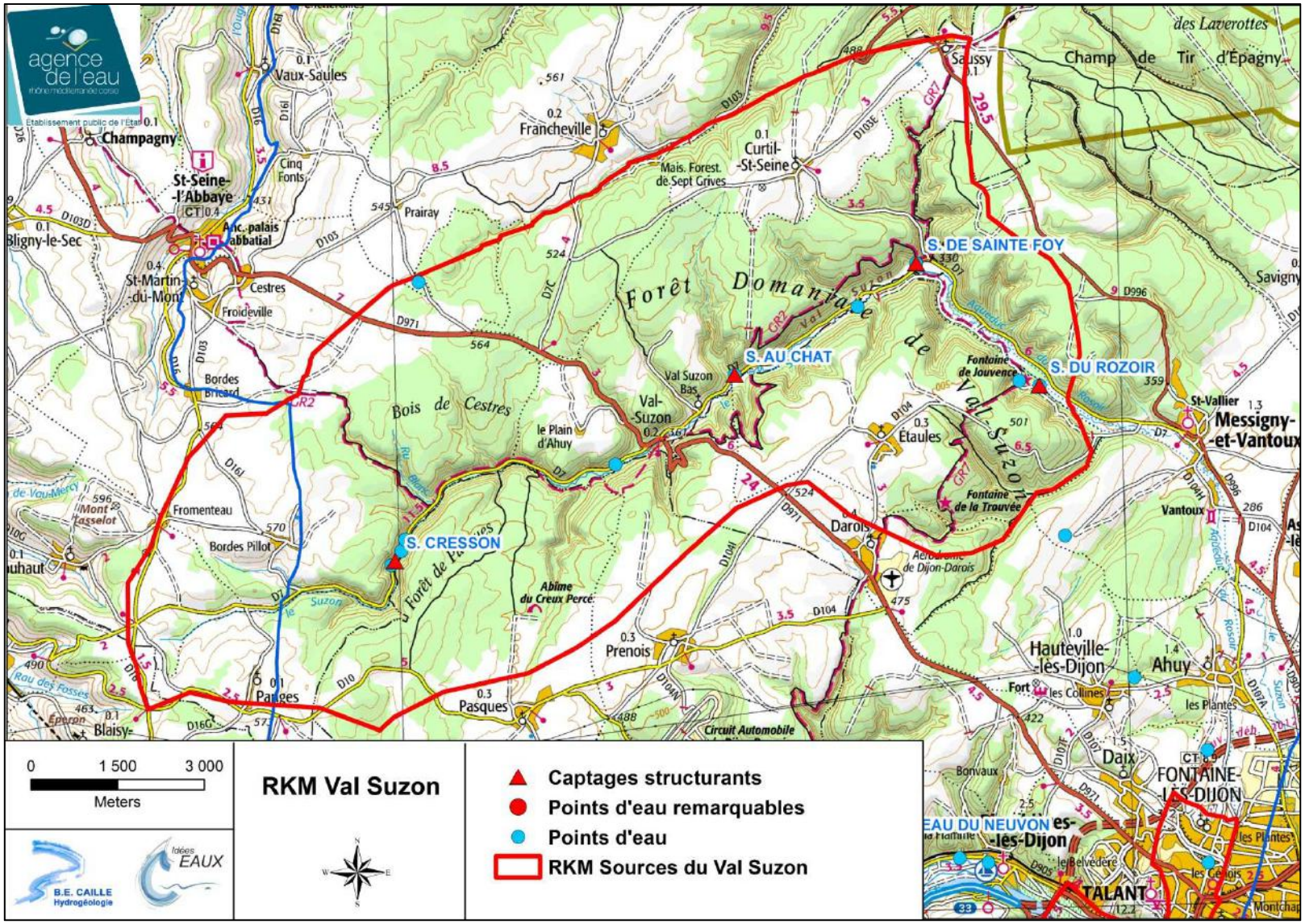


Figure 41 : RKM du Val Suzon sur fond IGN - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon

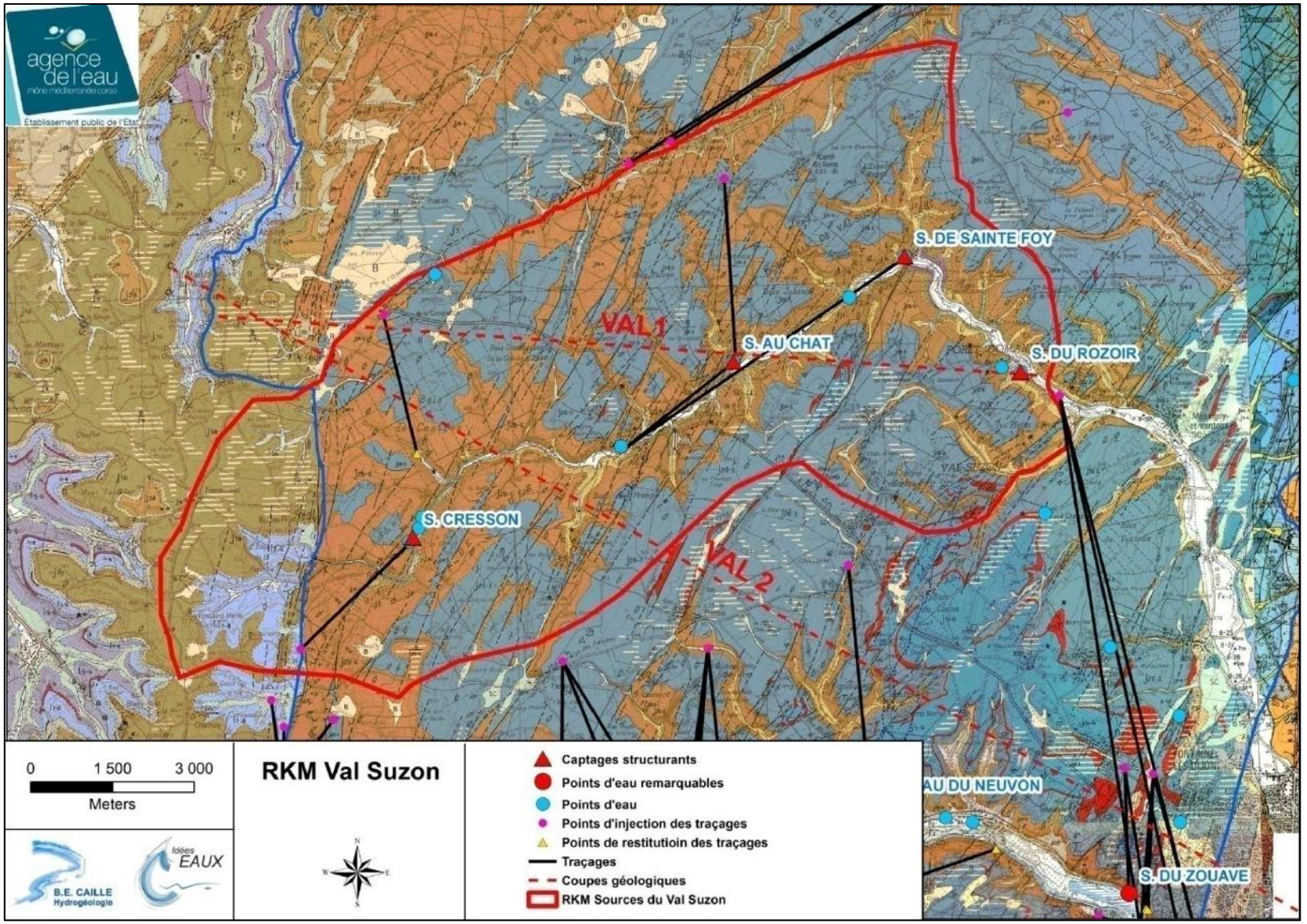
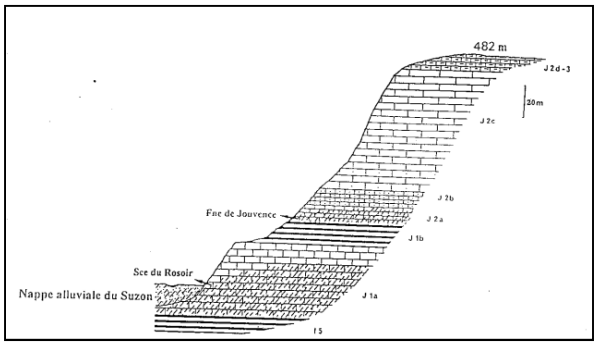
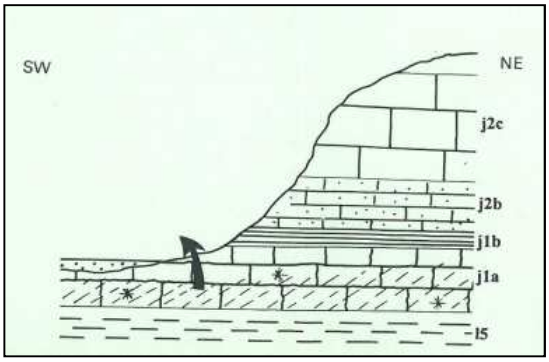


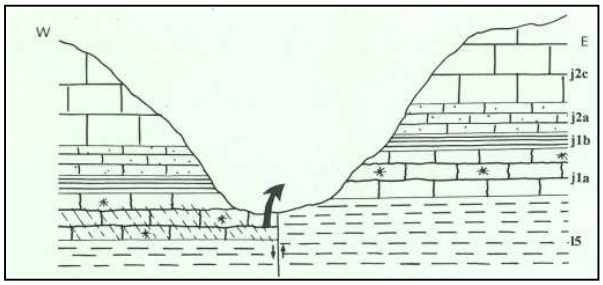
Figure 42 : RKM du Val Suzon sur carte géologique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon



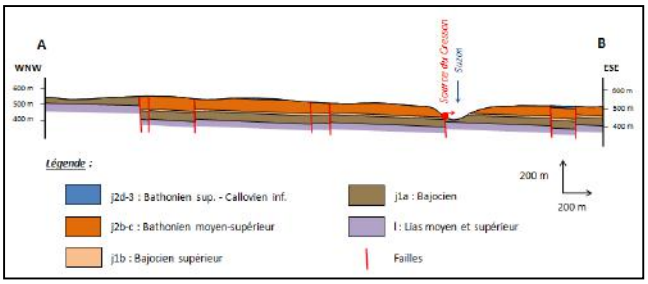
Source du Rozoir (d'après JP REBOUILLAT en 1984)



Source du Chat (d'après JP REBOUILLAT en 1984)

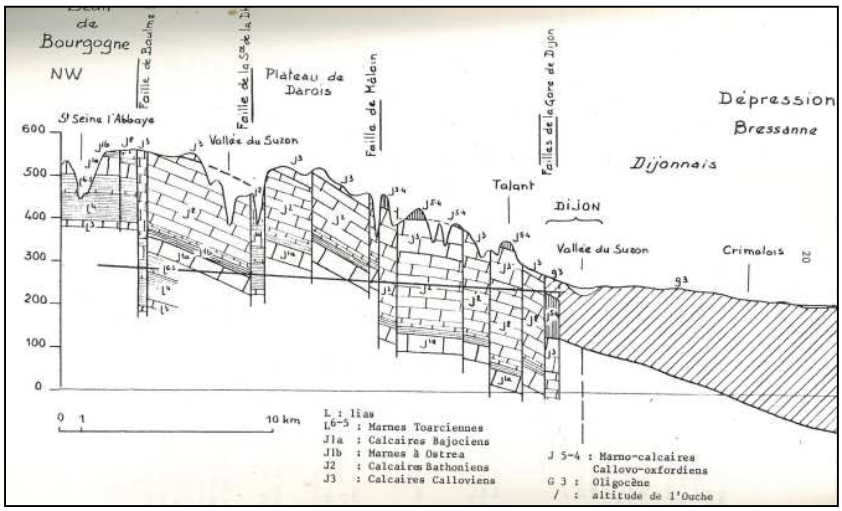


Source de Sainte-Foy (d'après JP REBOUILLAT en 1984)



Source du Cresson (d'après le BE CAILLE)

VAL2



VAL1

Coupe générale (d'après CLAIR en 1982)

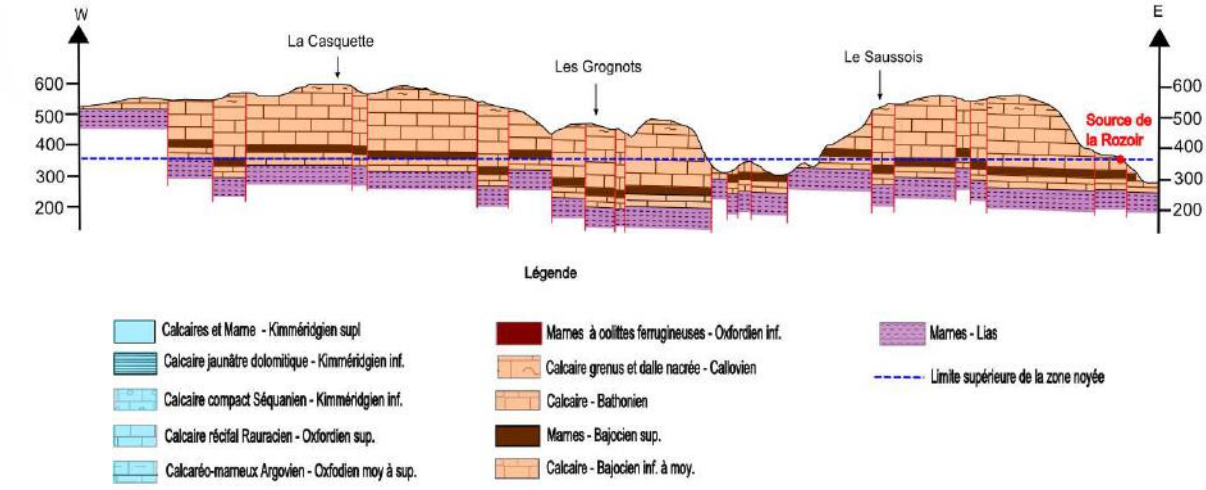


Figure 43 : Coupe géologique recoupant la ressource karstique du Val Suzon (RKM 6)

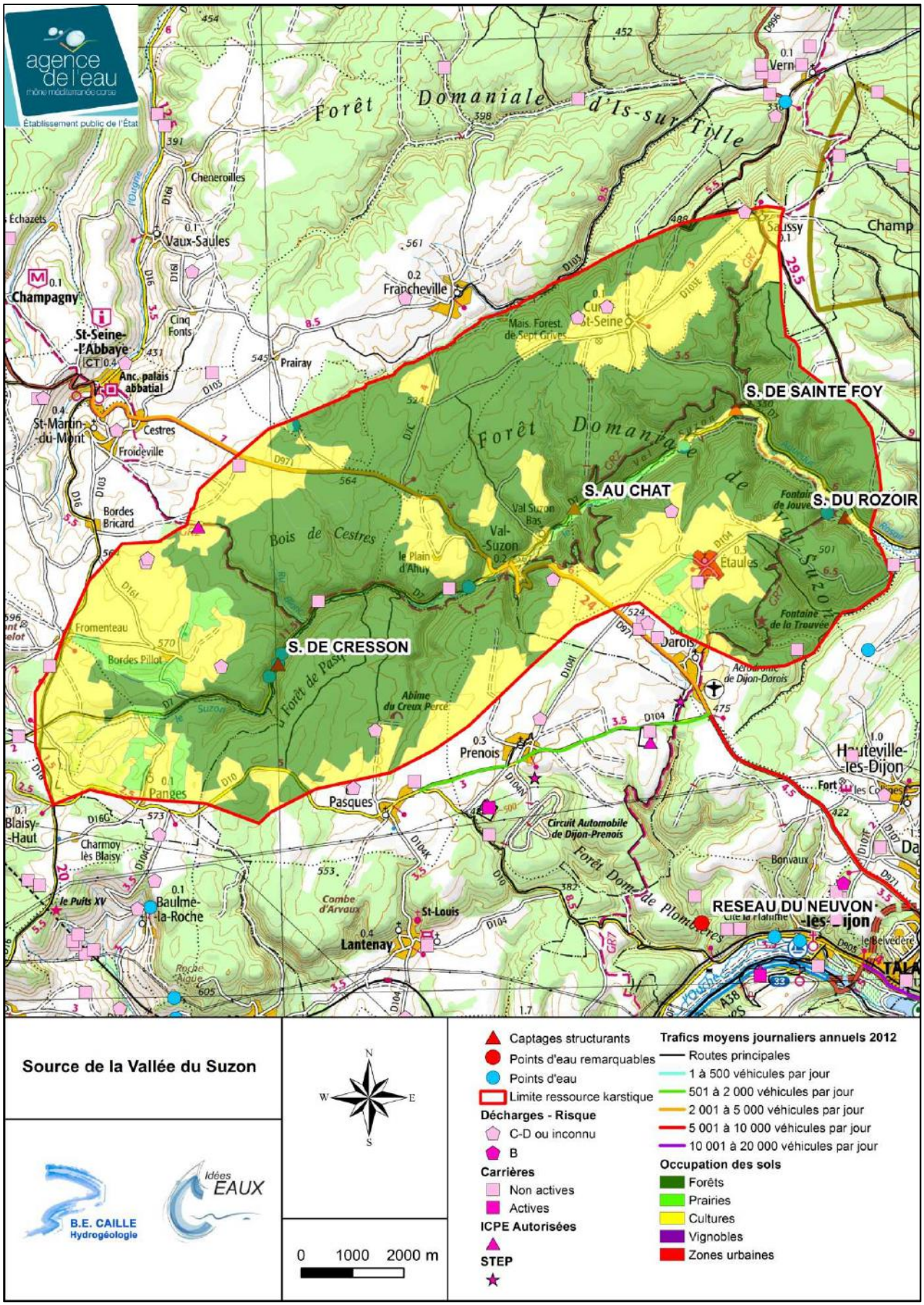


Figure 44 : Carte d'occupation des sols – Sources de Val Suzon

6.4. PUITS DES GORGETS (RKM_9)

6.4.1. Géographie

Le champ captant des Gorgets se situe en aval du lac Kir sur la commune de Dijon. Le champ captant est composé de 8 ouvrages, dont quatre recoupent le karst. Un seul de ces forages (forage F1) est équipé d'une pompe, qui permet l'exploitation de celui-ci uniquement en cas d'alerte durant les périodes d'étiage. C'est uniquement cet ouvrage, qui intéresse l'étude menée. Cet ouvrage a une profondeur de 45 m. Le fait que cet ouvrage soit un forage profond rend la détermination de son aire d'alimentation difficile, aucune étude permettant d'identifier son bassin d'alimentation n'a été réalisée.
Cependant, et en attendant la réalisation d'études complémentaires, la ressource est associée pour le moment à la limite de son périmètre de protection rapproché. Celui-ci s'étend vers le Nord sur le versant calcaire jusqu'à Ahuy et vers le Sud sur le versant calcaire jusqu'à Chenove.

6.4.2. Géologie et hydrogéologie

Le champ captant des Gorgets se trouve entre les plateaux jurassiques de l'Arrrières-Côte et l'extrémité nord de la dépression bressane. Une faille majeure, nommée « faille de la Gare », présentant 100 m de rejet vertical les sépare. Les calcaires jurassiques se trouvent au contact de poudingues calcaires d'âge Oligocène, puis plus à l'Est d'argiles jouant un rôle de blocage des circulations d'eau en profondeur.

Le forage F1 d'une profondeur de 45 m traverse les alluvions de l'Ouche et les calcaires du Bathonien du Jurassique moyen. Le substratum est représenté par les marnes du Lias (Jurassique inférieur).

La coupe géologique de l'ouvrage est la suivante :

- De 0 à 5 m : Sables et graviers peu argileux ;
- De 5 à 15 m : Alluvions avec niveaux indurés – Alluvions de l'Ouche ;
- De 15 à 25 m : Calcaires fins, durs, sublithographiques – Bathonien supérieur ;
- De 25 à 38 m : Calcaires oolithique blanc, très poreux – Bathonien moyen ;
- De 38 à 44,5 m : Calcaires pisolithiques, fossilifères, dur et compact – Bathonien inférieur ;
- De 44,5 à 47 m : Marnes à Ostréa – Bajocien supérieur.

Cet ouvrage est équipé de crépines entre 19 et 44 m de profondeur. L'ouvrage capte uniquement les formations calcaires. La coupe technique et géologique de l'ouvrage est présentée à la Figure 45.

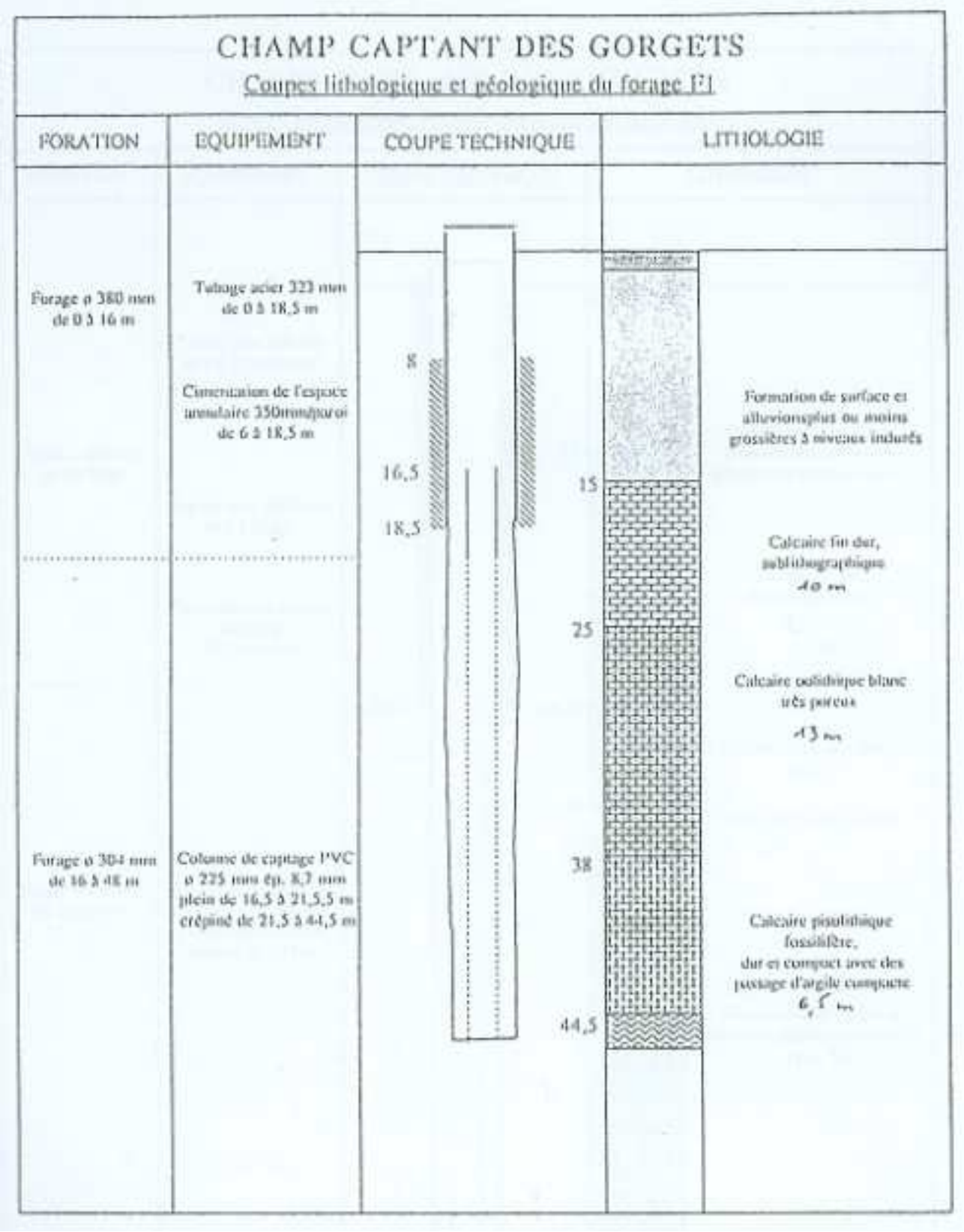


Figure 45 : Coupe technique et géologique du forage F1 – Champ captant des Gorgets

6.4.3. Qualité de la ressource

Les analyses d'eau à disposition correspondent aux mélanges d'eau des différents ouvrages exploités au niveau du champ captant des Gorgets. Ces analyses ne permettent donc pas de caractériser l'ouvrage en lui-même, d'identifier d'éventuelles spécificités présentent sur son bassin d'alimentation et d'interpréter les données.

La conductivité de l'eau varie entre 620 et 720 µS/cm.
La turbidité est nulle sur l'ensemble des analyses réalisée depuis 2004.
Les teneurs en nitrates varient entre 10 et 27 mg/l depuis 1991. La teneur moyenne est de 18 mg/l. Ces teneurs traduisent la présence de zones de cultures sur l'aire d'alimentation du champ captant. Les fortes variations des teneurs en nitrates peuvent être induites par des circulations rapides suite aux épisodes pluvieux qui lessivent les sols.
Les analyses en pesticides totaux montrent une présence régulière entre 0 et 0,15 µg/l. Aucune des analyses présentent un dépassement de la limite de qualité fixée à 0,5 µg/l. Les pesticides recensés sont l'atrazine, le dinoterbe et la simazine.
Les analyses d'eau ne montrent pas d'autres pollutions particulières.
Seul, un traitement au chlore est réalisé sur ce captage.

6.4.4. Occupation des sols

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, l'occupation des sols ne peut pas être analysée.

6.4.5. Vulnérabilité et risques de pollution

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, la vulnérabilité et les risques de pollution au niveau de ce captage ne seront pas réalisés durant cette étude.

6.4.6. Potentialité de la ressource

Le forage F1 des Gorgets est utilisé pour l'alimentation en eau potable pour l'agglomération de Dijon uniquement en cas d'alerte, soit en cas de manque d'eau en période d'étiage. Les volumes pompés sur cet ouvrage par an ne sont pas connus. Durant l'été 2014, celui-ci n'a pas été activé.

La réalisation d'un pompage d'essai a mis en évidence un débit critique du forage F1 de 300 m^3/h.

La champ captant des Gorgets appartient au bassin versant de l'Ouche, qui a fait l'objet d'une étude de volume prélevable. Cette étude préconise pour préserver le milieu naturel de l'Ouche de ne pas augmenter les prélèvements sur la vallée de l'Ouche et d'essayer de les réduire de 6 %.

L'augmentation des prélèvements ne peut pas être estimée dans cette étude. Il faudrait réaliser des études complémentaires permettant d'identifier l'aire d'alimentation et les relations entre l'Ouche et le forage F1, afin de ne pas augmenter le déficit dans le bassin versant.

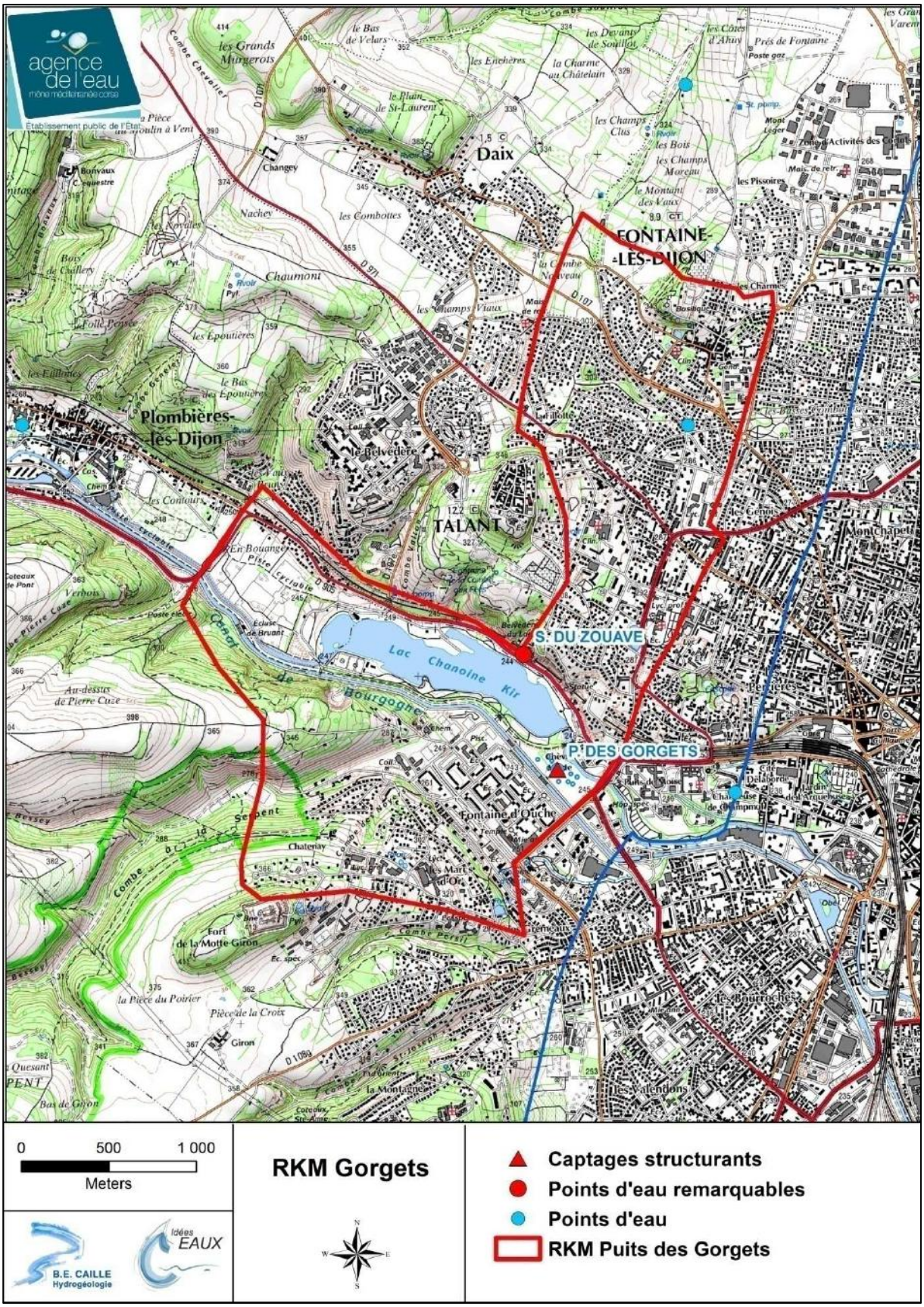


Figure 46 : RKM des Gorgets sur fond topographique

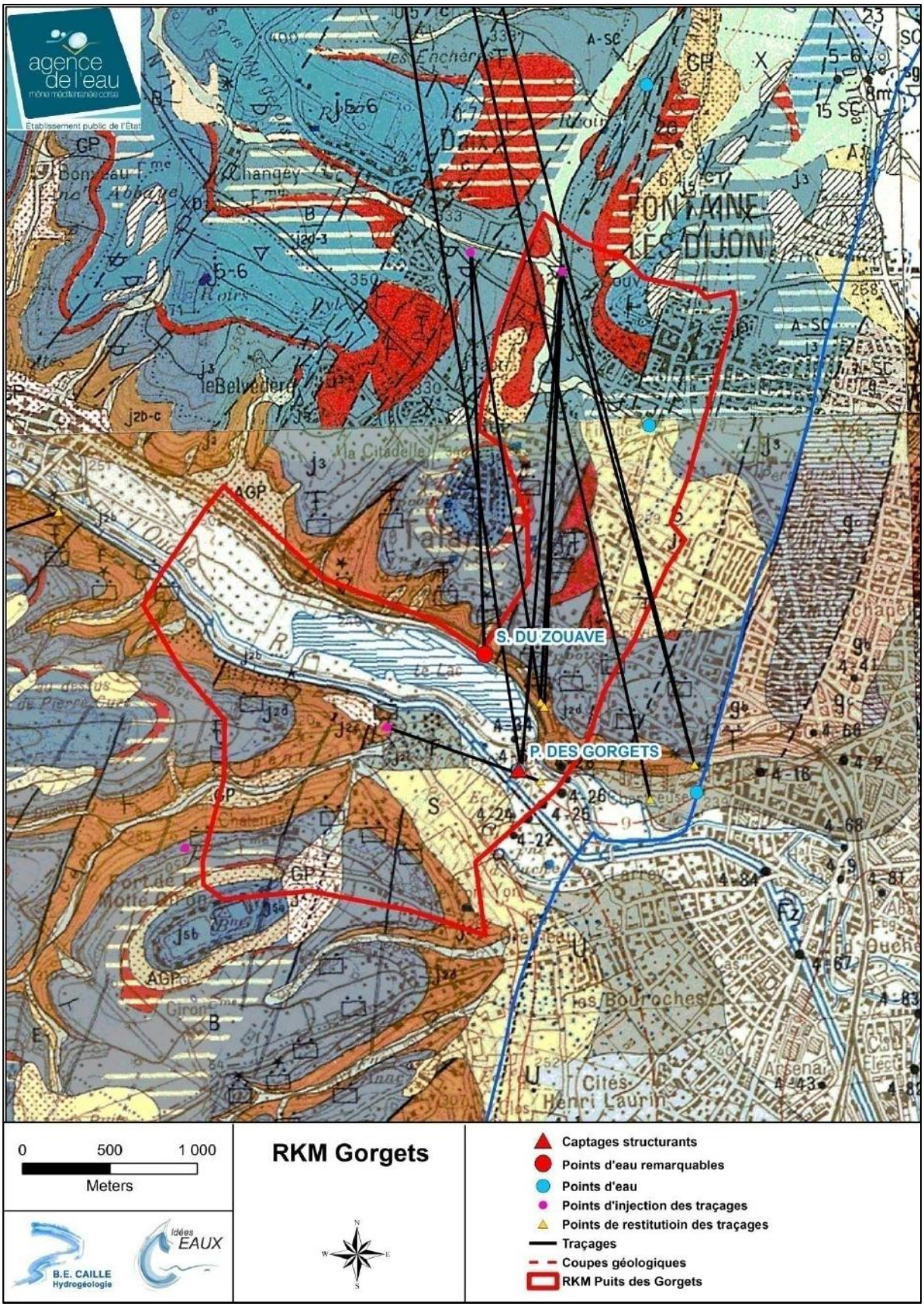


Figure 47 : RKM des Gorgets sur carte géologique

6.5. SOURCE DE MORCUEIL (RKM 10)

6.5.1. Géographie

La source de Morcueil se situe sur la commune de Fleurey-sur-Ouche. L'émergence de la source se situe à la sortie Ouest du village aux abords de l'Ouche.
La délimitation de la ressource karstique (soit la source et son bassin d'alimentation) est déclinée en deux zones :

- Une zone d'alimentation correspondant à la zone d'infiltration directe vers l'aquifère concerné par la ressource. Dans le cas de la source de Morcueil, nous avons utilisé les traçages réalisés, la géologie et la topographie. Au Nord la limite s'arrête au niveau de la ligne de crête, au NE au niveau de la limite Bajocien/Lias et au NW au niveau d'un thalweg. À cette zone est intégré le bassin versant calcaire situé au sud de la source identifié par traçages. La superficie de cette aire est de 91 km² ;
- Une zone d'alimentation correspondant au bassin versant hydrologique et hydrogéologique des pertes de l'Ouche et du Pralon, soit une superficie de 404 km².

Dans cette étude, seule l'aire d'alimentation par l'impluvium a été étudiée. Celle-ci s'étend du Sud vers le Nord entre Détain-et-Bruant et Panges ; et d'Ouest en Est de Fleurey-sur-Ouche à Agey.

Le Grand Dijon a lancé une étude de délimitation des BAC, sous maîtrise d'ouvrage de la Lyonnaise des Eaux, sur les 4 sources du Suzon et sur la source de Morceuil. Cette étude, qui s'achèvera en 2014 prévoit, contrairement à la présente étude, des investigations complémentaires qui aboutiront à une délimitation fiable des BAC. Les contours ainsi délimités seront à intégrer à la présente étude.

6.5.2. Géologie et hydrogéologie

La source de Morcueil émerge en pied de coteau des calcaires du Bathonien à l'interface avec la nappe alluviale de l'Ouche. Cette source draine les eaux des calcaires du Callovien, du Bathonien et du Bajocien (Jurassique supérieur). Le substratum imperméable de cet ensemble aquifère est représenté par les marnes du Lias (Jurassique inférieur). Ces formations sont recoupées par de nombreuses failles, dont l'orientation se situe entre N5° et N20°, créant une multitude de compartiment. Une faille N 70° est également observée au Nord de Mâlain. Celle-ci met en contact les calcaires du Bathonien avec les calcaires du Callovien.

Dans la bibliographie, 4 traçages touchent cette ressource :

- Pertes de l'Ouche : résultats positif sur la source de Morcueil, on ne connait pas la proportion du débit de l'ouche qui alimente la source ;
- Pertes du Pralon : vitesse moyenne 43 m/h ;
- Ancey : vitesse moyenne 10 m/j ;
- Quemigny – Poisot : vitesse moyenne 65 m/h.

Ces traçages indiquent une alimentation de la source de Morcueil par les pertes de rivière l'Ouche et le Prâlon et par les versants calcaires Nord et Sud entourant la source.

La source de Morcueil présente un débit d'étiage de 1800 m^3/h et un débit moyen de 14400 m^3/h. Le débit moyen permet d'évaluer la superficie théorique du bassin d'alimentation d'une source. En utilisant un débit moyen de 14400 m^3/h et une précipitation efficace de 300 mm/an (valeur issue de la Thèse de P. Corbier), la superficie de l'aire d'alimentation est évaluée à 420 km².
L'aire d'alimentation complète (aire de l'impluvium calcaire et aire du bassin versant des pertes) délimité est de 414 km². La surface calculée, via le débit moyen, et la surface tracé présente la même superficie. Ceci est un élément supplémentaire, qui permet d'argumenter la délimitation de la ressource.

6.5.3. Qualité de la ressource

La conductivité de l'eau varie entre 520 et 650 µS/cm. Ces variations sont probablement induites par les eaux météoriques peu minéralisées, qui se mélangent avec les eaux à circulation plus lentes présentent dans le karst.
La turbidité varie entre 0 et 4,5 NFU. Ces variations sont également induites par les épisodes pluvieux, qui lessivent les sols.
Les teneurs en nitrate se situent entre 5 et 33 mg/l. La teneur moyenne est de 14,4 mg/l. Les concentrations ne dépassent pas la limite de qualité fixée à 50 mg/l. Celles-ci varient en dent de scie. Ce type de variation est probablement lié aux épisodes pluvieux, qui lessivent les sols et/ou éventuellement aux périodes de traitement. Ces teneurs en nitrates traduisent une présence d'activités agricoles sur le bassin d'alimentation, identifiée ici à 27 % de la surface du BAC.
Les pesticides totaux sont présents régulièrement dans les analyses d'eau, mais ne montrent pas de concentrations supérieures à la limite de qualité fixée à 0,5 µg/l. Ceci confirme la présence d'activités agricoles sur le bassin d'alimentation de la ressource. Les pesticides recensés sont : AMPA, isoproturon, dimétachlore, diméthénamide.
Pas d'autres éléments polluants sont observés.

