



## Captage de la commune d'Aisy-sur-Armançon

# Etude du bassin d'alimentation de captage de la source de La Fontaine



**Direction Déléguée Ressources et Milieux Aquatiques**  
15/27 Rue du Port Parc de l'Île  
92022 NANTERRE CEDEX





Numéro du projet : 14DRE029  
Intitulé du projet : Etude du bassin d'alimentation du captage de la commune d'Aisy-sur-Armançon

Intitulé du document : Rapport définitif de délimitation de l'aire d'alimentation de captage

| Version    | Rédacteur<br>NOM / Prénom | Vérificateur<br>NOM / Prénom | Date d'envoi<br>JJ/MM/AA | COMMENTAIRES<br>Documents de référence / Description des modifications essentielles          |
|------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|--|
| <b>1</b>   | Rizza Jean-Philippe       | Gaillard Thierry             | 30/11/2014               | Version intermédiaire  |
| <b>2</b>   | Rizza Jean-Philippe       | Gaillard Thierry             | 13/10/2015               | Version provisoire   |
| <b>2.2</b> | Rizza Jean-Philippe       | Gaillard Thierry             | 12/01/2016               | Intégration des remarques d'Edouard BENOIT du SIRTAVA transmises par mail daté du 12/01/2016 |
| <b>2.4</b> | Borsa Marie-Lys           | Rizza Jean-Philippe          | 24/06/2016               | Version définitive présentée comité de pilotage  |
| <b>3.0</b> | Rizza Jean-Philippe       | Chegard Laetitia             | 30/11/2016               | Version définitive après comité de pilotage  |
| <b>4.0</b> | ROLIN Pauline             | RIZZA Jean-Philippe          | 30/09/2022               | Version après corrections ARS  |





# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

Résumé non technique

### Résumé non technique

Le captage (Code BSS04363X0001/SOURCE) est situé au lieu-dit « Le Village » sur la commune d'Aisy-sur-Armançon.

Les coordonnées Lambert 93 du captage sont : X : 791 943 m Y : 6 730 505 m, Z = 199.23 m NGF.

Le captage est constitué d'une chambre d'environ 10 m<sup>2</sup>, profondeur de 5 m, creusée dans le rocher, maçonnée dans sa partie supérieure. La chambre voûtée mesure 3 x 2.7 m. Au fond de l'excavation apparaît l'amorce d'un boyau.



Vue extérieure de la parcelle d'exploitation (Source : SAFEGE 2014)

La délimitation du bassin d'alimentation du captage d'Aisy validée par le comité de pilotage est la suivante.

**Le comité de pilotage a confirmé l'extension de la limite de l'aire d'alimentation de captage aux limites du périmètre de protection éloignée actuel et du projet d'extension du périmètre éloignée conformément aux préconisations du guide méthodologique des AAC.**

Le bassin d'alimentation hydrogéologique du captage correspond approximativement au bassin topographique des périmètres de protection du captage.

# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

Résumé non technique

Cependant, le traçage réalisé depuis la carrière de Buffon en avril 2015 dans des conditions de crue de l'Armançon et de hautes eaux souterraines laisse penser que la rive droite de l'Armançon peut contribuer à l'alimentation du captage d'Aisy en conditions exceptionnelles. Le traçage réalisé en 2016 n'a pas permis de confirmer cette relation.

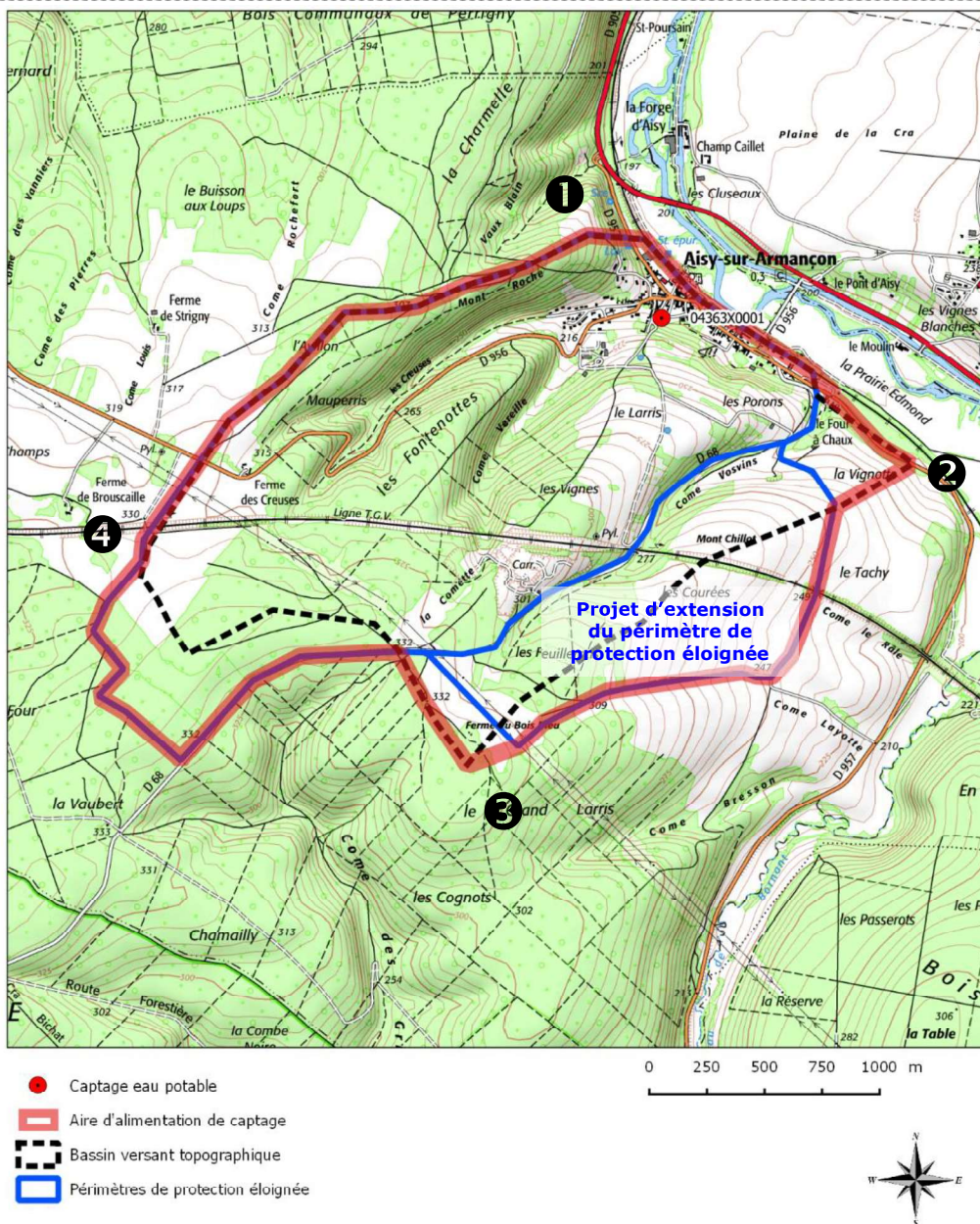
L'aire d'alimentation représente une superficie d'environ 490 ha, supérieure à la surface théorique nécessaire à l'alimentation moyenne du captage estimée à environ 180 ha.



# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

Résumé non technique



### Délimitation du bassin d'alimentation de la source Fontaine du lavoir

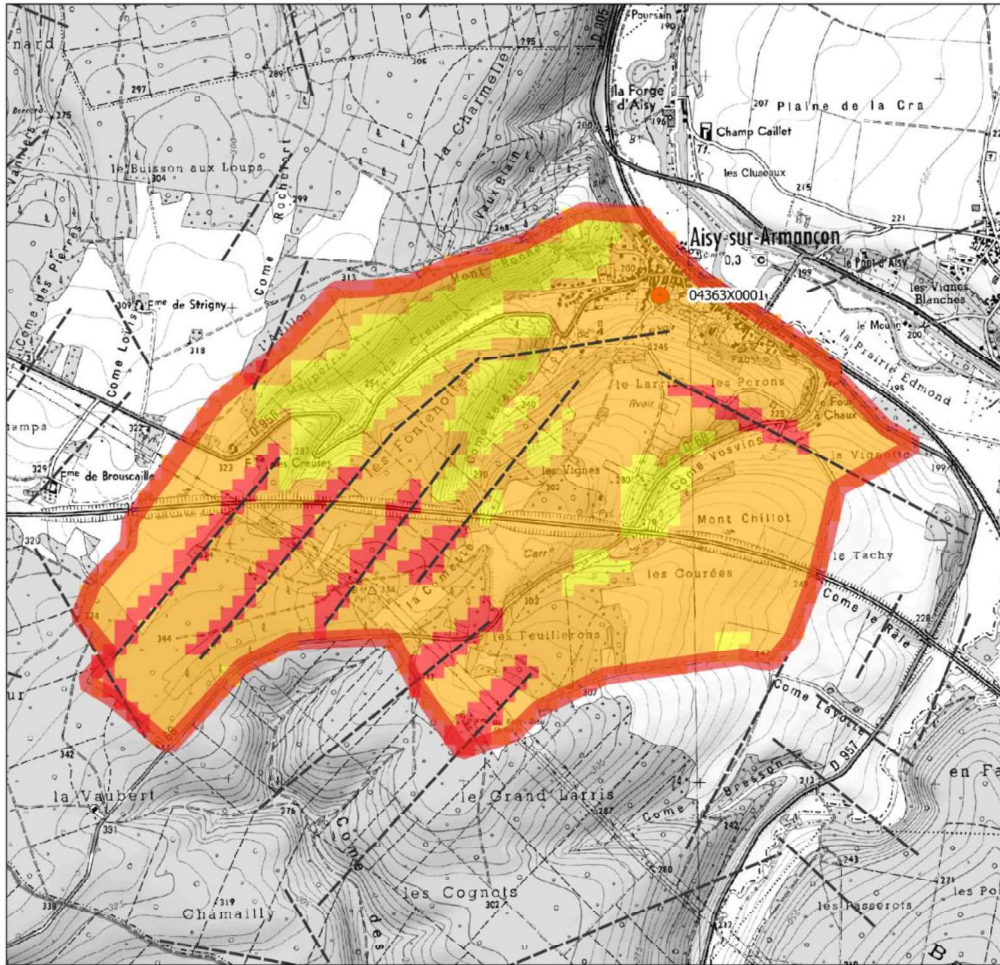
L'analyse de la vulnérabilité de l'aire d'alimentation de la source de la Fontaine a nécessité l'adaptation de la méthode préconisée par le BRGM en l'absence de données poussées et précises du caractère karstique de l'aquifère.

Nous avons proposé d'adapter la méthode de vulnérabilité DRASTIC normalement retenue pour les aquifères continus au contexte du captage d'Aisy-sur-Armançon.

L'application cette méthode a permis de mettre en évidence les secteurs les plus vulnérables suivants, représentant 75% de l'aire d'alimentation de captage.

# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89) Résumé non technique



- Captage eau potable
- ▭ Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



Carte de la vulnérabilité intrinsèque du captage par la méthode DRASTIC adaptée



# Sommaire

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Préambule .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>Caractérisation de la collectivité et du réseau de distribution .....</b> | <b>13</b> |
| 2.1      | <i>Caractéristiques du système d'alimentation en eau .....</i>               | <i>13</i> |
| 2.2      | <i>Caractéristiques du captage.....</i>                                      | <i>14</i> |
| 2.3      | <i>Suivi du débit du trop-plein du captage .....</i>                         | <i>22</i> |
| 2.3.1    | <i>Données anciennes.....</i>  | <i>22</i> |
| 2.3.2    | <i>Données 2015.....</i>   | <i>25</i> |
| 2.4      | <i>Les besoins .....</i>   | <i>34</i> |
| <b>3</b> | <b>Caractérisation de la qualité des eaux prélevées .....</b>                | <b>35</b> |
| 3.1      | <i>Données disponibles et synthèse de la qualité.....</i>                    | <i>35</i> |
| 3.2      | <i>Altérations de la qualité.....</i>  | <i>38</i> |
| 3.2.1    | <i>Nitrates.....</i>   | <i>38</i> |
| 3.2.2    | <i>Turbidité.....</i>  | <i>39</i> |
| 3.2.3    | <i>Bactériologie.....</i>  | <i>39</i> |
| 3.3      | <i>Caractérisation de l'aquifère.....</i>                                    | <i>40</i> |
| 3.3.1    | <i>Évolution de la conductivité.....</i>                                     | <i>40</i> |
| 3.3.2    | <i>Évolution de la turbidité.....</i>  | <i>40</i> |
| 3.3.3    | <i>Évolution de la température.....</i>                                      | <i>41</i> |
| <b>4</b> | <b>Caractérisation de la ressource en eau concernée .....</b>                | <b>43</b> |
| 4.1      | <i>Caractérisation géologique.....</i>                                       | <i>43</i> |
| 4.1.1    | <i>Cadre géologique.....</i>   | <i>43</i> |
| 4.1.2    | <i>Captage « Source de La Fontaine » .....</i>                               | <i>49</i> |
| 4.2      | <i>Caractérisation hydrogéologique.....</i>                                  | <i>55</i> |
| 4.2.1    | <i>Contexte hydrogéologique du captage « Source de la Fontaine ».....</i>    | <i>55</i> |
| 4.2.2    | <i>Tracages hydrogéologiques .....</i>                                       | <i>57</i> |
| 4.2.3    | <i>Multi-traçage Safege 2016 .....</i>                                       | <i>64</i> |
| 4.3      | <i>Caractérisation pédologique du bassin d'alimentation.....</i>             | <i>71</i> |
| 4.3.1    | <i>Description des sols.....</i>   | <i>71</i> |
| 4.3.2    | <i>Circulation des eaux .....</i>  | <i>73</i> |
| 4.4      | <i>Caractérisation de la pluviométrie et bilan hydrique .....</i>            | <i>75</i> |
| 4.4.1    | <i>Données météorologiques .....</i>   | <i>75</i> |
| 4.4.2    | <i>Estimation du bilan hydrique par la méthode de Thornthwaite .....</i>     | <i>77</i> |
| 4.4.3    | <i>Calage de la taille approximative de l'AAC .....</i>                      | <i>78</i> |
| <b>5</b> | <b>Caractérisation de l'aire d'alimentation de captage.....</b>              | <b>79</b> |
| 5.1      | <i>Délimitation.....</i>   | <i>79</i> |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.2      | Schéma conceptuel du fonctionnement hydrogéologique .....  | 82         |
| <b>6</b> | <b>Caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque de l'aire d'alimentation.....</b>                                     | <b>83</b>  |
| 6.1      | Justification de la méthode retenue .....  | 83         |
| 6.2      | Description des paramètres retenus .....   | 85         |
| 6.2.1    | Paramètre S Couverture pédologique des sols .....  | 85         |
| 6.2.2    | Paramètre I Infiltration .....   | 89         |
| 6.2.3    | Paramètre P Pluie efficace.....  | 91         |
| 6.2.4    | Paramètre ZNS Zone non saturée.....  | 93         |
| 6.2.5    | Paramètre K Perméabilité de l'aquifère .....   | 96         |
| 6.3      | Carte de vulnérabilité.....  | 98         |
| <b>7</b> | <b>Analyse critique de la cohérence de la délimitation des périmètres de protection et des servitudes associés .....</b> | <b>101</b> |
| 7.1      | Données techniques .....   | 101        |
| 7.2      | Cohérence entre les limites du bassin d'alimentation de captage et des périmètres de protection .....                    | 101        |
| 7.3      | Cohérence des servitudes associées à ces périmètres avec le contexte actuel .....  | 101        |
|          | <b>Annexe 1 Fiches de la masse d'eau et des entités hydrogéologiques .....</b>   | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 2 Evolution des teneurs en nitrates de 1960 à 1995 .....</b>   | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 3 Rapports hydrogéologiques sur le captage d'Aisy .....</b>  | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 4 Périmètres de protection du captage d'Aisy.....</b>  | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 5 Rapports de traçage .....</b>  | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 6 Principes de l'analyse corrélatoire et spectrale .....</b>   | <b>1</b>   |
|          | <b>Annexe 7 Données du traçage 2016 .....</b>  | <b>1</b>   |

### Tables des illustrations

|   |    |
|---|----|
| Figure 1 : Contexte du captage « Source de la Fontaine » (source : IGN) .....   | 14 |
| Figure 2 : Localisation cadastrale du captage « Source de la Fontaine » (source : cadastre.gouv.fr)....   | 15 |
| Figure 3 : Vue extérieure de la parcelle d'exploitation (Source : SAFEGE 2014) .....  | 16 |
| Figure 4 : Plan schématique de la parcelle d'exploitation (Source : BRGM) .....   | 17 |
| Figure 5 : Vue de l'accès à la chambre de pompage (Source : SAFEGE 2014) .....  | 18 |
| Figure 6 : Vue de la chambre de pompage (Source : SAFEGE 2014) .....  | 18 |
| Figure 7 : Vue du trop-plein du captage (Source : SAFEGE 2014) .....  | 19 |
| Figure 8 : Vue de l'ancien trop plein du captage (Source : SAFEGE 2014) .....   | 19 |
| Figure 9 : Coupe technique du captage «Source de la Fontaine » (Source : avis hydrogéologique).....   | 20 |
| Figure 10 : Délimitation du périmètre de protection rapprochée du captage «Source de la Fontaine »<br>(Source : avis hydrogéologique) .....   | 21 |
| Figure 11 : Délimitation du périmètre de protection éloigné du captage «Source de la Fontaine » (Source<br>: avis hydrogéologique) .....  | 22 |
| Figure 12 : Piézométrie en période de basses eaux septembre 1984 (Source : Billard, 1984) .....   | 23 |
| Figure 13 : Piézométrie en période de hautes eaux juin 1984 (Source : Billard, 1984).....   | 24 |
| Figure 14 : Suivi du trop-plein du captage « Source de la Fontaine » (source : SAFEGE) .....  | 26 |
| Figure 15 : Suivi du débit du trop-plein du captage « Source de la Fontaine » situé à Aisy-sur-Armançon<br>(source : SAFEGE) .....  | 27 |
| Figure 16 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Novembre 2014 (SAFEGE).....   | 29 |
| Figure 17 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Janvier 2015 (SAFEGE) .....   | 30 |
| Figure 18 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Février 2015 (SAFEGE) .....   | 30 |
| Figure 19 : Position de la source dans le diagramme de Mangin .....   | 31 |
| Figure 20 : Autocorrélation des précipitations (Station météo de Noyers-sur-serein) .....   | 32 |
| Figure 21 : Autocorrélation des débits du captage .....   | 33 |
| Figure 22 : Corrélation croisée pluie/débit du captage .....  | 34 |
| Figure 23 : Évolution des teneurs en nitrates (Source : ADES, OROBNAT) .....  | 39 |
| Figure 24 : Évolution de la conductivité (Source : ADES, OROBNAT) .....   | 40 |
| Figure 25 : Évolution de la turbidité (Source : ADES) .....   | 41 |
| Figure 26 : Évolution de la température (Source : ADES, OROBNAT).....   | 41 |
| Figure 27 : Vue d'un affleurement des calcaires affleurants de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur<br>dans la galerie du captage de la source de Sanvigne (Source : SAFEGE)..... | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Figure 28 : Vue paysagère de l'affleurement des marnes d'Ancy-le-Franc (Source : SAFEGE).....  | 46 |
| Figure 29 : Vue d'un affleurement de calcaires compacts (Source : SAFEGE) .....  | 47 |
| Figure 30 : Vue d'un affleurement des calcaires compacts et « grande oolithe » (Source : SAFEGE)....   | 48 |
| Figure 31 : Contexte géologique du captage « Source de la Fontaine » (Source : BRGM, IGN).....   | 51 |
| Figure 32 : Coupe géologique schématique du bassin versant topographique du captage « Source de la Fontaine» (Source SAFEGE) .....   | 51 |
| Figure 33 : Carte géologique détaillée et accidents tectoniques observés (Billard, 1963).....  | 52 |
| Figure 34 : Coupes géologiques schématiques (Billard, 1963) .....  | 53 |
| Figure 35 : Délimitation du bassin versant topographique du captage « Source de la Fontaine » (Avis Hydrogéologique) .....   | 54 |
| Figure 36 : Colonne lithostratigraphique et hydrogéologique (Source : SAFEGE, 2013).....   | 56 |
| Figure 37 : Courbe de restitution du traçage (Source : Sciences Environnement, 2012) .....   | 58 |
| Figure 38 : Carte de restitution (Source : Sciences Environnement, 2012).....  | 59 |
| Figure 39 : Schéma hydrogéologique du traçage réalisé par Sciences Environnement en 2015 depuis la carrière de Buffon (SAFEGE, 2015) .....   | 60 |
| Figure 40 : Carte de restitution (Source : Sciences Environnement, 2015).....  | 62 |
| Figure 41 : Hypothèse de relation directe au sein des calcaires bathoniens indépendamment du système Armançon (SAFEGE, 2015) .....   | 63 |
| Figure 42 : Hypothèse relation indirecte du réservoir des calcaires bathoniens situés en rive droite de l'Armançon vers le réservoir des calcaires bathoniens situés en rive gauche de l'Armançon à travers le système Armançon (SAFEGE, 2015) ..... | 63 |
| Figure 43: carte de localisation des points d'injection sur la commune d'Aisy .....  | 64 |
| Figure 44: Suivi du débit sur la source de la Fontaine.....  | 65 |
| Figure 45: Carte de localisation des points de suivi du traçage sur la commune d'Aisy.....   | 66 |
| Figure 46: Carte des relations mises en évidence par traçage.....  | 68 |
| Figure 47: tableau récapitulatif du suivi de traçage sur la commune d'Aisy .....   | 69 |
| Figure 48 : Carte des sols du bassin versant topographique du captage d'Aisy (Source : D. BAIZE et JP VOILLOT, INRA, 1969, Carte des sols de l'Yonne feuille de Noyers 1/50 000) .....   | 72 |
| Figure 49 : Mode de circulation des eaux (source : CORPEN).....  | 73 |
| Figure 50 : Mode de circulation des eaux dans un sol sensible à l'infiltration (source : SAFEGE) .....   | 74 |
| Figure 51 : Chronique des hauteurs de précipitations par cycle hydrogéologique de la station de Montbard de 2001 à 2013 (Source : Météo France).....   | 76 |
| Figure 52 : Statistiques des précipitations mensuelles de la station de Montbard de 2001 à 2013 (Source : Météo France).....   | 76 |
| Figure 53 : Délimitation du bassin d'alimentation de la source Fontaine du lavoir.....   | 81 |
| Figure 54 : Schéma de fonctionnement du bassin d'alimentation de captage .....   | 82 |
| Figure 55 : Schéma conceptuel d'un aquifère karstique avec le positionnement des différents critères utilisés pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque (Dörfli & Plagnes 2009) .....  | 83 |
| Figure 56 : Organisation des différents critères de la méthode PaPRIKa en fonction de la structure et du fonctionnement des aquifères karstiques .....   | 84 |



|   |    |
|---|----|
| Figure 57 : Paramètre S couverture des sols .....   | 88 |
| Figure 58 : Paramètre I conditions d'infiltrations.....   | 90 |
| Figure 59 : Paramètre P pluie efficace .....  | 92 |
| Figure 60 : Paramètre ZNS zone non saturée .....  | 95 |
| Figure 61 : Paramètre K perméabilité de l'aquifère.....   | 97 |
| Figure 62 : Carte de la vulnérabilité intrinsèque du captage par la méthode DRASTIC adaptée ..... | 99 |

## Table des tableaux

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Disponibilité des analyses des eaux brutes par famille de paramètres (Source : ADES).....   | 35 |
| Tableau 2 : Synthèse des analyses de qualité des eaux brutes réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire sur le captage de 1988 à 2009 – Première partie (Source : ARS, ADES) ..... | 36 |
| Tableau 3 : Synthèse des analyses de qualité des eaux brutes réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire sur le captage de 1988 à 2009 – Première partie (Source : ARS, ADES) ..... | 37 |
| Tableau 4 : Coupe Lithographique des formations rencontrées sur les communes d'Aisy et d'Etivey (source : SIGES SN, BDLISA).....  | 43 |
| Tableau 5: Caractéristiques des injections .....  | 65 |
| Tableau 6 : Points de suivi (Source : SAFEGE).....  | 67 |
| Tableau 7 : Caractéristiques des sols (Source : carte des sols de l'Yonne - Noyers).....  | 71 |
| Tableau 8 : Pluviométrie de Montbard, température et ETP de Montbard (Source : Météo-France) .....  | 75 |
| Tableau 9 : Bilan hydrique de la Station de Montbard (Source : Météo-France) .....  | 78 |
| Tableau 10 : Estimation de la surface théorique de l'aire d'alimentation .....  | 78 |
| Tableau 11 : Paramètres de la méthode adaptée .....   | 85 |
| Tableau 12 : Classification des sols (Source : BRGM) .....  | 86 |
| Tableau 13 : Qualification des sols concernés par l'aire d'alimentation de captage .....  | 86 |
| Tableau 14 : Note de vulnérabilité pour la couverture protectrice (Source : BRGM).....  | 87 |
| Tableau 15 : Indexation du critère I conditions d'infiltrations.....  | 89 |
| Tableau 16 : Note de vulnérabilité pour la pluie efficace (Source : BRGM).....  | 91 |
| Tableau 17 : Description de la lithologie de la zone non saturée .....  | 93 |
| Tableau 18 : Indexation du paramètre ZNS en croisant les trois paramètres : épaisseur, lithologie, fracturation.....  | 94 |
| Tableau 19 : Indexation du paramètre K perméabilité de l'aquifère.....  | 96 |
| Tableau 20 : Note de vulnérabilité (Source : SAFEGE).....   | 98 |



## Glossaire

AAC : Aire d'alimentation de captage

BAC : Bassin d'alimentation de captage

BRGM : Bureau de recherche géologique et minière

PNAC : Portion de nappe alimentation le captage

AEP : Alimentation en Eau Potable

Résurgence : Une résurgence est une exsurgence alimentée par au moins un cours d'eau de surface identifié dont une partie ou la totalité s'infiltré dans le sous-sol par une ou plusieurs pertes. Dès lors que la perte ou le réseau hydrographique de surface communicant a été mis en évidence par la visite ou la coloration, l'exsurgence devient une résurgence.

Exsurgence : Source dont l'eau provient d'un réseau hydrogéologique endogène d'un massif, généralement karstique.

### Bibliographie

1950, Abrard R. Projet d'adduction d'eau potable de la commune d'Aisy-sur-Armançon - Etude hydrogéologique, Décembre 1950.

1966, LAKSHMANAN J., FERRANDES R. Etude géophysique par méthode électrique à Thury et à Etivey, Chantier n°376, CPGF, 1966.

1970, Carte géologique n°404 de Tonnerre, Carte, BRGM, Edition 1970

1970, Carte géologique n°436 de Noyers, Carte, BRGM, Edition 1970

1980, Cremille L., Aubry C. Etude de l'environnement des points d'eau du réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines du département de l'Yonne. BRGM, 80-SGN-685-BOU, 1980.

1980, LAKSHMAMAN J., ERLING J.C., Recherche de cavité par micro gravimétrie et sondages mécaniques avec diagraphies instantanées - Ligne nouvelle Paris Sud-Ouest Lot 5 - sous-section 2044 - déblai 12, CPGF, étude n°1970B, 1980

1983, Billard G. Détermination des périmètres de protection des captages AEP du département de l'Yonne - Aisy-sur-Armançon, BRGM, GA 83/42 BOU, 1983.