6.5.4. Occupation des sols

La surface de l'aire d'alimentation provisoire de l'aquifère (91 km^2) est représentée par 65 % de forêts, 27 % de zones agricoles, 5 % de prairies et de 3 % de zones urbanisées.
Les zones urbanisées sont représentées par les villages suivants : Mâlain, Ancey, Prâlon, Sainte-Mairie-sur-ouche, Pémilly-en-Montagne, Agey, Gergueil et Arcey. Le nombre d'habitants sur l'aire d'alimentation est faible et comptabilise 2220 habitants, soit une densité de 24 hab/km².
Cette aire ayant une superficie importante compte 3 STEP, 10 carrières non exploitées et 8 décharges, dont aucune de type B. Ces éléments seront importants pour établir la carte des risques.
Elle est également recoupée par un axe routier important au centre de la vallée, l'A38.

6.5.5. Vulnérabilité et risques de pollution

Comme évoqué précédemment, le Grand Dijon a lancé une étude de délimitation des BAC et de détermination de la vulnérabilité et des risques, sous maîtrise d'ouvrage de la Lyonnaise des Eaux, sur les 4 sources du Suzon et sur la source de Morceuil. Cette étude, qui s'achèvera en 2014, prévoit, contrairement à la présente étude, des investigations complémentaires qui aboutiront à une délimitation fiable des BAC. Les résultats seront à intégrer à la présente étude.

6.5.6. Potentialité de la ressource

La source de Morcueil est utilisée pour l'alimentation en eau potable de Dijon et de son agglomération. Le volume prélevé en 2011 était de 140 800 m^3.

D'après les données bibliographiques, les débits de la source seraient les suivants :

- Débit moyen : 4 m^3/s, soit 14 400m^3/h ;
- Débit en étiage : 0,5 m^3/s, soit 1800 m^3/h.

La source de Morcueil appartient au bassin versant de l'Ouche, qui a fait l'objet d'une étude de volume prélevable. Cette étude préconise pour préserver le milieu naturel de l'Ouche et éviter le déficit quantique du milieu superficiel de ne pas augmenter les prélèvements sur la vallée de l'Ouche et d'essayer de les réduire de 6 %. Une augmentation des prélèvements sur ce captage n'est donc pas envisageable pour le moment.
Pour pouvoir augmenter les débits de prélèvement, il pourrait être envisagé de faire de la gestion active, c'est-à-dire d'implanter un forage d'exploitation au niveau d'une zone noyée du karst.
Dans le cas de la source de Morcueil et d'après la géologie, une zone noyée est à priori présente dans les calcaires du Bajocien et du Bathonien au Nord de la source jusqu'à la faille de direction N 70°. Cette zone noyée a une superficie de 22 km² pour une épaisseur moyenne de 170 m et dont le volume théorique est de 37.10^6 m^3 en considérant un pourcentage de vide de 1%.



Figure 48 : RKM de Morcueil et impluvium des pertes de l'Ouche et de la Panges sur fond IGN - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon

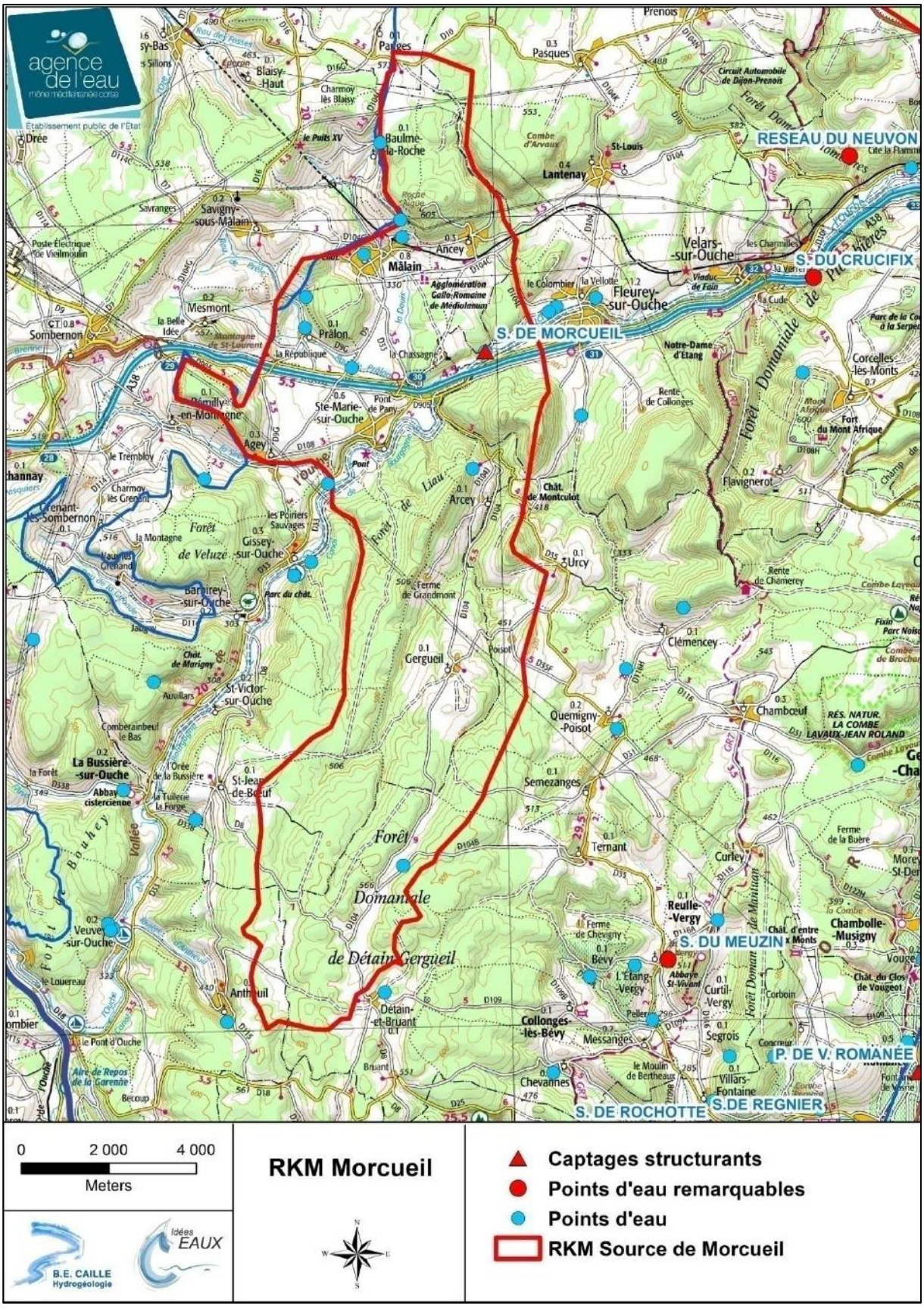


Figure 49 : RKM de Morcueil sur fond topographique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon



Figure 50 : RKM de Morcueil et sa zone noyée associée sur fond topographique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon

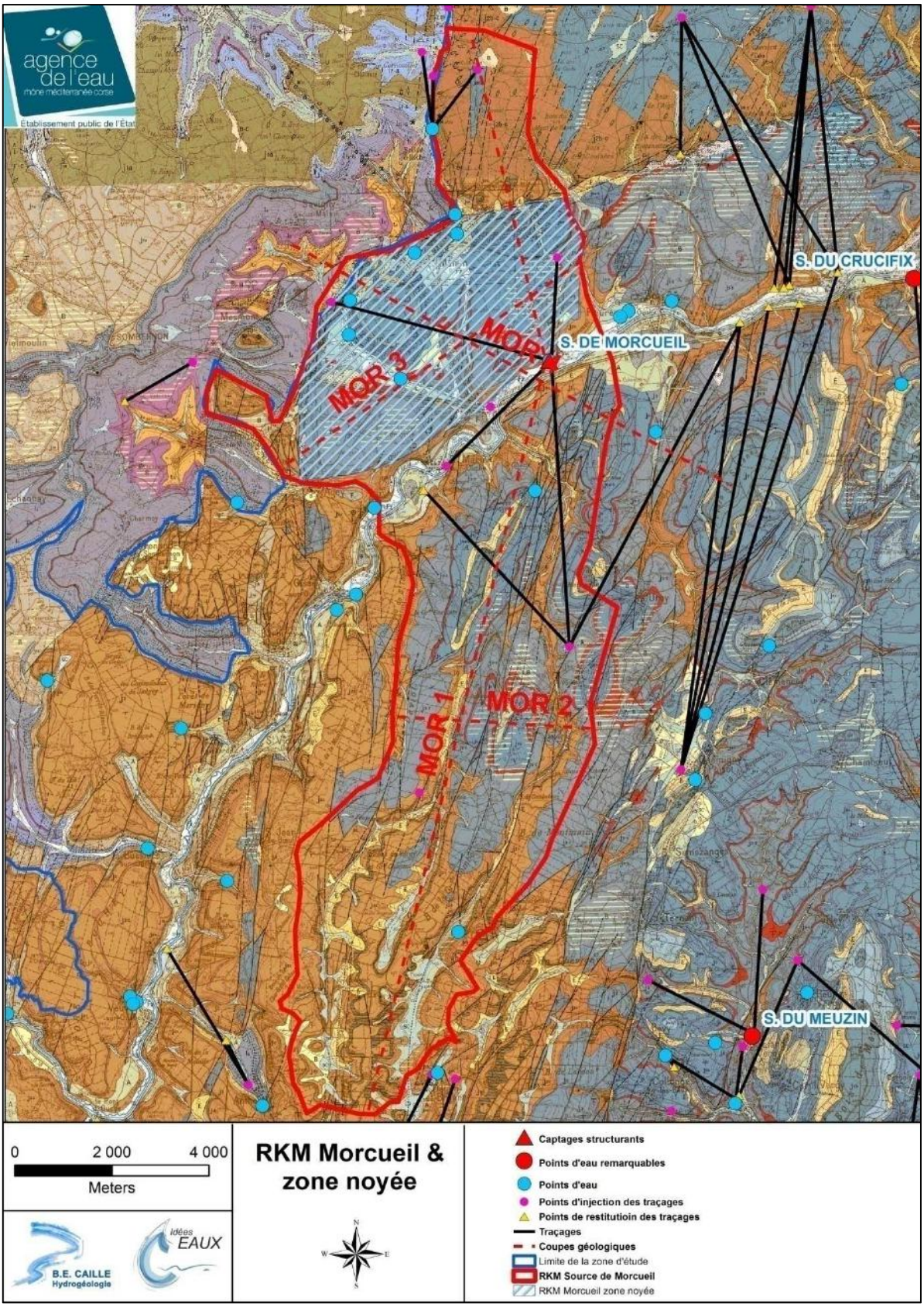


Figure 51 : RKM de Morcueil et sa zone noyée associée sur carte géologique - Délimitation provisoire dans l'attente des résultats de l'étude du Grand Dijon

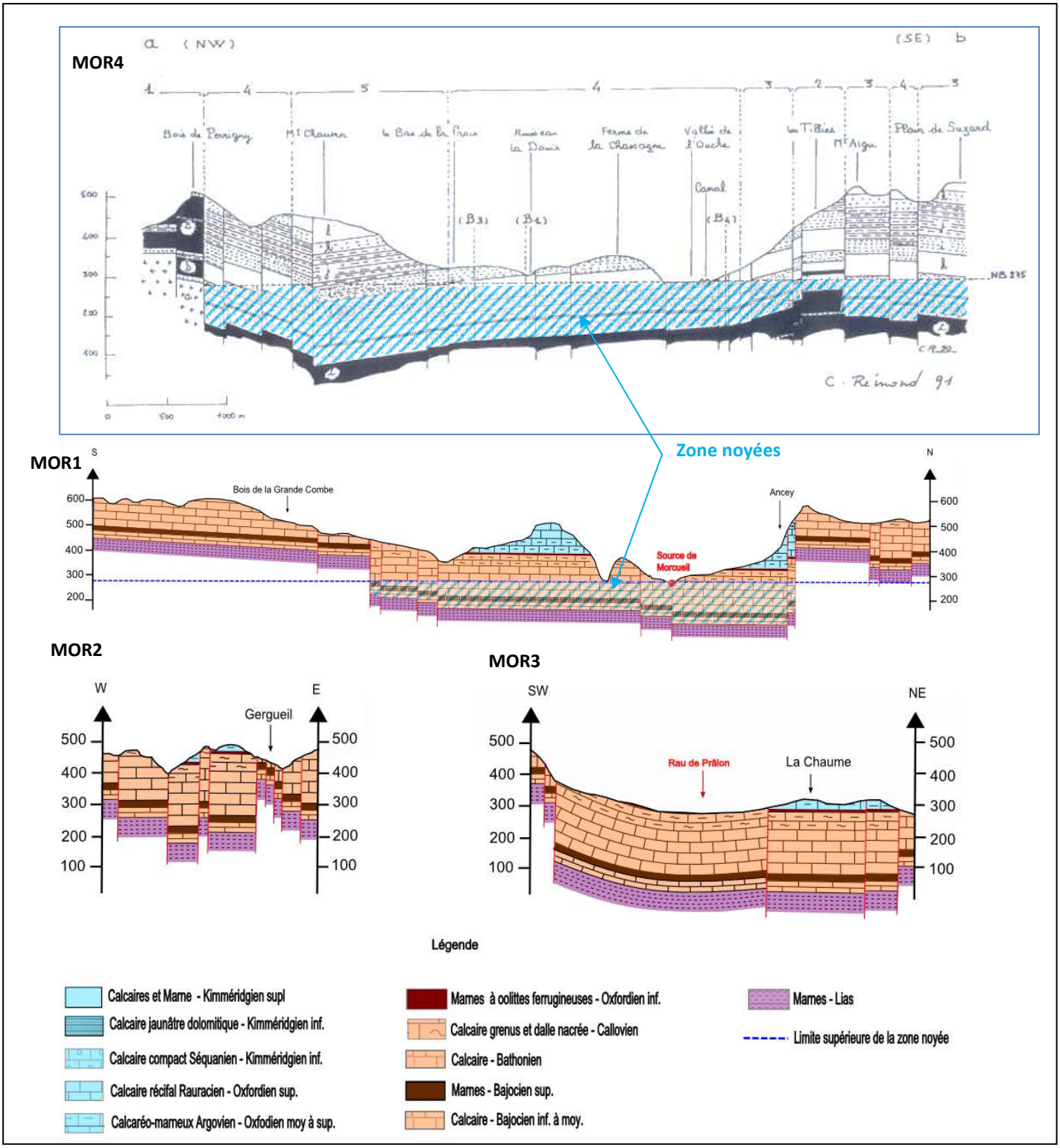


Figure 52 : Coupe géologique de la vallée de l'Ouche

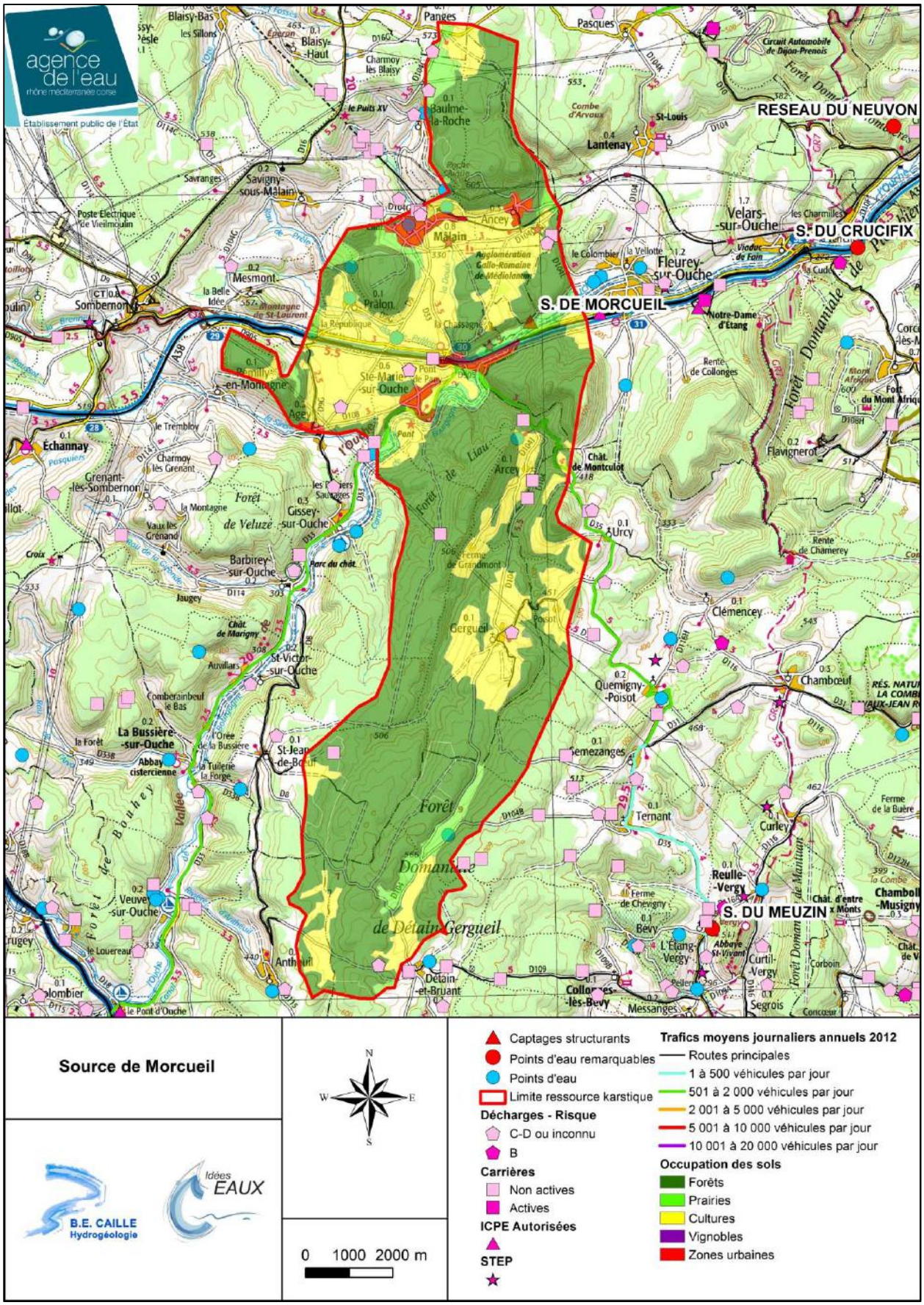


Figure 53 : Carte d'occupation des sols – Source du Morcueil

6.6. SOURCE DE LA BORNUE (RKM 11)

6.6.1. Géographie.

La source de la Bornue se situe sur la commune de Vosne-Romanée. Un captage (puits) a été aménagé à l'amont de l'émergence naturelle.
Des traçages et des considérations topographiques et géologiques permettent de définir les contours du BAC. L'ensemble de ces résultats a permis d'estimer son bassin d'alimentation à 11,5 km². La fiabilité des contours est médiocre.
Le BAC s'étend sur la Côte et l'Arrières Côte entre les altitudes 240 m et 510 m. Il comprend un replat topographique où sont installés les hameaux de Corboin et Concoeur qui est compris entre 2 ressauts : à l'Est la Côte viticole, à l'ouest le massif boisé de Mantuan.

Les limites de cette RKM s'appuient à l'Est sur les contours de la plaine de Bresse, au Nord sur une limite de partage des eaux avec le bassin de la Vouge, à l'Ouest sur la crête du Bois de Mantuan limitrophe avec le bassin de Rochotte et Regnier, et au Sud sur la vallée du Meuzin (Gorges de la Serrée).

6.6.2. Géologie et hydrogéologie.

Le secteur se situe dans le relief de la Côte et Arrière Côte dont l'ossature est formée par les calcaires massifs du jurassique moyen. Les marnes du Toarcien constituent le niveau de base de l'aquifère. Le jurassique moyen est sous couverture des marnes et calcaires jurassiques sup. sur toute la partie Ouest du BAC.
Quelques sources de faible débit apparaissent au pied du relief de Mantuan. Elles ont pu être captées pour l'alimentation en eau potable (Concoeur et Corboin). Ces sources se perdent sur le plateau et réalimentent la source de la Bornue qui draine l'aquifère inférieur du jurassique moyen. D'autres sources localisées dans le même contexte encadrent la source de La Bornue : au nord la source de la Vouge, et au sud les sources de l'Arlot et Saint Marc à Premeaux-Prissey.
Le niveau d'eau varie librement dans l'aquifère, le niveau bas correspond à l'altitude de la source de la Bornue soit 235 m. Une zone noyée est présente à l'ouest du BAC à l'arrière du seuil formé par la zone de faille de la Côte. La tranche d'eau est voisine de 120 m.
Aucune vitesse de circulation souterraine n'a été déterminée par traçage.

6.6.3. Qualité.

La minéralisation des eaux est due à la présence d'hydrogénocarbonates et de calcium. Les autres éléments sont en concentration relativement faible.
La conductivité mesure la minéralisation globale des eaux. Le graphique montre une amplitude de variation de 80 µS/cm qui est relativement modérée. La moyenne de 680 µS/cm est une valeur élevée. Les eaux de la source de la Bornue ont un temps de séjour

suffisamment long pour se charger en minéraux. La turbidité est faible mais les eaux présentent souvent une contamination bactériologique importante.
La moyenne des taux de nitrates à la source de l'Ouche est de 23 mg/l, c'est une valeur assez faible largement en dessous de la limite de qualité de 50 mg/l. Elle traduit cependant un impact des activités agricoles sur la qualité des eaux.
Des pesticides sont trouvés dans de fortes concentrations très au-delà des normes de qualité. Pour le total des pesticides, la moyenne est de 1,08 µg/l pour une norme de 0,5 µg/l. Un traitement par filtration sur charbon actif permet de rendre l'eau conforme pour sa distribution.

6.6.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (52 %), des cultures (38 %) dont le vignoble représente 16 % et des prairies permanentes (9 %). Les seules zones habitées sont les hameaux de Corboin et Concoeur.
Aucune ICPE, ni carrières, ni STEP n'est présente dans le BAC. Mais on dénombre 4 anciennes décharges.

6.6.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Les cartes de vulnérabilité, pressions de pollution et risques seront faites dans la suite de l'étude.
La vulnérabilité est forte sur le replat de Concoeur-Corboin, là où les calcaires du jurassique moyens sont à l'affleurement et sur les pentes formées par les marnes argoviennes situées directement à l'amont. Elle est plus faible sur la butte de Mantuan constituée des calcaires du kimméridgien.
Les risques de pollution sont liés à l'existence des 2 hameaux et à leur assainissement, ainsi qu'aux cultures : céréales sur le plateau, vignes sur la Côte.

6.6.6. Potentialité de la ressource.

Les débits de la source ne sont pas connus.
La Bornue appartient au bassin versant de la Vouge qui a fait l'objet d'une étude des volumes prélevables (EVP), l'étude conclut à la nécessité d'éviter d'augmenter les prélèvements. Le prélèvement de 900 m^3/jour ne doit pas être dépassé pendant les 4 mois d'étiage (juin à septembre).
La zone noyée associée à la ressource majeure possède un potentiel qui lui est propre. Les volumes présents dans la zone noyée ne pourront être exploités que par pompages dans des forages réalisés au droit des zones les plus intéressantes. Les éventuelles interactions entre pompages et débit de la source devront être étudiées lors des essais.

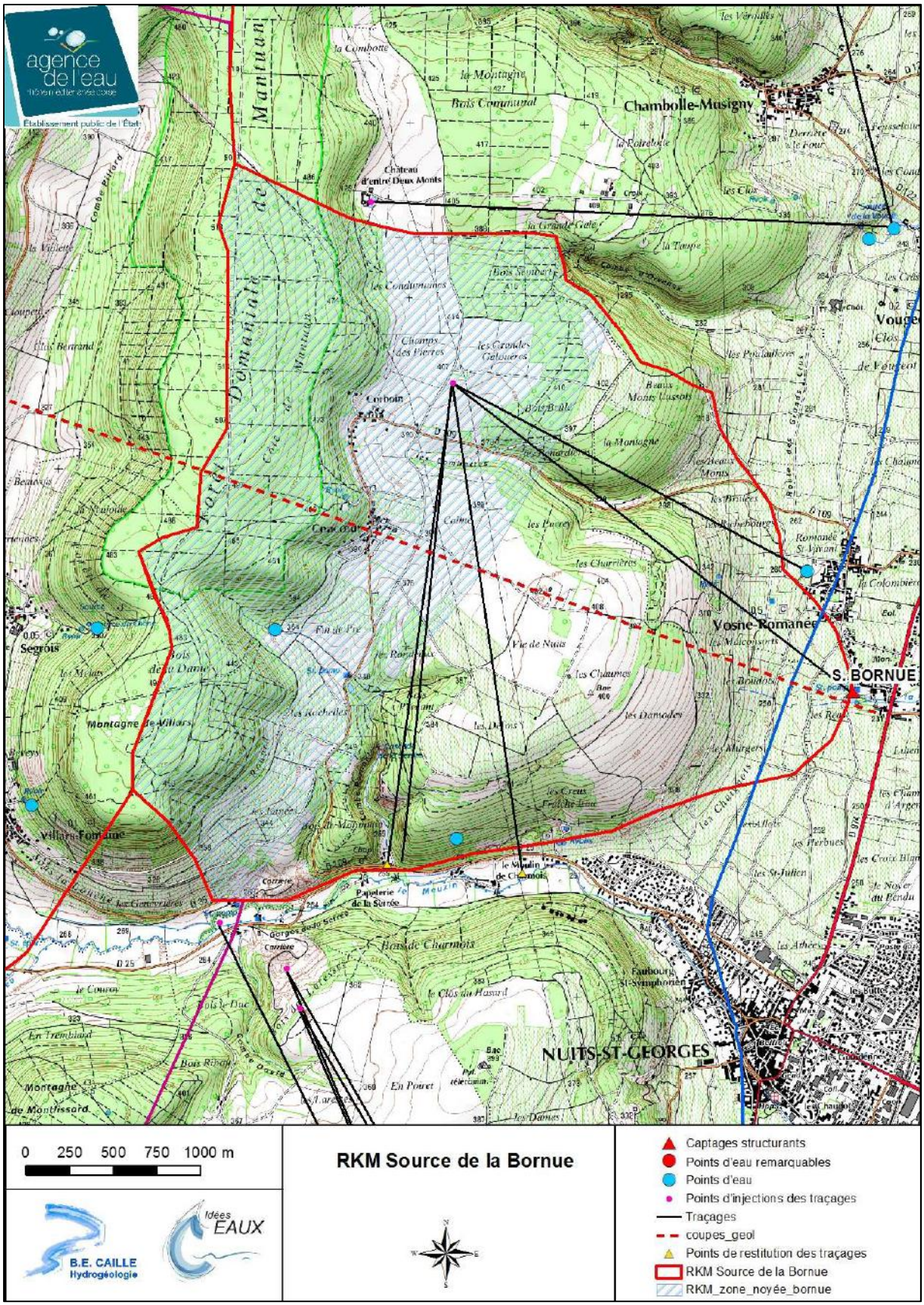


Figure 54 : RKM de la source de la Bornue sur carte topographique

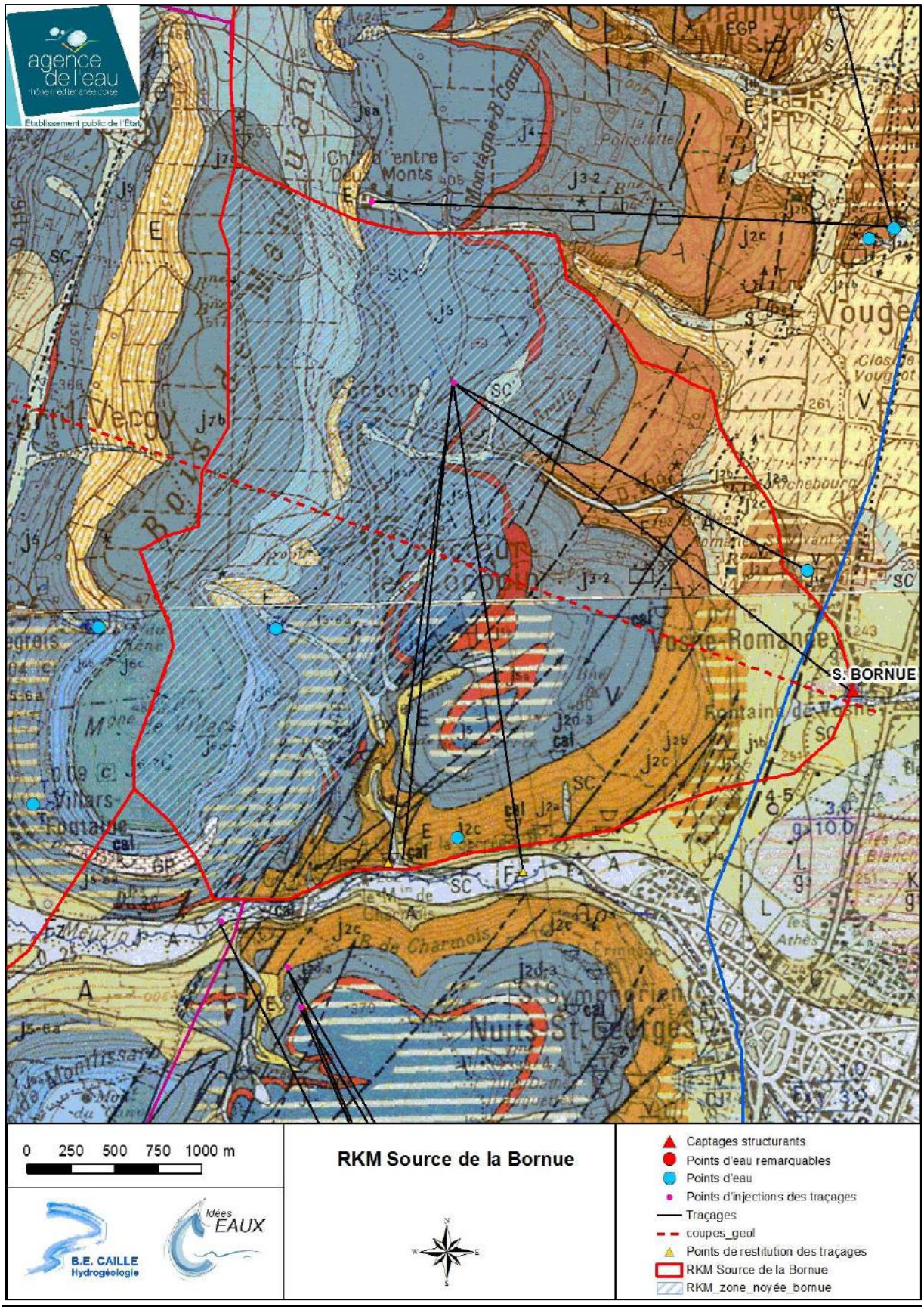


Figure 55 : RKM de la source de la Bornue sur carte géologique.

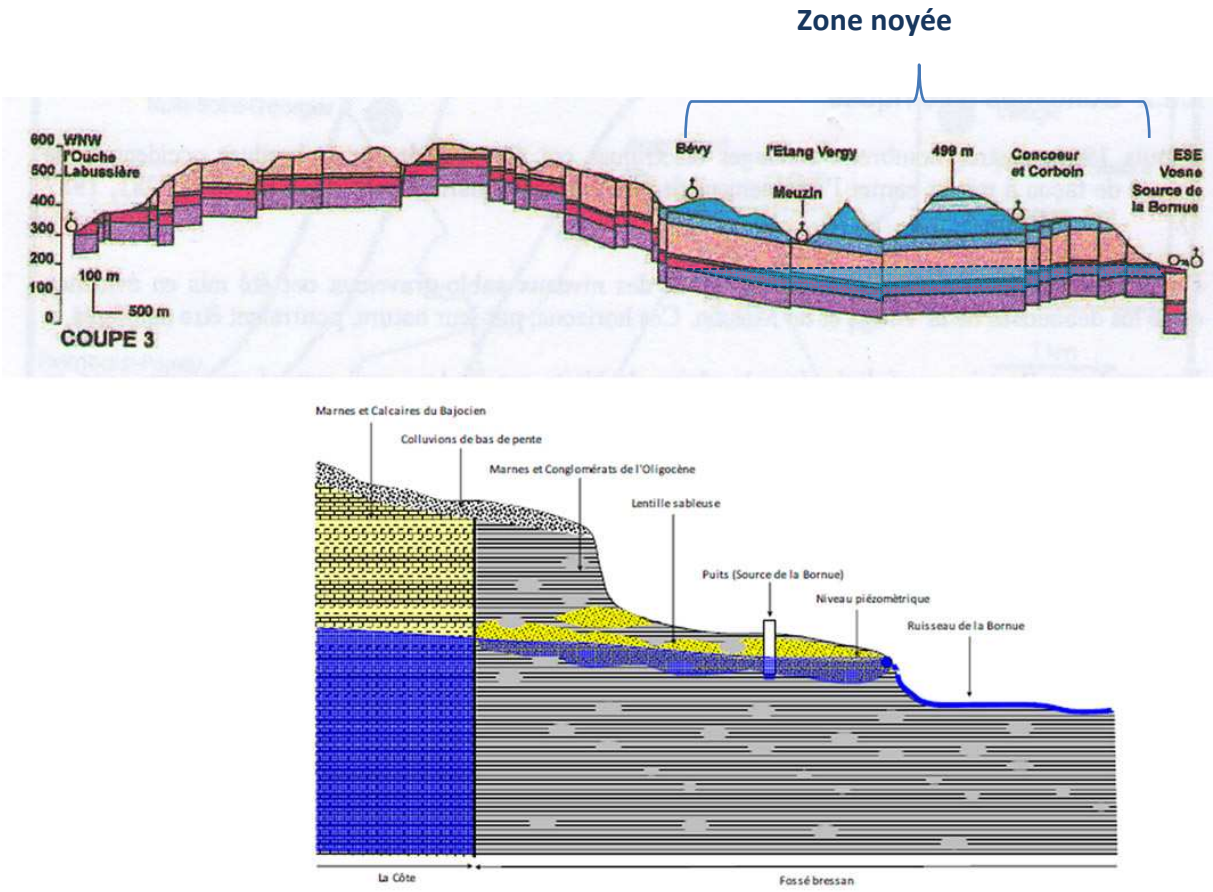


Figure 56 : Coupes géologiques.

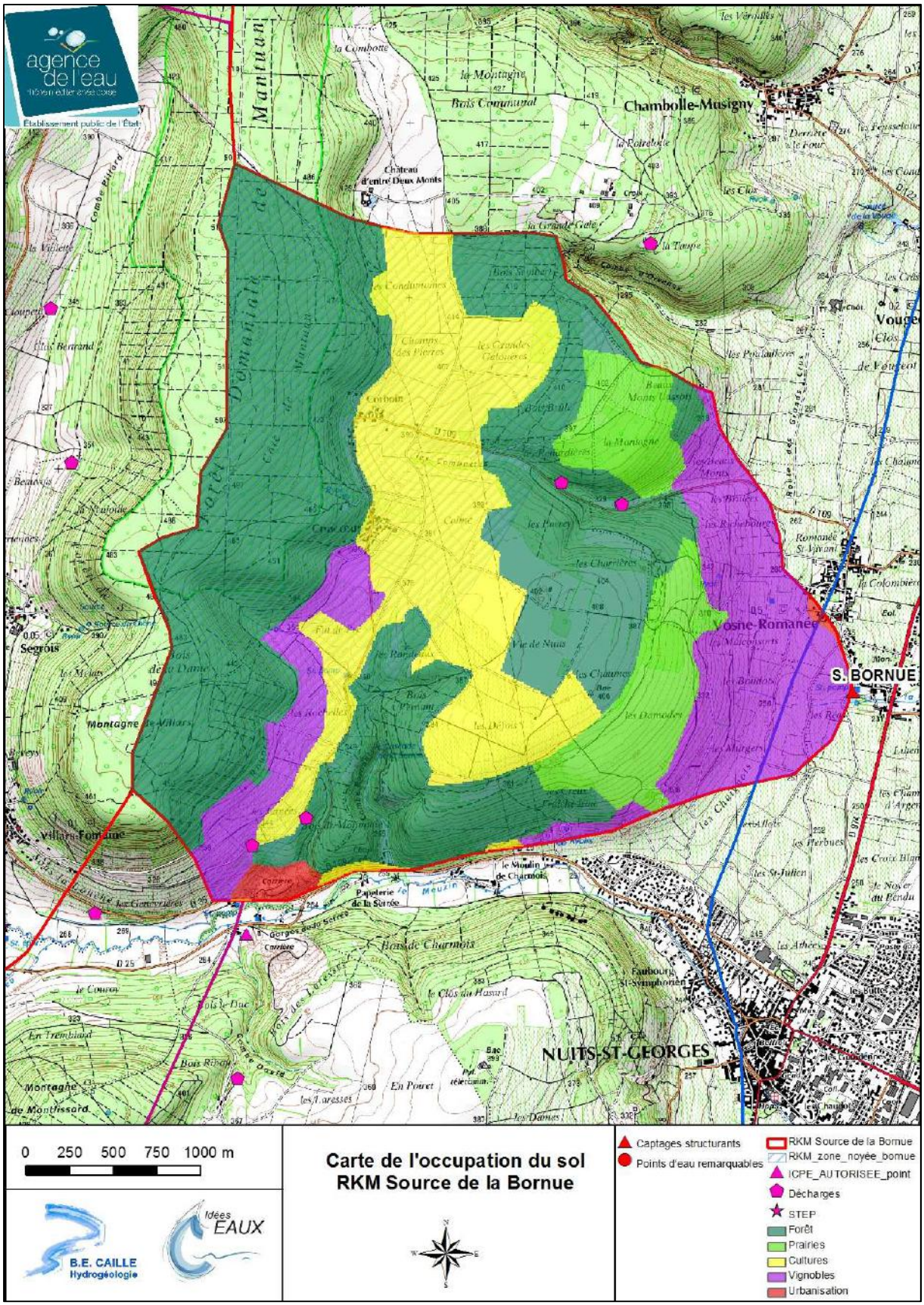


Figure 57 : Carte de l'occupation du sol

6.7. SOURCES DE ROCHOTTE ET REGNIER (RKM 12)

6.7.1. Géographie.

La source de Rochotte est située sur la commune de Meuilley, la source de Régnier sur la commune de Villars Fontaine. Ces 2 sources sont proches et émergent dans les mêmes conditions. Le contexte géographique des sources est celui de l'Arrière Côte calcaire.
Une étude du BAC des sources est en cours (BE Caille) et sera finalisée à l'automne 2014. Un traçage a montré une communication entre les pertes du Raccordon à Meuilley et la source de Rochotte. Le Meuzin qui présente des assecs juste à l'amont des sources, est très probablement en situation d'alimentation des sources, ce point reste cependant à vérifier à la faveur d'une période d'étiage. En première approche, le BAC des sources correspond au bassin hydrologique du Raccordon et du Meuzin, soit 79 km^2.
Le BAC intègre le bassin hydrologique du Meuzin et du Raccordon dans l'Arrières Côte qui s'étend entre Chamboeuf au nord et Meuilley au sud. Il intègre également les bassins hydrogéologiques des sources qui alimentent les rivières et ruisseaux qui s'étendent dans la Montagne à l'Ouest d'une ligne Semezanges – Arcenant.
Le différentiel d'altitudes est modéré avec 230 m pour la vallée et 600 m pour les plateaux, mais le relief est vigoureux avec des versants raides et des vallées étroites. Le réseau hydrographique est très développé et a incisé le plateau calcaire, laissant de nombreuses buttes témoins (Montagne de Villars, Plateau de Myon, Butte de Vergy…). Plus loin à l'Ouest dans la Montagne, les rivières ont creusé des canyons profonds délimités par des barres rocheuses (Combe Pertuis, Combe de l'Ecartelat). Le Meuzin est pérenne à partir de sa source à L'Etang-Vergy, les autres des vallons qui convergent vers le Meuzin sont secs. Le Raccordon est pérenne depuis sa source (Fontaine La Douée captée par le SIE des Hautes Côtes), les vallons amont sont secs, et le Raccordon présente des assecs très fréquents dès l'aval d'Arcenant.