1983, Billard, G. Détermination des périmètres de protection réglementaires du captage de la source de Sanvigne. Rapport d'expertise, GA 83/18 BOU, Mai 1983.

1983, Billard, G. Projet de dérivation du trop-plein du captage de la Fontaine - Reconnaissance géologique préliminaire. Rapport. BRGM, 83 SGN 772, Novembre 1983.

1984, Billard, G. Projet de dérivation du trop-plein du captage de la source de la Fontaine. Rapport. BRGM, 84 AGI 370 BOU, Décembre 1984.

1985, Arrêté Préfectoral n°85-39 déclarant d'utilité publique l'établissement Des Périmètres de Protection Autour Du Captage de La Fontaine Sur Le Territoire de La Commune d'Aisy, Autorisant La Dérivation Des Eaux Souterraines, 1985.

1985, Billard G., CORNET J., TOUBIN J. Etude hydrogéologique et structurale des milieux calcaires des bassins du Serin et de l'Armançon (89), 85-SGN-266-BOU, BRGM, 1985.

1987, CORNET J., BARRAT A., GARNIER E. Synthèse hydrogéologique et structurale des calcaires des bassins du Serein et de l'Armançon dans le département de l'Yonne, 87-SGN-555-BOU, BRGM, 1987.

1989, Etude du gisement calcaire d'Aisy-sur-Armançon. Rapport. Centre d'études techniques de l'équipement de Lyon, 1989

1990, Projet d'extension de la carrière SAFAC à Aisy-sur-Armançon (89) - Complément à l'étude d'impact - Etude hydrogéologique du secteur compris entre le projet et les sources communales, R 30336 BOU 4S 89, BRGM, Janvier 1990

1993, Baize D., *Petites régions naturelles et "paysages pédologiques" de l'Yonne.* INRA/Conseil général de l'Yonne., 1993 191 pages.

# RESUME NON TECHNIQUE

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

1998, JAUFFRET D. *Détermination des paramètres hydrogéologiques en partenariat avec l'INRA, pour l'explication de l'évolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines dans le département de l'Yonne*, R 40030, 21 pages, 10 tableaux, 12 figures et une annexe, BRGM, 1998.

1999, Menot, Jean-Claude. Avis complémentaire sur la protection du captage d'Aisy-sur-Armançon (Yonne). Rapport d'expertise, Avril 1999

2004, Dossier de demande d'autorisation d'une centrale d'enrobage - Carrière d'Aisy-sur-Armançon / client : Société Rougeot, 6/89/85/191/CA, Sciences Environnement, 2004.

2007, BARON P. Avis sur le renouvellement et l'extension de la carrière à ciel ouvert d'aisy-sur-Armançon au lieu-dit « la Commette » et « les Epeaux », Rapport d'expertise, 2007.

2007, Renouvellement et extension d'exploiter une carrière à ciel ouvert et ses installations de traitement - Carrières d'Aisy-sur-Armançon, 2005/203, Sciences Environnement, 2007.

2007, Vernoux J.F., Wulleumier A., Dörfliger N. (2007) - Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses. Guide méthodologique, rapport BRGM/RP-55874-FR, 75 pages, 14 illustrations

2008, Bourennane Schnebelen, N., and et J.L. Fort. (2008) - Connaître les sols pour préserver la ressource en eau. Guide d'application à l'échelle d'un territoire. Guide. Gis Sol, groupe « Projets » IGCS. INRA Orléans, 84 p.

2012, Doney O., Juppé E., Dutrieux A. Traçage des eaux souterraines - SAS JPS GRANULATS - Carrière d'Aisy-Sur-Armançon, 2011-304, Sciences Environnement, 2012.

2018, SONCOURT E. Révision des périmètres de protection du captage de la source de la Fontaine n°BSS001EBD (0436-3X-0001/Source). Délimitation des périmètres. Avis du 07/09/2018. Rapport d'expertise. Septembre 2018.

S.D., Grottes et Gouffres de l'Yonne

S.D., Spéléo club de Chablis – CROTS de l'Yonne



### 1 PREAMBULE

Face à leurs besoins similaires, à la proximité géographique des captages et à l'interconnexion entre les réseaux d'alimentation en eau potable des deux communes, Les communes d'Aisy-sur-Armançon et d'Etivey ont souhaité réaliser une unique étude hydrogéologique de bassin d'alimentation de leurs captages.

La commune d'Aisy-sur-Armançon, désignée Maître de l'ouvrage, a demandé à SAFEGE 2014 de réaliser cette étude en application de la méthodologie développée par le Bureau de Recherche Géologique et Minière pour caractériser la vulnérabilité de l'aire d'alimentation de captage.

La gestion de la source a évolué depuis le début le 1<sup>er</sup> janvier 2019. La commune d'Aisy-sur-Armançon a accepté l'adhésion au Syndicat des Eaux du Tonnerrois (SET) pour qu'il puisse assurer les compétences eau potable et assainissement collectif.

A partir des données bibliographiques consultées, le présent rapport est composé :

- d'une synthèse concise des données pour caractériser :
  - la collectivité et du réseau de distribution
  - la qualité des eaux prélevées
  - la ressource en eau concernée
  - la pluviométrie et bilan hydrique
  - la pédologie du bassin d'alimentation
- de données nouvelles acquises SAFEGE pour caractériser :
  - la délimitation des bassins d'alimentation de captage
  - la vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation





## 2 CARACTERISATION DE LA COLLECTIVITE ET DU RESEAU DE DISTRIBUTION

*L'objectif est de recenser l'ensemble des informations et données relatives au fonctionnement de la collectivité et du captage afin d'appréhender le contexte local et ses spécificités.*

La collectivité est située dans l'Est de l'Yonne et fait partie de l'aval du bassin versant de l'Armançon.

Le bassin versant de l'Armançon bénéficie d'un Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau approuvé en date du 6 mai 2013. Le secteur aval du bassin versant de l'Armançon bénéficie d'un Contrat Global pour la gestion de l'eau qui permet de programmer des actions et des engagements financiers selon leur priorité.

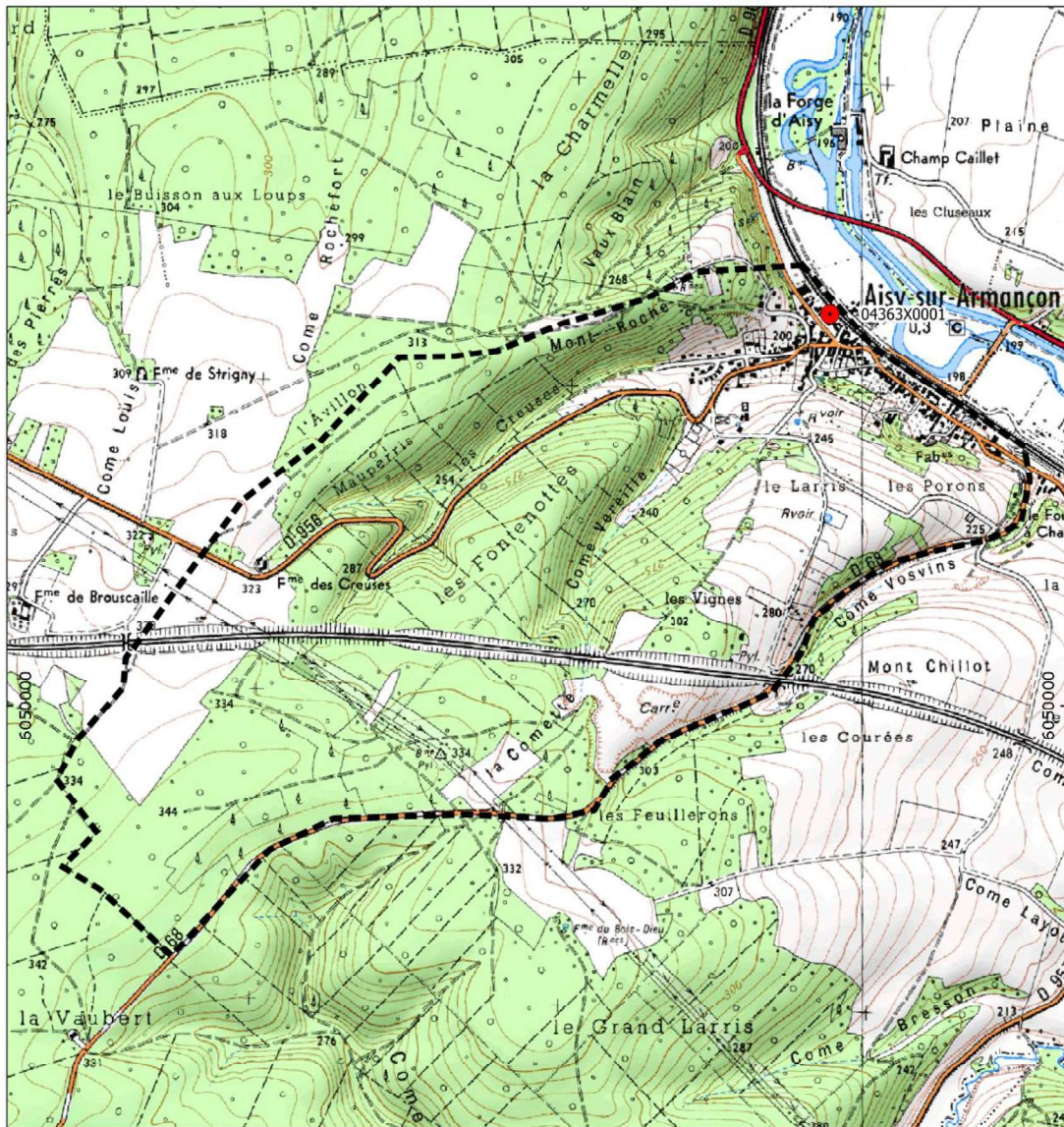
La commune d'Aisy-sur-Armançon comprend 270 habitants (INSEE 2010). Le maire est M. Olivier MURAT depuis le 29 juin 2020.

### 2.1 CARACTERISTIQUES DU SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU

L'adduction en eau potable de la commune d'Aisy est basée sur l'exploitation d'une unique ressource, le captage « Source de la Fontaine » (04363X0001/SOURCE) depuis 1965. Le captage est géré en régie.

Le réseau d'alimentation en eau potable est composé :

- Du captage « Source de la Fontaine » de 5 mètres de profondeur ;
- d'une bache de reprise équipée de deux pompes immergées fonctionnant de nuit à partir de 22h (alternance) ;
- d'un traitement de javellisation au niveau de la bache par le biais d'une pompe doseuse asservie aux pompes ;
- d'un réseau de refoulement/distribution alimentant gravitairement la totalité de la commune et complétant l'alimentation en eau potable de celle d'Etivey (2 réducteurs de pression) ;
- d'un réservoir semi-enterré 300 m<sup>3</sup>, dont 100 m<sup>3</sup> en réserve incendie ;
- d'une interconnexion avec le réseau d'Etivey pour une vente d'eau depuis 1992 à l'aide d'un surpresseur (12 m<sup>3</sup>/h).



Légende

- Captage Eau Potable
- ▭ Bassin versant topographique

Figure 1 : Contexte du captage « Source de la Fontaine » (source : IGN)

## 2.2 CARACTERISTIQUES DU CAPTAGE

Le captage est situé au lieu-dit « Le Village » sur la commune d'Aisy-sur-Armançon.

Le captage « Source de la Fontaine » est inscrit à la banque de données du sous-sol (code BSS 04363X0001/SOURCE).

Ses coordonnées Lambert 93 sont : X : 791 943 m Y : 6 730 505 m.

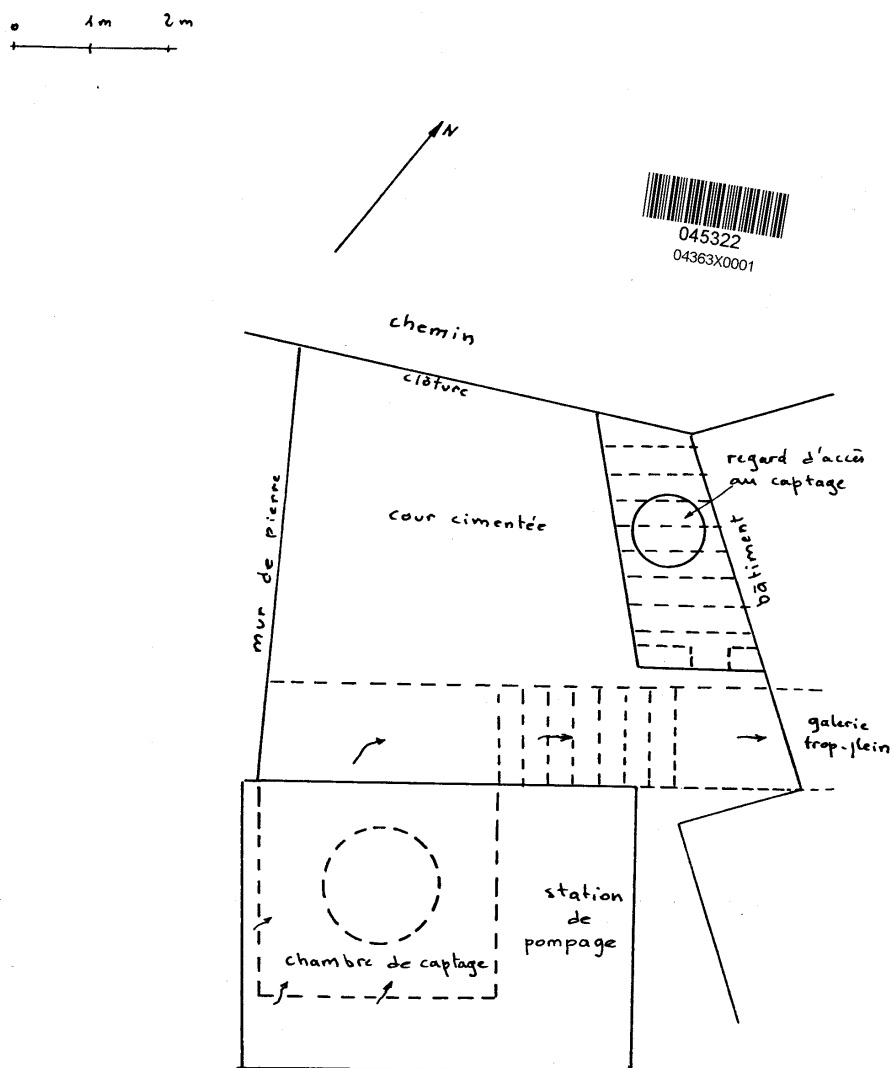
L'ouvrage est situé à 199,23 m d'altitude sur la parcelle 335 section AC.







Figure 3 : Vue extérieure de la parcelle d'exploitation (Source : SAFEGE 2014)



**Figure 4 : Plan schématique de la parcelle d'exploitation (Source : BRGM)**

Le captage est constitué d'une chambre d'environ 10 m<sup>2</sup>, profondeur de 5 m, creusée dans le rocher, maçonnée dans sa partie supérieure. La chambre voûtée mesure 3 x 2.7 m. Au fond de l'excavation apparaît l'amorce d'un boyau.



Figure 5 : Vue de l'accès à la chambre de pompage (Source : SAFEGE 2014)



Figure 6 : Vue de la chambre de pompage (Source : SAFEGE 2014)

Vers 3 m de profondeur existe le nouveau trop-plein de la source de diamètre 1 m servant dorénavant à évacuer le trop plein du captage.





Figure 7 : Vue du trop-plein du captage (Source : SAFEGE 2014)

Vers 2 m de profondeur existe une galerie maçonnée de 0.6 x 0.7 m de section servant à évacuer le trop plein du captage. Il s'agit de l'ancien trop plein, actuellement déconnecté par un rideau de palplanches en bois.

Le radier de cette galerie se trouve à la cote de 196.13 m.



Figure 8 : Vue de l'ancien trop plein du captage (Source : SAFEGE 2014)





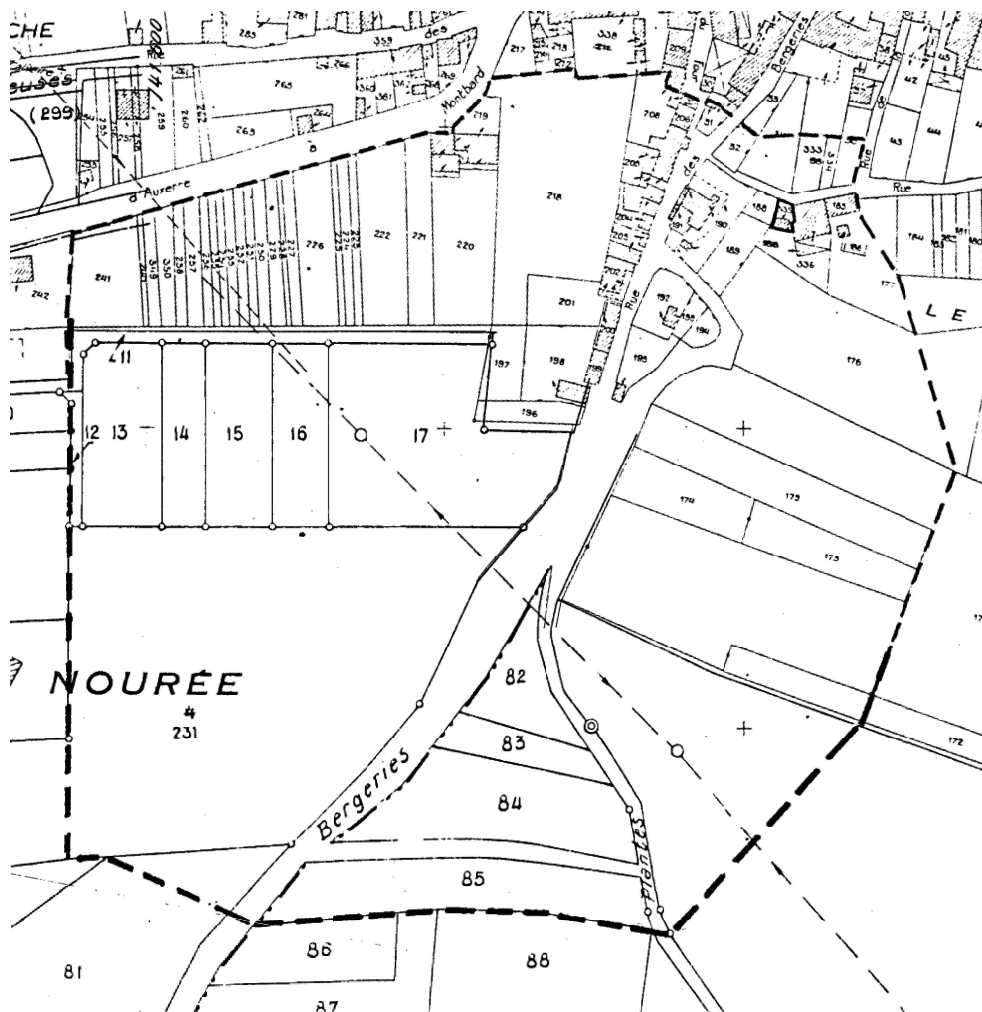


Figure 10 : Délimitation du périmètre de protection rapprochée du captage « Source de la Fontaine » (Source : avis hydrogéologique, M. Billard 1983)

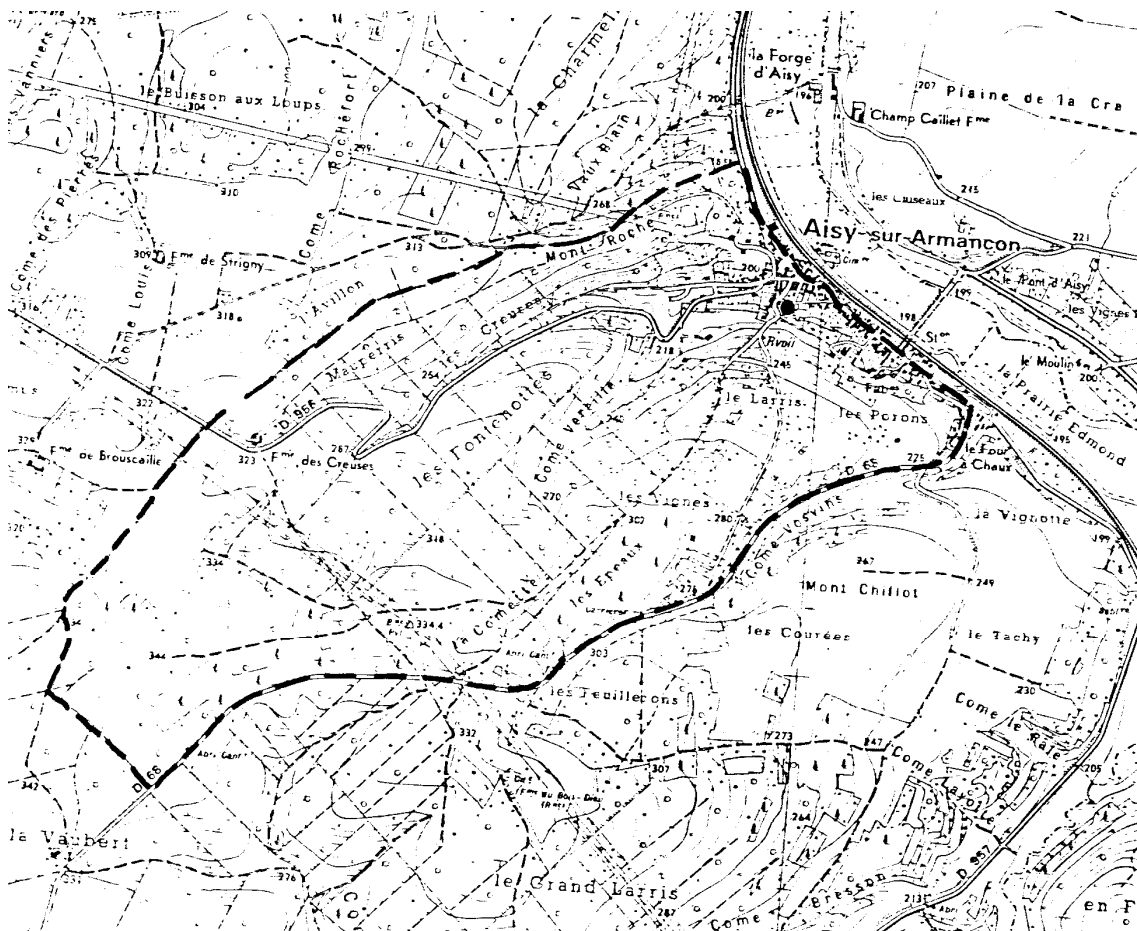


Figure 11 : Délimitation du périmètre de protection éloigné du captage « Source de la Fontaine » (Source : avis hydrogéologique, M. Billard, 1983)

## 2.3 SUIVI DU DEBIT DU TROP-PLEIN DU CAPTAGE

### 2.3.1 DONNEES ANCIENNES

D'après la fiche BRGM datant de 1965 instruit par J.M. Panetier, le captage ne se trouble jamais et le débit ne tarit jamais.

En juin 1983, le niveau du captage se situait vers la cote 196.4 m. Le 23 novembre 1983, le niveau a baissé d'environ 1 m (Billard, 1983). Il existe plusieurs puits de particuliers à l'est de la source. Ils sont implantés sur une formation alluviale.

En juin 1983, dans ces ouvrages, la nappe phréatique se trouvait vers la cote 195 m. En novembre 1983, comme pour le captage, l'abaissement piézométrique était d'environ 1 m (Billard, 1983).

Ainsi l'eau du captage se situe à une cote sensiblement supérieure à celle observée dans les ouvrages de la nappe alluviale. Ce fait peut s'expliquer soit par l'existence dans le calcaire hydraulique d'un substratum imperméable, par exemple une couche marneuse, au toit duquel circule l'eau, soit plus vraisemblablement par la mise en charge de l'eau dans le calcaire hydraulique en raison de la présence d'un écran peu perméable constitué par les limons argileux cryoclastiques.







Les cartes piézométriques réalisées en 1984 par le BRGM ont montré :

- une charge plus élevée dans le secteur du captage
- des gradients forts traduisant la captivité de la nappe
- une ligne de partage des eaux souterraines au droit d'un thalweg orienté NE en tête duquel se trouve le captage
- un axe de drainage de la nappe orienté sensiblement NS, pouvant s'expliquer par une fracturation plus importante des calcaires et donc une perméabilité plus importante.

En octobre 1962, un pompage d'une durée de 11 h au débit de 38 m<sup>3</sup>/h a provoqué un rabattement du plan d'eau de 0.90 m. Aucune mesure de débit n'a été réalisée sur le trop-plein du captage lorsqu'il fonctionne. En période de forte pluviométrie, ce débit a été estimé de 0.7 à 1 m<sup>3</sup>/h. Le débit spécifique obtenu par l'essai de pompage était de 1,17.10<sup>-2</sup> m<sup>3</sup>/s/m. Il indique donc pour le secteur du captage une transmissivité inférieure ou égale à 10<sup>-2</sup> m<sup>2</sup>/s (BRGM, 1990).

Au droit du sondage d'injection de la carrière, on peut estimer, à partir des données de décroissance du niveau d'eau, la transmissivité à environ 10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>/s (BRGM, 1990). Cette donnée valeur est donnée à titre indicatif puisque le milieu aquifère ne présente pas *a priori* une fissuration homogène et que le sondage ne pénètre que partiellement l'aquifère. Compte-tenu d'une épaisseur mouillée de 45 m, il en résulterait une perméabilité moyenne faible de l'ordre de 10<sup>-5</sup> m/s.

En mai 1983, des pompages sur les puits environnants, d'une durée de l'ordre de l'heure aux débits de 40 et 70 m<sup>3</sup>/h, n'ont pas eu d'influence sur le niveau de d'émergence du trop-plein de la source. Les rabattements observés, tant sur l'ouvrage étudié que sur les ouvrages voisins, sont faibles ce qui montre une bonne perméabilité des formations alluviales.

Avant 2014, aucune information n'est disponible concernant le débit du captage et ses variations saisonnières et interannuelles.

### 2.3.2 DONNEES 2015

Le débit du trop-plein du captage a été suivi pendant 4.5 mois, de Novembre 2014 à Mars 2015.

#### 2.3.2.1 Équipement

Le trop-plein de la galerie est équipé d'un seuil jaugeur en V de 28°.

Un capteur de niveau automatique relève le niveau d'eau dans la chambre de pompage une fois par heure. La mesure du capteur est corrigée de la valeur de la pression atmosphérique enregistrée par un baromètre installé au captage d'Aisy.

Le débit de la source correspond donc à :

**Débit Source = Débit du trop-plein + Volume prélevé par les pompes**

Lors de l'installation le 29 octobre 2014, nous avons mesuré un débit de trop-plein d'environ 0 m<sup>3</sup>/h.