6.7.2. Géologie et hydrogéologie.

Les formations géologiques qui affleurent dans le secteur d'étude vont du Bathonien (Jurassique moyen) au Kimméridgien (Jurassique supérieur) constituées de calcaires et de marnes. Les fonds de vallées sont tapissés de dépôts meubles : alluvions récentes (limons argileux) et formations de versants (éboulis, limons colluviaux).
L'aquifère principal est le jurassique moyen (bajocien et bathonien). Les reliefs de l'Arrière-Côte constitués de calcaires du jurassique sup. (oxfordien sup., kimméridgien), sont le sièges d'écoulements souterrains qui alimentent des sources de versant dont les débits sont limités. Cet aquifère ne présente pas d'intérêt dans le cadre de cette étude des ressources majeures.

Le passage de la Montagne à l'Arrière Côte se fait par une succession de fractures verticales en escaliers qui effondrent les calcaires du jurassique moyen. Le rejet vertical total est voisin de 400 m.
La Montagne qui forme un horst, a été décapée par l'érosion, et le jurassique moyen affleure partout. Les eaux s'infiltrent directement pour alimenter une série de sources localisées au niveau de l'accident principal (La Douée, Chevannes, Abime de Bévy). Les formes karstiques s'expriment par la présence de vallées sèches et de cavités.
L'Arrière-Côte possède une structure géologique de plateau faiblement fracturé. L'érosion a creusé des vallées laissant des buttes formées des marnes et calcaires du jurassique sup. (Forêt de Mantuan, Plateau de Myon…). L'aquifère du jurassique moyen est présent sur toute son épaisseur sous la couverture de jurassique sup.. Il affleure cependant dans le fond des vallées.
Les sources de Rochotte et Régnier sont des sources de débordement localisées au sommet de la série (callovien). La topographie des sources ne permet pas de visualiser le mode d'émergence ni de connaitre l'allure du réseau karstique (présence de drains, de fractures, profondeur…). Les débits qui transitent par les sources captées ainsi que par la source de Gratte-Dos proche des 2 autres et non captée, sont importants, mais une partie des eaux provient des pertes des rivières Meuzin et Raccordon. Aussi le réseau karstique a pour une part un développement plutôt superficiel.
La zone noyée située en-dessous des émergences de Rochotte et Régnier est potentiellement importante, sans toutefois que l'on sache si le réseau karstique s'est développé en profondeur. La tranche d'eau dans l'aquifère a une épaisseur maximum de 170 m. Des zones de fractures sont présentent sur toute la hauteur est pourraient être favorables à des circulations d'eau. Les limites latérales de la zone noyée sont calées sur les failles principales. Dans la direction nord-sud parallèle aux accidents, on observe des flexions à grand rayon de courbure qui remontent le niveau de base du Toarcien et qui limite la zone noyée.

6.7.3. Qualité.

Note : Dans l'ouvrage de captage de Régnier les eaux sont mélangées avec les eaux de Rochotte, il y a donc toujours un doute sur les analyses de la source Régnier pour savoir s'il s'agit d'un mélange.

L'amplitude de variation de la conductivité est assez importante, elle est comprise entre 80 et 60 µS/cm ce qui indique une arrivée rapide d'eaux météoriques peu minéralisées en mélange avec des eaux à circulation plus lentes. Les variations sont identiques pour les 2 sources.
Les taux de nitrates sont modérés et ne dépassent pas 20 mg/l pour une limite de qualité de 50 mg/l. La source Régnier est un peu plus exposée avec des valeurs de + 5 mg/l par rapport à Rochotte, sinon les 2 courbes suivent les mêmes variations.

2 à 3 substances herbicides sont présentent dans les 2 sources, elles appartiennent à la famille des triazines. Des pics importants ont été détectés une fois sur chacune des sources, en juin 99 sur Régnier et en septembre 2002 sur Rochotte. Depuis 2003 une seule analyse a été réalisée, les concentrations sont faibles.
Des hydrocarbures aromatiques polycycliques ont été détectés une fois sur Régnier le 19/03/2001 dans des concentrations supérieures à la limite de qualité (0,1 µg/l pour la somme des substances et 0,01 µg/l pour le benzo(a)pyrène). Ils proviennent d'une combustion incomplète d'hydrocarbures de type fuel ou essence.
L'eau est moyennement minéralisée, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique. Les 2 sources présentent les mêmes caractéristiques chimiques.

6.7.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (59 %), des cultures (36,1 % dont 4 % de vignoble) et des prairies permanentes (3,9 %), les zones urbanisées représentent 1 %.
Treize villages sont présents dans le BAC pour une population de 1923 habitants et une densité plutôt faible de 24,3 hab/km^2.
Aucune ICPE n'est présente dans le BAC. Mais on dénombre 17 anciennes décharges et 5 STEP.

6.7.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Une cartographie de vulnérabilité sera réalisée dans le cadre de l'étude BAC des sources de Rochotte et Régnier en cours (BE C. Caille, automne 2014).
La vulnérabilité des sources est forte à cause de la relation rapide avec les pertes des rivières. L'impluvium en relation directe avec les rivières est vaste et concerne les fonds de vallée et les premiers côteaux.
Plus à l'amont dans le système d'alimentation des sources, les eaux transitent par des bassins secondaires avec une étape d'infiltration puis d'émergence avant une nouvelle infiltration dans les pertes des rivières. Ce fonctionnement apporte une certaine inertie et retard dans les écoulements et les flux polluants. La vulnérabilité de ces secteurs est moindre que les fonds de vallée.

6.7.6. Potentialité de la ressource.

Les 2 sources sont captées par la commune de Nuits Saint Georges dont elles représentent l'alimentation principale. Le débit d'étiage le plus faible mesuré en septembre 2003 est de 30 m^3/h = 720 m^3/jour pour le total des 2 sources. La plupart du temps les sources fournissent le débit moyen de 2100 m^3/jour. Il n'y a pas de potentiel d'exploitation supplémentaire sur ces sources.

La zone noyée associée à la ressource majeure possède un potentiel qui lui est propre. Les volumes présents dans la zone noyée ne pourront être exploités que par pompages dans des forages réalisés au droit des zones les plus intéressantes. Les éventuelles interactions entre pompages et débit de la source devront être étudiées lors des essais.

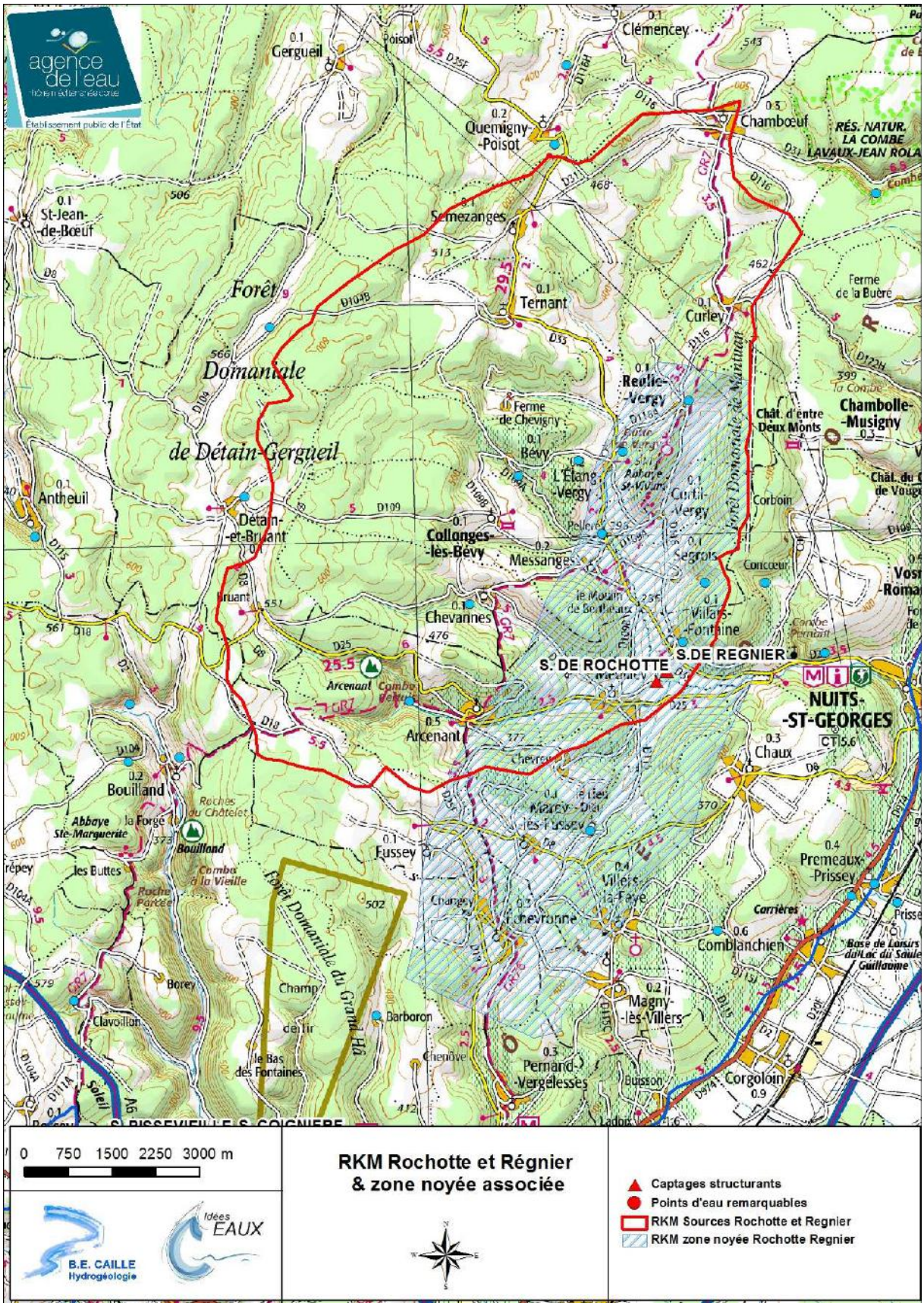


Figure 58 : RKM des sources Rochotte et Régnier et zone noyée sur carte topographique *(Délimitation provisoire en attendant les conclusions de l'étude BAC qui est en cours (BE C. Caille))*

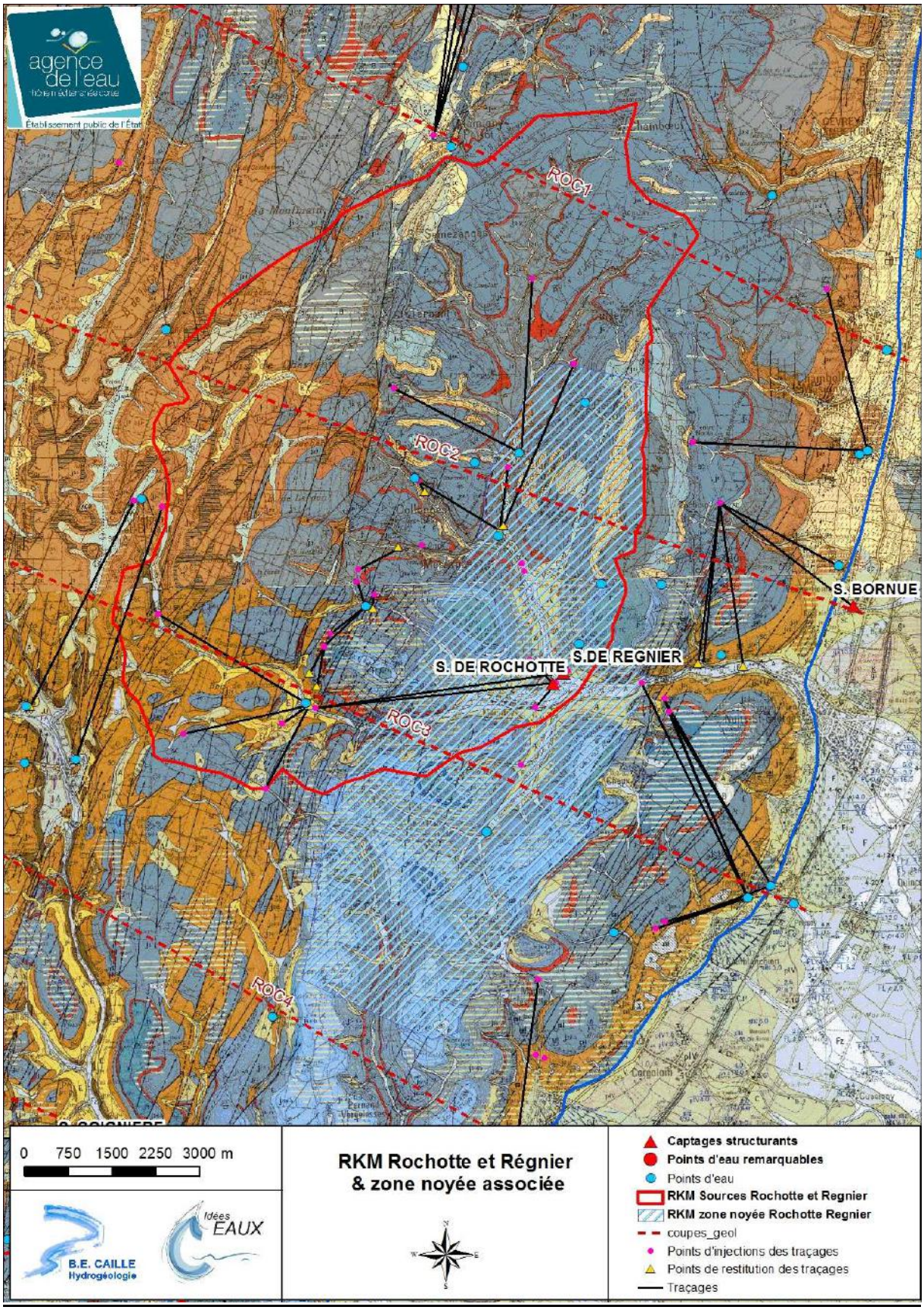
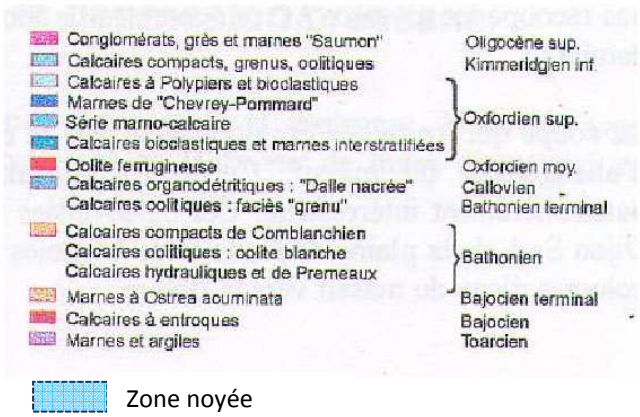


Figure 59 : RKM des sources Rochotte et Régnier et zone noyée associée sur carte géologique.

(Délimitation provisoire en attendant les conclusions de l'étude BAC qui est en cours (BE C. Caille))



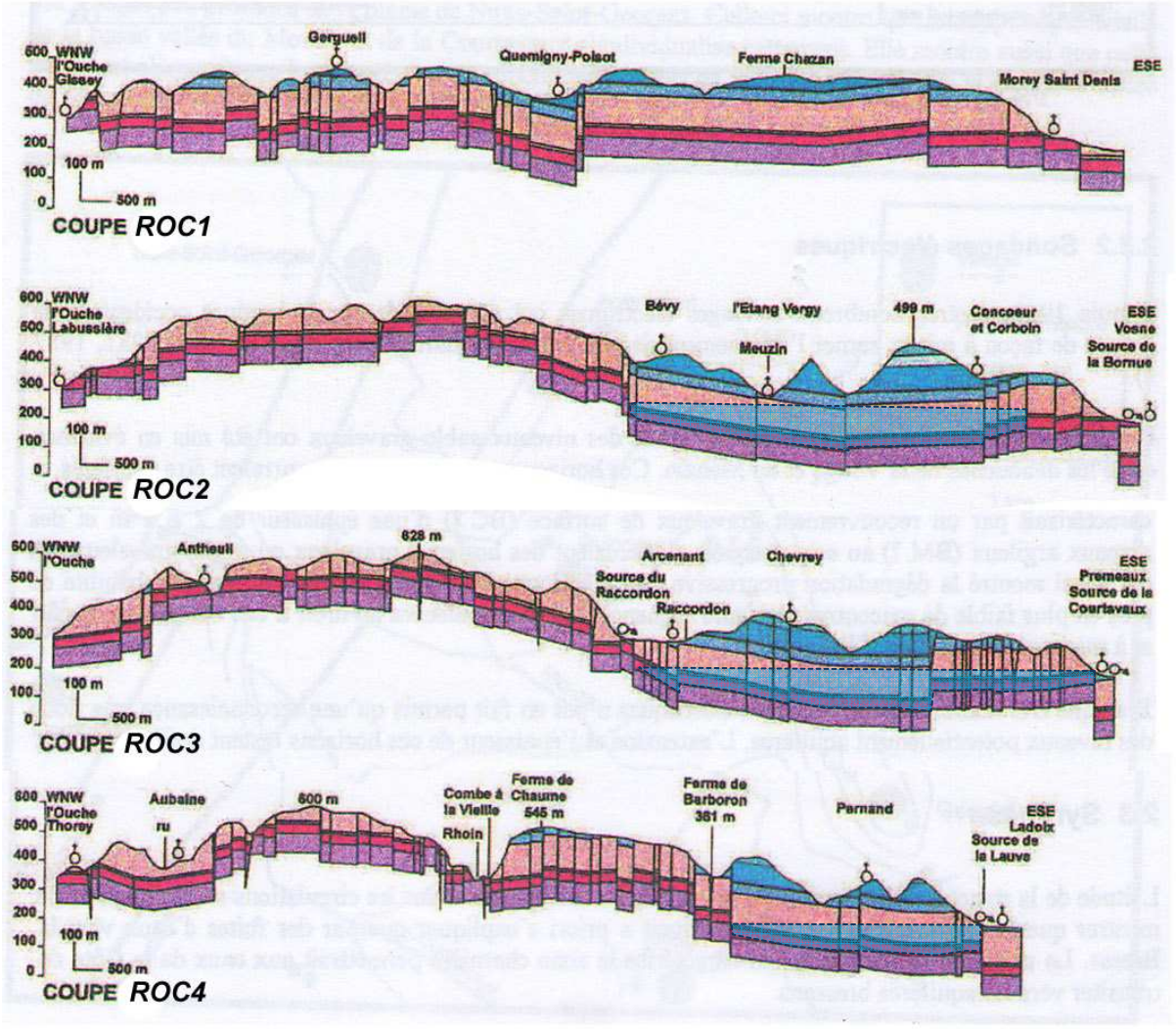


Figure 60 : Coupes géologiques (P. Corbier, thèse 1999).

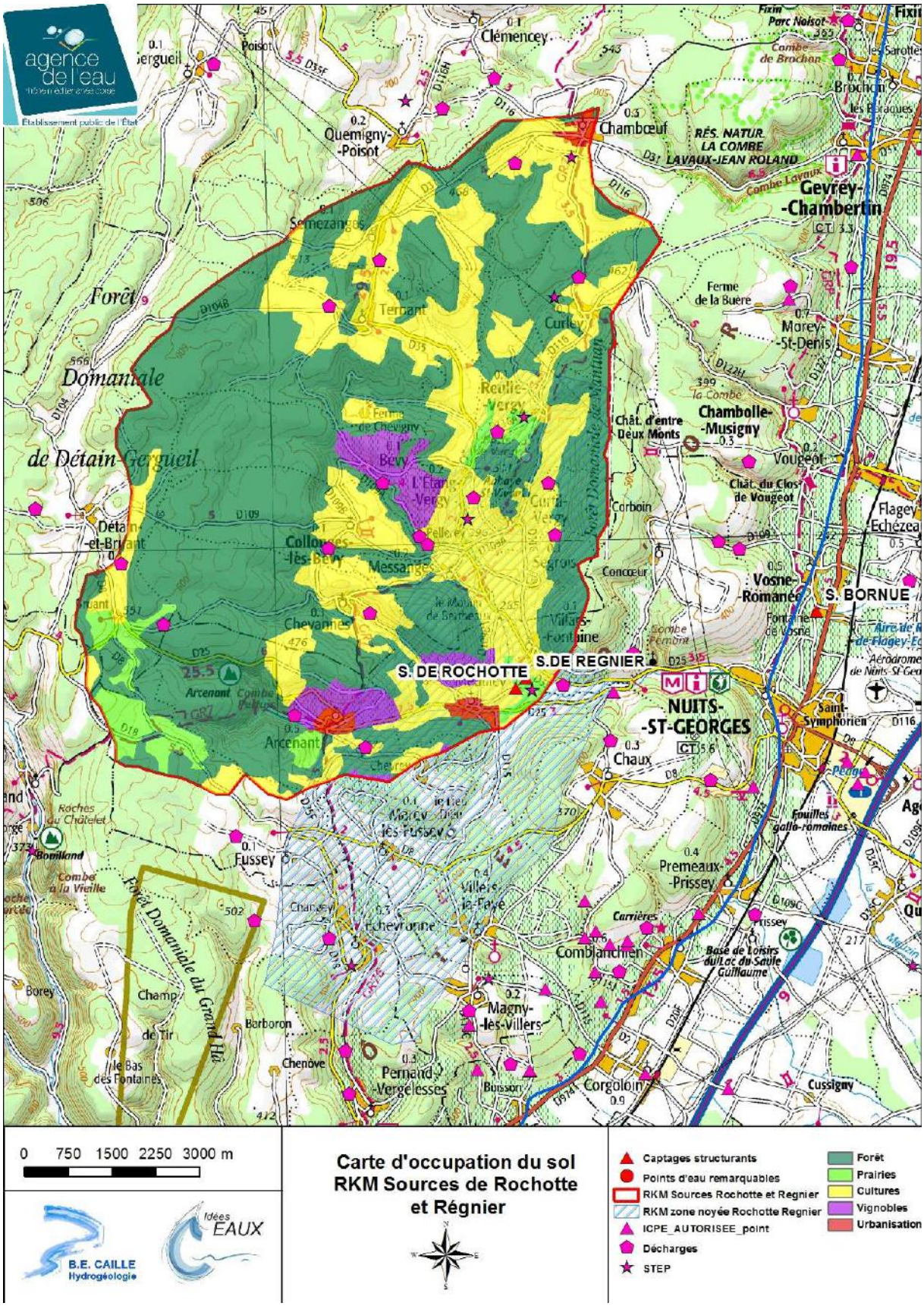


Figure 61 : carte de l'occupation du sol.

6.8. SOURCE DE L'OUCHE (RKM 13).

6.8.1. Géographie.

La source de l'Ouche se situe sur la commune de Lusigny-sur-Ouche dans le prolongement d'une vallée sèche, qui entaille le plateau d'Echarnant. Cette source est actuellement prélevée pour l'alimentation en eau potable par le syndicat d'adduction d'eau d'Arnay-le-Duc à plus de 30 m³/h en moyenne sur l'année.
La source émerge au débouché de la vallée sèche, la vallée est entourée de lignes de falaises. Son débit d'étiage est estimé à 46 m³/h.
Son bassin d'alimentation a été définit dans l'étude hydrogéologique de 2012, réalisée par le Be Caille.
4 traçages ainsi qu'un bilan hydrologique sur un cycle annuel permettent de définir les contours du BAC. L'ensemble de ces résultats a permis d'estimer son bassin d'alimentation à 36 km². La fiabilité des contours est excellente.
Le BAC s'étend sur la totalité de la largeur du plateau d'Echarnant. Seule la marge Est qui domine la vallée de Mandelot – Saint Romain est exclu du BAC car elle alimente les nombreuses sources de débits modestes qui jalonnent le pied de versant. Les altitudes sont de 375 m pour la source et 560 m pour le point culminant ; l'étendu maximum est de 9 km.
Il est limité au sud par la crête topographique qui donne sur le versant drainé par la vallée de la Cosanne (plateau du Bel Air). Au nord la limite correspond à une limite souterraine de partage des eaux avec la source voisine de Fontaine Fermée (captée par Bligny-sur-Ouche).
Un réseau hydrographique sec incise l'ensemble du BAC, des émergences de trop-plein sont actives dans le vallon principale (lieu-dit Bas de Loque) seulement en période de crue importante.

6.8.2. Géologie et hydrogéologie.

Le secteur d'étude se situe dans le relief de l'Arrière Côte, sur un promontoire formé par les calcaires massifs du jurassique. Les marnes du Lias sont présentes sur le pourtour de ce relief. Les calcaires du Bajocien qui forment le soubassement du plateau sont constitués (de bas en haut) de calcaires à entroques, de calcaires à polypiers et de calcaires bioclastiques. La structure perchée forme une large gouttière orientée nord-sud qui draine les eaux d'infiltration du plateau vers la source de l'Ouche. Le niveau de base de l'aquifère est constitué par les marnes imperméables du Toarcien (Lias).
De nombreuses sources apparaissent au pied des falaises bajociennes sur le pourtour du plateau à l'est et au sud, à Meloisey, Saint Romain, Baubigny. Elles sont parfois captées pour l'alimentation en eau potable (Nolay). Les plus grosses émergences sont situées au nord du

plateau, avec la source de l'Ouche et la Fontaine Fermée située à Lusigny-sur Ouche qui est captée pour l'alimentation en eau potable de la commune de Bligny-sur-Ouche.
Les sources de l'Ouche et de Fontaine Fermée occupent une position topographique qui leur permet de drainer la plus grande partie du plateau d'Echarnant_Ferme d'Auvenay. Les autres sources drainent uniquement la bordure du plateau, sauf pour les sources de la Cosanne et Val Digenne à Nolay qui drainent l'extrémité sud du plateau (Bel Air).

Les 5 traçages réalisés dans le cadre de l'étude de délimitation du BAC indiquent des vitesses variables comprises entre 12 et 300 m/h. Le traçage réalisé dans l'axe de la vallée sèche le long de la route d'Auvenay, situé à 7 km de la source est ressorti en moins de 24 heures, soit une vitesse remarquablement élevée de 300 m/h.

Les caractéristiques du système karstique de la source de l'Ouche sont les suivantes :
La structure géologique du bassin d'alimentation correspond à une vaste « gouttière »que forment les marnes imperméables du lias sur lesquelles reposent les calcaires aquifères du jurassique moyen. Cette structure inclinée vers la source de l'Ouche collecte les eaux du plateau et les dirigent vers la source. L'émergence est localisée à proximité du contact entre calcaires et marnes. Cette géométrie des couches géologiques ne permet pas l'existence d'une réserve importante d'eau dans la zone noyée de l'aquifère. Il s'agit d'un système d'émergence du type « jurassien ».
L'étude des débits montre que le système à un faible pouvoir régulateur (variations de débit importantes en fonction des évènements pluvieux), mais que l'infiltration des eaux se fait avec certain retard (l'arrivée d'une partie des eaux à la source est différée). Le système est vaste (36 km^2 pour le BAC) est contient des sous-systèmes karstiques qui communiquent plus ou moins bien avec le drain principal. Le volume dynamique est de 1.10^6 m^3, c'est une valeur très faible pour un système aussi vaste. Il peut cependant stocker de manière transitoire un volume important de 19.10^6 m^3 au moment des crues. Pendant ces périodes de très hautes eaux un trop-plein se met en fonctionnement au « Bas de Loque » pour vidanger le réservoir karstique. À l'étiage, le débit se réduit à environ 20 l/s = 72 m^3/h.
Les traçages réalisés dans le cadre de cette étude indiquent que les circulations souterraines sont rapides et directes.
La chimie, et en particulier l'étude des variations des taux de nitrates, indique que le système réagit rapidement aux variations saisonnières avec un cycle annuel bien marqué.
En conclusion, le système karstique de l'Ouche est très réactif à la pluviométrie et ne possède pas de réserve importante. Le soutien du débit à l'étiage se fait par des écoulements retardés à partir de sous-systèmes périphériques au drain principal.

6.8.3. Qualité.

La minéralisation des eaux est due à la présence d'hydrogénocarbonates et de calcium. Les autres éléments sont en concentration relativement faible.

La conductivité mesure la minéralisation globale des eaux. Le graphique montre une amplitude de variation de 120 µS/cm assez importante. La moyenne de 607 µS/cm est une valeur élevée. Les eaux de la source de l'Ouche ont un temps de séjour suffisamment long pour se charger en minéraux, les variations observées indiquent cependant une arrivée rapide d'eaux météoriques peu chargées, qui se mélangent avec des eaux plus « lentes ».
Des pics de turbidité apparaissent à la suite des épisodes pluvieux pour des valeurs assez modestes.
Les eaux de la source de l'Ouche présentent souvent une contamination bactériologique, mais les taux de contamination sont faibles. On peut considérer que la qualité bactériologique des eaux est correcte.
La moyenne des taux de nitrates à la source de l'Ouche est de 22 mg/l, c'est une valeur assez faible largement en dessous de la limite de qualité de 50 mg/l. Elle traduit cependant un impact des activités agricoles sur la qualité des eaux. La moyenne masque des variations annuelles qui sont importantes avec des taux maximum compris entre 35 et 45 mg/l, et des minimums voisins de 15 mg/l. Pour les variations sur la période de 2007 à 2011, on observe des cycles annuels avec un pic de concentration en octobre-novembre et un creux en mars-avril. Le relargage des reliquats de nitrates retenus dans les sols se fait à la faveur des pluies d'automne.
Des pesticides ont été trouvés à la source de l'Ouche entre mars 1999 et aout 2003. Il s'agit de terbuthylazine qui est un désherbant de la famille des triazines, cette molécule est interdit depuis juin 2003. À partir de mars 2002, on retrouve également sa forme dégradée qui est la terbuthylazine déséthyle. Les concentrations trouvées sont au-dessus de la limite de qualité de 0,1 µg/l avec des pics voisins de 0,7 µg/l. À partir de juillet 2003, aucun pesticide n'a été détecté dans les eaux de la source.
La qualité des eaux est correcte sans dépassement significatif des normes de qualité.

6.8.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (53 %), des cultures (32 %) et des prairies permanentes (15 %). Les seules zones habitées sont le hameau d'Echarnant et la ferme d'Auvenay.
Aucune ICPE, ni carrières, ni STEP n'est présente dans le BAC.
La route départementale N6, très fréquentée (2975 véhicules/jour), traverse le sud du BAC sur 2,8 km.

6.8.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

La carte de vulnérabilité montre une forte vulnérabilité du BAC de la source de l'Ouche avec 90% des surfaces classées en vulnérabilité élevée et très élevée.
La carte des risques indique une prédominance des risques modérés. Seul 18 % (647 ha) du BAC est en risque élevé, ils correspondent à des zones en cultures sur des terrains très vulnérables.

6.8.6. Potentialité de la ressource.

Les débits qui transitent à la source sont très variables, les débits de crue atteignent 5 m^3/s, le débit moyen est de 0,357 m^3/s et le débit d'étiage est de 0,020 m^3/s (= 72 m^3/h).
La structure géologique de l'aquifère n'est pas favorable à l'existence d'une zone noyée étendue. En effet, le niveau de base imperméable des marnes du toarcien est présent à Lusigny-sur-Ouche.
La vallée de l'Ouche a fait l'objet d'une étude des volumes prélevables (EVP), l'étude conclut à l'impossibilité d'augmenter les prélèvements dans toute la vallée. Pour le secteur Ouche amont, les prélèvements doivent être diminués de 5 % par rapport à l'année de référence 2009.
Au vu de la faiblesse des débits d'étiage, de l'absence de zone noyée et des contraintes de gestion liées à l'EVP, la source de l'Ouche ne possède aucune potentialité supplémentaire. Elle continuera à être exploitée par le SIE d'Arnay le Duc au débit modeste de 720 m^3/jour.