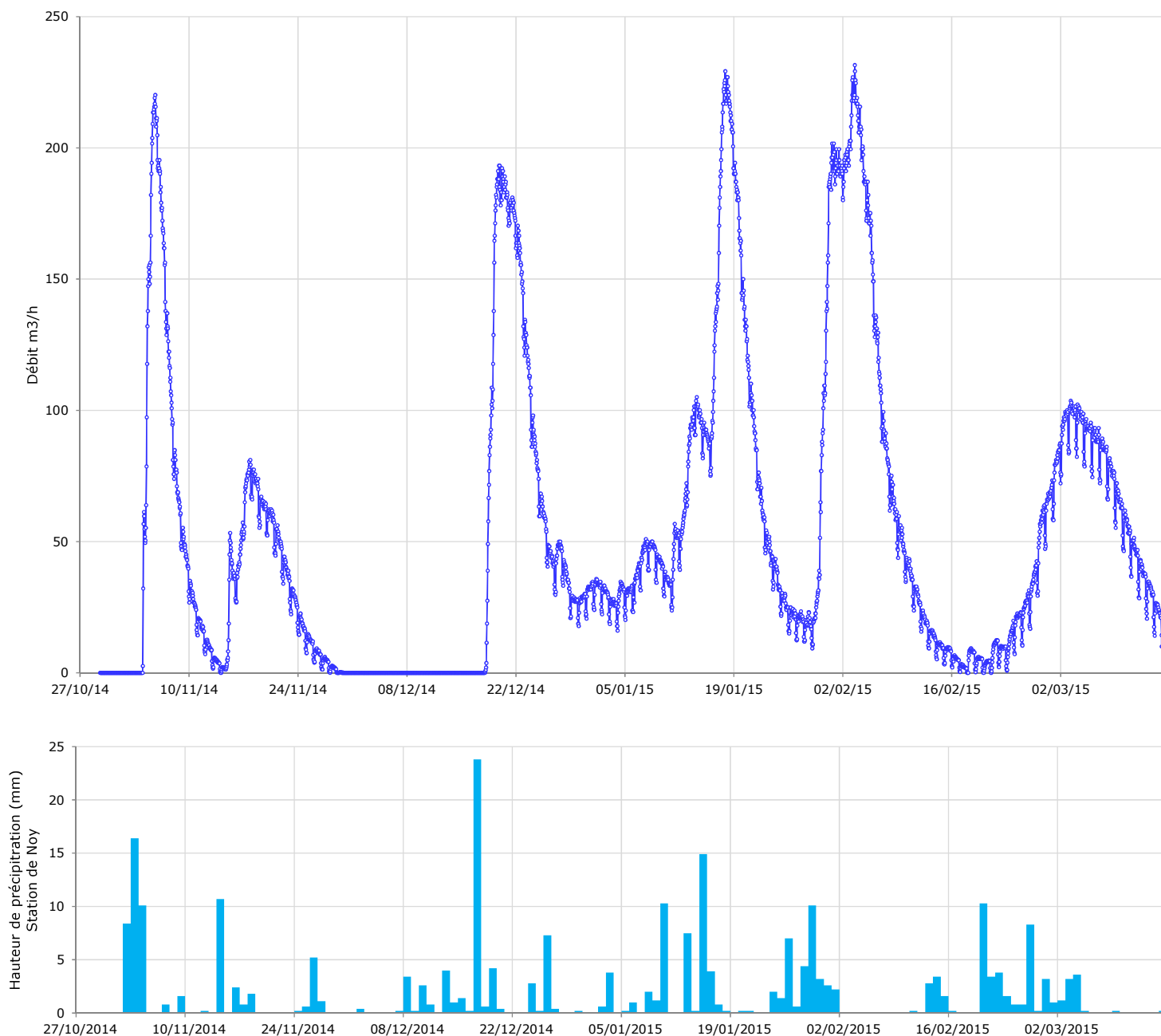


Figure 14 : Suivi du trop-plein du captage « Source de la Fontaine » (source : SAFEGE)

### 2.3.2.2 Résultats

Il est probable que le débit d'étiage du trop-plein s'approche des débits minimums enregistrés durant la période de suivi (peu de précipitations en décembre 2014).

Les prélèvements AEP par pompage ne sont pas pris en compte.



**Figure 15 : Suivi du débit du trop-plein du captage « Source de la Fontaine » situé à Aisy-sur-Armançon (source : SAFEGE)**

Le trop-plein du captage présente également des variations de débit importantes suite à des précipitations (environ 24 h), ce qui est caractéristique d'un bassin d'alimentation karstique.

En résumé d'après ce suivi :

- Le trop-plein est non pérenne.
- La présence d'eau dans le bassin de la source est pérenne.
- Les débits du trop-plein sont les suivants :
  - Débit le plus faible de la période de suivi : 0 m<sup>3</sup>/h ;
  - Débit moyen : 65 m<sup>3</sup>/h.
  - Débit maximum du trop-plein : environ 230 m<sup>3</sup>/h.
- Le régime hydrologique du trop-plein du captage est de type pluvial.

### 2.3.2.3 Etude de la relation pluie-débit

#### 2.3.2.3.1 Au travers des courbes de tarissement

Le degré de karstification a été évalué en référence aux paramètres  $i$  et  $k$  de Mangin (Mangin, 1975). La courbe de décrue d'une source est alors décomposée en une phase de décrue (vidange rapide) et une phase de tarissement pur sans aucune recharge selon l'équation de Mangin :

$$Q = Q_0 \left( \frac{1 - \eta t}{1 + \varepsilon t} \right)^\alpha$$

$Q_0$  : débit de tarissement à la fin de l'infiltration ( $q=0$ ) ;

$\alpha$  : paramètre d'ajustement du tarissement ;

$\eta$  et  $\varepsilon$  : paramètres d'ajustement de la décrue.

Les équations permettent de définir le volume de la réserve pour une année donnée  $V_n$ , et le pourcentage de ce volume écoulé après un temps  $t$ . Cette méthode permet en outre de calculer les paramètres permettant d'évaluer le degré de karstification du réservoir :

$$k = \frac{V_d}{V_t}$$

$V_d$  = volume dynamique et  $V_t$  = volume total.

$$i = \left( \frac{1 - \eta t}{1 + \varepsilon t} \right)$$

avec  $t = 8$  à 14 jours. En fonction de la valeur de ces paramètres, une typologie des karsts a été proposée par Mangin (1975) :

- A : Système karstique complexe ;
- B : Karst avec retard d'alimentation, Karsts binaires et Karst en altitude avec couverture neigeuse ; la présence d'épikarst peut aussi retarder l'alimentation ;
- C : Karst développé, Karst avec réseaux pénétrables ; des relations entre une perte de rivière et la résurgence caractérisent aussi ce système ;
- D : Karst développé, Karst débouchant sur un karst noyé en aval ;
- E : Faiblement karstique.



Chaque hydrogramme permet donc de caractériser le degré de karstification dans le diagramme de MANGIN.



### Ce qu'il faut retenir...

*Il est important de noter que le suivi de la source a été réalisé uniquement sur la période hivernale de novembre 2014 à mars 2015.*

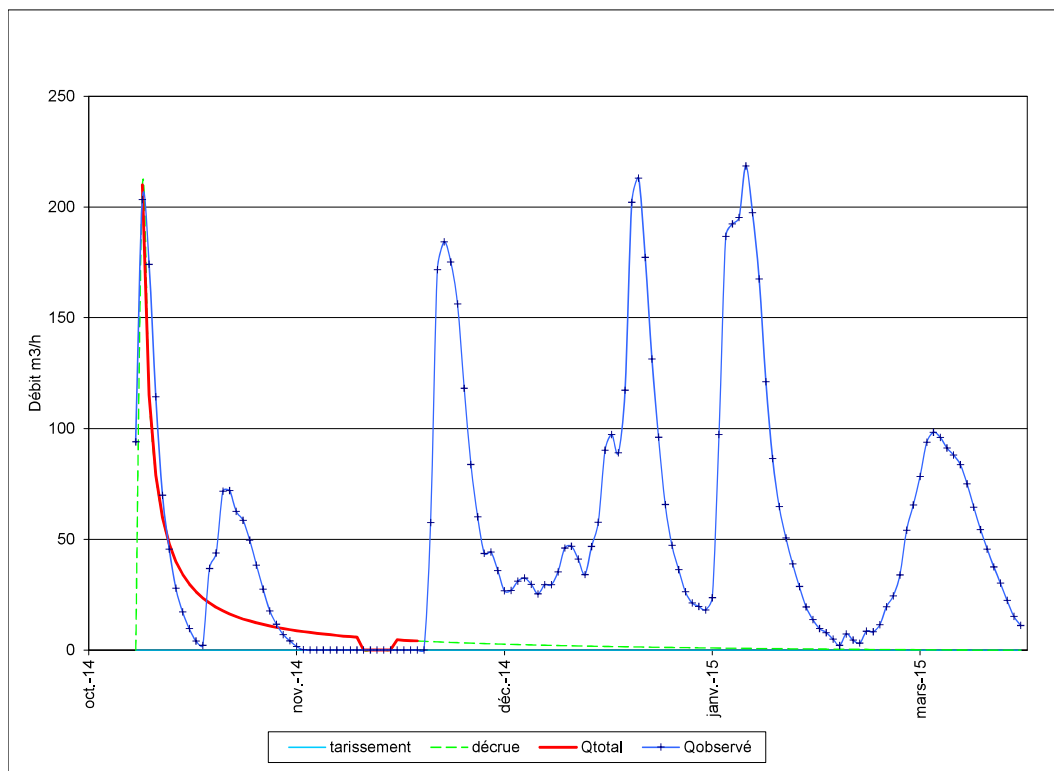
*Les limites de l'étude sont :*

*L'absence de données sur plusieurs saisons permettant de négliger l'effet spécifique des conditions climatiques de la dite période de suivi.*

*L'absence de suivi en période printanière permettant le suivi d'un tarissement général du système par déficit de recharge.*

Plusieurs pics sont observés durant la période de suivi.

Nous avons exploité trois pics (novembre 2014, janvier 2015, février 2015) en raison du tarissement de sa décrue traduisant le degré de karstification. Nous avons utilisé une feuille de calcul SAFEGE pour déterminer les paramètres d'ajustement de l'équation de Mangin.



**Figure 16 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Novembre 2014 (SAFEGE)**

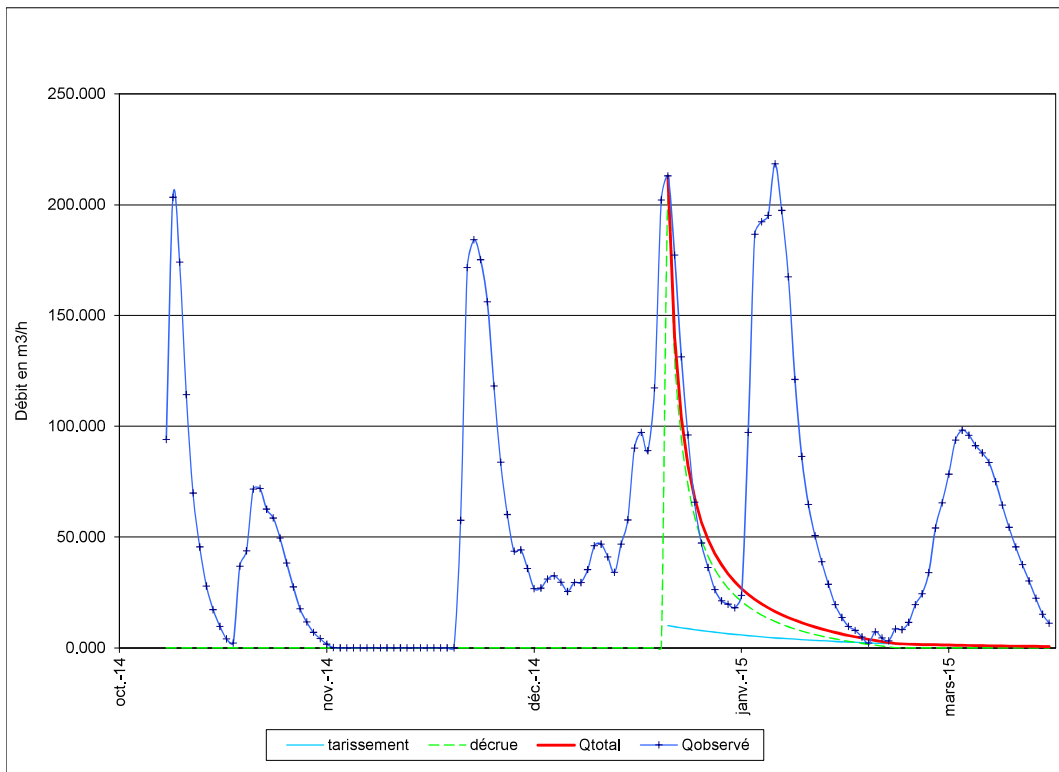


Figure 17 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Janvier 2015 (SAFEGE)

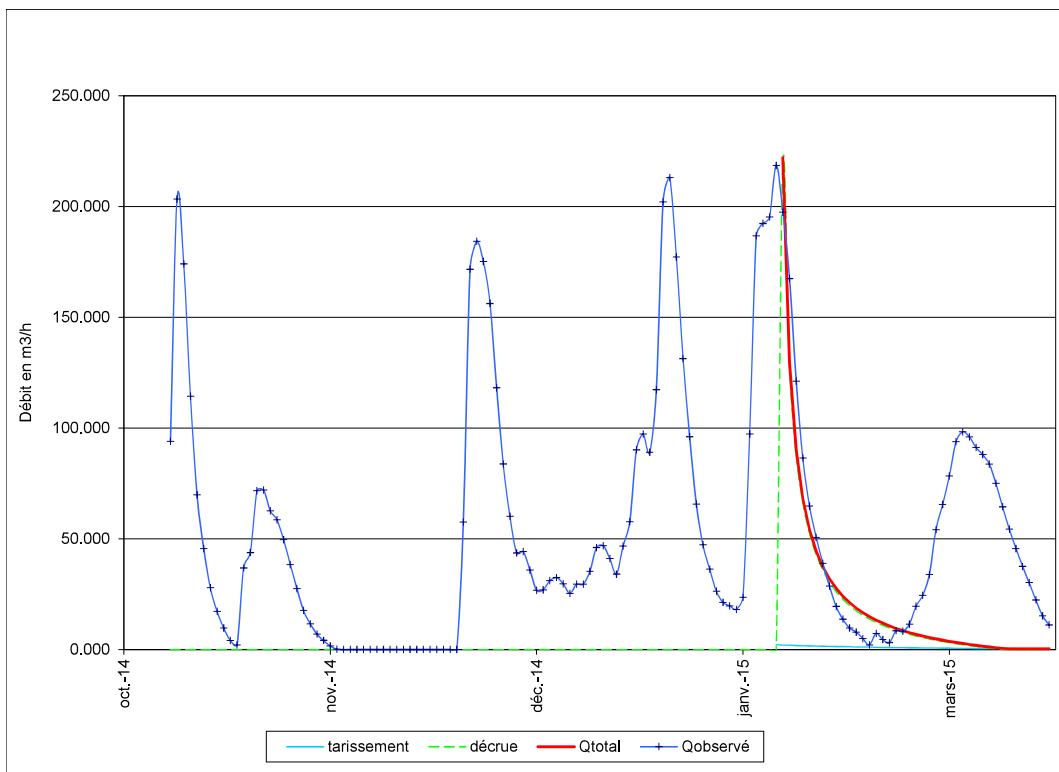


Figure 18 : Reconstitution de la chronique de débit de la source en Février 2015 (SAFEGE)

Ainsi l'interprétation du tarissement montre que la source comme un système karstique avec retard d'alimentation de type B.

On peut noter une forte incertitude sur le paramètre  $i$  en raison de l'absence d'un long épisode de tarissement.

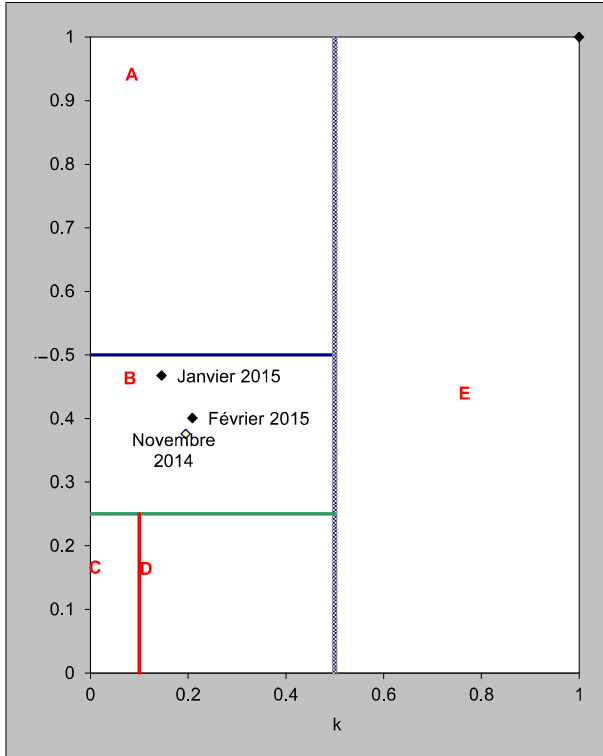


Figure 19 : Position de la source dans le diagramme de Mangin

L'extension limitée du réservoir montre une forte réactivité du système aux évènements pluviométriques que l'on peut étudier.

### 2.3.2.3.2 Au travers de l'étude du signal pluie débit

Le principe de l'analyse corrélatoire et spectrale que nous avons adopté est présenté en annexe.

La méthode d'analyse corrélatoire et spectrale est une des méthodes les plus couramment utilisées dans la caractérisation des écoulements karstiques. Elle permet d'étudier le débit (signal de sortie) comme étant la réponse d'un système (filtre) à la pluie (signal d'entrée). Dans notre cas, le signal d'entrée est la pluviométrie, la réponse au signal est le débit des sources et le filtre permettant la transformation de l'un à l'autre, le système karstique.

Deux types d'analyses sont réalisés :

- L'analyse simple : qui permet de comparer les valeurs d'un paramètre
- L'analyse croisée qui permet d'appréhender la relation entre le signal d'entrée (débit) et le signal de sortie (précipitation).

#### 2.3.2.3.2.1 Analyse corrélatoire simple

L'autocorrélation permet de caractériser la dépendance des valeurs entre elles et ainsi la conservation de l'information d'une valeur à l'autre. Plus elle est forte plus l'effet mémoire du système est important et l'inertie forte. Le signal de sortie (débit ou niveau de la nappe) est karstique quand la mémoire est courte, sous réserve que le signal d'entrée soit aléatoire et sans effet mémoire.

Mangin (1975) a proposé de retenir la valeur de  $ACF=0,2$  pour le calcul du temps de réponse afin d'uniformiser la caractérisation des systèmes aquifères.

### ■ Précipitations

Les valeurs d'autocorrélation pour les données pluviométriques sont faibles ( $<0,2$  j) avec des spectres de densité en dents de scie. Les pluies peuvent donc être utilisées comme signal d'entrée aléatoire et non structuré. Cependant, il semble qu'il existe une fréquence pluviométrique avec un temps de retour à 30 et 42 jours assez peu significative à notre échelle d'étude.

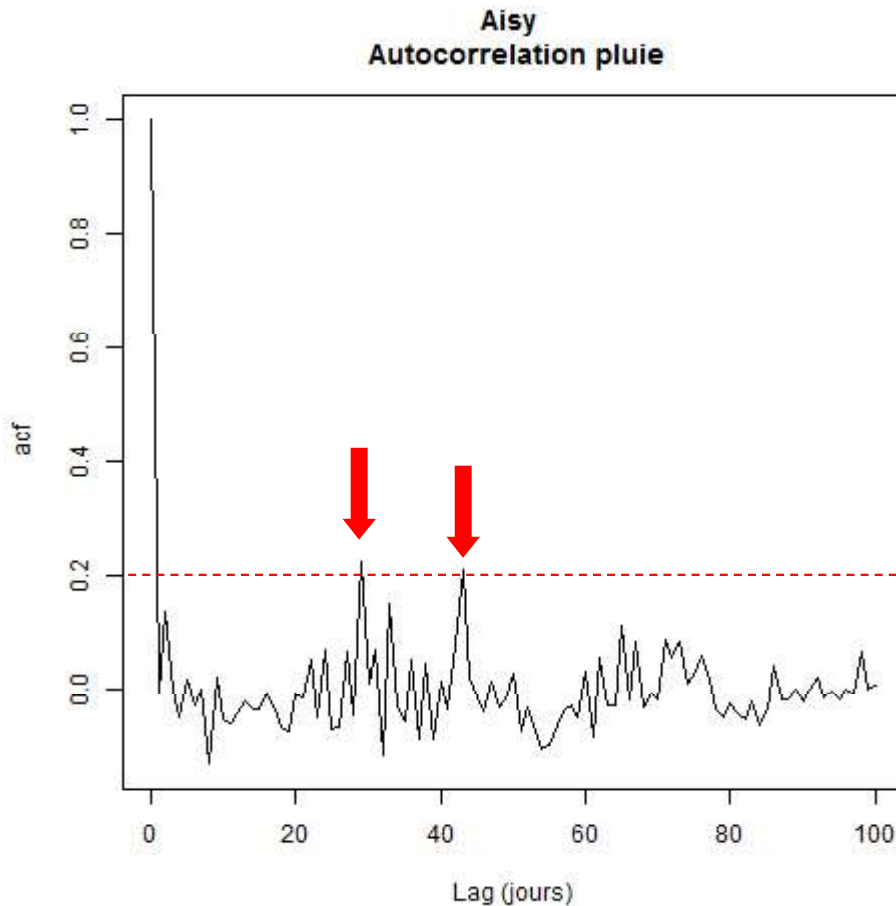
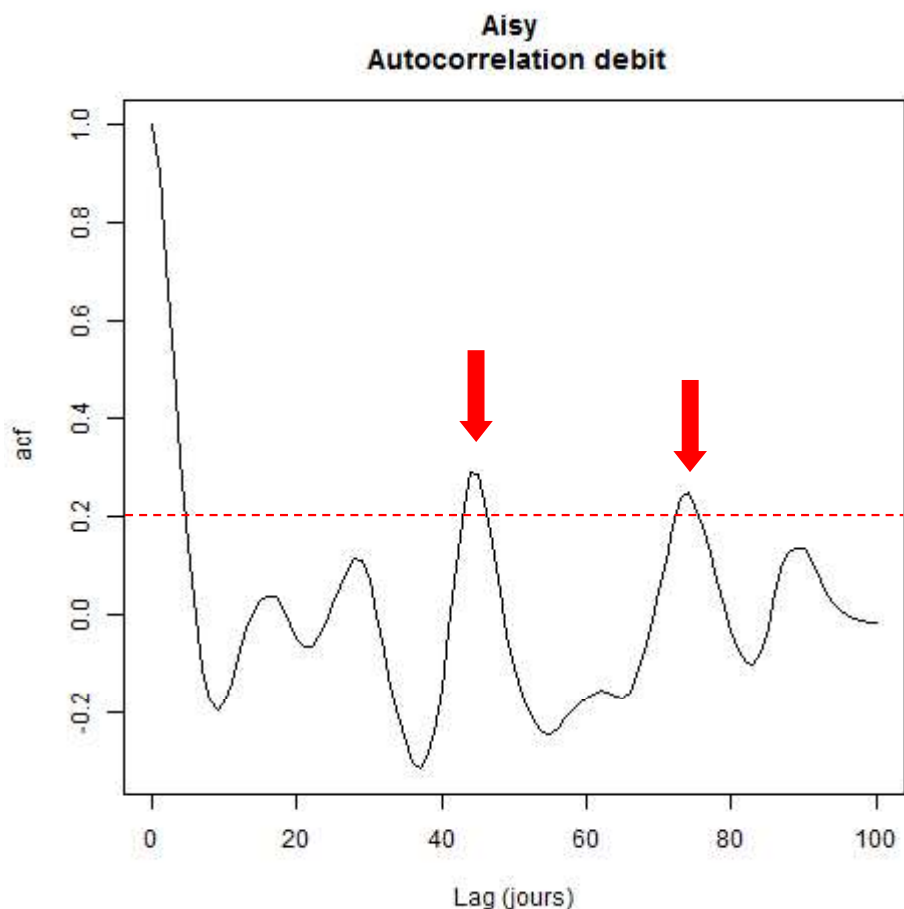


Figure 20 : Autocorrélation des précipitations (Station météo de Noyers-sur-serein)



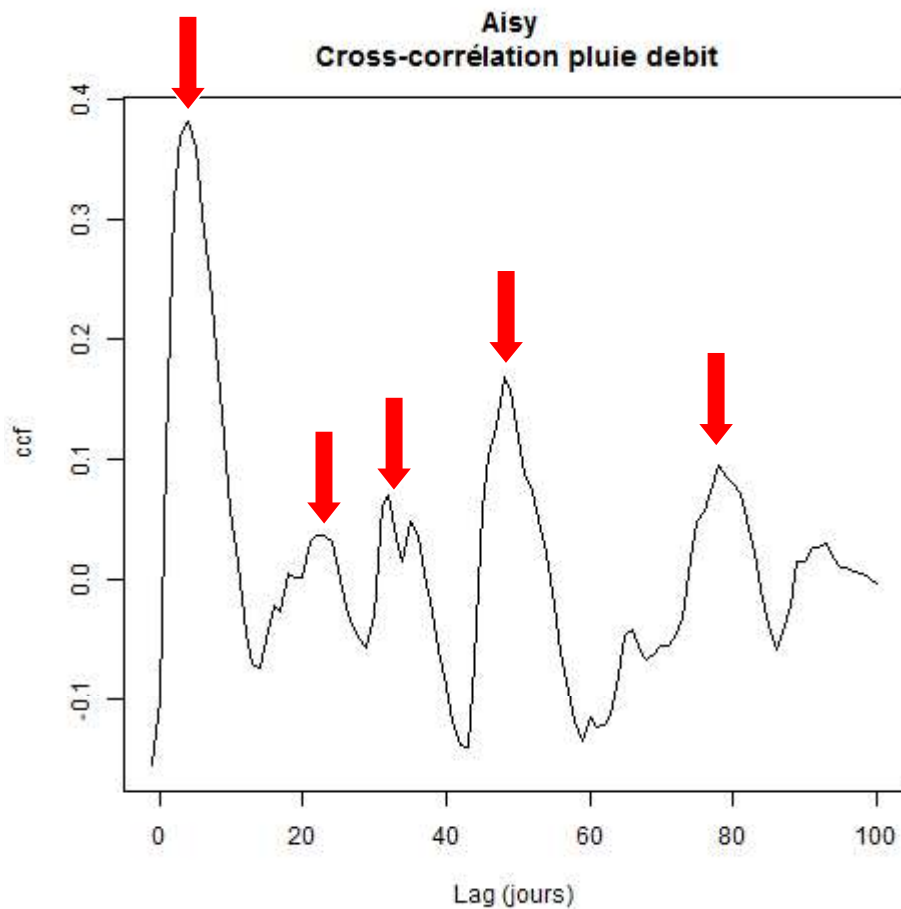
**Figure 21 : Autocorrélation des débits du captage**

L'intersection de la courbe d'autocorrélation avec la droite  $ACF=0,2$  permet de définir l'effet mémoire de la source à 45 et 75 jours, ce qui traduit le degré de karstification avec temps de retard du système aquifère capté précédemment constaté.

On observe sur la courbe une remontée de l'autocorrélation à 26 jours. D'autres effets mémoires sont identifiés à 38 et 55 jours. Ils traduisent l'hétérogénéité de la fissuration et de karstification du système capté, mais aussi la fréquence du signal des précipitations.

### 2.3.2.3.2 Analyse corrélatoire croisée pluie-débit

La corrélation croisée entre les précipitations et les débits permet d'analyser la relation entre ces deux paramètres et de caractériser le temps de réponse du système au signal d'entrée.