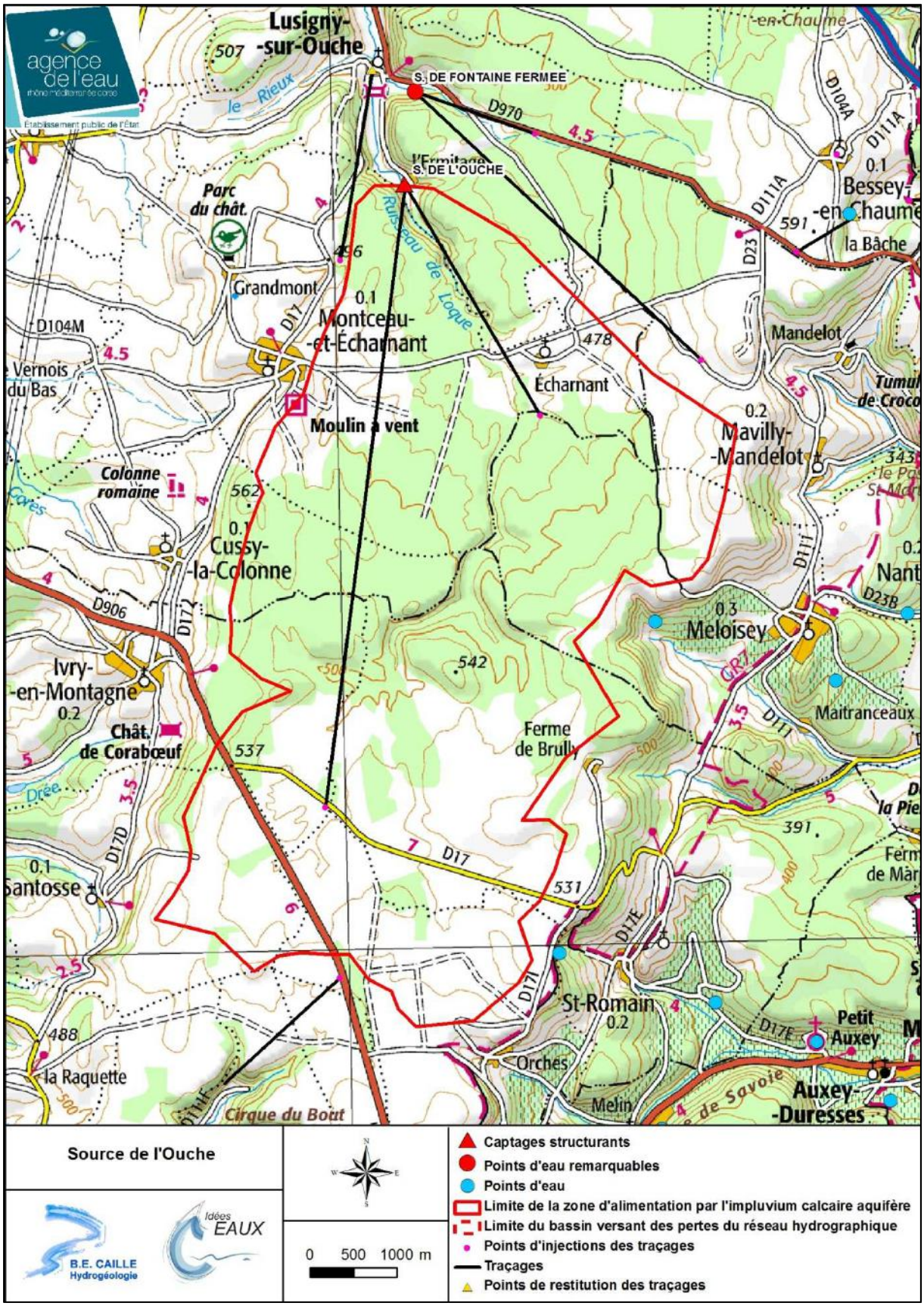


Figure 62 : RKM de la source de l'Ouche sur carte topographique

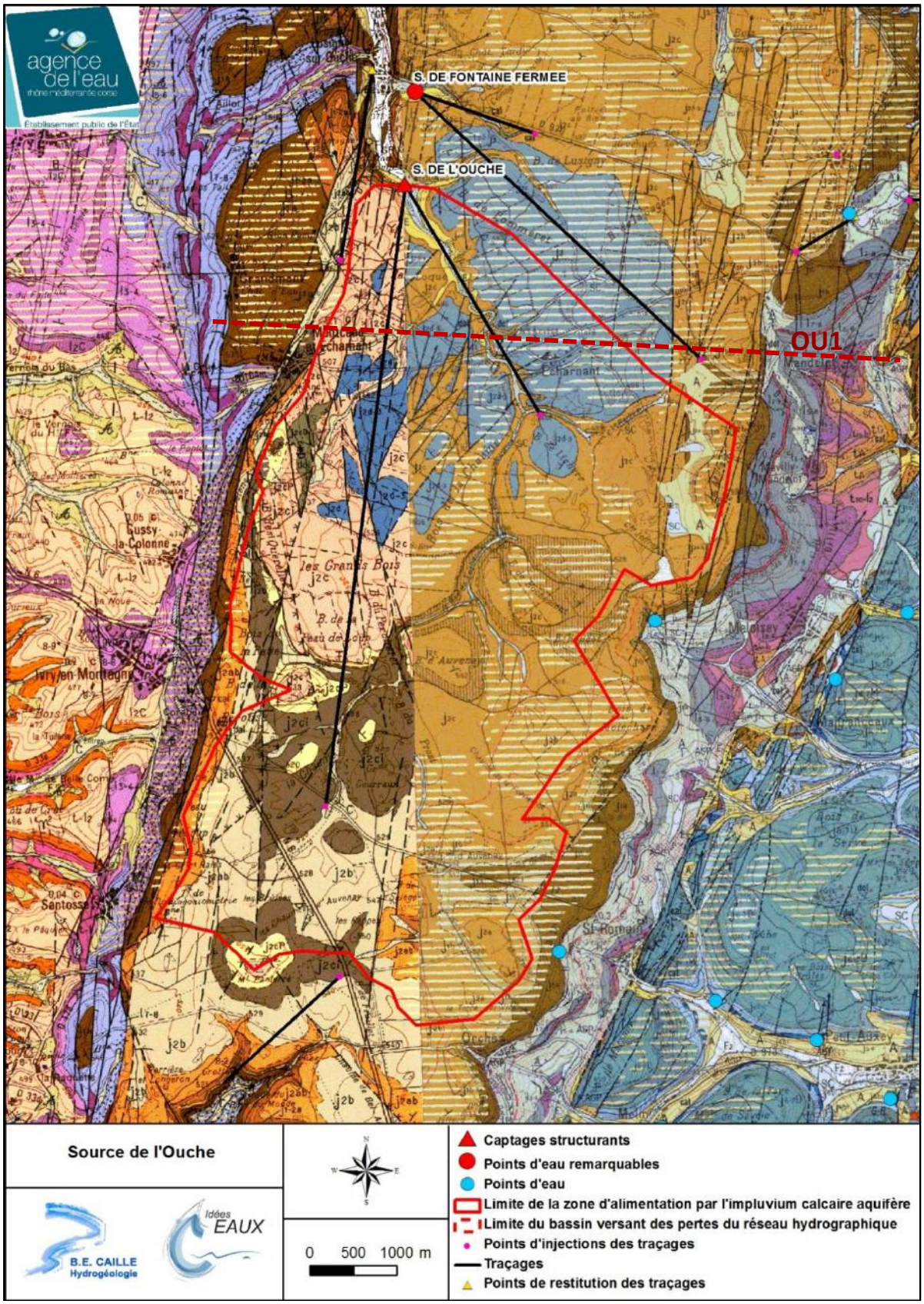


Figure 63 : RKM de la source de l'Ouche sur carte géologique

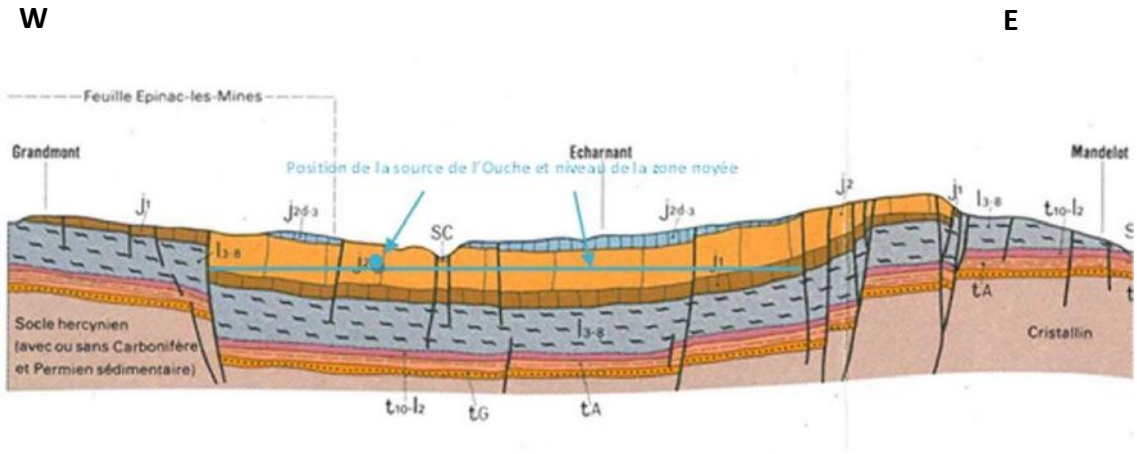


Figure 64 : Coupe géologique OU1 (d'après la carte géologique de Beaune, BRGM)

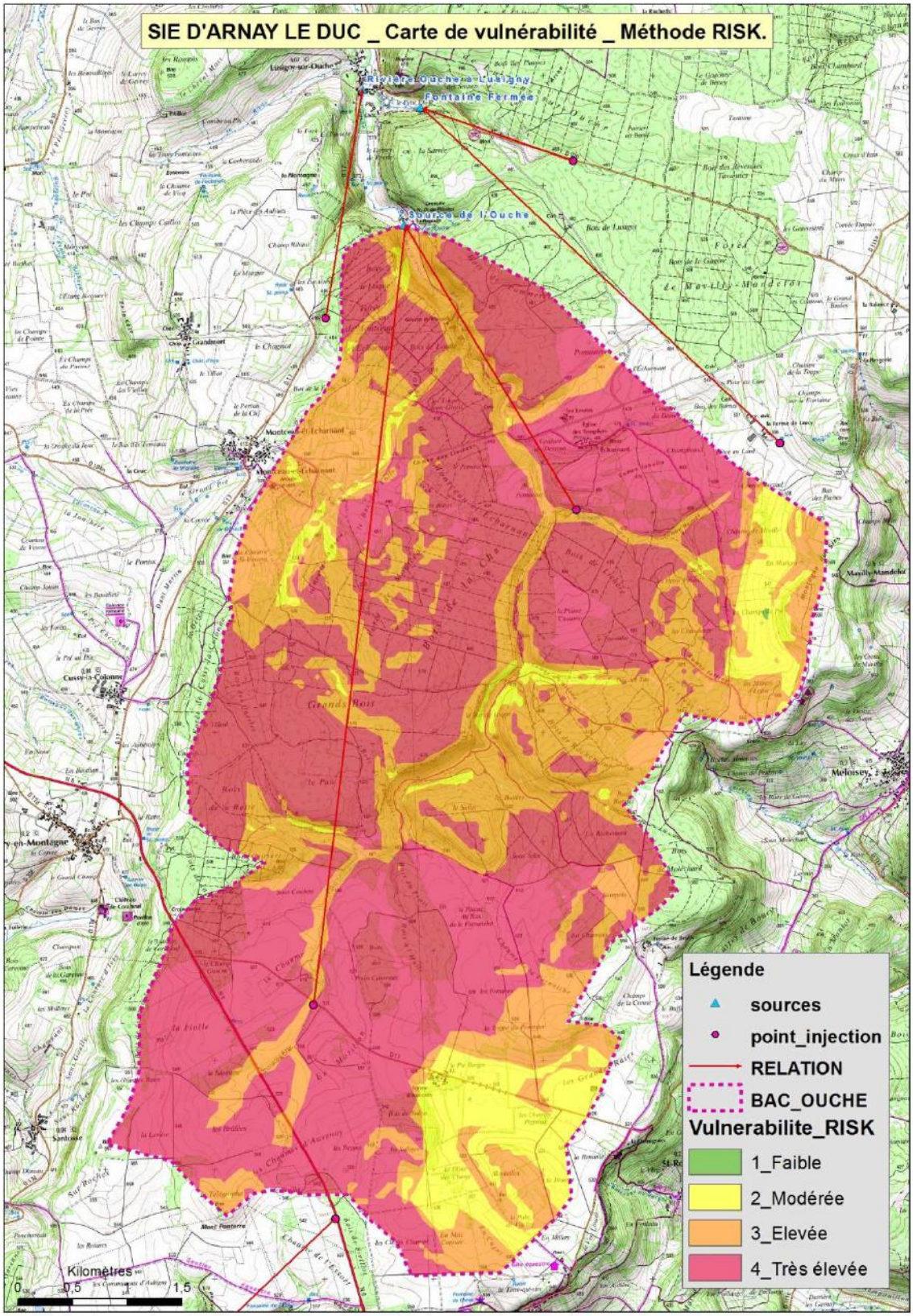


Figure 65 : Carte de vulnérabilité.

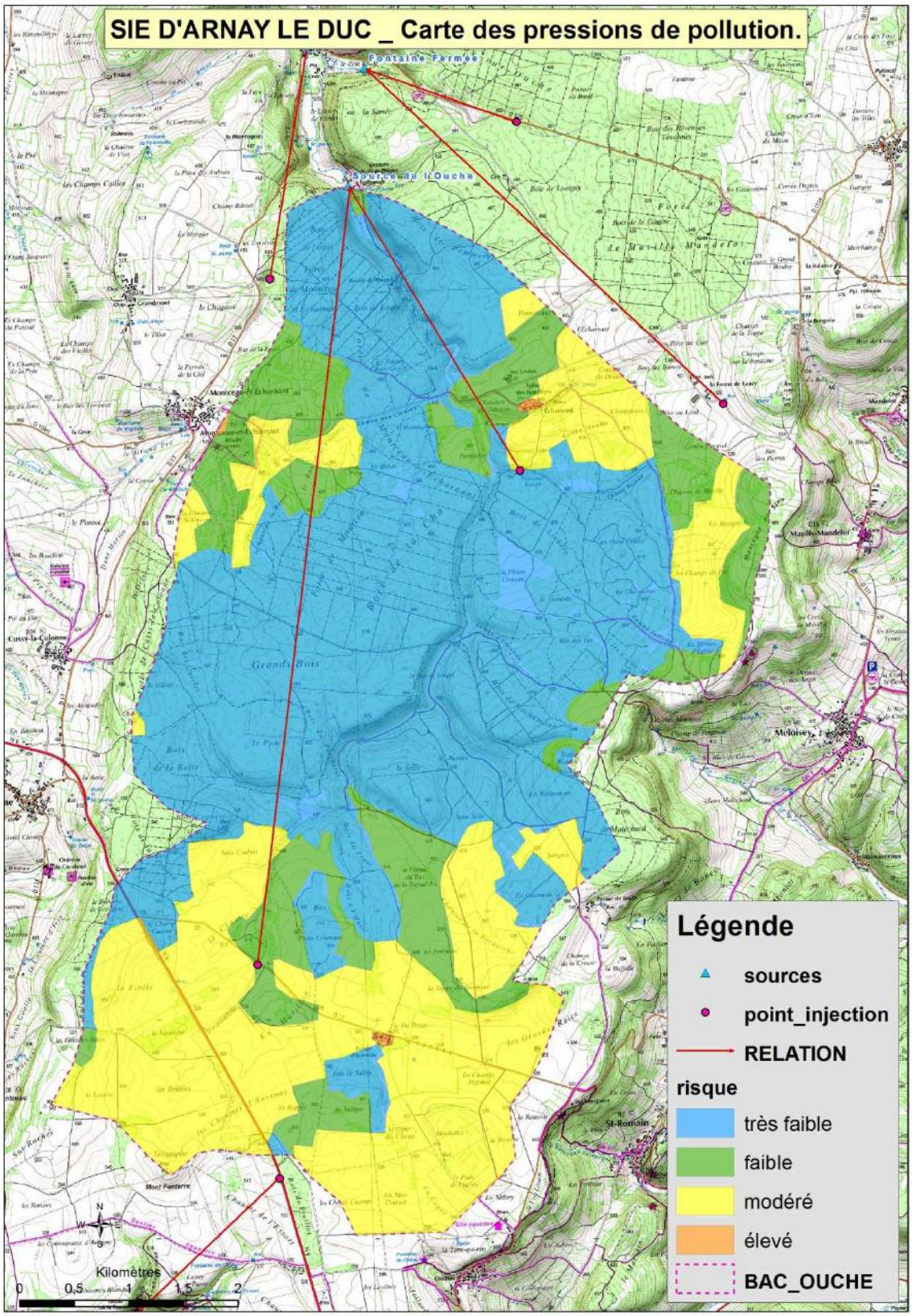


Figure 66 : Carte des pressions de pollution.

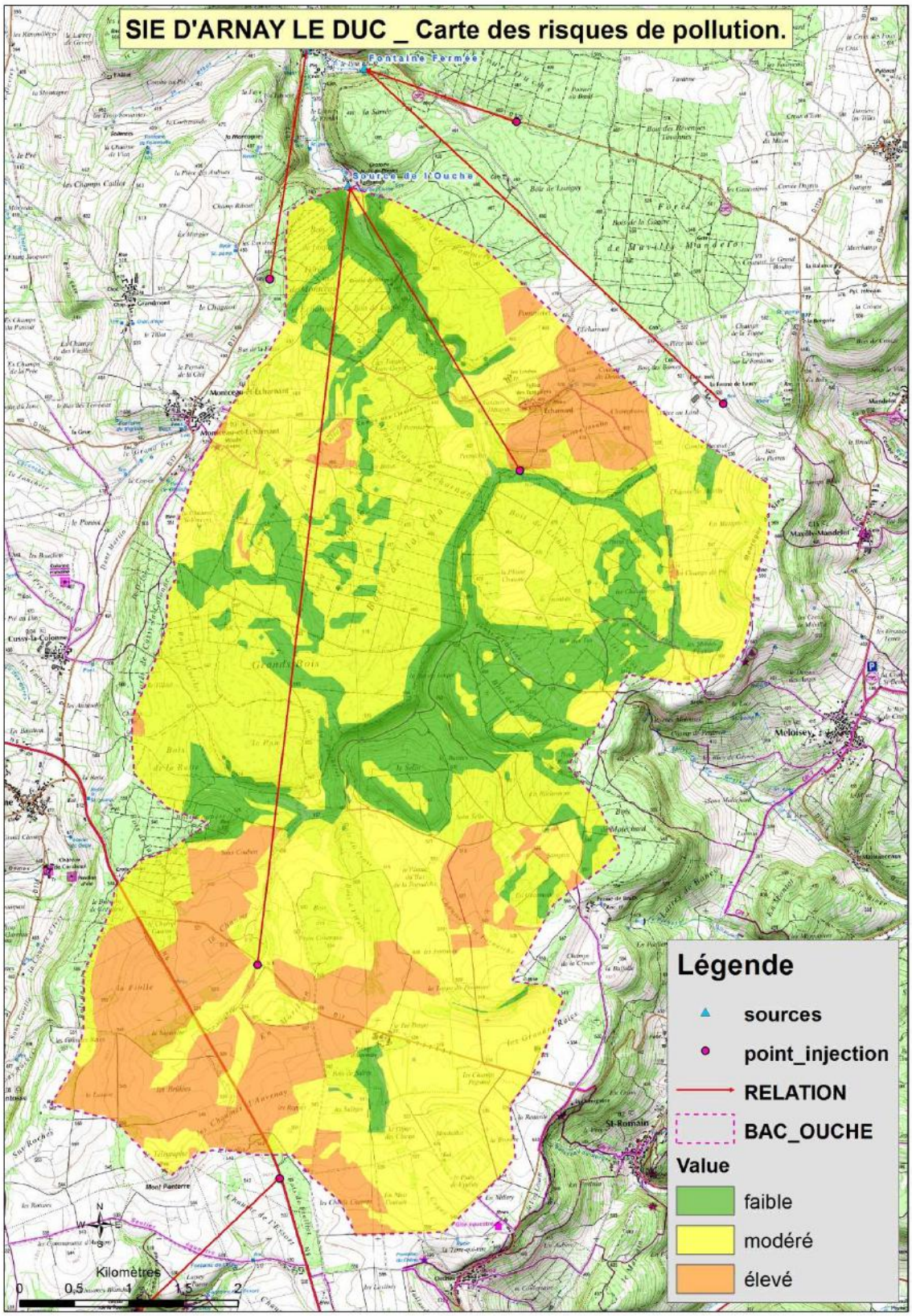


Figure 67 : Carte des risques.

6.9. SOURCES DE FONTAINE FROIDE (RKM 14).

6.9.1. Géographie.

Fontaine Froide est un ensemble de 5 sources captées par la Communauté d'Agglomération de Beaune Côte et Sud (CABCS) : Fontaine du Garde, Grand Champy, Petit Champy, Pissevieille et Coigniers toutes sont proches les unes des autres. Elles émergent des calcaires bathoniens dans le fond de la vallée du Rhoin et en rive gauche de la rivière à l'amont de Savigny-les-Beaunes. D'autres émergences non captées sont présentes à proximité, dont « Fontaine Ronde » en rive droite.
Les bassins d'alimentation de chaque source ne sont pas différentiables. Peu de traçage permettent de fixer les limites, surtout sur la zone Nord. Elles sont donc, en parties, inspirées du rapport de protection de M. Amiot (2002).
À l'Ouest, le traçage de la perte de la Fontaine de Trie, permet d'inclure la cuvette « Prairie de Trie » et la partie de plateau qui alimentent cette cuvette. Le traceur (20 kg d'iodure de potassium) a touché la « Fontaine Ronde » non captée ainsi qu'à priori les captages de Grand et Petit Champy et Pissevieille (mais pas Fontaine de Garde).
La limite ouest correspond à la bordure du plateau de Crépey qui conduit à la vallée de l'Ouche.
La limite Nord est fixée par rapport à la limite de la source de la Fontaine de la Douée à Arcenant. La limite Est repose sur la limite du Bassin de la Lauve.
Le BAC est traversé par la vallée du Rhoin qui prend sa source à proximité de Bouilland et qui incise le plateau par un étroit canyon. Il s'étend dans La Montagne entre les altitudes de 295 m et 603 m.
Il comprend en rive gauche du Rhoin, la forêt du Grand Hâ qui entoure les prés de Chaume et de Bas de Fontaines. Les coteaux abrupts de la vallée du Rhoin et de son affluent « Combe Demange ». Et en rive droite du Rhoin, les parties de plateaux de Borey, de Bierre et de Bois de Noirotte traversés par l'autoroute A6.

6.9.2. Géologie et hydrogéologie.

Les formations géologiques qui affleurent dans le secteur d'étude vont du Bathonien (Jurassique moyen) à l'oxfordien moyen (Jurassique supérieur) constituées de calcaires et de marnes. Les fonds de vallées sont tapissés de dépôts meubles : alluvions récentes (limons argileux) et formations de versants (éboulis, limons colluviaux).
L'aquifère est constitué des calcaires du jurassique moyen (bajocien et bathonien). La Montagne constitue un horst parcouru par une succession de fractures verticales qui forme des compartiments étroits.

Les sources de Fontaine Froide sont localisées à la base de la série du jurassique moyen, il s'agit de sources de type jurassien alimentées par un aquifère situé à une altitude supérieure que celle de la Fontaine Froide. Ce système karstique ne possède pas de réserves noyées.
Le Rhoin se perd à l'aval de la Fontaine Froide, un traçage a montré que cette perte communique avec la source de la Bouzaise captée pour l'alimentation de la ville de Beaune.

6.9.3. Qualité.

L'amplitude de variation de la conductivité est importante avec 170 µS/cm ce qui traduit une arrivée rapide d'eaux météoriques peu minéralisées en mélange avec des eaux à circulation plus lentes, caractéristique d'un karst bien développé et fonctionnel.
Les taux de nitrates sont faibles avec 10 mg/l en moyenne et ne dépassent pas 20 mg/l pour une limite de qualité de 50 mg/l.
La présence d'un herbicide (carbétamide) aux sources Pissevieille et Coignière a été mise évidence 3 fois avec une concentration de 0,06 ; 0,08 et de 0,6 µg/l pour une limite de qualité de 0,1 µg/l.
L'eau est moyennement minéralisée, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique. Les 5 sources présentent des différences de caractéristiques chimiques, mais le nombre limité d'analyses sur l'eau brute ne permet pas d'établir clairement ces différences.

6.9.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (70 %), des cultures (18 %) et des prairies permanentes (12 %), les zones urbanisées représentent moins de 1 %.
Le village de Bessey-en-Chaume est présent en partie dans le BAC ainsi que le hameau de Chaume pour une population estimée à 150 habitants et une densité très faible de 5,7 hab/km^2.
Aucune ICPE, ni aucune décharge ancienne ne sontt présentes dans le BAC. La STEP de Bouilland est localisée dans le BAC au bord de la rivière Rhoin.

6.9.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKa.
Les pressions de pollution sont faibles avec 82 % de forêts et prairies et seulement 18 % de cultures. L'autoroute A6 traverse le BAC dans sa partie sud-ouest sur une distance de 2,8 km.

6.9.6. Potentialité de la ressource.

Les sources sont captées par la Communauté d'Agglomération de Beaune Côte et Sud et alimentent les communes suivantes : Aloxe Corton, les hameaux de Challanges et Gigny à Beaune, Bligny les Beaune, Bouze les Beaune, Chassagne Montrachet, Chevigny en Valiere, Chorey les Beaune, Combertault, Corberon, Corcelles les Arts, Corgengoux, Corpeau, Ebaty,

Echevronne, Ladoix Serrigny, Levernois, Marigny les Reullee, Merceuil, Meursanges, Montagny, Monthelie, Pemand Vergelesses, Puligny Montrachet, Ruffey les Beaune, Sainte Marie la Blanche, Tailly, Vignoles, Volnay, soit un peu plus de 14 000habitants. Sans compter la vente d'eau à des communes extérieures à la CABCS (6) et à des communes internes à la CABCS (2). Le débit d'étiage est estimé à 56l/s soit 200 m^3/h = 4840 m^3/jour pour le total des 5 sources. Le volume prélevé est de 42 l/s soit 152 m^3/h = 3650 m^3/jour en 2011.
Fontaine Froide n'est pas en relation avec une zone noyée intéressante, il n'y a pas de réserve exploitable en-dessous du niveau d'émergence des sources.

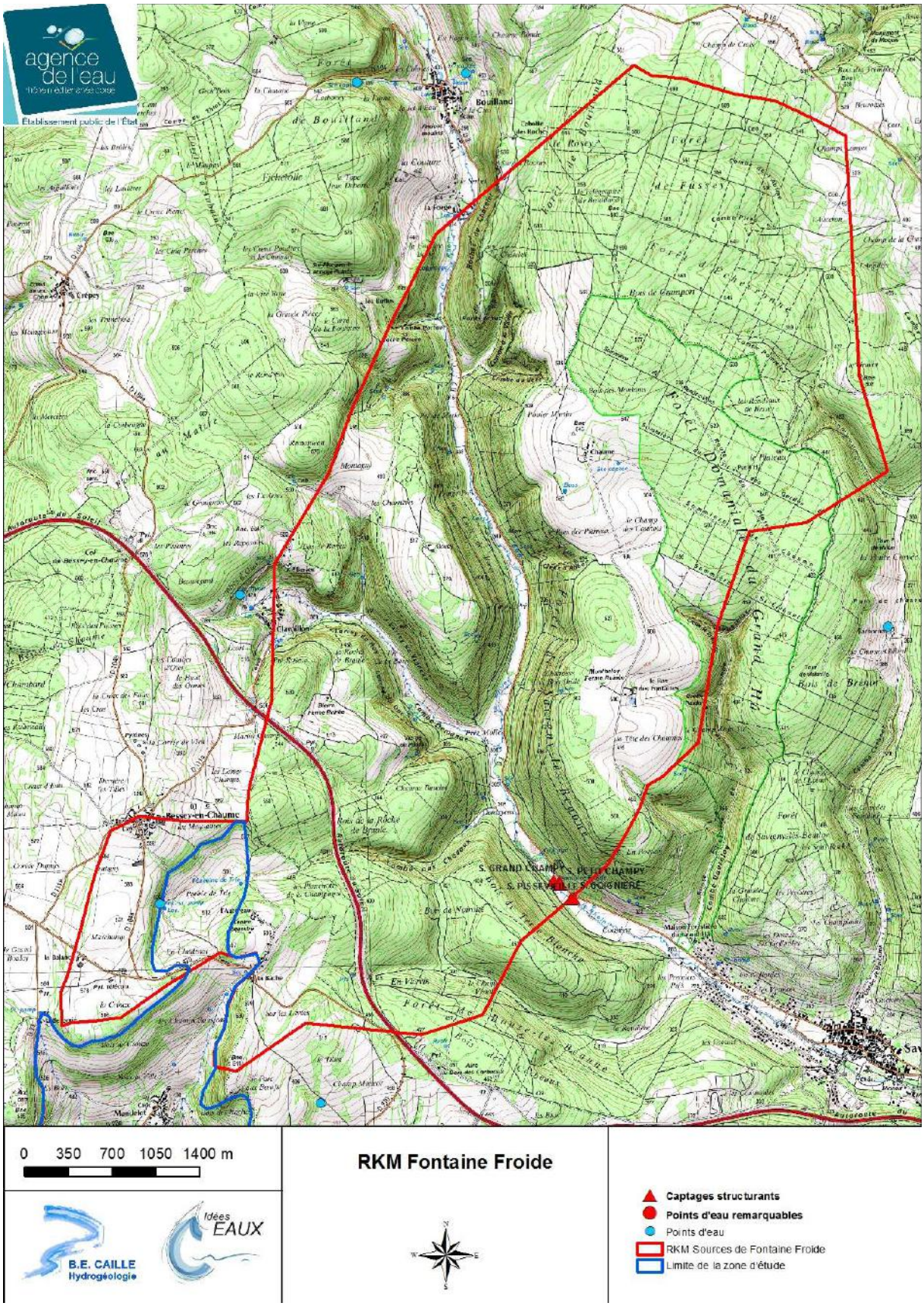


Figure 68 : RKM des sources de Fontaine Froide sur fond topographique

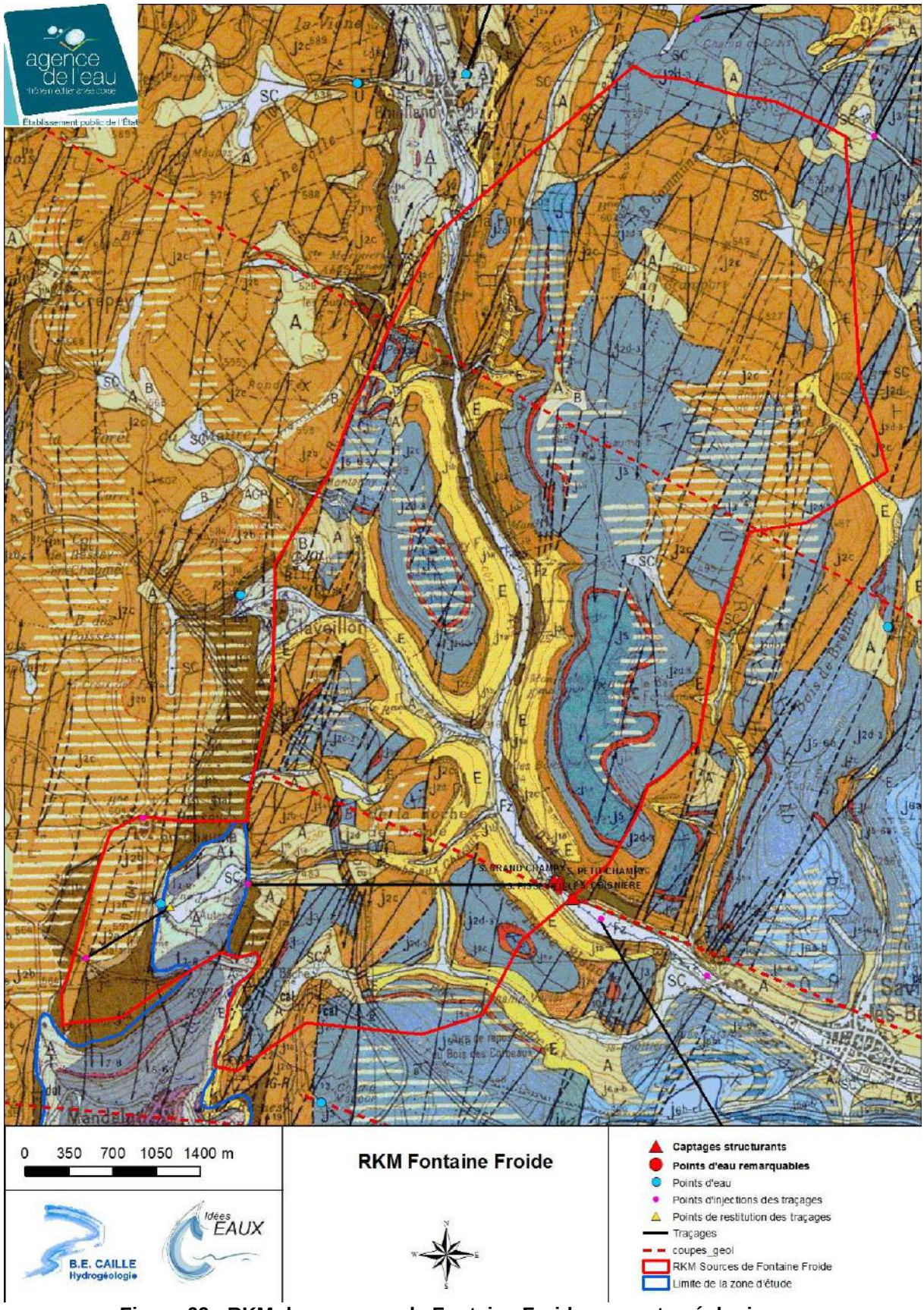
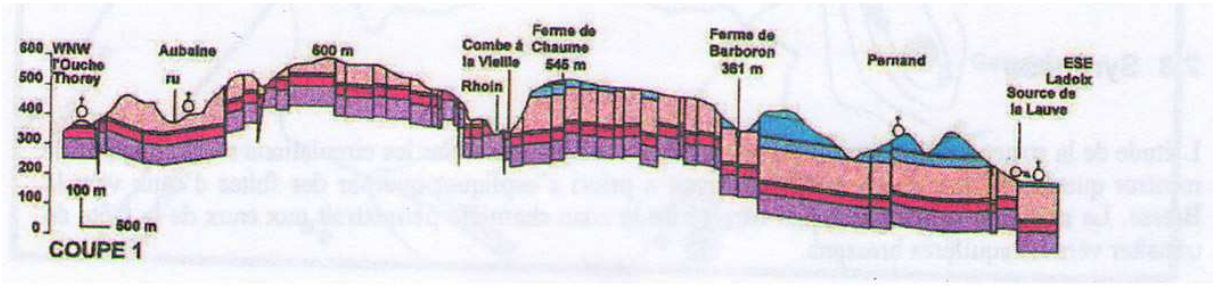


Figure 69 : RKM des sources de Fontaine Froide sur carte géologique



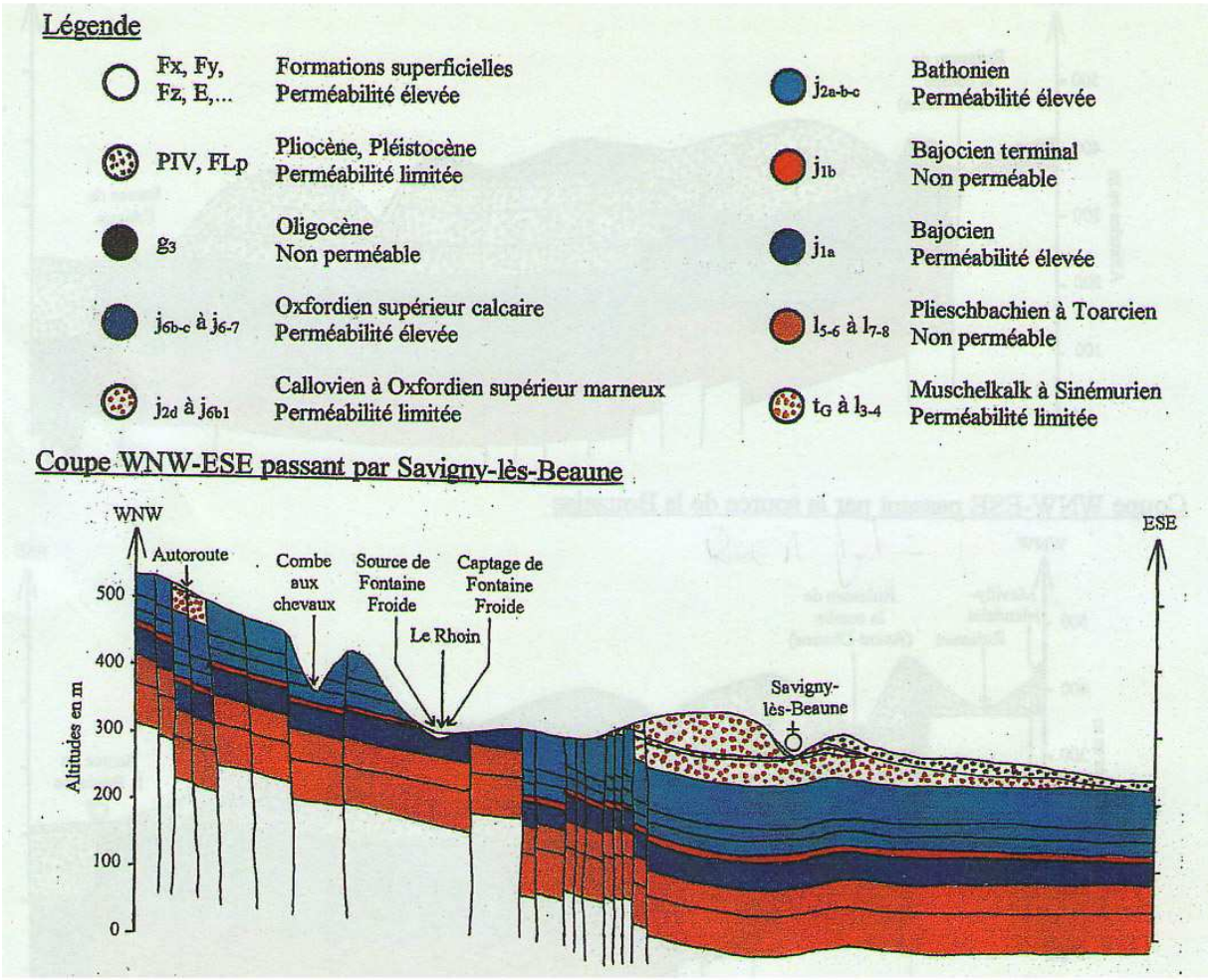


Figure 70 : Coupes géologiques

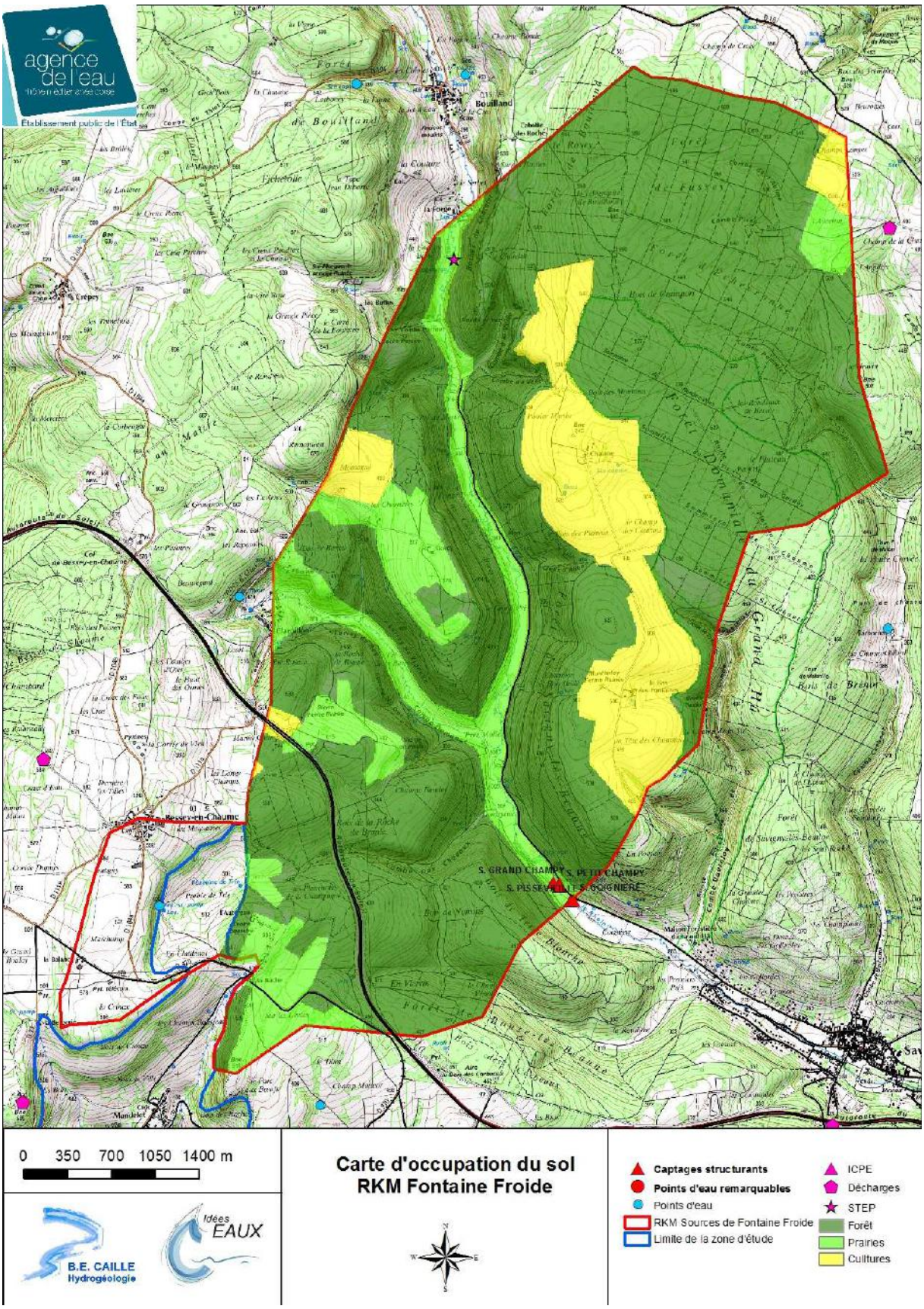


Figure 71 : Carte de l'occupation du sol.

6.10. SOURCE DE LA BOUZAISE (RKM 15).

6.10.1. Géographie.

La Bouzaise est une source de pied de côte, qui prend naissance sur la faille bordière de la plaine de Bresse. Elle émerge des formations superficielles (sables et graviers) mis en charge latéralement par les calcaires bathoniens et bajociens de la Côte et Arrière Côte.

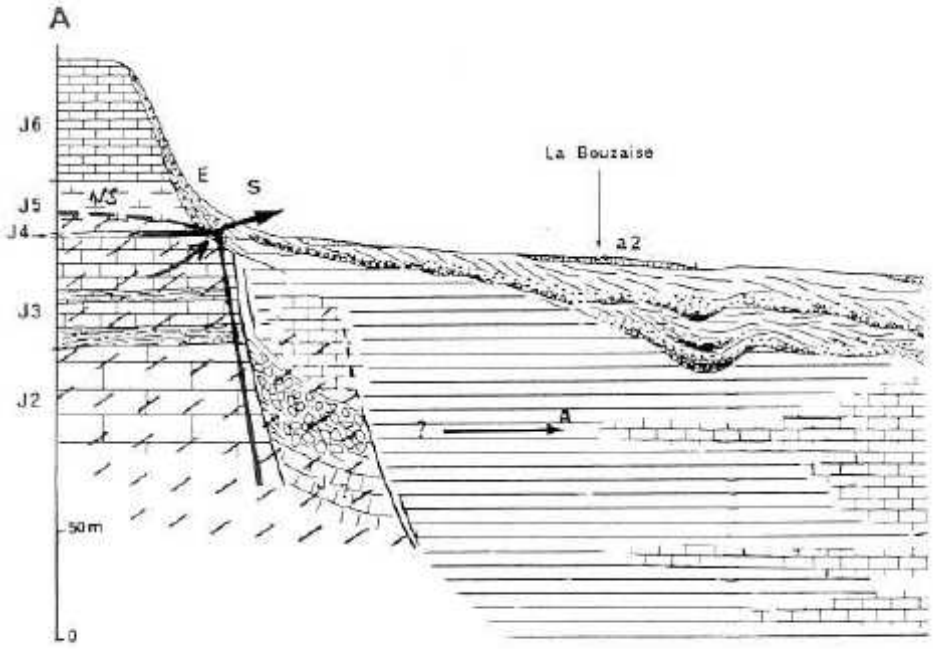


Figure 72 : Conditions d'émergence de la source de la Bouzaise (M. Amiot)

Les limites du bassin d'alimentation se basent sur les traçages et des considérations géologiques et topographiques. Il est constitué de 2 parties distinctes :

la zone de recharge de l'aquifère par infiltration directe dans le sous-sol. C'est le bassin d'alimentation de captage (BAC) au sens strict qui constitue la ressource karstique majeure inscrite dans le SDAGE. Sa superficie est de 22 km^2.

le bassin versant des pertes du Rhoin entre Fontaine Froide et Savigny-lès-Beaune qui sont en relation avec la source de Bouzaise. Il s'agit du bassin versant hydrologique de la rivière augmenté du bassin hydrogéologique en relation les nombreuses sources du Rhoin. Sa superficie est de 55 km^2.

Une vaste zone noyée est associée à la source de La Bouzaise, elle s'étend dans le massif de l'Arrière Côte au sud sur une superficie de 62 km^2.

Le BAC s'étend dans l'Arrières Côte et la Côte entre Bouze-lès-Beaune et Beaune ainsi que sur la terminaison sud de La Montagne (Forêt de Bouze-lès-Beaune, Bois de Terre Blanche). Le BAC est traversé du Nord-ouest au sud-est par une vallée sèche qui part de Bouze-lès-Beaune et fini dans la Côte à l'ouest de Beaune. Il est limité au nord par la vallée du Rhoin et à l'ouest et au sud par celle du ruisseau de Dessous la Velle. La limite est correspond à la plaine de Bresse.

Le bassin versant du Rhoin à l'amont des pertes de Savigny lès Beaune s'étend jusqu'à Détain-et-Bruant dans La Montagne. Il est limité à l'ouest par le bassin versant de l'Ouche et à l'Est par les bassins d'alimentation des sources qui émergent de La Montagne (la Douée à Arcenant, Chevannes, Barboron). Ce bassin versant des pertes est en partie commun avec le BAC des sources de Fontaine Froide (RKM 14).

6.10.2. Géologie et hydrogéologie.

Les formations géologiques qui affleurent dans le secteur d'étude vont du Bathonien (Jurassique moyen) à l'oxfordien moyen (Jurassique supérieur) constituées de calcaires et de marnes. Les fonds de vallées sont tapissés de dépôts meubles : alluvions récentes (limons argileux) et formations de versants (éboulis, limons colluviaux).
L'aquifère est constitué des calcaires du jurassique moyen (bajocien et bathonien). La source de la Bouzaise est localisée au sommet de la série du jurassique moyen, il s'agit d'une source de type vauclusien alimentée par débordement d'une zone noyée. La zone noyée potentiellement en relation avec la source de La Bouzaise s'étend très largement vers le sud.
Les pertes du Rhoin ont été étudiées par le SRAE de Bourgogne en juin 1985. Elles sont actives entre Fontaine Foride et Gigny dans la plaine de Bresse. Le débit des pertes entre le camping de Savigny-lès-Beaune et Gigny est évalué à 10 l/s.km (de cours d'eau) soit 36 m^3/h.km. À l'étiage, le Rhoin est à sec à partir de Savigny-lès-Beaune.

6.10.3. Qualité.

L'amplitude de variation de la conductivité est importante avec 240 µS/cm ce qui traduit une arrivée rapide d'eaux météoriques peu minéralisées en mélange avec des eaux à circulation plus lentes caractéristique d'un karst bien développé et fonctionnel.
Les taux de nitrates sont faibles avec 15 mg/l en moyenne et ne dépassent pas 25 mg/l pour une limite de qualité de 50 mg/l.
La présence de pesticides est très importante avec des concentrations qui dépassent souvent la limite de qualité de 0,1 µg/l par substance ou 0,5 µg/l pour le total.
On trouve des herbicides (simazine, terbutylazine, chlortoluron, diuron, aminotriazole) et leurs molécules de dégradation (térbuméton déséthyl, terbutylazine déséthyl, atrazine déséthyl), ainsi que des fongicides (oxadixyl, diméthomorphe, bascalid). L'anthraquinone qui est un répulsif pour les oiseaux a été trouvé dans une forte concentration (1 µg/l).

Les herbicides ont une utilisation partagée entre les cultures et la vigne. Les fongicides sont plus particulièrement utilisés sur la vigne pour le traitement du mildiou.
Les eaux sont traitées par filtrations sur charbon actif pour éliminer les pesticides avant la distribution.
Du bore a été trouvé au-delà de la limite de qualité de 1 mg/l dans 2 analyses. Le bore utilisé dans les lessives est un marqueur d'eau résiduaire.

L'eau est moyennement minéralisée, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique.

6.10.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (50 %), des cultures (17 %), la vigne (17 %) et des prairies permanentes (13 %), les zones urbanisées représentent 3 %.
Le village de Bouze-lès-Beaune est présent en totalité dans le BAC ainsi que des lotissements de Beaune situé sur la Côte, pour une population estimée à 781 habitants et une densité de 35,5 hab/km^2.
2 décharges anciennes sont présentes dans le BAC. Aucune STEP, ni ICPE ne sont répertoriées.

6.10.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKa.
Les pressions de pollution sont importantes avec 34 % de cultures et vignoble et 3 % de zones urbanisées. L'autoroute A6 traverse le nord du BAC sur 3 km.

6.10.6. Potentialité de la ressource.

Les sources sont captées par la Communauté d'Agglomération de Beaune Côte et Sud pour la ville de Beaune. C'est la ressource principale de cette ville. Le débit d'étiage est estimé à 115l/s soit 414 m^3/h = 9940 m^3/jour. Le volume prélevé est de 70 l/s soit 252 m^3/h = 6050 m^3/jour en 2011.
La Bouzaise n'appartient pas à un secteur d'étude des volumes prélevables.
Les marges d'exploitation des débits s'écoulant naturellement à la source sont faibles, en effet le prélèvement moyen représente 60 % du débit d'étiage, et un débit réservé doit être conservé dans la rivière.

La source de Bouzaise est en relation avec une zone noyée importante qui s'étend sur 62 km^2, pour une épaisseur moyenne de 150 m et dont le volume théorique est de 93.10^6 m^3. Cette réserve est accessible seulement par des forages à réaliser dans l'Arrière Côte.

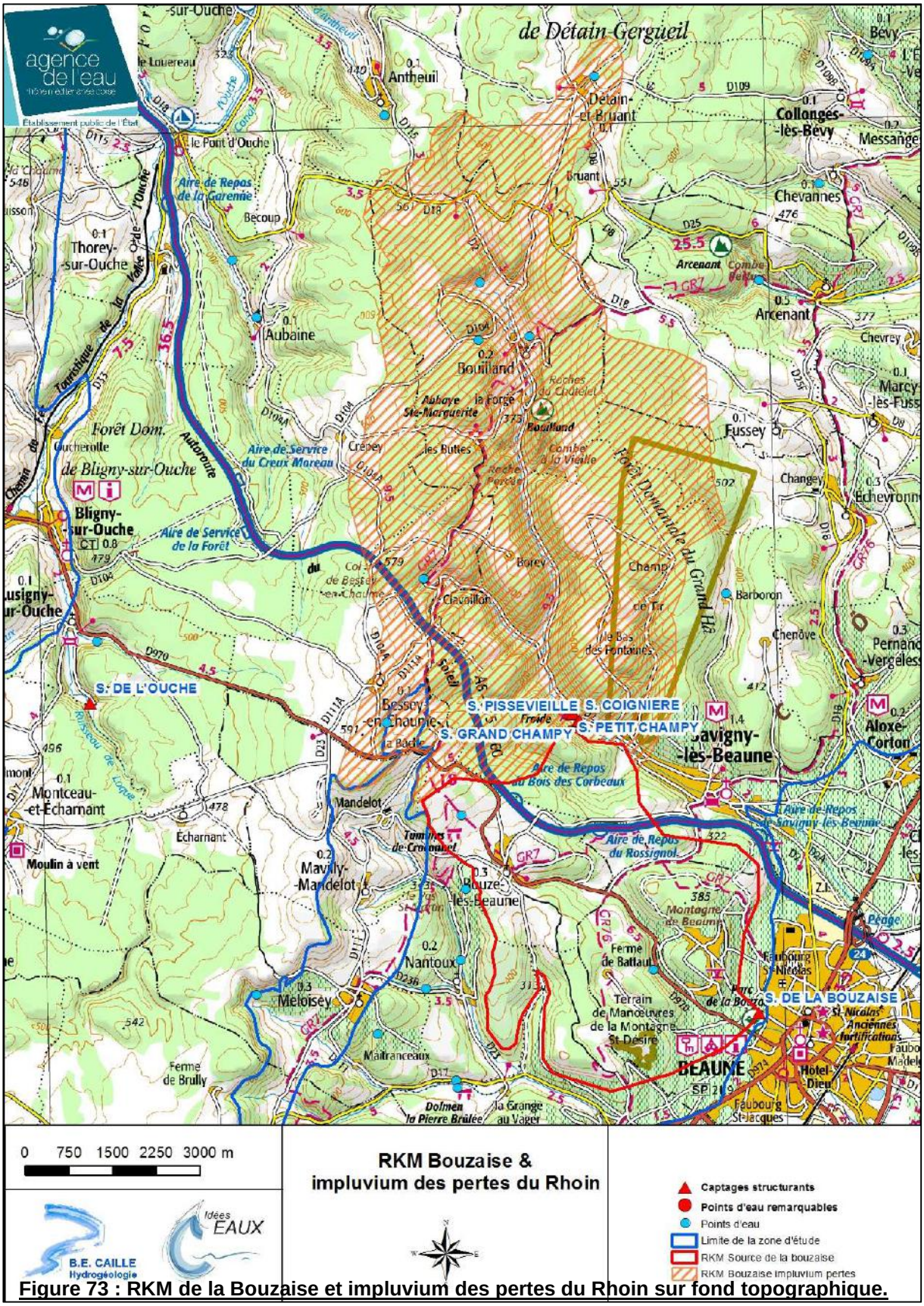


Figure 73 : RKM de la Bouzaise et impluvium des pertes du Rhoin sur fond topographique.



Figure 74 : RKM de La Bouzaise sur fond topographique.



Figure 75 : RKM de La Bouzaise et sa zone noyée associée sur fond topographique.

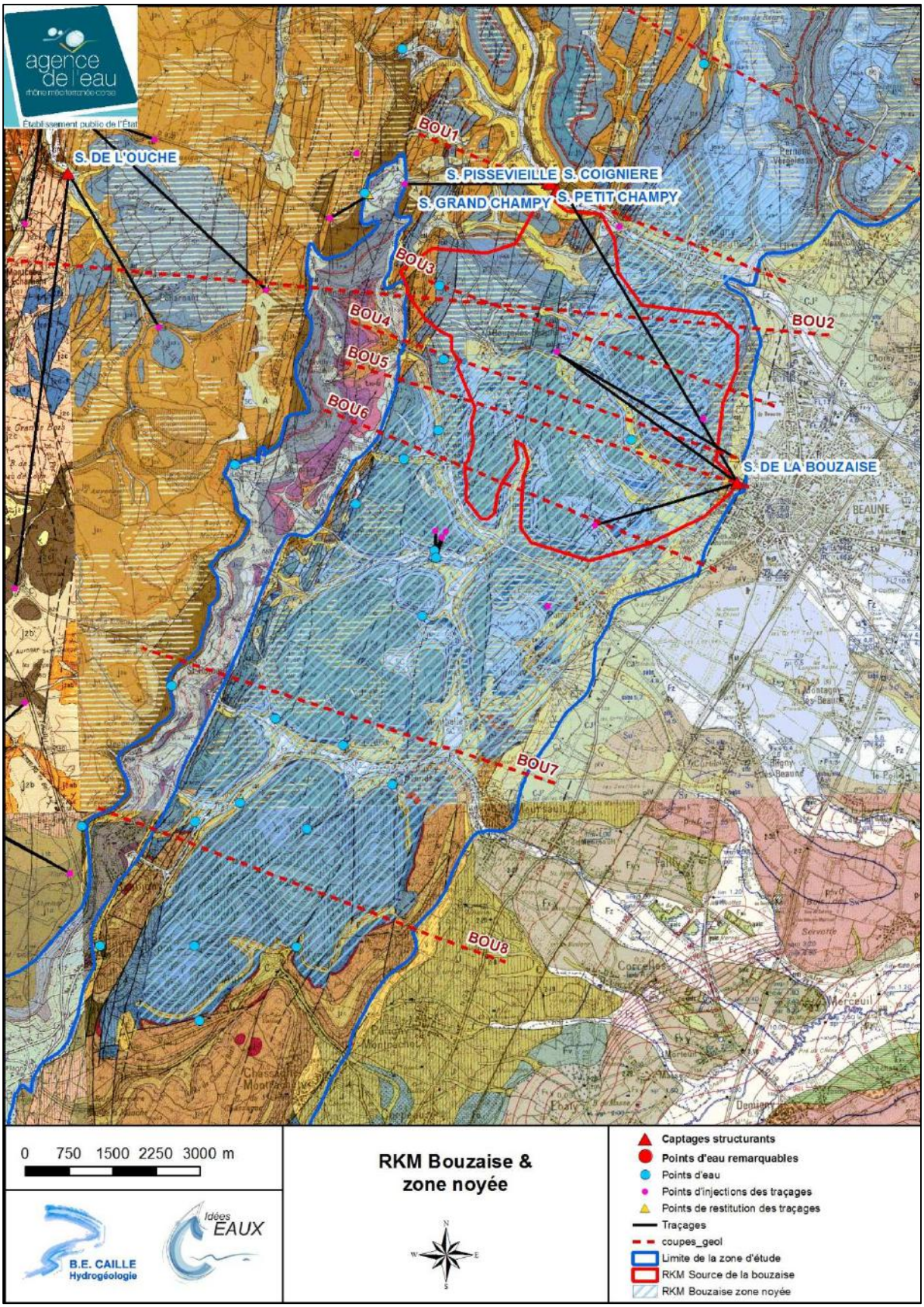


Figure 76 : RKM de La Bouzaise et sa zone noyée associée sur carte géologique.

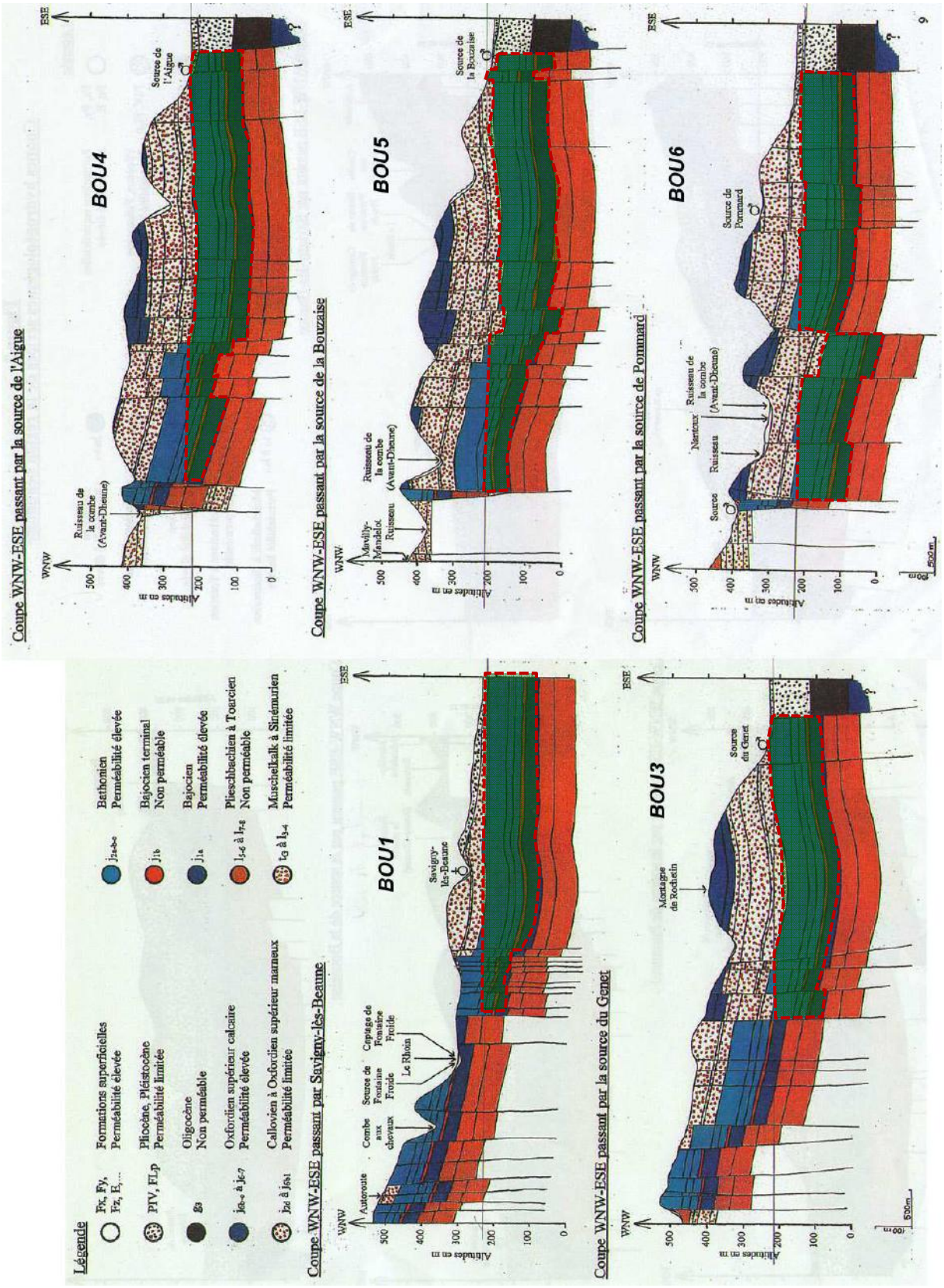


Figure 77 : Coupes géologiques (DIREN août 1998)

Zone noyée

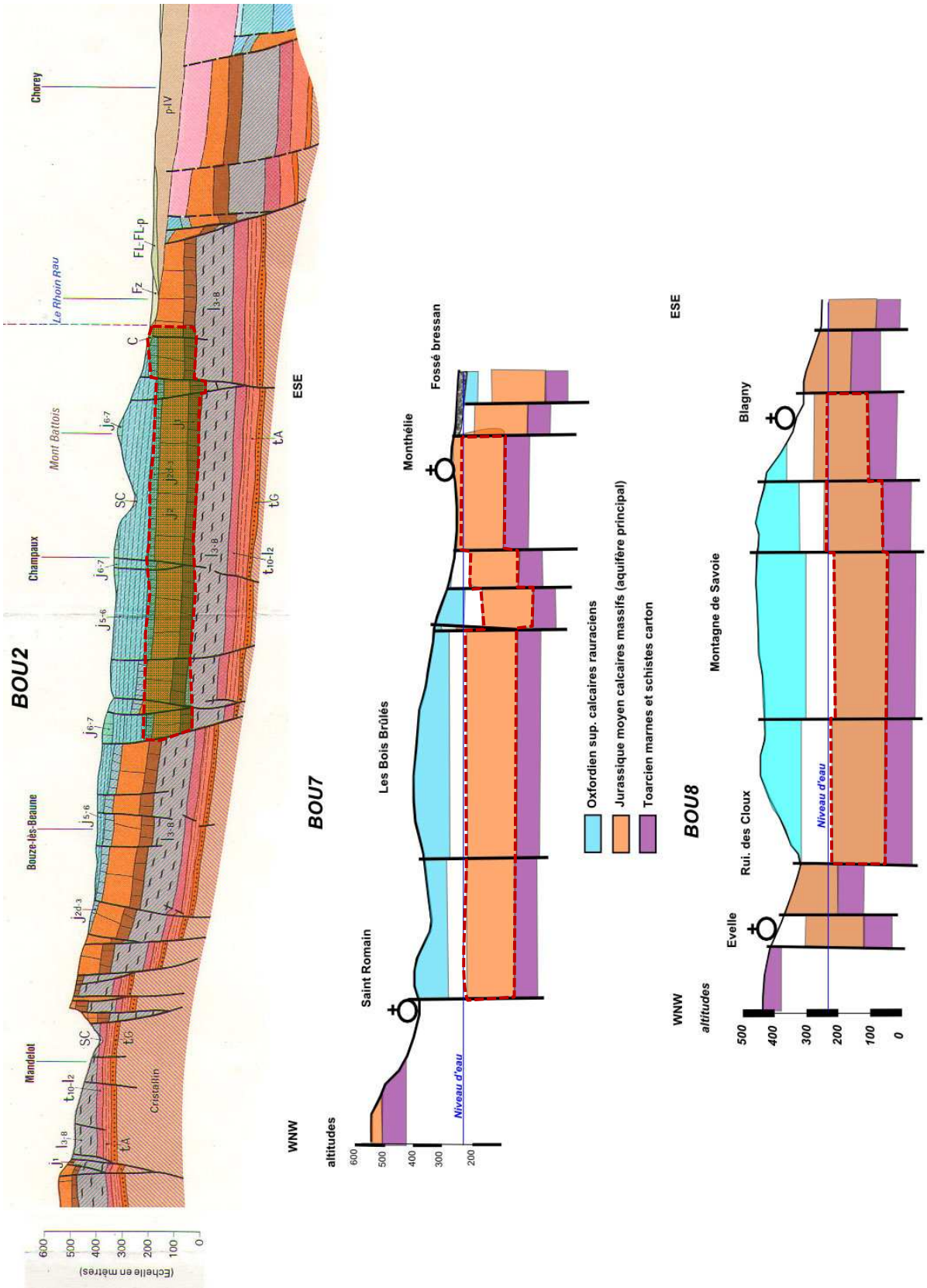


Figure 78 : Coupes géologiques (carte géologique de Beaune- BRGM ; bureaux d'études).

Zone noyée

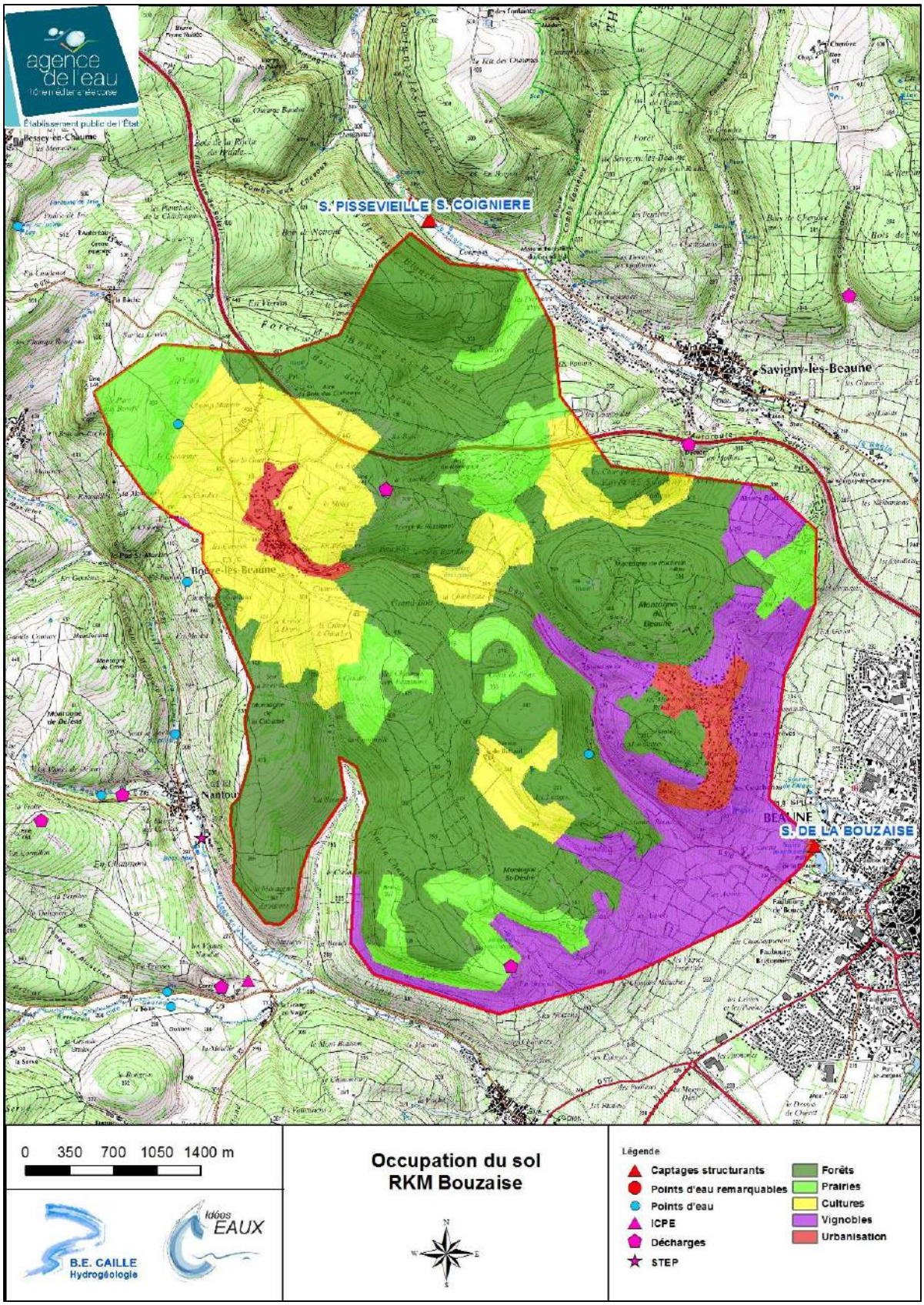


Figure 79 : Carte de l'occupation du sol.

7. RESSOURCE KARSTIQUES MAJEURES FUTURES

7.1. FORAGE « LE PAVILLON » (RKM_1)

7.1.1. Géographie

Le forage du « Le Pavillon » se situe dans la vallée de la Tille de Grancey sur la commune de Grancey-le-Château à 3,5 km à l'aval du village à proximité du carrefour de la RD 959 et de la RD 112, au lieu « Le Pavillon ». Cet ouvrage a une profondeur de 49 m.
Cet ouvrage est un forage de reconnaissance pour la recherche en eau potable. Des études sont actuellement en cours pour valider ou non sa mise en exploitation. A l'heure actuelle, seul un pompage d'essai a été réalisé en novembre 2011.
Ce forage est pour le moment intégré aux ressources majeures futures. S'il est mis en exploitation, il sera alors classé dans les ressources majeures actuelles. Si les résultats futurs sont non concluants, celui-ci sera retiré des ressources majeures.
Le fait que cet ouvrage soit un forage rend la détermination de son aire d'alimentation difficile, de plus qu'aucune étude permettant d'identifier son bassin d'alimentation n'a été réalisée pour le moment.
Cependant en attendant la réalisation d'études complémentaires permettant de caractériser l'aire d'alimentation, le point d'eau a été associé pour le moment à une aire d'alimentation aux limites topographiques du vallon.

7.1.2. Géologie et hydrogéologie

Ce puits d'une profondeur de 49 m traverse les calcaires du Bathonien jusqu'au marnes grises du Bajocien supérieur.
La structure générale présente un pendage général du NNW vers le SSE.

<u>La coupe géologique de l'ouvrage est la suivante :</u>

- De 0 à 2,5 m : Argiles calcaires ;
- De 2,5 à 15 m : Calcaires crayeux ;
- De 15 à 26 m : Calcaires bruns ;
- De 26 à 52 m : Calcaires gris ;
- De 52 à 55 m : Marnes grises.

Cet ouvrage est équipé de crépines entre 9 et 49 m de profondeur. La partie de l'ouvrage dans les marnes entre 52 et 55 m n'a pas été équipée. La coupe technique et géologique de l'ouvrage est présentée à la Figure 80. Il exploite la base de l'aquifère du jurassique moyen, la zone noyée est peu importante.
Le pompage de novembre 2011, réalisé en période d'étiage peu sévère, a permis d'établir un débit critique de l'ouvrage de 35 m^3/h.

7.1.3. Qualité de la ressource

Seules, deux analyses ont été réalisées sur ce forage : une à l'issue du pompage d'essai de 72 h à 35 m^3/h, le 01/12/2011 et la seconde le 15/05/2012 après 2h30 de pompage.
La conductivité de l'eau mesurée était de 527 et 619 µS/cm sur chacune des analyses.
La turbidité est nulle sur la première analyse et de 4,75 NFU sur la deuxième, qui peut être induite par un temps de pompage différent.
Les teneurs en nitrate sont similaires avec une valeur de 16,5 mg/l. Ces teneurs permettent de constater la présence de zones de cultures sur l'aire d'alimentation du captage.
La première analyse met en évidence une pollution en pesticide par l'Isoproturon à 0,74 µg/l. Cet élément n'a pas été détecté sur la deuxième analyse. Afin de déterminer si cette pollution était accidentelle ou récurrente de façon ponctuelle, il faudra réaliser des analyses supplémentaires.
Les analyses d'eau ne montrent pas d'autres pollutions particulières.
L'eau est de type bicarbonaté calcique.

7.1.4. Occupation des sols

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, l'occupation des sols ne peut-être analysée.

7.1.5. Vulnérabilité et risques de pollution

L'aire d'alimentation de l'ouvrage n'étant pas connue, la vulnérabilité et les risques de pollution au niveau de ce point d'eau ne seront pas réalisés durant cette étude.

7.1.6. Potentialité de la ressource

Cet ouvrage n'est actuellement pas utilisé, car c'est un ouvrage de recherche en eau qui sera mis en exploitation si la suite de cette recherche est concluante.
Ce forage est pour le moment intégré aux ressources majeures futures. S'il est mis en exploitation, il sera alors classé dans les ressources majeures actuelles. Si les résultats futurs sont non concluants, celui-ci sera retiré des ressources majeures.
La zone noyée est peu épaisse, les marnes du lias étant atteinte à – 52 m.

Cet ouvrage a pour but d'alimenter le canton de Grancey-le-Château-Neuville.

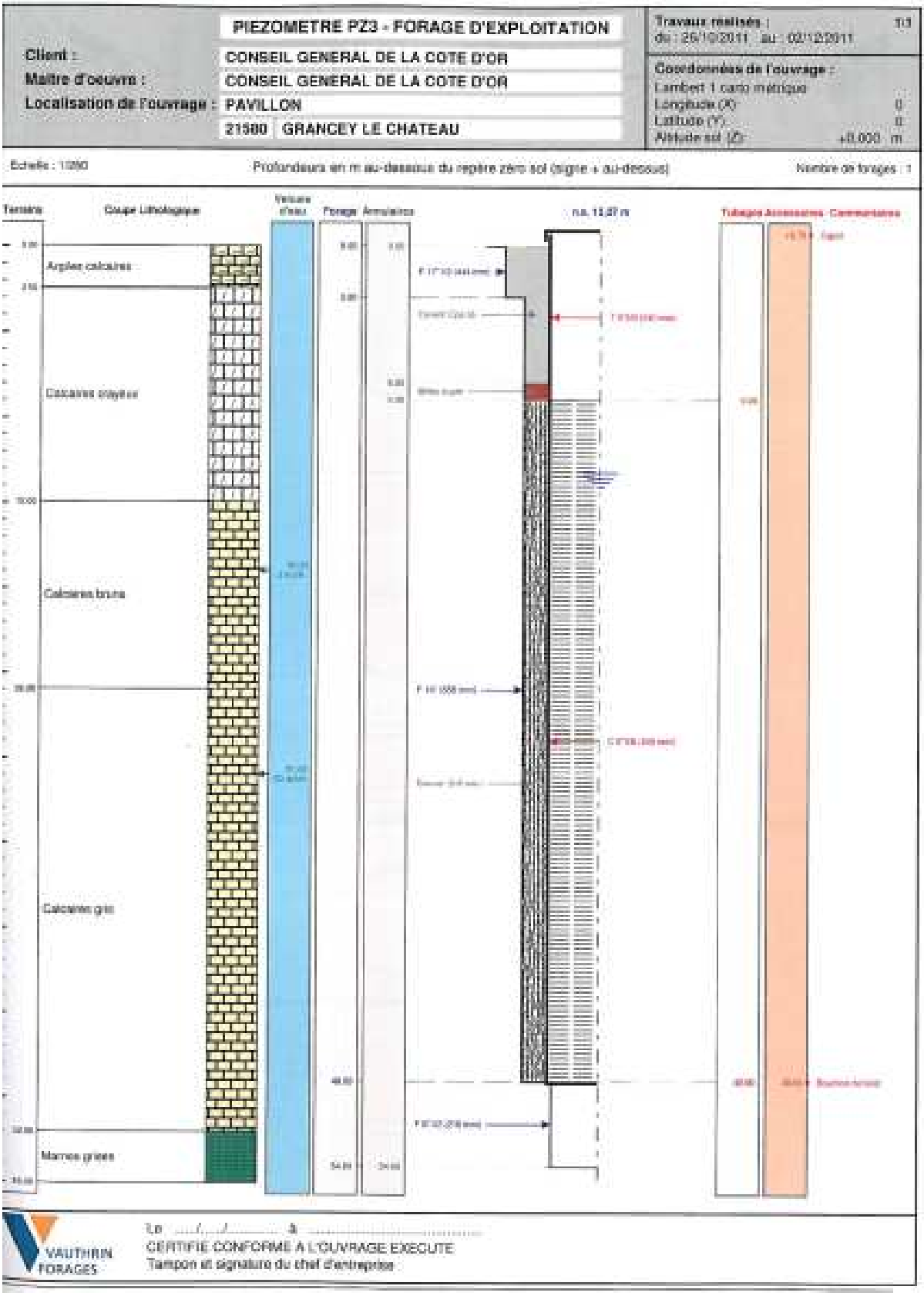


Figure 80 : Coupe technique et géologique du forage du Pavillon

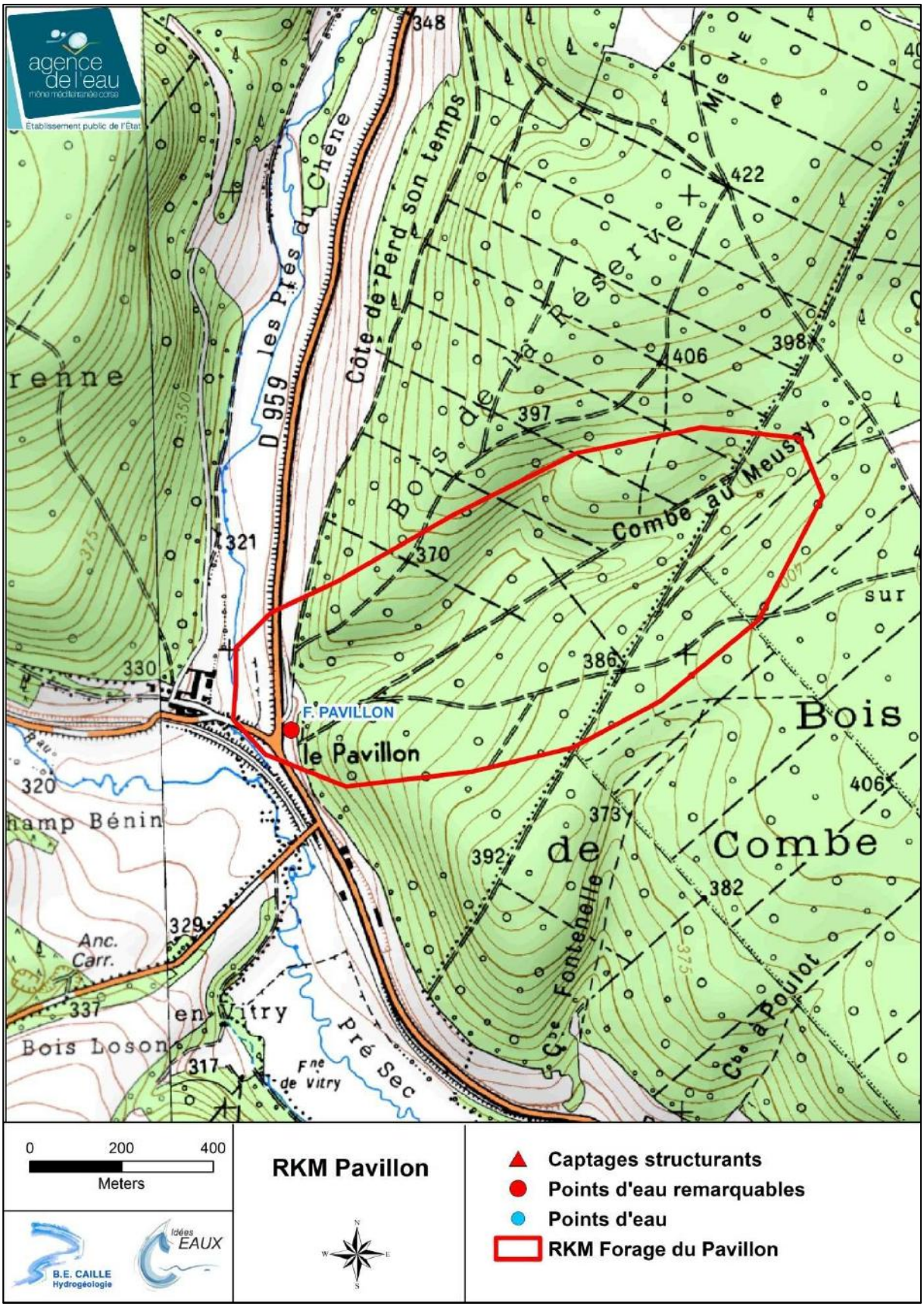


Figure 81 : RKM « Le Pavillon » sur fond topographique

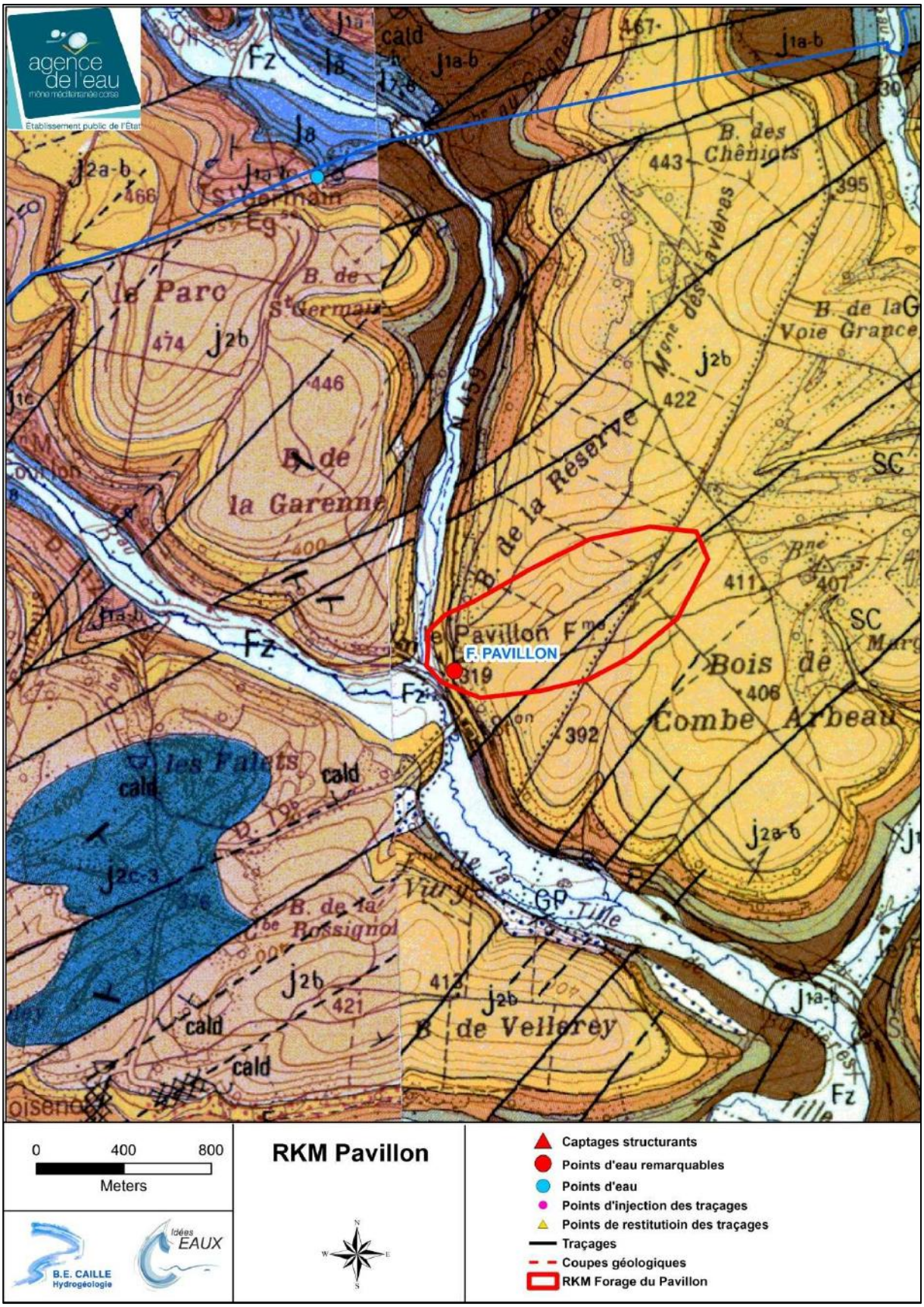


Figure 82 : RKM « Le Pavillon » sur fond géologique

7.2. SOURCE DU CREUX BLEU (RKM 2).

7.2.1. Géographie.

La source du Creux Bleu est située à Villecomte dans la vallée de la rivière l'Ignon dont elle est un des principaux apports. Les limites de la ressource karstique majeure sont :

au nord la rivière l'Ignon,

au sud la Combe au Diable et la Combe au prêtre qui est une limite commune avec la RKM du Val Suzon,

à l'ouest des failles majeures qui séparent le plateau de Francheville de la vallée de l'Ougne à Sainte Seine l'Abbaye,

à l'est la terminaison du massif contre la vallée de l'Ignon.