**Figure 22 : Corrélation croisée pluie/débit du captage**

La source présente la corrélation forte avec  $ccf=0,38$ . Le temps de réaction à une précipitation est évalué par

- le premier pic d'arrivée d'eau est observé à 3 jours.
- une seconde arrivée d'eau assez peu marquée est observée à 21 jours
- une troisième arrivée d'eau assez peu marquée est observée à 32 jours
- une quatrième arrivée d'eau est observée 45 jours
- une cinquième arrivée d'eau est observée 75 jours

Les trois premières arrivées d'eau doivent être rattachées au fonctionnement des circulations d'eau dans le système aquifère.

Les deux dernières arrivées d'eau doivent être rattachées plus particulièrement à l'effet mémoire de la pluviométrie.

## 2.4 LES BESOINS

Le captage « Source de la Fontaine » est exploité en moyenne à  $76 \text{ m}^3/\text{j}$ . En 2012, le volume annuel prélevé est de  $27\,989 \text{ m}^3$ .

### 3 CARACTERISATION DE LA QUALITE DES EAUX PRELEVEES

L'objectif est de caractériser la pollution de manière qualitative et quantitative dans l'espace et dans le temps.

#### 3.1 DONNEES DISPONIBLES ET SYNTHESE DE LA QUALITE

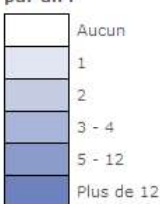
Le captage dispose du Code SISE Eaux n° 089000003.

D'après le portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines (ADES), 5 prélèvements d'eaux brutes sont disponibles pour le captage du 15 novembre 1988 au 02 septembre 2009, soit 305 analyses.

**Tableau 1 : Disponibilité des analyses des eaux brutes par famille de paramètres (Source : ADES)**

|  | 1988 | 1989 | 1990 | 2004 | 2009 |
|--|------|------|------|------|------|
| EN COURS DE CLASSEMENT                             |      |      |      |      |      |
| MICROPOLLUANTS-MINERAUX                            |      |      |      |      |      |
| MICROPOLLUANTS ORGANIQUES                          |      |      |      |      |      |
| PARAMETRES LIES A LA RADIOACTIVITE ET AUX ISOTOPES |      |      |      |      |      |
| PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES                        |      |      |      |      |      |
| PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES                       |      |      |      |      |      |
| PHYTOSANITAIRES                                    |      |      |      |      |      |

Nombre de prélèvements par an :



- Aucun
- 1
- 2
- 3 - 4
- 5 - 12
- Plus de 12

Conformément à l'Arrêté du 21/01/10 modifiant l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif au programme de prélèvements et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution<sup>1</sup>, la fréquence des prélèvements d'échantillons d'eau et d'analyses d'eau prélevée à la source est d'une analyse de type RP, programme d'analyse effectuée à la ressource pour les eaux souterraine, tous les 2 ans. (Débit inférieur à 10m<sup>3</sup>/j)

Le tableau de synthèse ci-après présente une synthèse des analyses effectuées sur les eaux brutes.

1

[http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo\\_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20100307&numTexte=13&pageDebut=04672&pageFin=04679](http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20100307&numTexte=13&pageDebut=04672&pageFin=04679)

**Tableau 2 : Synthèse des analyses de qualité des eaux brutes réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire sur le captage de 1988 à 2009 – Première partie (Source : ARS, ADES)**

| Paramètres                              | Unité     | Code Sandre | Nombre d'analyses | Moyenne | Médiane | Percentile 90 | Minimum | Maximum | Limite de qualité | Référence de qualité |
|---|-----------|-------------|-------------------|---------|---------|---------------|---------|---------|-------------------|----------------------|
| <b>Paramètres physiques</b>             |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Conductivité à 20°C                     | µS/cm     | 1304        | 3                 | 384     | 385     | 403           | 360     | 407     |                   | 180<cond<1000        |
| pH                                      |           | 6488        | 0                 | 0.0     | 0.0     | 0.0           | 0.0     | 0.0     |                   | 6,5<pH<9,5           |
| Température                             | °C        | 1301        | 0                 | 0.0     | 0.0     | 0.0           | 0.0     | 0.0     |                   | 25                   |
| <b>Caractéristiques organoleptiques</b> |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Hydrogène sulfuré                       | mg/litre  | 1343        | 0                 | 0.000   | 0.000   | 0.000         | 0.000   | 0.000   |                   |                      |
| Turbidité                               | NFU       | 1295        | 2                 | 0.57    | 0.57    | 0.75          | 0.33    | 0.80    | 1                 | 0.5                  |
| Oxygène dissous                         | mg/litre  | 1311        | 2                 | 9.70    | 9.70    | 9.94          | 9.40    | 10.00   |                   |                      |
| <b>Paramètres microbiologiques</b>      |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Escherichia Coli                        | nb/100 ml | 1449        | 2                 | 7       | 7       | 10            | 3       | 11      | 0                 |                      |
| Entérocoques                            | nb/100 ml | 6455        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 0                 |                      |
| Bactéries coliformes                    | nb/100 ml | 1447        | 5                 | 184     | 160     | 378           | 7       | 400     |                   | 0                    |
| Bactéries sulfitoréductrices            | nb/100 ml | 1042        | 3                 | 5       | 0       | 12            | 0       | 15      |                   | 0                    |
| <b>Minéralisation et ions majeurs</b>   |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Calcium                                 | mg/litre  | 1374        | 2                 | 83      | 83      | 86            | 79      | 87      |                   |                      |
| Magnésium                               | mg/litre  | 1372        | 2                 | 1       | 1       | 1             | 1       | 2       |                   |                      |
| Dureté totale                           | °F        | 1345        | 3                 | 22      | 22      | 23            | 21      | 24      |                   |                      |
| Sodium                                  | mg/litre  | 1375        | 2                 | 3       | 3       | 3             | 2       | 3       |                   | 200                  |
| Potassium                               | mg/litre  | 1367        | 0                 | 0.0     | 0.0     | 0.0           | 0.0     | 0.0     | 12                |                      |
| Hydrogénocarbonates                     | mg/litre  | 1327        | 2                 | 214     | 214     | 220           | 206     | 222     |                   |                      |
| Carbonates                              | mg/litre  | 1328        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   |                      |
| TAC                                     | °F        | 1347        | 4                 | 16      | 16      | 17            | 15      | 18      |                   |                      |
| Chlorures                               | mg/litre  | 1337        | 5                 | 10      | 11      | 12            | 5       | 12      |                   | 250                  |
| Fluorures                               | µg/litre  | 1391        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 1500              |                      |
| Sulfates                                | mg/litre  | 1338        | 2                 | 13      | 13      | 14            | 12      | 14      |                   | 250                  |
| <b>Pollution organique</b>              |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Nitrates                                | mg/litre  | 1340        | 5                 | 36      | 37      | 46            | 21      | 49      | 50                |                      |
| Nitrites                                | mg/litre  | 1339        | 5                 | 0.000   | 0.000   | 0.000         | 0.000   | 0.000   | 0.5               |                      |
| Ammonium                                | mg/litre  | 1335        | 5                 | 0.003   | 0.000   | 0.008         | 0.000   | 0.010   |                   | 0.1 (0.5)            |
| Orthophosphates                         | mg/litre  | 1433        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   |                      |
| COT                                     | mg/litre  | 1841        | 2                 | 1.15    | 1       | 1             | 1       | 1       |                   | 2                    |
| <b>Métaux</b>                           |           |             |                   |         |         |               |         |         |                   |                      |
| Fer                                     | µg/litre  | 1393        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   | 200                  |
| Fer dissous                             | µg/litre  | 1393        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 200               |                      |
| Manganèse                               | µg/litre  | 1394        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   | 50                   |
| Cadmium                                 | µg/litre  | 1388        | 2                 | 0.0     | 0.0     | 0.0           | 0.0     | 0.0     | 5                 |                      |
| Bore                                    | µg/litre  | 1362        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 1000              |                      |
| Nickel                                  | µg/litre  | 1386        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 20                |                      |
| Silice                                  | mg/litre  | 1348        | 2                 | 4       | 4       | 4             | 4       | 5       |                   |                      |
| Baryum                                  | µg/litre  | 1396        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 700               |                      |
| Aluminium                               | mg/litre  | 1370        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   | 20.0                 |
| Cuivre                                  | mg/litre  | 1392        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 2000              | 1                    |
| Plomb                                   | µg/litre  | 1382        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 10                |                      |
| Zinc                                    | µg/litre  | 1383        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       |                   |                      |
| Chrome                                  | µg/litre  | 1389        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 50                |                      |
| Arsenic                                 | µg/litre  | 1369        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 10                |                      |
| Sélénium                                | µg/litre  | 1385        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 10                |                      |
| Antimoine                               | µg/litre  | 1376        | 2                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 5                 |                      |
| Mercuré                                 | µg/litre  | 1387        | 0                 | 0       | 0       | 0             | 0       | 0       | 1                 |                      |



**Tableau 3 : Synthèse des analyses de qualité des eaux brutes réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire sur le captage de 1988 à 2009 – Première partie (Source : ARS, ADES)**

| Pesticides                                    |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
|---|------------------------|-------------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pesticides par substance                      |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
|   | <i>µg/litre</i>        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| 2,6 Dichlorobenzamide                         | <i>µg/litre</i>        | 2011        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| 2-hydroxy atrazine                            | <i>µg/litre</i>        | 1832        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Alachlore                                     | <i>µg/litre</i>        | 1101        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Aldrine                                       | <i>µg/litre</i>        | 1103        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,03        |
| AMPA  | <i>µg/litre</i>        | 1907        | 1        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Atrazine                                      | <i>µg/litre</i>        | 1107        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Atrazine déisopropyl                          | <i>µg/litre</i>        | 1109        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Atrazine déisopropyl déséthyl                 | <i>µg/litre</i>        | 1830        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Atrazine déséthyl                             | <i>µg/litre</i>        | 1108        | 2        | 0,05        | 0,05        | 0,05        | 0,05        | 0,05        | 0,100       |
| Bentazone                                     | <i>µg/litre</i>        | 1113        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Chlortoluron                                  | <i>µg/litre</i>        | 1136        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Cyanazine                                     | <i>µg/litre</i>        | 1137        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Dibromométhane                                | <i>µg/litre</i>        | 1513        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Dieldrine                                     | <i>µg/litre</i>        | 1173        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,03        |
| Diuron  | <i>µg/litre</i>        | 1177        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Glyphosate                                    | <i>µg/litre</i>        | 1506        | 1        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| HCH gamma (lindane)                           | <i>µg/litre</i>        | 1203        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Isoproturon                                   | <i>µg/litre</i>        | 1208        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Linuron                                       | <i>µg/litre</i>        | 1209        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Métolachlore                                  | <i>µg/litre</i>        | 1221        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Oxadixyl                                      | <i>µg/litre</i>        | 1666        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Simazine                                      | <i>µg/litre</i>        | 1263        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Terbumeton déséthyl                           | <i>µg/litre</i>        | 2051        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Terbuthylazin                                 | <i>µg/litre</i>        | 1268        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| Terbuthylazine déséthyl                       | <i>µg/litre</i>        | 2045        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,10        |
| <b>Pesticides totaux</b>                      | <b><i>µg/litre</i></b> | <b>6276</b> | <b>0</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,00</b> | <b>0,50</b> |
| Solvants chlorés                              |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| 1,2 Dichloroéthane                            | <i>µg/litre</i>        | 1161        | 2        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 3           |
| Tetra + Trichloroéthylène                     | <i>µg/litre</i>        | 1272        | 2        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 10          |
| Chlorure de vinyle                            | <i>µg/litre</i>        | 1753        | 0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,5         |
| Acrylamide                                    | <i>µg/litre</i>        | 1457        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Bromates                                      | <i>µg/litre</i>        | 1751        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 10          |
| Epichlorhydrine                               | <i>µg/litre</i>        | 1494        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Total trihalométhanes (THM)                   | <i>µg/litre</i>        | 6275        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 100         |
| Cyanures totaux                               | <i>µg/litre</i>        | 1390        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 50          |
| Indice phénol                                 | <i>mg/litre</i>        | 1440        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| BTEX  |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| Benzène                                       | <i>µg/litre</i>        | 1114        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 1           |
| HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| HAP (somme des 4)                             | <i>µg/litre</i>        | 2034        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,1         |
| Hydrocarbures totaux                          | <i>mg/litre</i>        | 1446        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Benzo(a) Pyrène                               | <i>µg/litre</i>        | 1115        | 0        | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,01        |
| Benzo(b) fluoranthène                         | <i>µg/litre</i>        | 1116        | 0        | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,01        |
| Benzo(k) fluoranthène                         | <i>µg/litre</i>        | 1117        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| Benzo (ghi) pérylène                          | <i>µg/litre</i>        | 1118        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| Indéno (1,2,3 cd) pyrène                      | <i>µg/litre</i>        | 1204        | 0        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB : Polychlorobiphényles                    |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| PCB 28  | <i>µg/litre</i>        | 1239        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 52  | <i>µg/litre</i>        | 1241        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 101                                       | <i>µg/litre</i>        | 1242        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 118                                       | <i>µg/litre</i>        | 1243        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 138                                       | <i>µg/litre</i>        | 1244        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 153                                       | <i>µg/litre</i>        | 1245        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| PCB 180                                       | <i>µg/litre</i>        | 1246        | 2        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00        |             |
| Somme des 7 PCB quantifiés                    | <i>µg/litre</i>        |             | 14       | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Radioactivité                                 |                        |             |          |             |             |             |             |             |             |
| Indicateur Alpha Total                        | <i>Bq/litre</i>        | 1034        | 1        | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,10        |
| Indicateur Béta Total                         | <i>Bq/litre</i>        | 1036        | 0        | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 0,0         | 1           |
| DTI   | <i>mSv/an</i>          | 2059        | 0        | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,000       | 0,10        |
| Tritium                                       | <i>Bq/litre</i>        | 2098        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 100         |
| Activité Polonium 210                         | <i>Bq/litre</i>        | 2550        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Activité Radium 226                           | <i>Bq/litre</i>        | 1964        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Activité Radium 228                           | <i>Bq/litre</i>        | 1963        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Activité Uranium 234                          | <i>Bq/litre</i>        | 2549        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |
| Activité Uranium 238                          | <i>Bq/litre</i>        | 2899        | 0        | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |             |

En complément des analyses des eaux brutes, la configuration du système d'alimentation en eau potable et le traitement réalisé nous a permis d'exploiter les analyses de qualité des eaux distribuées (Réseau AISY SUR ARMANCON – totalité Aisy + Etivey sauf Sanvigne). En effet, l'Agence régionale de santé réalise des campagnes de prélèvements et analyses sur le réseau de distribution à une fréquence plus régulière sur un nombre limité de paramètres.