La RKM prend la totalité de la Forêt Domaniale d'Is-sur-Tille, elle est parcourue par un réseau dense de vallées sèches organisé autour de l'axe principal Villecomte – Vernot _ vallon de Noncueil et Fontenis. Les vallées sèches constituent avec les gouffres, les indices morphologiques principaux du modelé karstique de la région.
4 villages de la vallée de l'Ignon sont inclus dans la RKM : Frenois, Moloy, Tarsul et Villecomte. 2 villages sont localisés sur le plateau : Vernot et Francheville.

7.2.2. Géologie et hydrogéologie.

Les formations géologiques qui affleurent dans le secteur d'étude vont du Bathonien à l'oxfordien supérieur (faciès rauracien) constituées de calcaires et de marnes. Les fonds de vallées sont tapissés de dépôts meubles : alluvions récentes (limons argileux) et formations de versants (éboulis, limons colluviaux).
L'aquifère est constitué des calcaires du jurassique moyen (bajocien et bathonien). La
La source du Creux Bleu est localisée au sommet de la série du jurassique moyen dans le callovien. Il s'agit d'une source de type vauclusien dont la cavité a été plongé jusqu'à -10 m. Elle possède un bassin d'alimentation délimité par des traçages où les circulations souterraines sont drainées par un drain principal en relation avec plusieurs gouffres (Soucy, Combe aux Prêtres, Noncueil). Ce drain d'une extension d'environ 8 km présente un développement de 27 km. La zone noyée potentiellement en relation avec la source du Creux Bleu s'étend très largement vers l'Est où l'aquifère du jurassique moyen s'enfonce sous les formations de l'oxfordien. L'existence d'un réseau karstique profond qui serait descendu dans la zone noyée n'est pas avérée.
Les débits du l'Ignon mesurés aux stations de jaugeage de Villecomte et de Diénay sont représentatifs des débits qui s'écoulent au Creux Bleu. Le VCN3, (débit sec sur 3 jours consécutifs de période de retour 5 ans) est de 0,350 m^3/s = 1260 m^3/h et le module est

estimé à 1,54 m^3/s. Un bilan hydrologique simplifié ($S_{BAC} = V_{annuel}/P_{efficace}$) donne une surface de 139 km^2 compatible avec la surface de la RKM qui est de 123 km^3.

7.2.3. Qualité.

L'amplitude de variation de la conductivité est moyenne, elle est de l'ordre de 100 µS/cm. La turbidité présente des pics très importants avec une arrivée massive de boue consécutive aux fortes pluies. Ces pics sont dus au phénomène de chasse d'eau qui expulse les dépôts fins accumulés dans le réseau karstique noyé. La qualité bactériologique des eaux brutes est correcte avec des taux de contamination compatibles avec une utilisation en eau potable. Les taux de nitrates sont assez bas avec 20 mg/l en moyenne et ne dépassent pas 35 mg/l pour une limite de qualité de 50 mg/l. Ces taux traduisent cependant un impact net dû aux activités agricoles. Des pesticides sont présents pour des taux inférieurs à la limite de qualité de 0,1 µg/l. Il s'agit d'herbicides (Chlortoluron, Dimétachlore, Métazachlore, Isoproturon, Bentazone, Epoxyconazole) et de substances de dégradation des triazines (Hydroxyterbuthylazine, Atrazine déséthyl). L'eau est moyennement minéralisée, il s'agit d'une eau bicarbonatée calcique.

7.2.4. Occupation du sol.

Les surfaces du BAC sont occupées par de la forêt (69 %), des prairies permanentes (1,5 %) et des cultures (28,5 %) et quelques zones urbanisées (1 %). Le village de Villecomte et juste à l'amont de la source. La population présente dans le BAC est de 1062 habitants pour une densité de 8,6 hab./km^2. Une route traverse le BAC d'est en ouest en passant par Vernot et Francheville.

7.2.5. Vulnérabilité et risques de pollution.

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKa.
Les risques sont liés aux pratiques agricoles et aux risques accidentels sur les routes et dans les villages.

7.2.6. Potentialité de la ressource.

Le Creux Bleu n'est pas capté, il y a un potentiel important puisque le débit d'étiage est de 1260 m^3/h. Cependant, la source est dans le bassin versant de La Tille qui a fait l'objet d'une étude des volumes prélevables. L'étude conclut à l'impossibilité de faire des prélèvements supplémentaires dans ce bassin versant. Aussi le Creux Bleu a un intérêt par la présence de la zone noyée qui pourrait permettre une gestion active de la ressource. Cela consiste à prélever par pompage dans la vasque vauclusienne ou dans un forage en sollicitant l'aquifère situé en-dessous du niveau de l'exutoire, et à maintenir dans le milieu le débit naturel de la source.

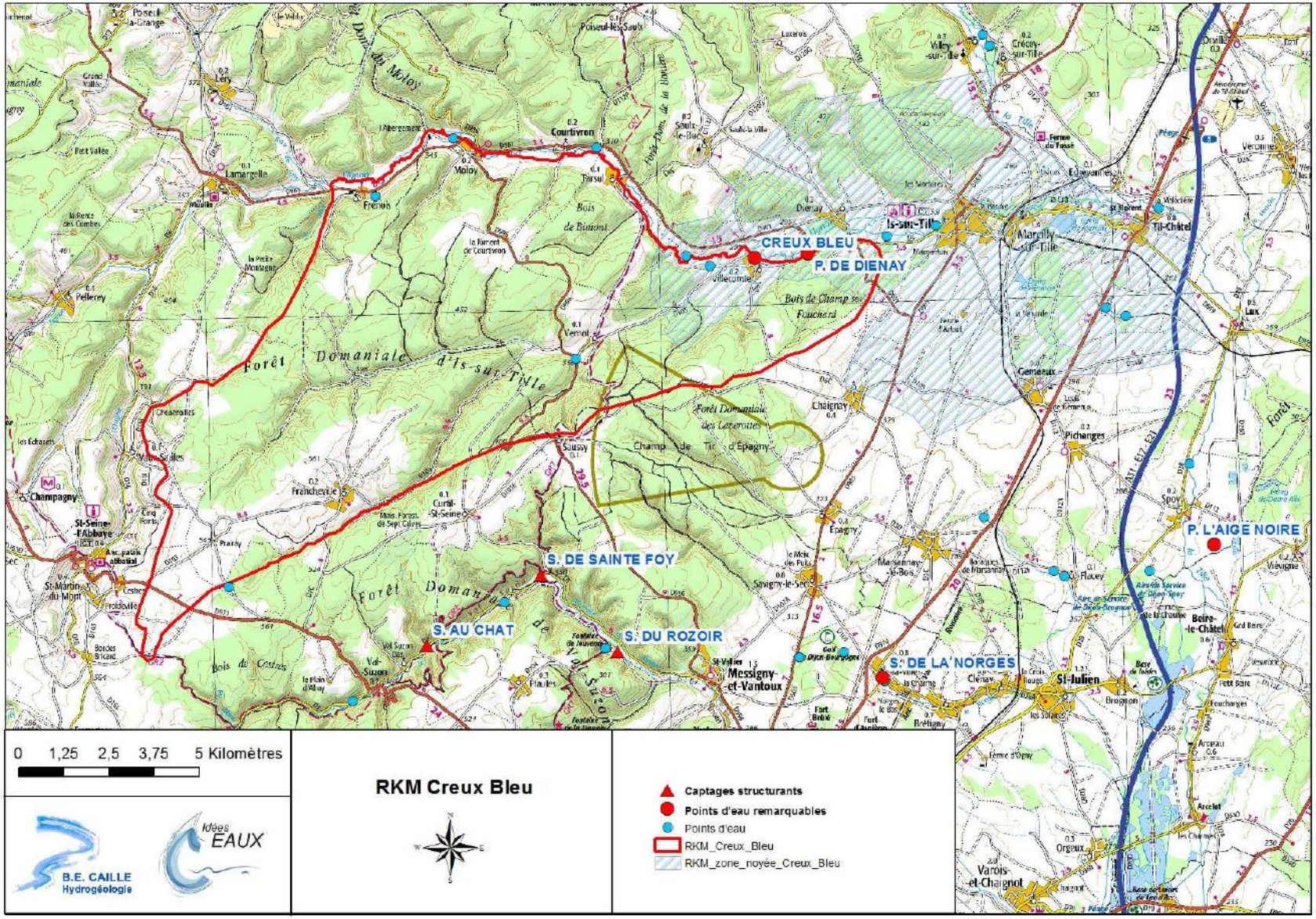


Figure 83 : RKM de la source du Creux Bleu et la zone noyée associée sur carte topographique.

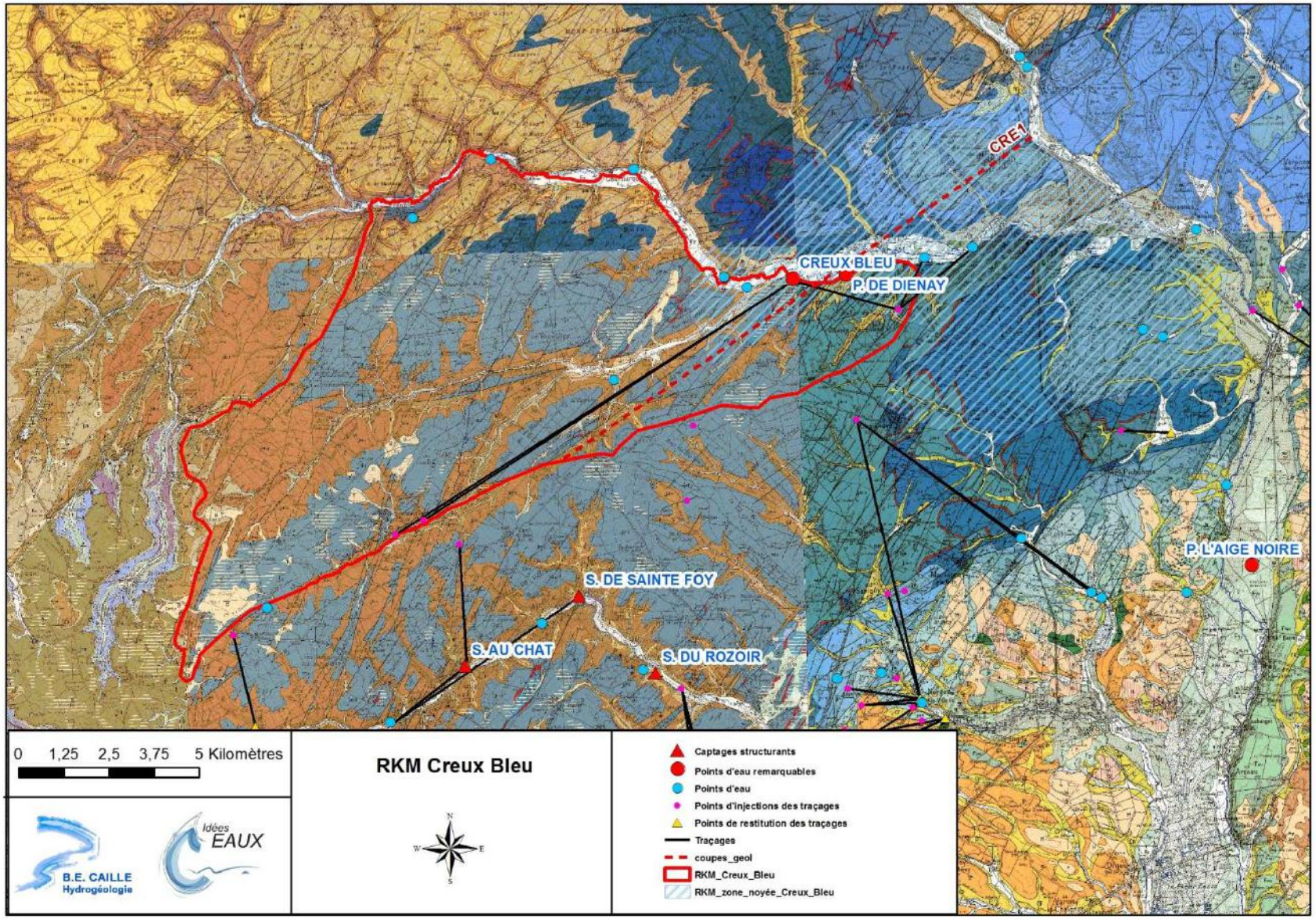


Figure 84 : Limite du bassin d'alimentation de la source du Creux Bleu sur carte géologique

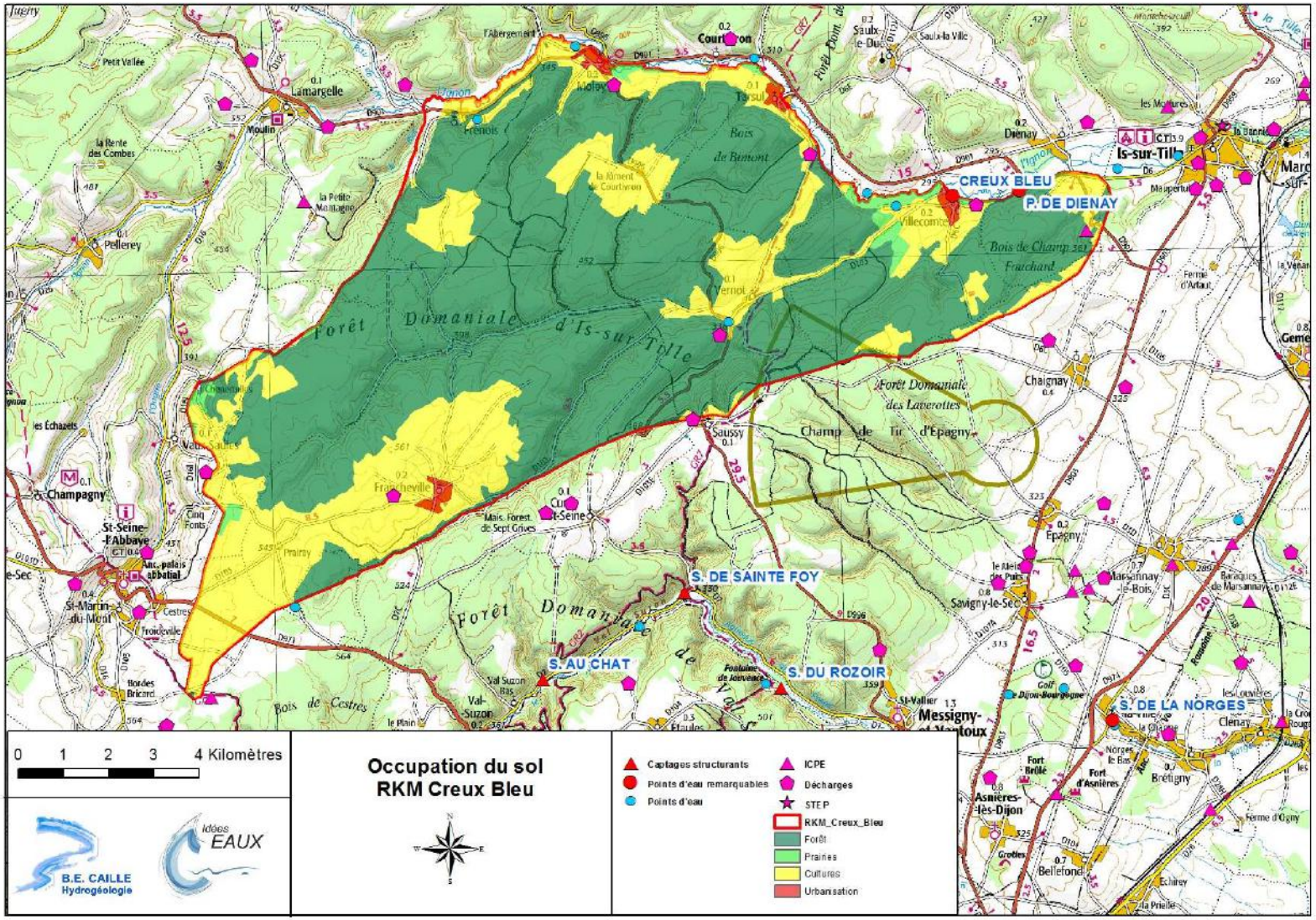


Figure 85 : Carte d'occupation du sol.

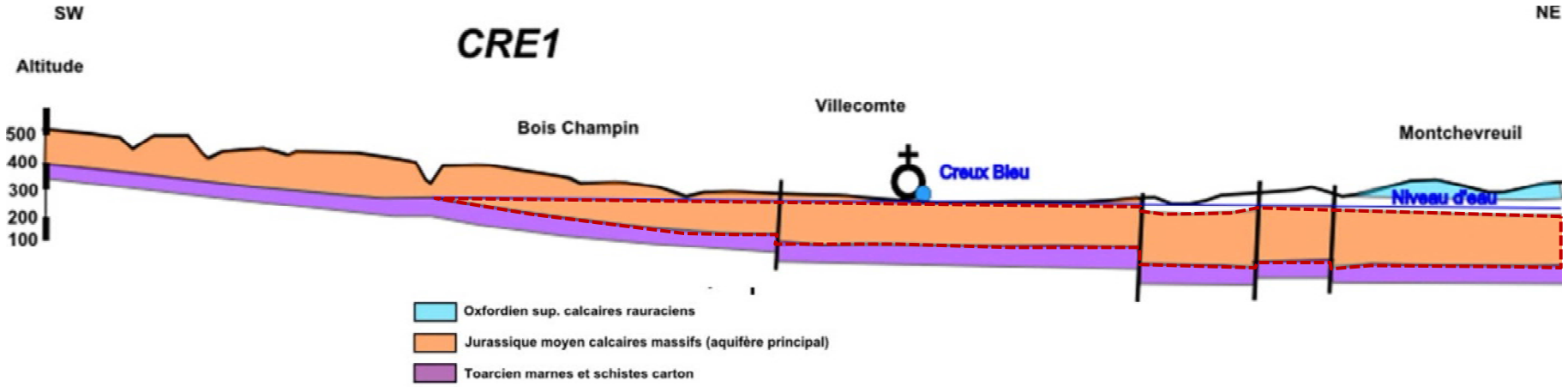


Figure 86 : Coupe géologique CRE1.

Zone noyée.

7.3. SOURCE DE LA BÈZE (RKM_4)

7.3.1. Géographie

La source de la Bèze se situe sur la commune du même nom, Bèze. L'émergence de la source se situe au centre du village au niveau d'une vasque aménagée en-dessous de la grotte de Crétanne et donnant naissance à la rivière de la Bèze.
La délimitation de la ressource karstique (soit la source et son bassin d'alimentation) est déclinée en deux zones :

- Une zone d'alimentation correspondant à l'impluvium direct de l'aquifère concerné par la ressource. Cette zone correspond au tracé déterminé dans la BDLisa. La superficie de cette aire est de 198 km² ;
- Une zone d'alimentation correspondant au bassin versant des pertes de la Tille et la Venelle, soit une superficie de 709 km².

Dans cette étude, seule l'aire d'alimentation directe de l'aquifère a été étudiée. Celle-ci s'étend vers le Nord – de Bèze à Occey – et de l'Ouest vers l'Est - de Gémeaux à Chaume. Le tracé a été réalisé suivant la topographie (ligne de crête) et la géologie du secteur.

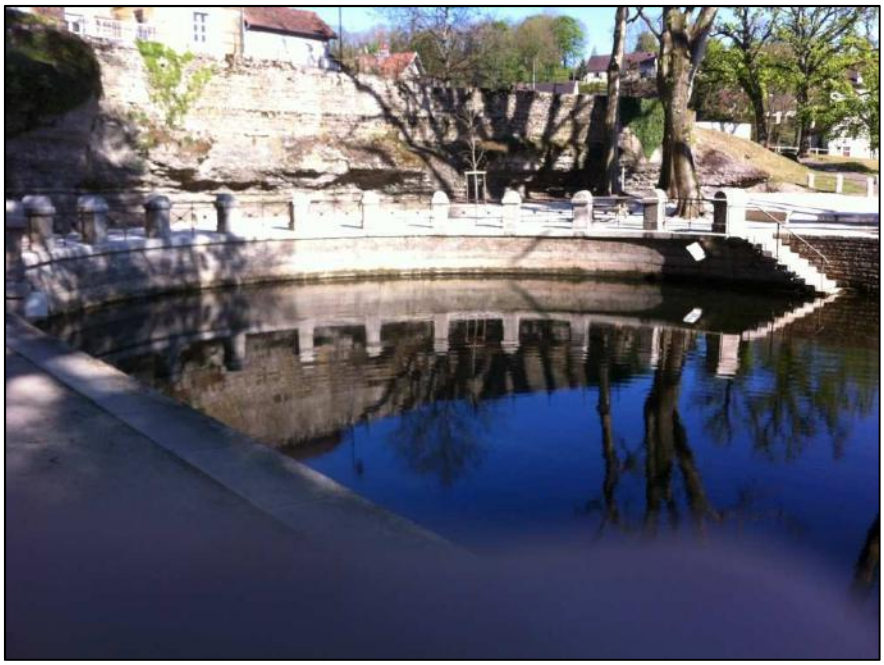


Figure 87 : Photo de l'émergence de la Bèze

7.3.2. Géologie et hydrogéologie

La source de la Bèze émerge de l'aquifère calcaire du Kimméridgien inférieur, faciès du Séquanien, mis en charge par les marnes du Kimméridgien supérieur présentes au lieu-dit « Les Maisons Neuves » à Bèze. Cette source est de type vauclusien.
La source draine les eaux de deux formations : les calcaires du Séquanien et du Rauracien (Oxfordien supérieur) situé en amont de l'émergence, dont le substratum imperméable est représenté par les marno-calcaires argileux de l'Argovien (Oxfordien moy).
La structure générale de ces formations présente un pendage vers le SE et les formations sont recoupées par de nombreuses failles de direction N20°.
Les formations aquifères présentent de nombreuses galeries, qui suivent la stratification globalement Nord-Sud. La grotte de la Crétanne est le site spéléologique le plus important de la zone d'étude (Figure 88), elle est située juste au-dessus de la source. Cette grotte présente quatre niveaux de drains, dont les deux drains inférieurs sont noyés tout au long de l'année. Le drain le plus profond est visitable jusqu'à -17 m. En surface, la morphologie karstique (pertes, dolines) est bien marquée.

Sur ce secteur, plusieurs traçages ont été réalisés et ont permis de déterminer les limites de l'aire d'alimentation de la source :

- Perte de la Tille entre Til-Châtel et Lux : vitesse moyenne de 50 m/h ;
- Perte de la Venelle entre Véronnes et Lux : vitesse moyenne entre 101 et 192 m/h ;
- A Chaumes (limite Est) : vitesse moyenne 160 m/h (basses eaux) ;
- Perte de Chazeuil (à 10 km au nord de la source) : vitesse moyenne entre 42 et 105 m/h ;
- Rejet de la STEP de Gémeaux (injection dans le Bathonien supérieur) : vitesse moyenne 20 m/h – hypothèse remontée des eaux à travers les failles.

Ces traçages ont permis de mettre en évidence une alimentation de la source par l'impluvium calcaire et par les pertes de rivière (Tille et Venelle).

Le débit d'étiage de cette source est de 1800 m^3/h et le débit de moyen serait de 14 400 m^3/h d'après les données du BRGM. En utilisant un débit moyen de 14 400 m^3/h et une précipitation efficace de 300 mm/an, la superficie de BAC serait de 420 km^2. Etant donné que la source est alimentée par des pertes de rivière et que la proportion d'alimentation n'est pas connue, le calcul de la superficie est faussé, mais les ordres de grandeur sont justes.

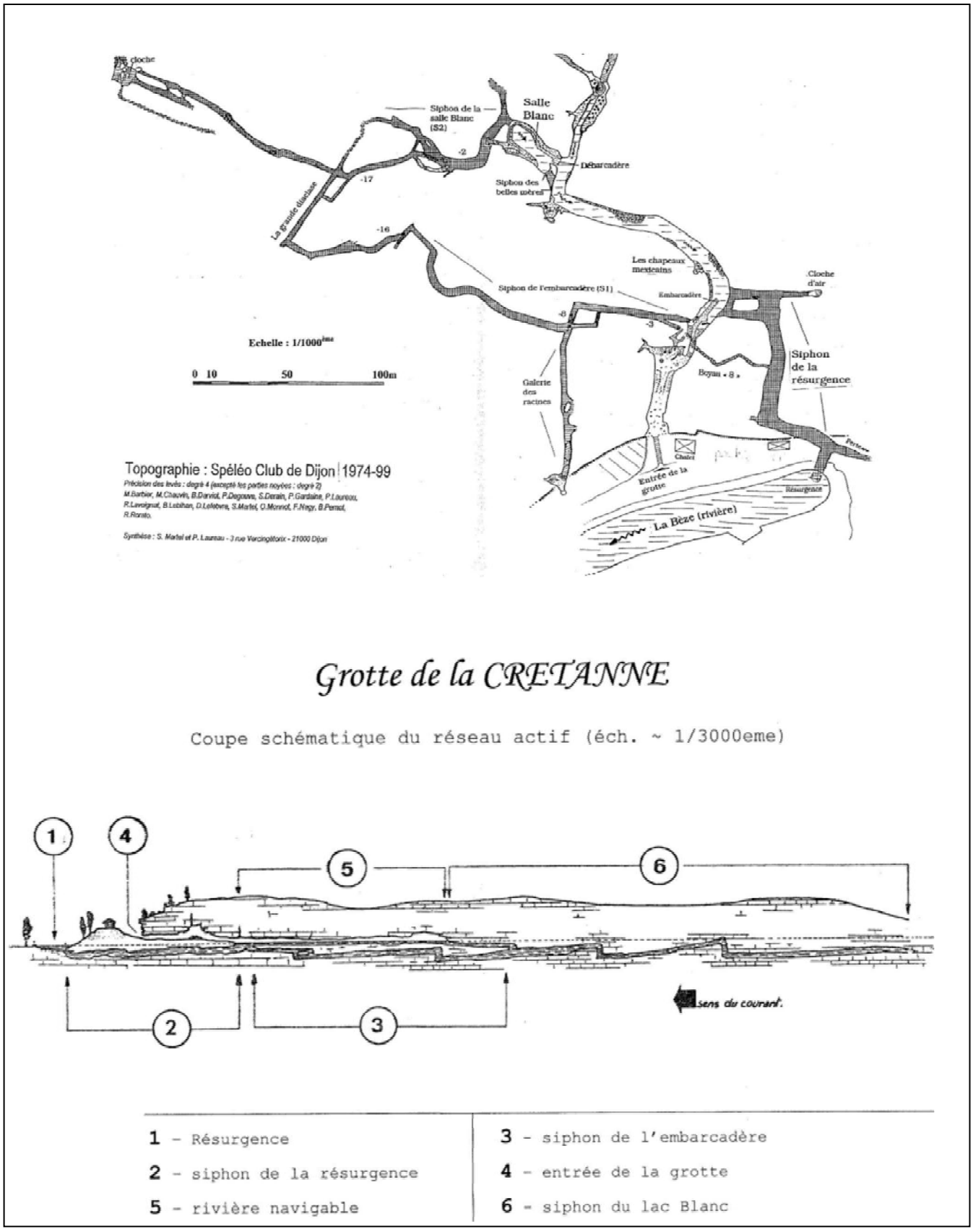


Figure 88 : Schémas de présentation de la grotte de la Crétanne

7.3.3. Qualité de la ressource

La conductivité de l'eau a évolué au cours du temps de 1987 à 1998, la conductivité a augmentée progressivement de 400 à 600 µS/cm. Depuis 1998, celle-ci varie entre 500 et 620 µS/cm. Ces variations sont induites par les eaux météoriques peu minéralisées, qui se mélangent avec les eaux à circulation plus lentes présentent dans l'aquifère.
La turbidité varie entre 0 et 4 NFU. Ces variations sont également induites par les épisodes pluvieux, qui lessivent les sols et remobilisent les particules fines intrakarst.
Les teneurs en nitrates se situaient entre 5 et 10 mg/l jusqu'en 1973. À partir de cette date, les concentrations ont augmenté pour varier entre 20 et 57 mg/l (une mesure ponctuelle a été mesuré supérieure à la norme 50 mg/l). La teneur moyenne est de 26 mg/l. Ceci permet de constater un développement de l'activité agricole depuis 1973, présente à plus de 67 % sur l'aire d'alimentation de la ressource.
Les analyses en pesticides ne montrent pas une présence régulière, mais plutôt ponctuelle. Sur un total de 15 analyses du total pesticide, seules 6 analyses montrent une concentration supérieure à la limite de quantification et seule 1 analyse est supérieure à la norme de qualité de 0,5 µg/l. Les pesticides recensés sont : AMPA, aminotriazole, atrazine, bentazone, endosulfate.
Les analyses mettent également en évidence le dépassement de la norme de qualité pour les éléments suivant :

- Ammonium : 3 analyses en dépassement sur 255 analyses réalisées ;
- Aluminium : 2 analyses en dépassement sur 34 analyses réalisées ;
- Bore : 2 analyses en dépassement sur 31 analyses réalisées.

On peut penser que ces pollutions sont ponctuelles et peuvent éventuellement provenir de la décharge située à 500 m en amont de la source ou encore du rejet de la STEP de Gémeaux ou d'autres points polluants situé sur le BAC.

L'eau est de type bicarbonatée calcique, eau typique des aquifères karstiques.

7.3.4. Occupation du sol

La surface de l'aire d'alimentation de l'impluvium de la source de la Bèze est représentée en majeure partie par l'activité agricole (67 %), puis à 28 % de forêt, à 1,8 % de prairie et de 3,2 % de zone urbanisée.
Les zones urbanisées sont représentées par les villages suivants : Bèze, Gémeaux, Til-Châtel, Véronnes, Chazeuil, Selongey, Chaume, Sacquenay, Occey et Bourberain. Le nombre d'habitants sur l'aire d'alimentation est de 6243 habitants, soit une densité de 31,5 hab/km².
Cette aire ayant une superficie importante compte 4 STEP, 6 ICPE dont 2 carrières et 16 décharges anciennes, dont 4 de type B. Ces éléments seront importants pour établir la carte des risques.

Elle est également recoupée par de nombreux axes routiers, tel que l'autoroute A31-E17-E21 et la D974 qui compte plus de 5000 véhicules par jours.

7.3.5. Vulnérabilité et risques de pollution

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKA et présentée sur dans le rapport de phase 3.
Les pressions de pollution sont importantes avec 67 % de cultures, l'autoroute et les activités de type ICPE, décharge, ICPE.

7.3.6. Potentialité de la ressource

La source de la Bèze est utilisée pour l'alimentation en eau potable de la commune de Bèze, regroupant 632 abonnés.

D'après des données émises par le BRGM, les débits de la source seraient les suivants :

- Débit moyen : 4 m^3/s, soit 14 400 m^3/h ;
- Débit en étiage : 0,5 m^3/s, soit 1 800 m^3/h ;
- Débit de crue : 20-25 m^3/s, soit 72 000 – 90 000 m^3/h.

Une station de jaugeage suivi en continu par la DIREN depuis 1982 est installée à 1,7 km en aval de la source au niveau de la ferme de Rome. Cette station permet d'obtenir les informations suivantes :

- Q_{MNA5} : 1,2 m^3/s ;
- VCN3 : 1 m^3/s.

Le volume prélevé en 2011 par la commune est de 65 200 m^3, soit 179 m^3/j. La commune prélève un débit 240 fois inférieurs au débit d'étiage de la ressource. Dans l'avenir, on peut envisager que cette ressource puisse être exploitée à la moitié de son débit d'étiage, soit à un débit de 900 m^3/h – ce qui équivaut à l'alimentation d'environ 140 000 habitant en considérant une consommation de 150 l/j/hab.
Dans le cas d'une mise en place d'un réseau d'eau sur un rayon de 10 km par rapport à la source, ce captage pourrait alimenter dans le futur les UGE environnantes tels que : SIAEP de Gémeaux, de Til-Châtel, de Véronnes, Saône Ognon Vingeanne, Blagny-Oisilly,… ; Mairie de Fontaine Froide, Mirebeau sur Bèze, Lux…
L'alimentation en potable de la ville de Dijon est possible, mais nécessiterait la mise en place d'un linéaire de réseau de plus de 20 km.
La source de la Bèze est en relation avec une zone noyée importante dans les formations du Bathonien et du Bajocien qui s'étend sur une superficie de 325 km², pour une épaisseur moyenne de 180 m et dont le volume théorique est de 585.10^6 m^3 (pour une porosité théorique de 1 %).

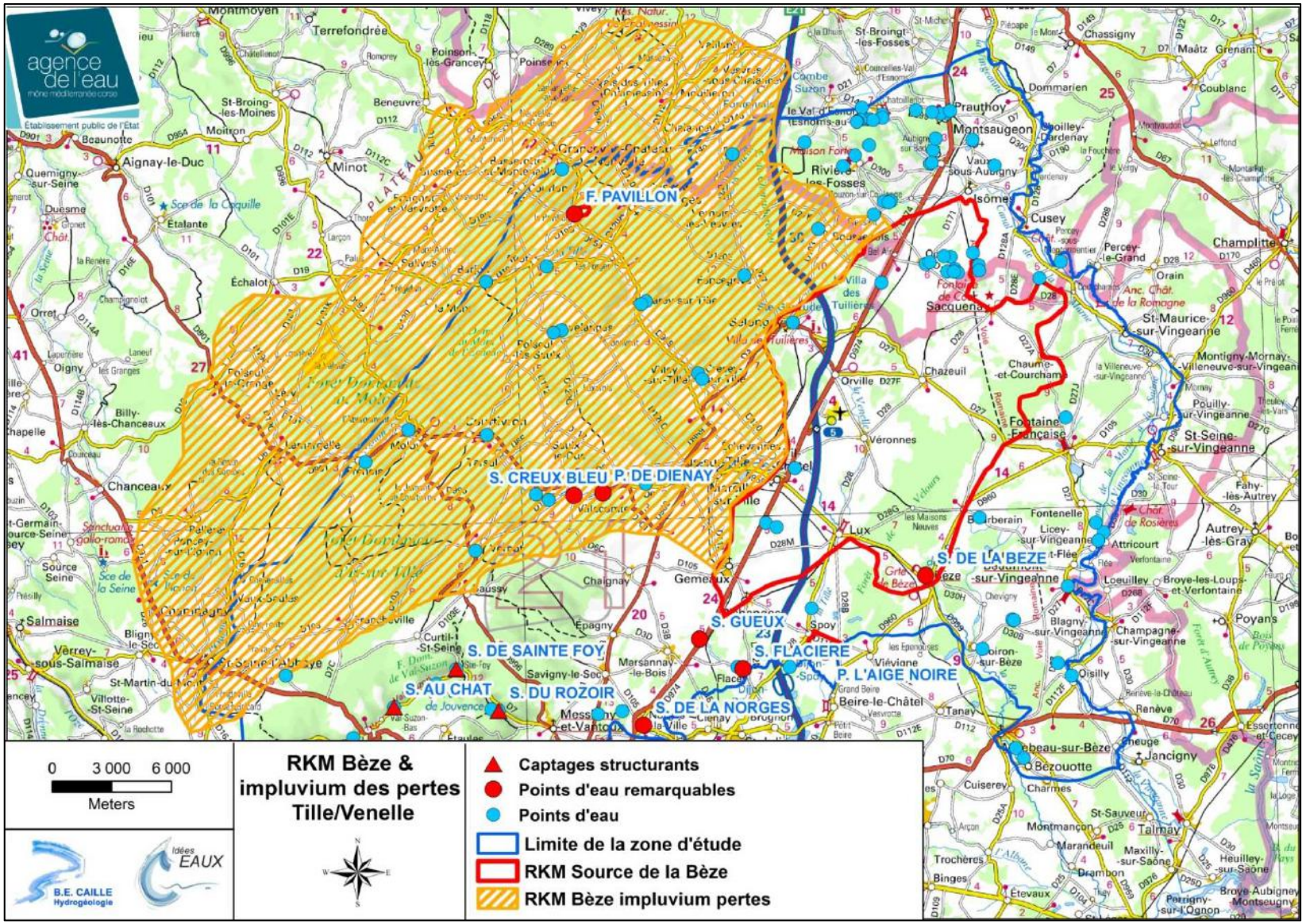


Figure 89 : RKM de la Bèze et impluvium des pertes de la Tille et de la Venelle sur fond topographique

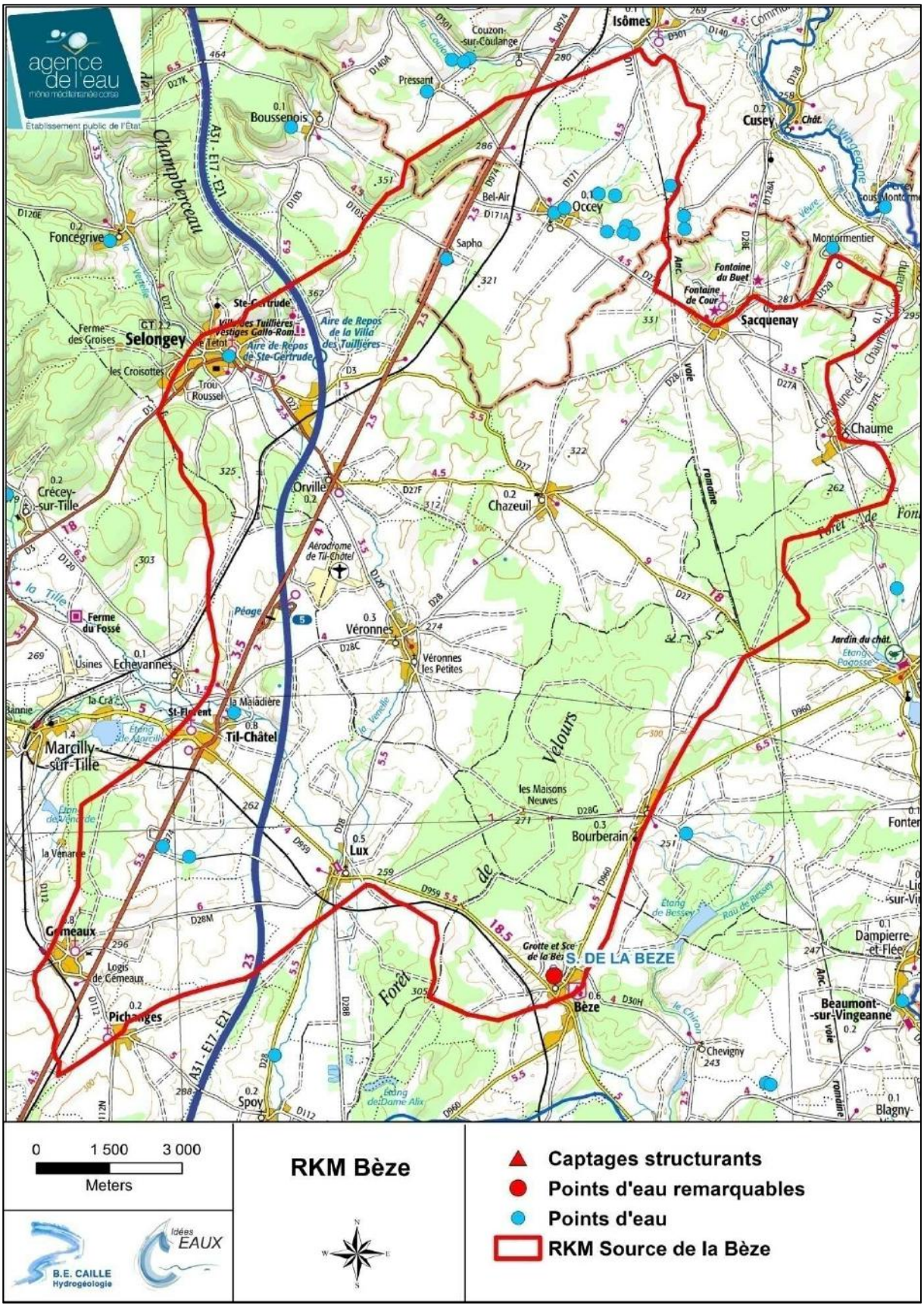


Figure 90 : RKM de la Bèze sur fond topographique

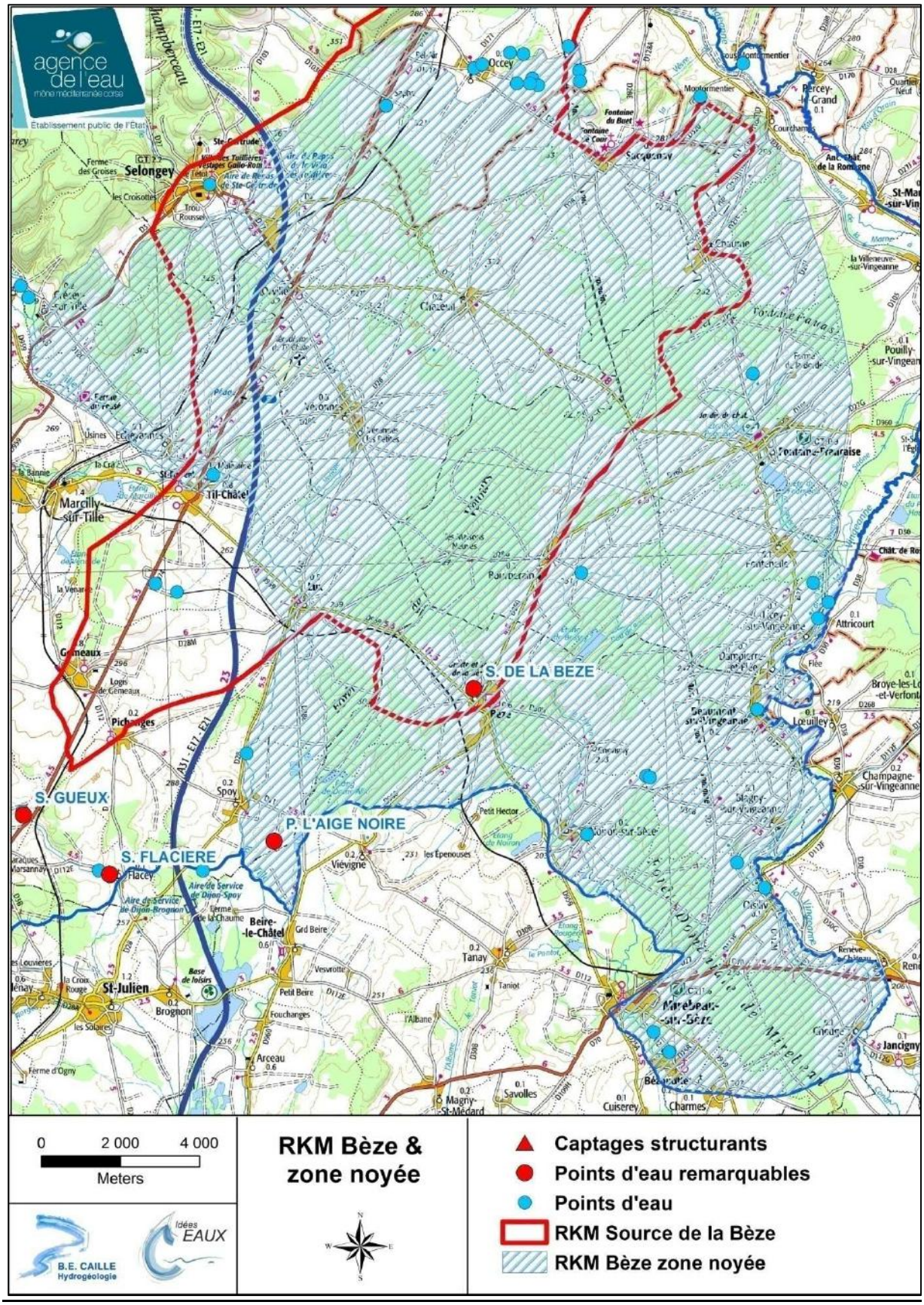


Figure 91 : RKM de la Bèze et sa zone noyée associée sur fond topographique

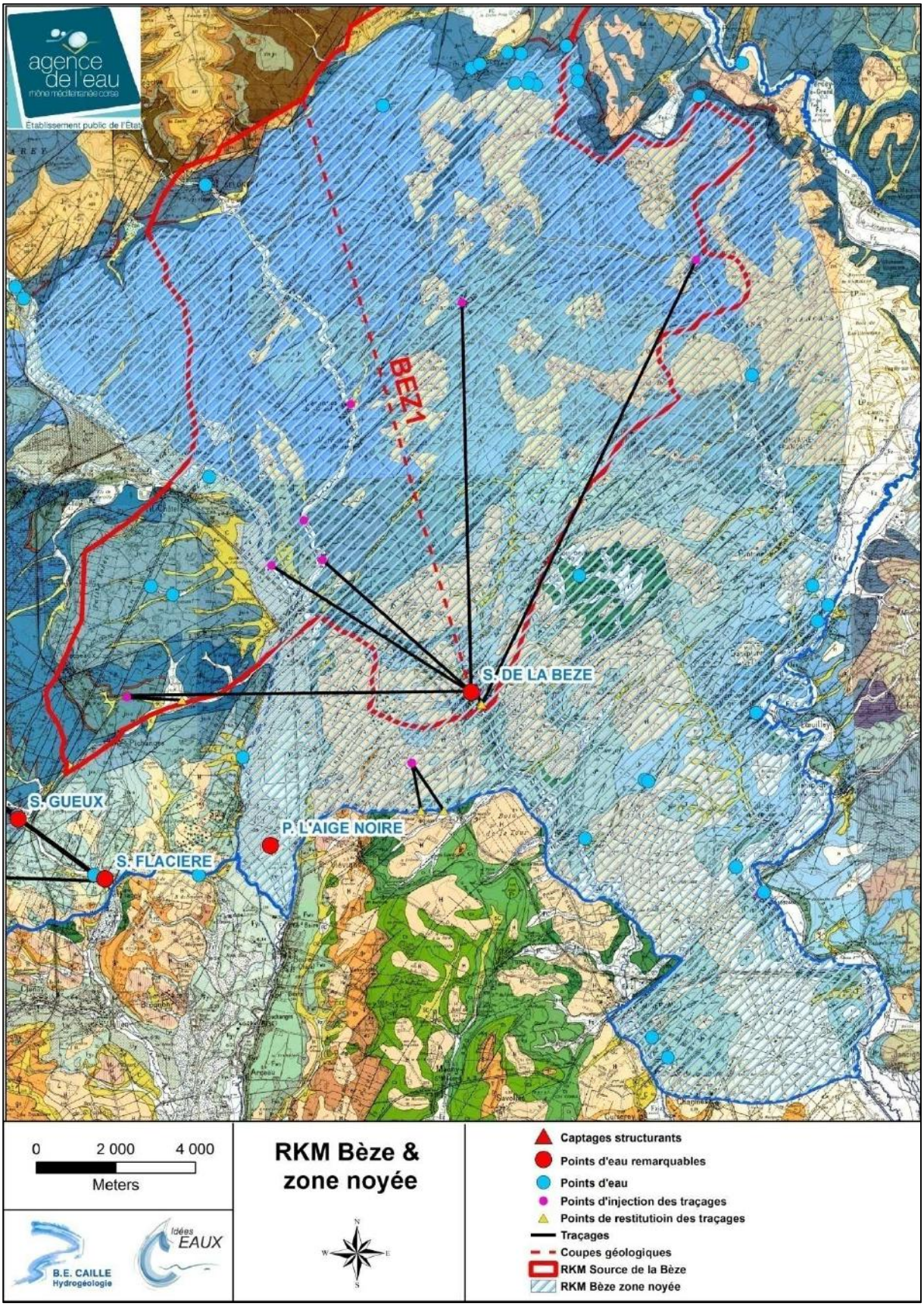


Figure 92 : RKM de la Bèze et sa zone noyée associée sur carte géologique

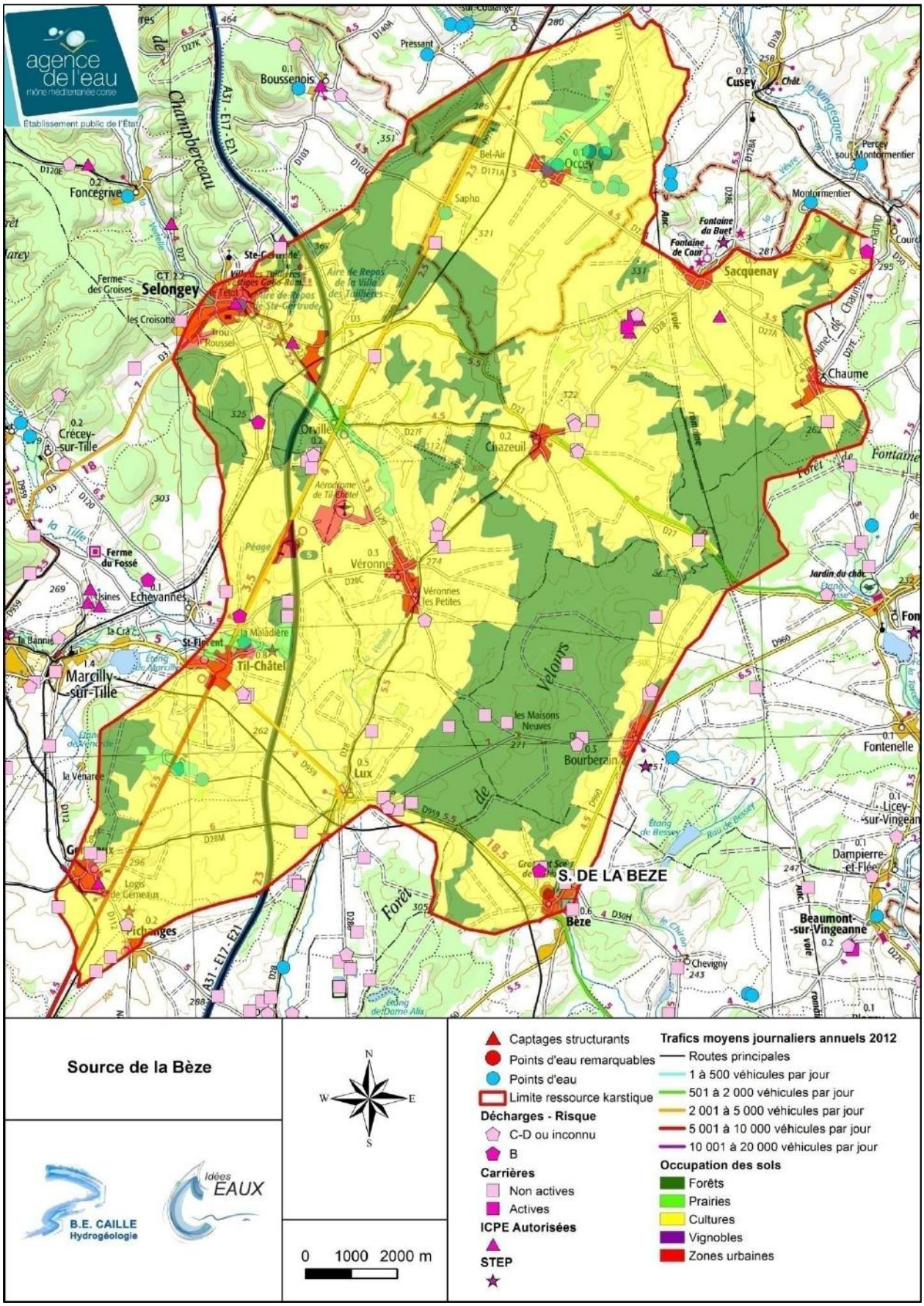


Figure 93 : Carte de l'occupation du sol sur la RKM de la source de la Bèze

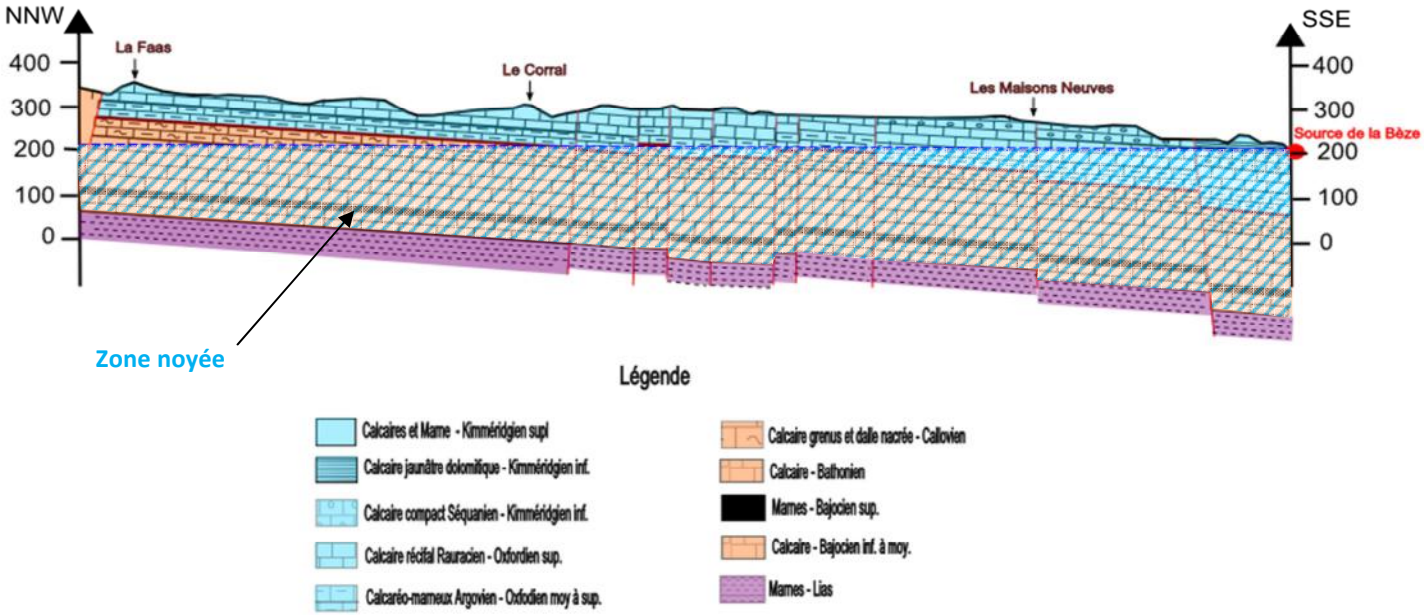


Figure 94 : Coupe géologique BEZ1

7.4. SOURCE DE LA ZOUAVE (RKM_8)

7.4.1. Géographie

La source de la Zouave se situe sur la commune de Talant à l'Est de Dijon et aux abords de l'Ouche.

La délimitation de la ressource karstique (soit la source et son bassin d'alimentation) est déclinée en deux zones :

- Une zone d'alimentation correspondant à l'impluvium directe de l'aquifère concerné par la ressource. Dans le cas de la source de la Zouave, les limites se calent au niveau des bassins d'alimentation du réseau du Neuvon, des sources du Val Suzon et de la source de la Norges. Toutefois, elle n'intègre pas la zone urbaine de Talant. Cette zone présente une population importante et une zone industrielle, qui comme évoqué dans les tris précèdent n'est pas favorable à l'exploitation de la ressource pour cause de risques de pollution trop important. C'est pourquoi, cette RKM a été retenue uniquement dans le cas d'une exploitation par forage en amont de la zone urbaine de Talant. La superficie de cette aire est de 33 km² ;
- Une zone d'alimentation correspondant au bassin versant des pertes du Val Suzon, soit une superficie de 108 km².

Dans cette étude, seule l'aire d'alimentation par l'impluvium directe a été étudiée. Celle-ci s'étend vers le Nord de Talant à Messigny-le-Vantoux, et de l'Ouest vers l'Est du Bois du Chêne à Ahuy. Le tracé a été réalisé suivant la topographie (ligne de crête) et la géologie du secteur.

La fiabilité des contours est évaluée comme moyenne, étant donné qu'il manque un ou deux traçages pour confirmer la limite NE au niveau de Messigny-et-Vantoux et un suivi en continu des débits.

7.4.2. Géologie et hydrogéologie

La source de la Zouave émerge des calcaires du Bathonien au niveau de failles. La structure générale est représentée par un monoclinal faillé.
La source draine principalement les eaux de deux formations : les calcaires du Bathonien et du Bajocien (Jurassique moyen), dont le substratum imperméable est représenté par les marnes du Lias (Jurassique inférieur).
La structure générale de ces formations présente un pendage général vers le SE. Ces formations sont également recoupées par de nombreuses failles de direction N20°.

Sur ce secteur, deux traçages ont été recensés et ont permis de déterminer les limites de l'aire d'alimentation de la source :

- Perte du Val Suzon au niveau du Moulin de Rosoir : n'a pas été détecté, mais la détection du colorant au niveau du Champ captant de Chèvre Morte et les éléments bibliographique indique que les eaux qui s'infiltrent au niveau des pertes se dirigent vers le sud et circulent dans les mêmes formations aquifères que la source du Zouave ;
- Pertes de la Combe de Daix : vitesse moyenne de 20 m/h ;
- Entre Daix et Ahuy à l'extérieur de la ressource : n'a pas atteint la Zouave.

Ces traçages ont permis de mettre en évidence une alimentation de la source par l'impluvium calcaire et probablement par les pertes de la rivière du Val Suzon. Ceci met en évidence une circulation des eaux globalement Nord-Sud.

D'après un rapport émis par le BRGM, la source de la Zouave aurait un débit variant entre 12 et 3800 l/s, soit entre 43 et 13 680 m^3/h. Une estimation du débit d'eau transitant entre la vallée du Suzon et la vallée de l'Ouche avait été estimée entre 0,25 et 0,98 m^3/s.
L'étude des débits prélevables, a mis en évidence un apport d'eau d'environ 400 l/s entre l'entrée du lac Kir et la prise d'eau de Larrey. Cet apport provient à la fois du massif calcaire au Nord et au Sud. Le débit de la source de la Zouave n'a pas été identifié, mais une mesure a été réalisée sur le ruisseau de la Chatreuse réceptionnant les eaux de la source de la Zouave et de la Chartreuse. Le débit obtenu était de 76 l/s.

Les coupes réalisées au niveau de la ressource karstique de la Zouave montrent la présence d'une zone noyée dans le Bajocien et le Bathonien. Celle-ci s'étend de la source vers le Nord jusqu'au Plain du Grand Champ.

7.4.3. Qualité de la ressource

Cette ressource karstique n'est pas suivie qualitativement.

7.4.4. Occupation des sols

La surface de l'aire d'alimentation de l'impluvium de la source de la Zouave est représentée principalement par les zones de cultures (47,5 %) et les forêts (47,5 %), puis à 4 % de zones urbanisées et de 1 % de prairies.
Les zones urbanisées sont représentées par les villages suivants : Fontaine-lès-Dijon et Ahuy.
Cette aire compte 2 décharges anciennes et 18 carrières non actives.

7.4.5. Vulnérabilité et risques de pollution

Une cartographie de la vulnérabilité sera réalisée par la méthode PaPRIKA et présentée dans le rapport de phase 3.

7.4.6. Potentialité de la ressource

La source de la Zouave n'est pas captée.

D'après des données du BRGM, les débits de la source varient entre 12 et 3800 l/s, soit entre 45 et 13 680 m^3/h.

L'exploitation de la source de la Zouave elle-même n'est pas possible pour deux raisons :

- L'étude des volumes d'eau prélevables de l'Ouche préconise de ne pas augmenter le prélèvement au niveau de la vallée de l'Ouche et d'essayer de les diminuer de 6% ;
- La localisation de la source au milieu d'une zone urbanisée posant à un problème vis-à-vis de sa protection.

La ressource paraissant toutefois interessante, il est proposé d'exploiter la ressource par un (ou plusieurs) forage(s) permettant de capter la zone noyée dans une zone présentant moins de risques de pollution. Le fait de capter l'aquifère au niveau de la zone noyée permet d'avoir peu, voire pas d'incidence au niveau des débits des sources qui émergent de cet aquifère.
L'implantation d'un forage nécessitera la réalisation d'études complémentaires.

La zone noyée située dans les formations du Bathonien et du Bajocien qui s'étend sur une superficie de 30 km², pour une épaisseur moyenne de 100 m et dont le volume théorique est de 30.10^6 m^3 (pour une porosité théorique de 1 %).

Dans le cas d'une mise en place d'un forage sur le plateau, celui-ci pourra alimenter l'agglomération de Dijon.

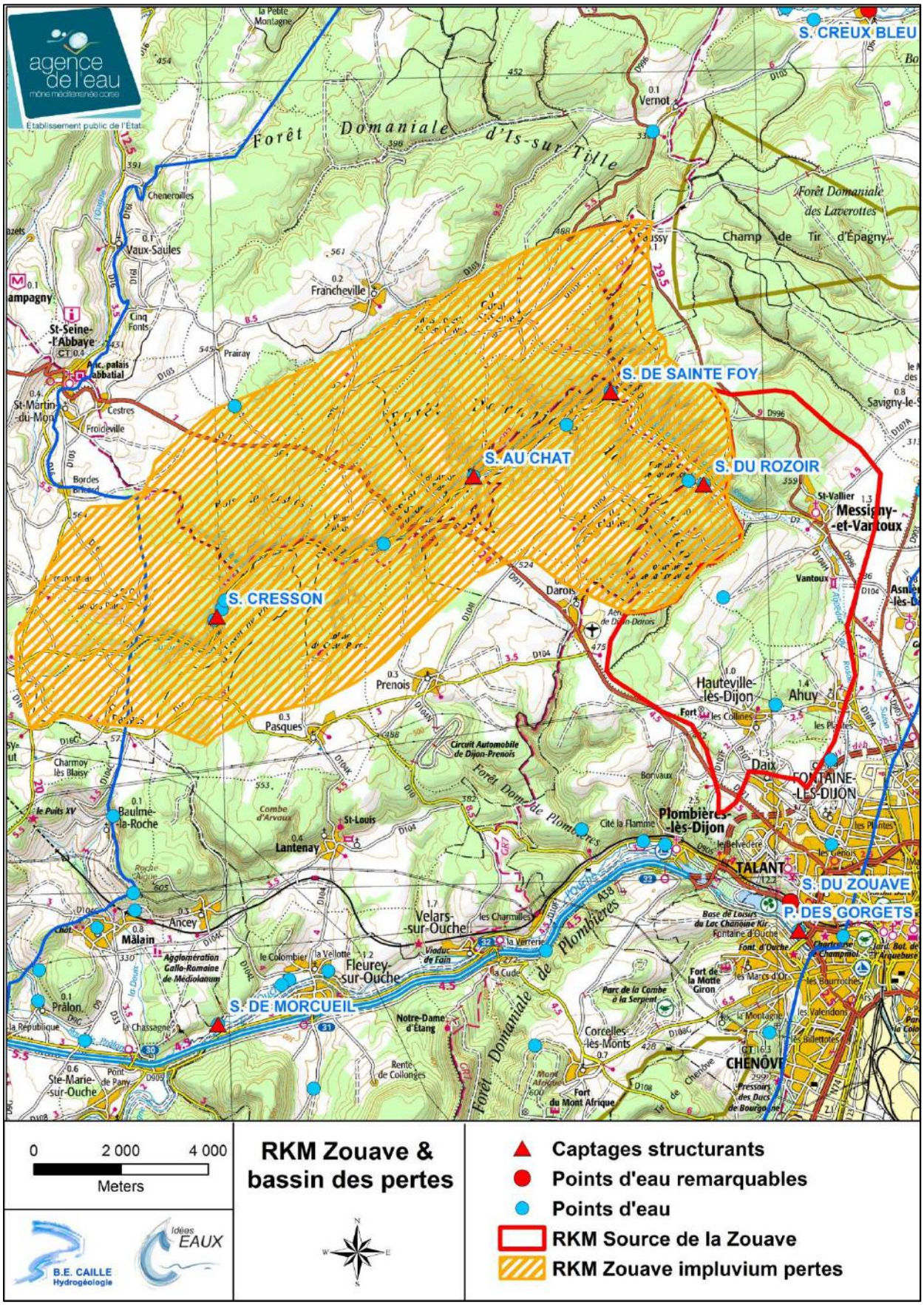


Figure 95 : RKM de la Zouave et impluvium des pertes du Suzon sur carte topographique

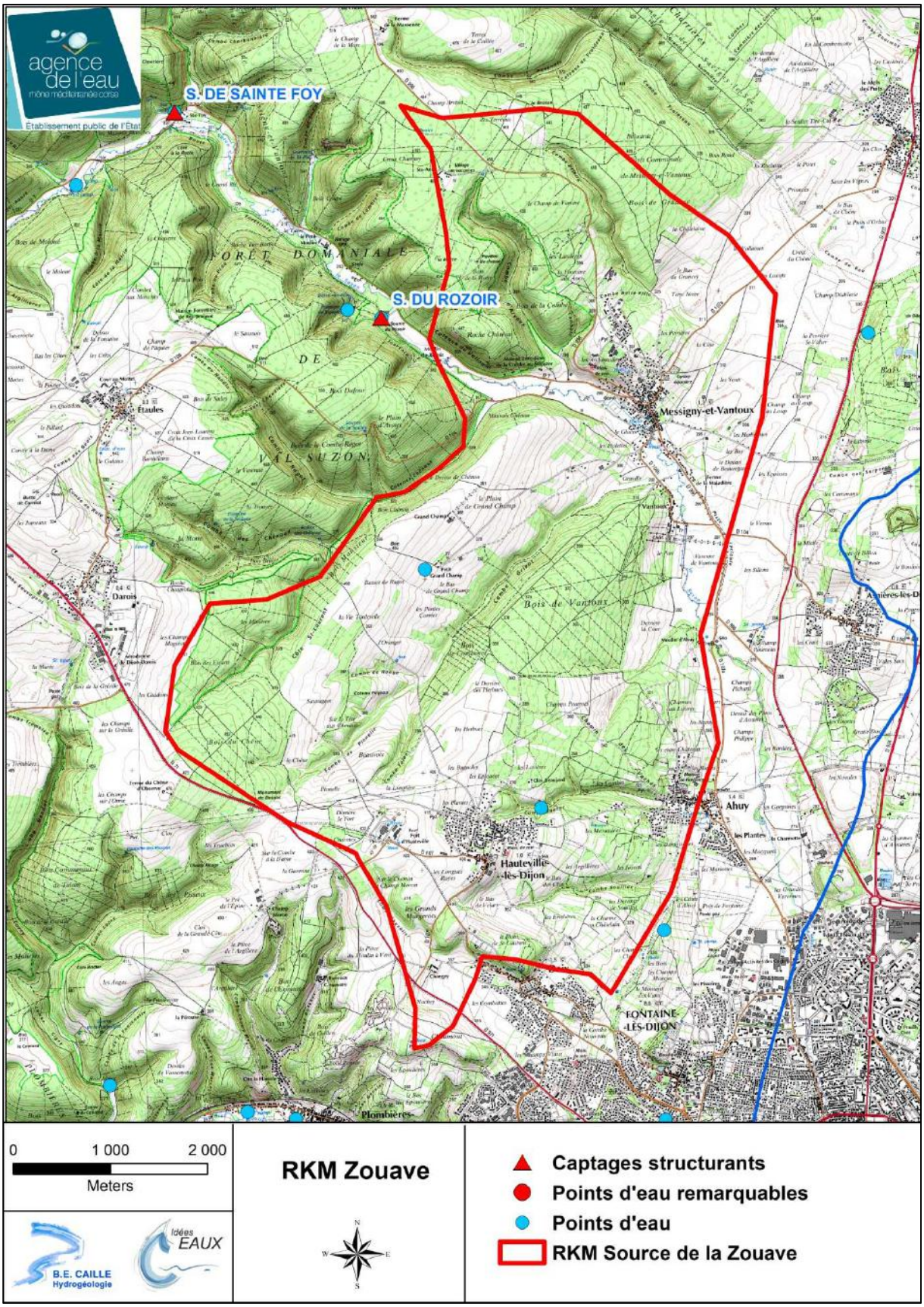


Figure 96 : RKM de la Zouave sur fond topographique

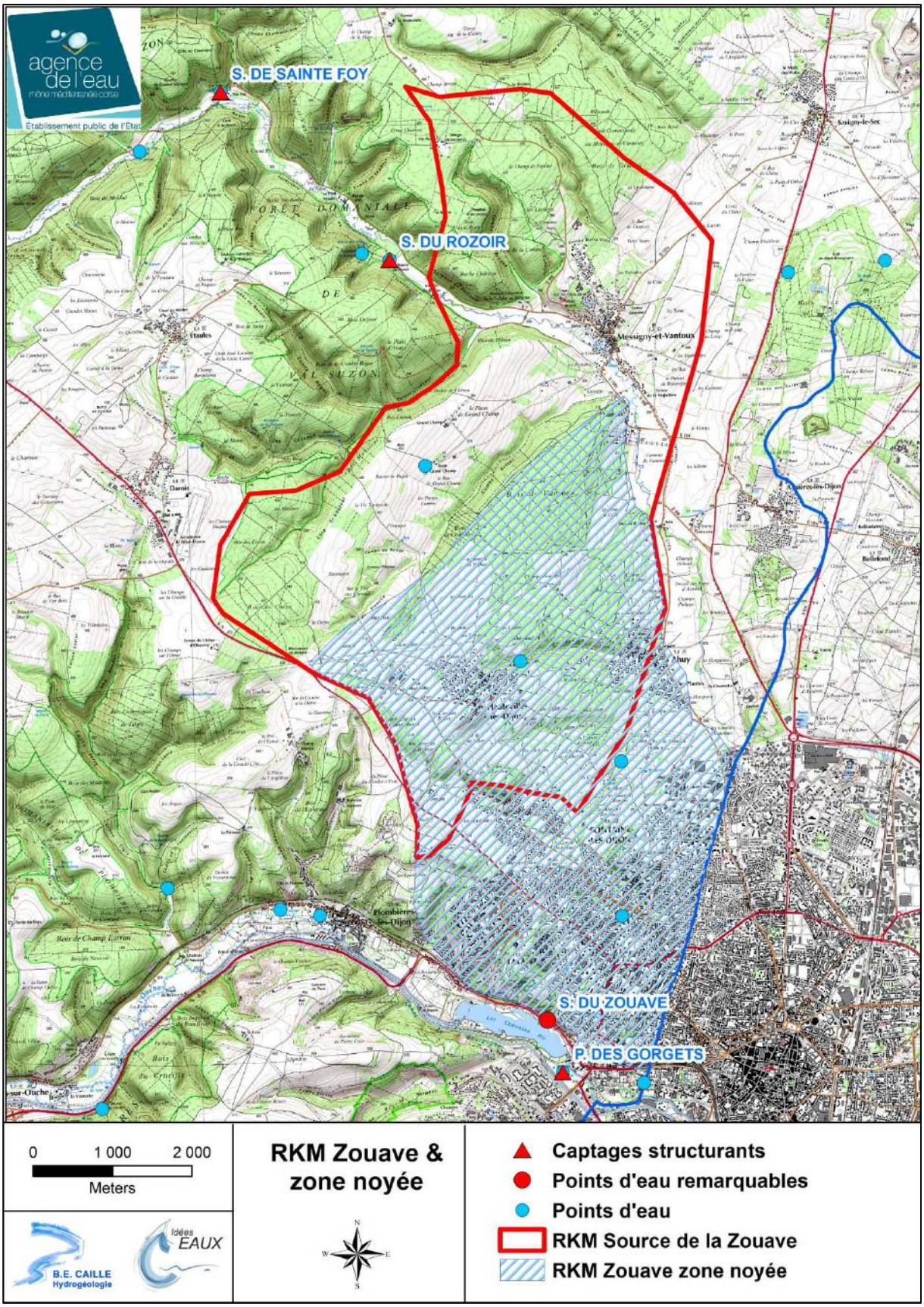


Figure 97 : RKM de la Zouave et sa zone noyée associée sur fond topographique

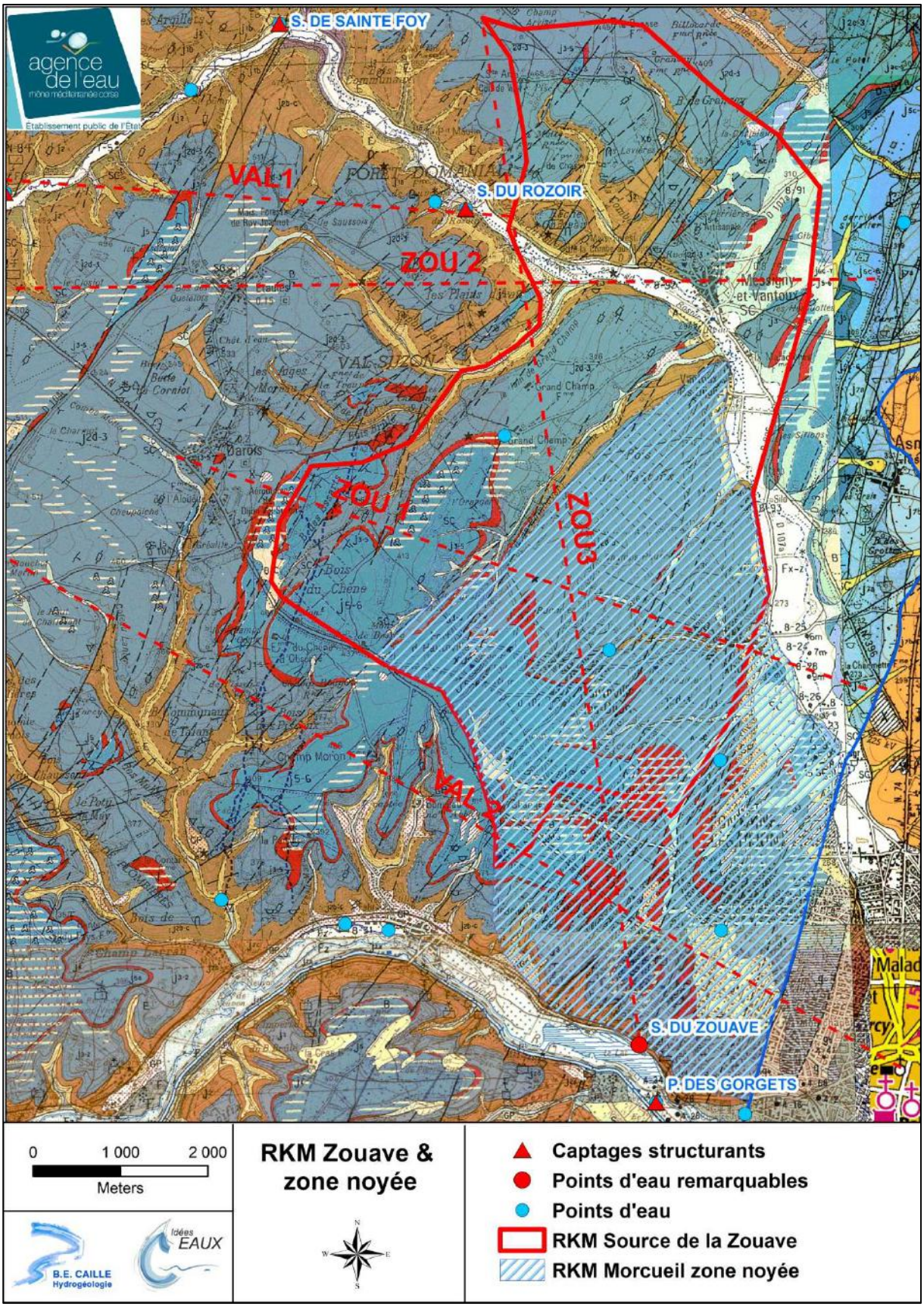
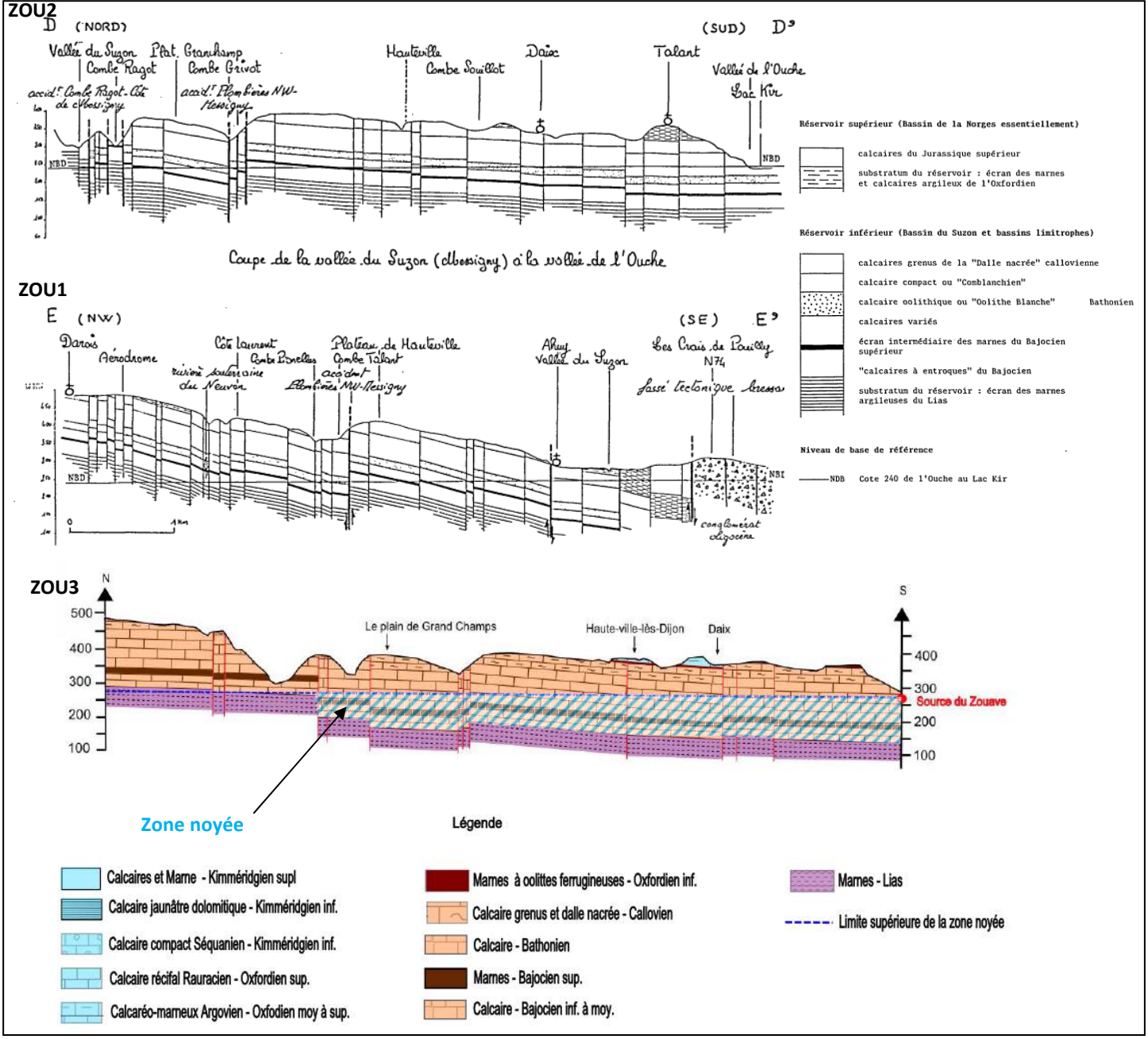


Figure 98 : RKM de la Zouave et sa zone noyée associée sur carte géologique

ZOU2



ZOU1

ZOU3

Figure 99 : Coupe géologique (D'après BRGM)

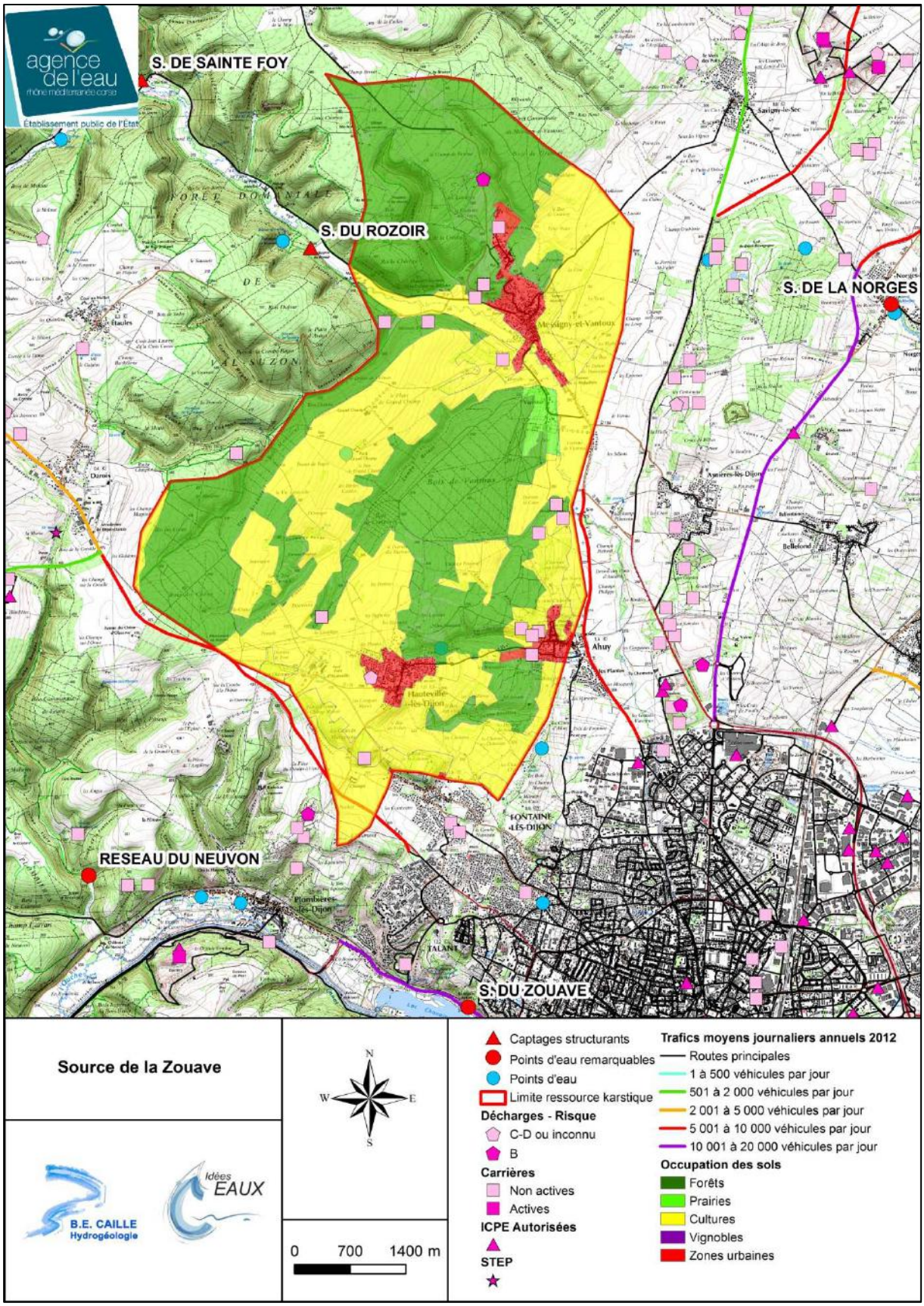


Figure 100 : Carte d'occupation des sols – Source du Zouave

7.5. RESSOURCE MAJEURE PROFONDE NORGES-MARSANNEY (RKM_7)

Sur la zone d'étude, il a été également recherché les zones karstiques noyées qui pouvaient représenter des réserves importantes pour le futur et qui ne sont pas en lien avec des émergences déterminées comme majeures ou remarquables.

Une seule zone a été identifiée. Elle se situe en bordure de la limite Est de la zone d'étude entre Messigny-et-vantoux et Spoy. La superficie de cette ressource est de 50 km².

La limite Nord a été déterminée par le contexte géologique. Elle correspond à une zone de failles qui met en contact les formations du Jurassique moyen avec celles du Jurassique supérieur. Le compartiment au Sud de la faille s'est abaissé, ce qui permet d'envisager la présence d'une zone noyée au niveau des formations calcaires du Callovien, du Bathonien et du Bajocien (Jurassique moyen). Aucune source émerge de ces formations, car les couches pendent vers le Sud-Est et s'enfoncent sous la plaine de la Bresse.
Les formations aquifères du Jurassique moyen ont une épaisseur de 170 m en considérant que ces formations présentent une porosité théorique de 1 %, le volume d'eau de la zone noyée est estimé à 85.10^6 m^3.

Cette ressource pourrait être utilisée, après avoir réalisé des études complémentaires permettant de vérifier la présence, la capacité et la qualité de la ressource profonde. Elle pourrait alimenter la ville de Dijon et son agglomération.



Figure 101 : RKM profonde Norges-Marsanney sur fond topographique

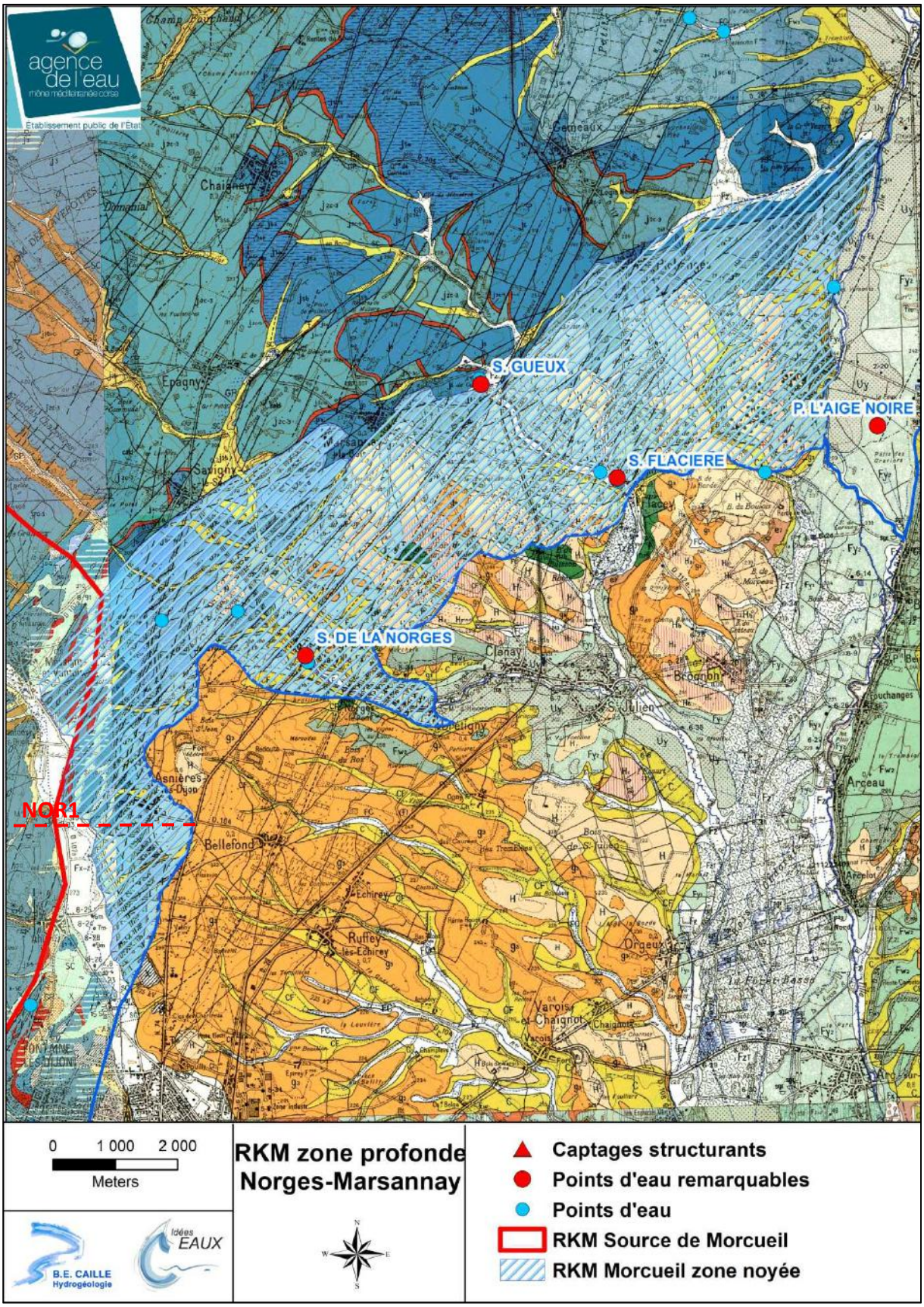


Figure 102 : RKM profonde Norges-Marsanney sur carte géologique

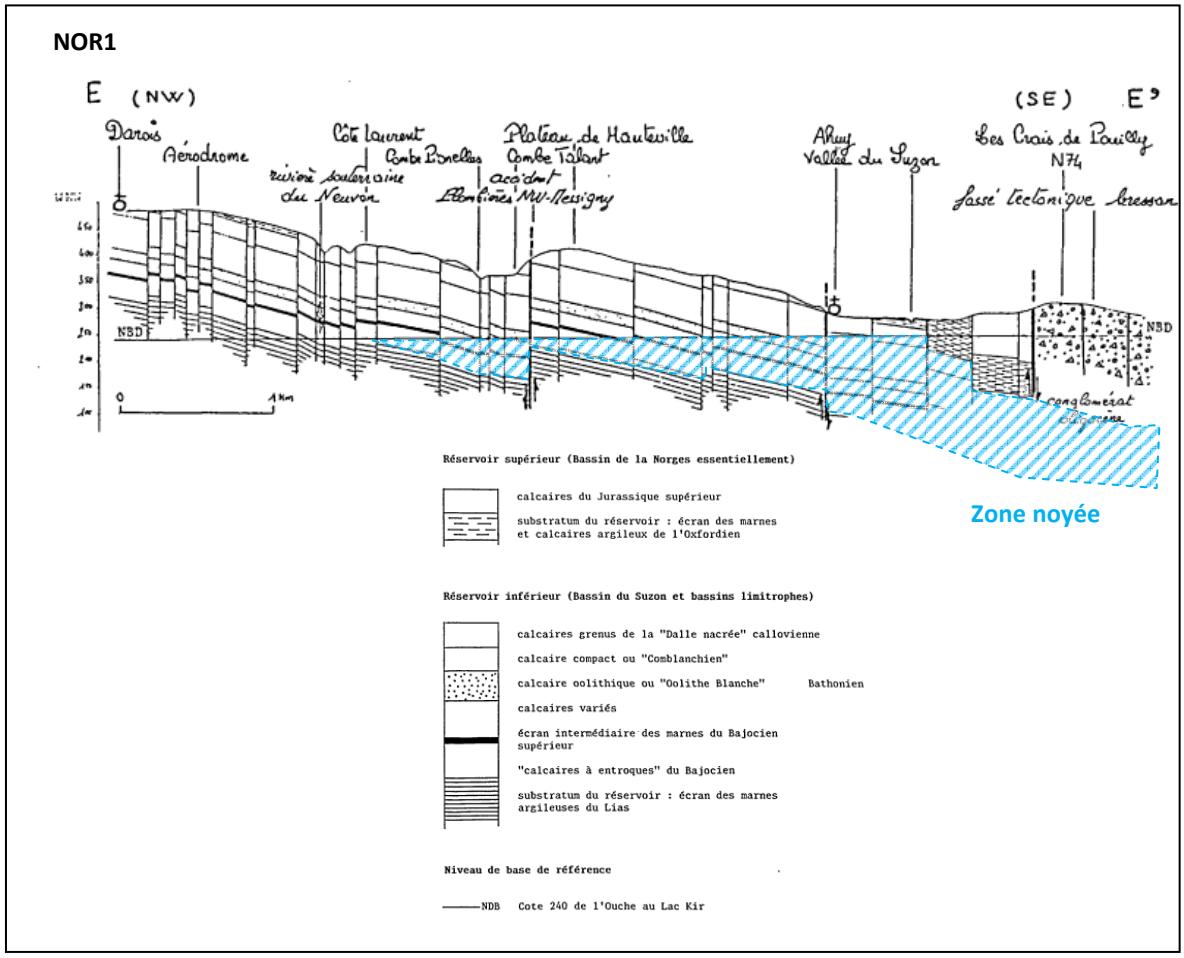


Figure 103 : Coupes géologiques

8. CONNAISSANCES COMPLÉMENTAIRES À ACQUÉRIR

8.1. INTRODUCTION.

Certaines ressources karstiques majeures sont insuffisamment renseignées, c'est le cas plus particulièrement des ressources non captées pour lesquelles il manque beaucoup d'informations (qualité, débits, limites…). Pour ces ressources, le statut de ressources majeures a été retenu à dires d'expert, à partir des informations disponibles (analyses hydrogéologique et structurale). Des investigations complémentaires paraissent nécessaires pour confirmer ou préciser le potentiel quantitatif de certaines d'entre elles.

En premier lieu, l'acquisition de chroniques de débits sur des périodes pluri-annuelles est très souvent absente, même pour des sources captées. Des traçages complémentaires seront nécessaires à une meilleure connaissance des bassins d'alimentation des sources. Les ressources non captées ont fait l'objet de très peu d'analyses de qualité des eaux, certaines n'ont jamais été analysées, il faut donc acquérir des données analytiques précises. Les ressources profondes et les zones noyées accessibles dans les systèmes karstiques vauclusiens qui ont des temps de renouvellement élevés (plusieurs années) pourront faire l'objet d'analyses isotopiques pour dater les eaux et mieux connaitre les zones de recharge. Les zones noyées en relation avec une émergence vauclusienne sont à tester par des pompages d'essai à gros débit qui permettront d'estimer le volume de la réserve en eau. Des diagnostics sont à réaliser dans les forages existants pour déterminer les niveaux producteurs et connaître l'état général des ouvrages. Pour les ressources profondes, le recours à des méthodes géophysiques renseigne sur les structures géologiques et apporte une aide à l'implantation de forages de reconnaissance. Enfin, les ressources profondes ne sont accessibles que par la réalisation de forages de reconnaissance, associés à des pompages d'essai et à des analyses de qualité des eaux.
Le tableau (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) récapitule les études envisageables par ressources karstiques majeures.

8.2. GÉOLOGIE HISTORIQUE.

L'étude de l'histoire de la formation du seuil de Bourgogne et du fossé bressan et des formations géologiques qui le composent apporte des informations indispensables pour comprendre le développement des systèmes karstiques. Cette histoire est complexe et comporte une succession de phase de sédimentation et d'érosion, de soulèvements et d'effondrement. Le potentiel de karstification des roches calcaires dépend de facteurs tels que : la pluviométrie, la végétation, la dénivellation, la fracturation. Tous ces facteurs ont évolué au cours de l'histoire géologique du massif. Des phases de colmatage des réseaux karstiques ont pu également intervenir.

8.3. SUIVI DE DÉBIT.

Il est très important de connaitre les débits qui transitent dans les ressources karstiques majeures captées ou non. **Le suivi d'une source s'entend comme l'acquisition de données en continu sur des périodes de plusieurs années**. Les chroniques obtenues illustrent les variations saisonnières et interannuelles dans une région où le climat présente une grande variabilité. Ces données permettent une gestion globale de la ressource à l'échelle du massif. Dans un contexte de changement climatique, l'acquisition de données apporte des éléments de compréhension et d'anticipation du phénomène.
La mesure du débit d'une source nécessite en général des aménagements conséquents : chenal et/ou seuil calibrés associés à une sonde et un enregistreur de niveau. Une courbe de tarage doit être établie pour la conversion niveau/débit.
Outre la connaissance des débits qui transitent par la source et en particulier les débits d'étiage qui conditionnent son potentiel d'exploitation, l'étude des hydrogrammes (courbe des débits en fonction du temps) permet de caractériser le fonctionnement du réseau karstique : dimension, existence de systèmes annexes, volume dynamique, pouvoir régulateur, écoulements retardés…

8.4. TRAÇAGES.

A chaque fois que les limites des bassins versants sont mal connues, ou reposent sur des hypothèses géologiques non vérifiés, ou encore que des traçages existants sont jugés peu fiables, des traçages complémentaires sont proposés. Une localisation approximative des traçages complémentaires est donnée dans le tableau en fonction de la position de la limite à étudier (nord, sud, est ou ouest).
Les données de traçages disponibles sont essentiellement qualitatives, ces traçages mettent en relation des points d'infiltration et des points d'émergence, sans autres détails. Le perfectionnement récent du matériel de terrain, et en particulier l'usage des fluorimètres permet de réaliser des mesures quantitatives d'une grande précision lorsqu'elles sont associées à des mesures de débit. Les traçages quantitatifs apportent des renseignements précieux sur l'organisation du réseau karstique. La construction des courbes de Distribution des Temps de Séjour (DTS) permet le calcul de paramètres caractéristiques des écoulements souterrains et la comparaison des différents « systèmes-traçages » d'un massif.

8.5. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

8.5.1. Captages.

Pour les captages, le contrôle sanitaire effectué par les ARS donne une bonne idée de la qualité des eaux pour les principaux paramètres. Le rythme des analyses (au mieux mensuelles) peut cependant passer à côté de l'observation de certains problèmes dans un milieu karstique vulnérable et où les vitesses de circulation sont rapides. Ainsi des pics de pollution qui peuvent durer quelques heures ont peu de chance d'être détectés lors du

contrôle. Des suivis plus précis sur des périodes choisies de quelques jours ou quelques semaines, pourraient apporter des informations intéressantes. Cette recherche peut concerner par exemple les pesticides ou les hydrocarbures.
Le dosage des CFC (chlorofluorocarbones) et SF6 (hexafluorure de soufre) qui sont des gaz largement utilisés dans les aérosols, permet de de dater les eaux (< 50 ans). A minima 2 campagnes sont nécessaires pour savoir si l'âge apparent des eaux varie fortement et renseigner ainsi sur le modèle de recharge du système.

Des suivis en continu de paramètres physiques tels que la turbidité, la conductivité, la température grâce à des sondes enregistreuses renseignent sur le comportement et la structure du réseau karstique en fonction de la recharge par les pluies.

8.5.2. Points d'eau non captés.

Des analyses sont à réaliser sur des cycles annuels avec des paramètres identiques à ceux qui sont analysés dans le cadre du contrôle sanitaire des captages.
Comme pour les captages, des suivis plus précis ou en continu sont à envisager.

8.6. ANALYSES ISOTOPIQUES.

Le dosage de certains isotopes présents dans l'eau apporte des informations sur l'âge des eaux (tritium, carbone 14) ou sur l'altitude de la zone de recharge (oxygène 18, deutérium).

8.7. POMPAGES DANS LES SOURCES VAUCLUSIENNES

Les sources vauclusiennes sont des émergences remontantes qui communiquent avec un conduit karstique et une zone noyée. Celle-ci représente une réserve d'eau potentiellement importante. L'exploitation de cette réserve peut présenter un intérêt non négligeable pour l'alimentation en eau potable et permettre une gestion active de la ressource. On peut ainsi solliciter un volume d'eau qui n'alimente pas les sources, surtout pendant les périodes d'étiage et de baisse notable du débit des sources. Les volumes pompés peuvent être répartis entre les besoins pour l'alimentation en eau potable et les besoins du milieu aquatique situé à l'aval de l'émergence vauclusienne (soutien d'étiage du cours d'eau).
Des tests de pompage sont nécessaires pour connaitre l'extension de la réserve noyée et les débits effectivement disponibles. Les caractéristiques physico-chimiques de ces eaux sont également à étudier car elles peuvent être sensiblement différentes de celles des sources.
Les opérations de pompage dans des cavités naturelles sont complexes et nécessitent un matériel lourd. Outre la mise en place d'une pompe immergée de gros débits (> 500 m^3/h), il faut également amener l'énergie électrique (mise en place d'une ligne provisoire, ou utilisation d'un groupe électrogène). L'accès à la source nécessitera l'aménagement d'une piste pour l'acheminement du matériel. L'intervention de plongeurs pour la descente de la pompe et la mise en place des conduites de refoulement est également obligatoire. La durée

des essais sera de l'ordre de 2 semaines en période d'étiage. Il faut que le matériel mis en place résiste à une montée intempestive des eaux avec des débits à la source qui peuvent passer de quelques litres par secondes à plusieurs mètres cubes.
Pour le suivi des essais l'émergence doit être instrumentalisée avec une sonde de niveaux d'eau, des systèmes de mesure du débit pompé (compteur) et du débit s'écoulant naturellement dans la source (station de jaugeage), et des sondes physico-chimiques (température, conductivité, turbidité, oxygène dissous, pH…). Un suivi en continu de la turbidité pour voir le comportement de la source en cours de pompage suite à un orage par exemple et vérifier s'il existe des vitesses critiques de remobilisation des fines intra karst. .Les mesures sont faites en continu.
Des prélèvements pour analyses sont à effectuer tout au long du pompage (chaque jour ou chaque semaine). Les paramètres à analyser sont à minima : COT (Carbone Organique Total), bactériologie, nitrates, ammonium, nitrites, fer, manganèse, balance ionique… Une analyse de première adduction est réalisée sur un prélèvement en fin de pompage pour la recherche d'éléments indésirables tels que les hydrocarburés, les pesticides, les solvants…
Les essais de pompage font l'objet d'une déclaration préalable à la DDT service de la Police de l'Eau, assortie d'un délai d'instruction de 2 mois.

8.8. DIAGNOSTIC DE FORAGE.

Pour les forages implantés sur la zone d'étude, les connaissances peuvent être elles aussi très limitées. De plus, la connaissance du fonctionnement des aquifères profonds dans la zone d'étude est faible notamment à cause du nombre réduit d'ouvrages permettant de tester ceux-ci (S'agit-il d'aquifère libre ou captif ?). Tout comme pour les sources dont on suit le débit, on doit aussi suivre le niveau piézométrique au cours du temps (enregistrement du niveau d'eau par capteur de niveau). Cette mesure simple permet de suivre au cours du temps l'évolution du niveau piézométrique (sans pompage) et du rabattement lors du pompage. Grâce à ces mesures, on pourra anticiper un éventuel colmatage de l'ouvrage ou expliquer une baisse de productivité par une baisse globale du niveau de l'aquifère.

Le diagnostic du forage passe d'abord par la réalisation d'une inspection caméra qui permettra à la fois de vérifier la coupe technique du forage (équipement) ainsi que son état (perforation, encroutement, présence de bactéries…).

Par la suite, la réalisation d'un pompage par paliers (descente et remontée de durée égale) permet d'accéder à son débit critique, au débit spécifique et aux pertes de charges du forage. Cet essai est réalisé en plaçant une pompe dans le forage et en suivant le niveau de l'eau en fonction du débit pompé. Les paramètres physico-chimiques comme la température, la conductivité, la turbidité sont aussi suivis en continu. Pendant l'essai de pompage par paliers, le débit de pompage est maintenu constant jusqu'à stabilisation du niveau de l'eau (niveau dynamique) et des paramètres physico-chimiques. Une fois le niveau stabilisé et les paramètres constants, on augmente le débit. On trace alors la courbe caractéristique du forage qui relie le niveau dynamique au débit. Le débit critique du forage

est ainsi identifié. Si d'autres essais ont été réalisés précédemment, alors on pourra estimer la baisse de productivité de l'ouvrage en comparant les courbes caractéristiques.

Un pompage de longue durée (1 mois) à un débit constant permet d'obtenir les paramètres hydrodynamiques de l'aquifère et d'optimiser l'utilisation du forage. Lors de ce pompage, le niveau dynamique est suivi et enregistré en continu par un capteur de niveau. Le débit de pompage est mesuré et enregistré en continu. Enfin, des appareils de mesure des paramètres physico-chimiques (température, conductivité, turbidité, …) sont installés pour suivre l'évolution de la qualité de l'eau. Si d'autres forages ou source sont présents à proximité, alors des enregistreurs de niveau sont installés pour suivre l'influence du pompage sur le débit d'une source ou sur le niveau dans un forage. À la fin du pompage, une analyse chimique doit être réalisée. Ce pompage de longue durée permet de connaître les capacités de prélèvement au niveau du forage mais aussi la qualité de la ressource ainsi que l'impact du prélèvement dans le forage et sur les ouvrages voisins.

Les pompages d'essai font l'objet d'une déclaration préalable à la DDT service de la Police de l'Eau, assortie d'un délai d'instruction de 2 mois.

Le diagnostic du forage se poursuit par la réalisation de diagraphies. Ces mesures sont réalisées en descendant des sondes de mesure dans les forages. Différentes mesures sont effectuées et permettent d'obtenir diverses informations complémentaires. Les mesures préconisées sont les suivantes :

- **<u>Mesure de gamma-ray :</u> vérifier ou établir la coupe géologique du forage ;**
- **<u>Contrôle de cimentation :</u> vérifier qu'une cimentation est bien réalisée pour isoler qu'un seul aquifère et ne pas mettre en relation différents aquifères (notamment risques de pollution par les eaux de surface) ;**
- **<u>Micromoulinet-Température-Conductivité :</u> positionner les arrivées d'eau et visualiser les niveaux les plus productifs ;**
- **<u>Contrôle de verticalité :</u> vérifier que le forage n'est pas trop dévié pour équiper et déséquiper le forage.**

L'ensemble des pompages et des mesures de diagraphie doit à la fois permettre une meilleure connaissance des aquifères profonds mais aussi optimiser la production et l'entretien des forages existants.

8.9. RECONNAISSANCE GÉOPHYSIQUE.

Pour la reconnaissance des ressources profondes des méthodes indirectes d'auscultation du sous-sol sont à mettre en œuvre. Les profondeurs à atteindre par ces méthodes sont < 500 m. Le but est de reconstituer la géométrie des structures géologiques et de localiser des zones potentiellement aquifères (pièges structuraux, fractures, zones broyées…). Elles permettent également de reconnaître les terrains de couverture (plaquage morainique, comblement miocène, crétacé…). Les données géophysiques sont à croiser avec les données de terrain : cavités reconnues, forages existants, cartes géologiques…

La sismique est la méthode la mieux adaptée à la reconnaissance des structures profondes. Avec un matériel standard il est possible d'atteindre des profondeurs de 500 m suffisante pour les aquifères qui nous intéressent. Les objets structuraux que l'on visualise (interbancs, failles) sont localisés avec précision (quelques mètres), et si les données de terrain sont suffisantes on peut donner une interprétation géologique au profil.
La méthode des panneaux électriques peut atteindre une profondeur de 100 à 300 m. Elle est adaptée à la visualisation des terrains de couverture et des structures géologiques. Les coupes géo-électriques obtenues doivent être calées sur des données de terrain (coupes de forages) Cette méthode intégrative ne permet pas un repérage précis des objets géologiques tels que les failles alors que la grande hétérogénéité du karst nécessite une localisation à quelques mètres près.

8.10. FORAGES DE RECONNAISSANCE.

Après l'étape d'interprétation des données de terrain (cartes géologiques, affleurements, morphologie, sources, méthodes géophysiques…) une phase de reconnaissance par forage peut être engagée. Une coupe géologique prévisionnelle est fournie et l'aquifère cible est défini.
Les méthodes de foration et les équipements du forage sont déterminés mais devront être adaptés en cours de travaux aux terrains rencontrés.
Classiquement un forage dans les calcaires est réalisé par la méthode du marteau fond de trou qui est rapide et permet de localiser les arrivées d'eau. Une tête de forage de quelques dizaines de mètres est équipée d'un tube en acier plein et cimenté. La foration peut alors se faire sur toute la profondeur désirée si les terrains rencontrés sont suffisamment stables. Si des terrains argileux ou éboulant sont traversés il sera nécessaire de réaliser un tubage et une cimentation pour assurer la stabilité de l'ouvrage avant de pouvoir poursuivre. Il est également nécessaire d'isoler par des cimentations les différents aquifères qui pourront être rencontrés afin d'éviter le mélange des eaux.
À la suite des travaux de forage et d'équipement des essais de pompage sont réalisés suivant la procédure décrite au chapitre 11.7.
Les profondeurs de forages de reconnaissance sont de l'ordre de 200 m maximum avec un matériel de foration standard. Cette profondeur permet déjà d'atteindre un grand nombre d'aquifères dans le massif du seuil de Bourgogne.

RESSOURCE KARSTIQUE					Etudes complémentaires								
N° ref. RK	Nom	surface km2	Intérêt actuel ou futiur	Zone noyée	Suivi de débit (nombre de sources à équiper)	Traçage (nombre)	Localisation des traçages	Cycle d'analyses physio-chimiques (nombre de sources)	Analyses isotopiques (nombre de points d'eau)	Pompages vasque vauclusienne (nombre de sources)	Diagnostic de forage (nombre de forages)	Reconnaissance géophysique zone noyée (nombre de campagnes)	Forage de rceconnaissance (nombre)
RKM1	Forage Pavillon	études	F	Oui		3	N & NE	1	1		1		
RKM2	Source de Creux Bleu	123	F	Oui	1	4	N & E	1	1	1		2	2
RKM3	Puits Dienay	3.2	A	Non					1				
RKM4	Source de la Bèze	198	F	Oui	1								
RKM5	Puits Aige Noire	1.3	A	Non		2	N		1		1		
RKM6	Sources de Val Suzon	108	A	Non	4	2	Versant S						
RKM7	Norges_Marsannay	49	F	Oui								6	6
RKM8	Source du Zouave	36	F	Oui	1	2	NE & NW	1				2	2
RKM9	Puits Gorget	6	A	Non		3	W & NW & N		1		1		
RKM10	Source de Morcueil	91	A	Oui	1	3	SE & SW &N						
RKM11	Source de la Bornue	12	A	Oui	1	3	N & E		1			1	1
RKM12	Sources Rochotte et Régnier	79	A	Oui	2				2			2	2
RKM13	Source de l'Ouche	36	A	Non					1				
RKM14	Sources de Fontaine Froide	25	A	Non	4	6	N & E & W		4				
RKM15	Source de la Bouzaise	22	A	Oui	1	3	E & N		1			4	2
			Nbre		16	31		3	14	1	3	17	15
			PU	€	4000	3000		4000	400	30000	12000	10000	70000
			Total HT	€	64 000	93 000		12 000	5 600	30 000	36 000	170 000	1 050 000

TOTAL GENERAL HT €	**1 460 600**

Figure 104 : Tableau des études complémentaires proposées

Type d'étude	Détail
Suivi de débit	Équipement d'une source par une station de jaugeage automatique, réalisation de la courbe de tarage, et suivi pendant 3 ans.
Traçage	pour 1 point d'injection: Fourniture du traceur, injection, suivi des sources (fluorimètres et fluocapteurs) analyses des fluocapteurs, interprétation.
Analyses physio-chimiques	Analyses de type RP, 12 analyses sur 3 ans.
Analyses isotopiques	Dosage du tritium, deutérium et oxygène 18.
Pompage dans une source vauclusienne	Amené/repli d'un atelier de pompage (débit > 500 m3/h) et d'un groupe électrogène en accès facile, durée de 15 jours, suivi des niveaux d'eau, analyses en continu de la conductivité, température et turbidité, interprétation.
Diagnostic de forage	Passage caméra, diagraphie micromoulinet avec pompage (40 m3/h) de 24 heures.
Reconnaissance géophysique	10 panneaux électriques de longueur 320 m et 100 m de profondeur et interprétation, ou un profil sismique hybride de 800 m et 400 m de profondeur.
Forage de reconnaissance	Forage de reconnaissance au marteau fond de trou de 200 m de profondeur avec tests de pompage.

Figure 105 : Contenu des études complémentaires.