Ainsi, 112 prélèvements supplémentaires sont disponibles pour le réseau de distribution de février 1990 à août 2014.

Du point de vue général, les eaux brutes captées présentent la signature suivante :

- Une conductivité à 20°C variant de 350 à 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$  exprimant une minéralisation faible
- Un pH à tendance basique
- Une turbidité importante
- Des teneurs en nitrates élevées pouvant dépasser la limite de qualité de 50 mg/l
- Quelques traces d'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) mais les concentrations restent inférieures à la norme pour la consommation humaine.
- L'absence de molécules phytosanitaires, à l'exception de 3 mesures ponctuelles. Suite à l'analyse de l'ARS du 15 avril dernier au captage d'Aisy, qui a révélé une contamination de l'eau en ESA métazachlore.
- Une charge bactériologique variable, avec la présence notamment de coliformes et d'*E. Coli*.
- L'absence de métaux (concentrations inférieures au seuil de détection)
- Une radioactivité (alpha globale, beta globale et tritium) inférieure aux valeurs guides

## 3.2 ALTERATIONS DE LA QUALITE

Le captage est classé cas 4 du SDAGE en raison des teneurs en nitrates dans les eaux brutes dépassant la limite de qualité.

### 3.2.1 NITRATES

Les variations de la qualité des eaux brutes observées à travers l'évolution des teneurs en nitrates mettent en évidence le rôle de la recharge pluviométrique dans le fonctionnement de la source. En période automnale de hautes eaux, les teneurs en nitrates sont les plus élevées en raison du lessivage des sols et de la recharge de la nappe.

En période estivale de basses eaux, les teneurs en nitrates sont les plus basses en raison l'absence de recharge.

Le suivi avant 2005 moins fréquent (1 mesure par an) ne permet pas de suivre les variations de teneurs nitrates qui nécessairement existaient aussi à cette époque.

# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

Les données de nitrates ont été complétées à l'aide de l'étude BRGM/INRA qui avait permis de recueillir les teneurs mesurées entre 1960 et 1990.

Ainsi la dynamique de montée des teneurs en nitrates est observée depuis le début des années 1970 se stabilisant aux teneurs actuellement observées à partir de 1980.

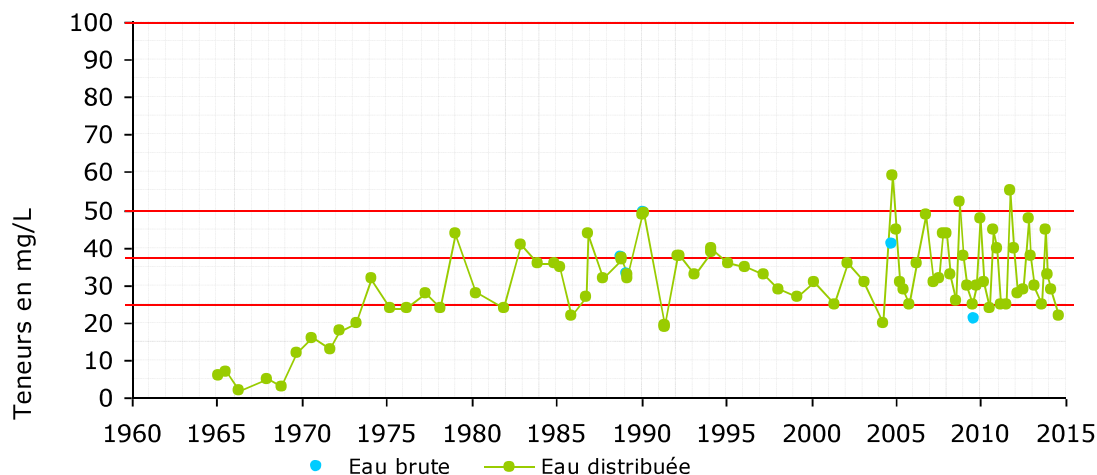


Figure 23 : Évolution des teneurs en nitrates (Source : ADES, OROBNAT)



*En parallèle du suivi de débit, il serait souhaitable de suivre les teneurs en nitrates au droit du captage en réalisant par exemple une analyse journalière même avec un simple kit bandelette afin de corréliser le débit et la qualité des eaux prélevées.*

### 3.2.2 TURBIDITE

Les informations détaillées concernant ce paramètre sont présentées page 40.

### 3.2.3 BACTERIOLOGIE

Historiquement, les eaux distribuées ont présenté très ponctuellement des non conformités bactériologiques par la présence de bactéries E. Coli ou Entérocoques, ainsi que ces dernières années des non respects des références de qualité bactériologique par la présence de bactéries coliformes, de germes ou de bactéries sulfito-réductrices.

Même si les analyses bactériologiques démontrent un bon taux de conformité, cela traduit une grande vulnérabilité de la ressource et probablement un traitement de désinfection à ajuster au contexte.

### 3.3 CARACTERISATION DE L'AQUIFERE

Conformément au guide BRGM, l'évolution de la conductivité, de la température et de la turbidité des eaux captées par les sources permet de caractériser l'aquifère capté.

Nous ne disposons pas de suivi spécifique du débit, de la conductivité et de la température en période de crue.

#### 3.3.1 ÉVOLUTION DE LA CONDUCTIVITE

La conductivité à 20°C des eaux prélevées et distribuées est relativement stable, généralement compris entre 350 et 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les eaux sont faiblement minéralisées.

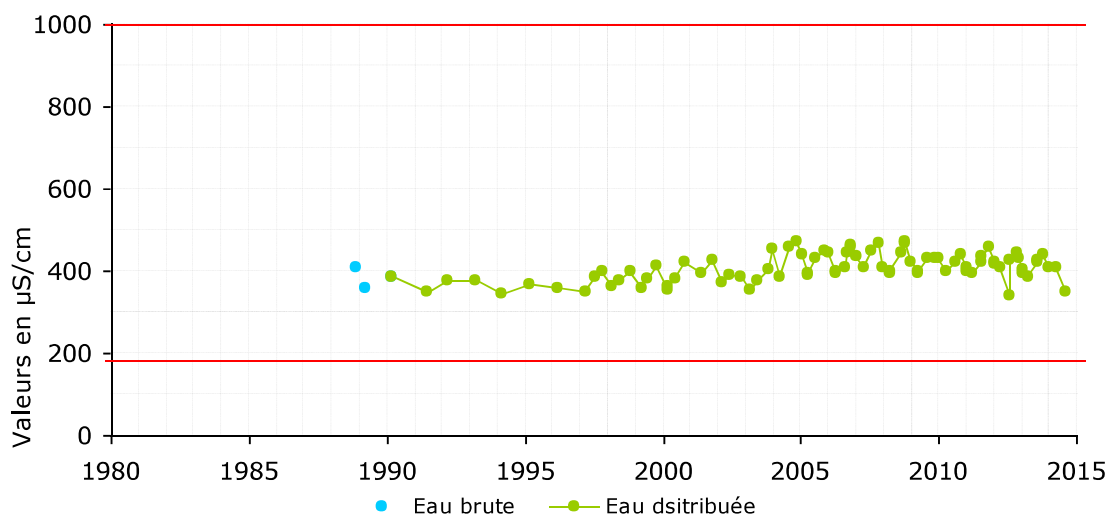


Figure 24 : Évolution de la conductivité (Source : ADES, OROBNAT)

#### 3.3.2 ÉVOLUTION DE LA TURBIDITE

La turbidité des eaux prélevées et distribuées est fréquemment proche à 0.5 NTU. Plusieurs fois, la teneur a dépassé la limite de qualité de 1 NTU.

Ces variations de turbidité traduisent la bonne capacité d'infiltration de l'aquifère capté. Le mode de circulation des eaux est semi-rapide sur l'aire d'alimentation.

Les variations de la turbidité traduisent le comportement fissuré de l'aquifère.

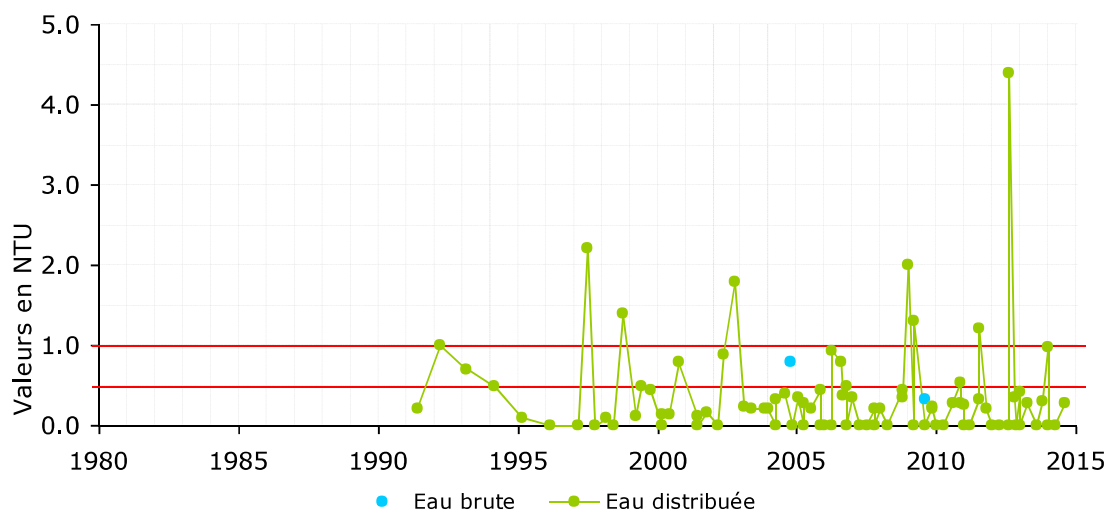


Figure 25 : Evolution de la turbidité (Source : ADES)

### 3.3.3 ÉVOLUTION DE LA TEMPERATURE

En l'absence d'un suivi plus dense sur les eaux prélevées, nous ne pouvons pas conclure sur les variations éventuelles de température de la ressource. En effet, les eaux distribuées sont directement soumises aux aléas du climat.

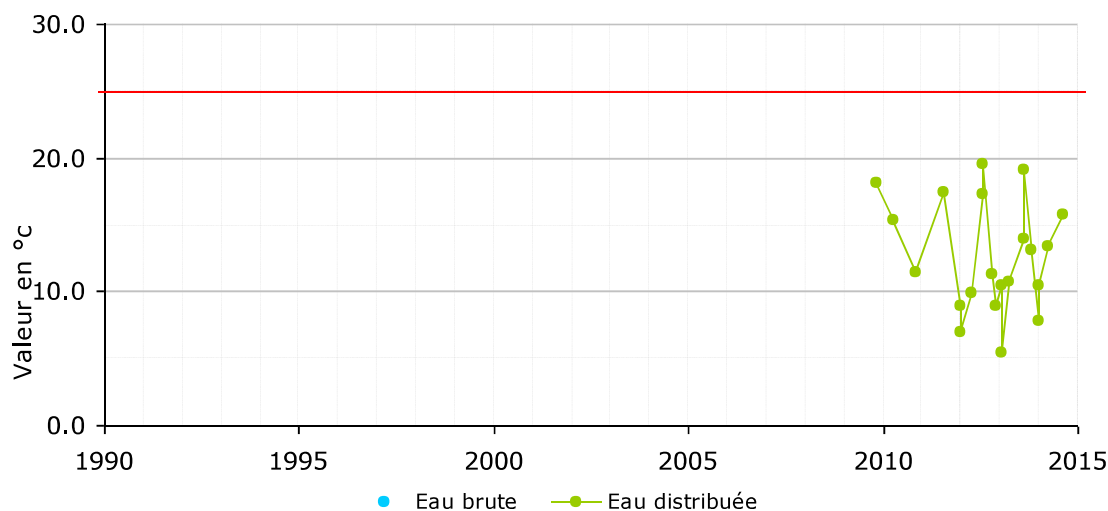


Figure 26 : Evolution de la température (Source : ADES, OROBNAT)





## 4 CARACTERISATION DE LA RESSOURCE EN EAU CONCERNEE

*L'objectif est de mieux connaître le milieu où circule l'eau et les états de cette dernière. Il s'agit de réaliser la synthèse des connaissances actuellement disponibles sur le fonctionnement de l'aquifère et les risques qui pèsent sur lui.*

La commune d'Aisy s'inscrit sur un ensemble tabulaire déterminé par les niveaux calcaires du Jurassique moyen et apparenté aux plateaux de Bourgogne.

Du point de vue réglementaire, les captages captent :

- La masse d'eau FRHG307 *Calcaires kimméridgien-oxfordien karstique entre Yonne et Seine*
- L'entité hydrogéologique 139AM19 *Oolithe blanche et Grande Oolithe du Bathonien inférieur et Bajocien supérieur*, en relation directe avec l'entité hydrogéologique sus-jacente 139AM01 *Dalle nacrée du Callovien inférieur et calcaires marneux et oolitiques du Bathonien supérieur à l'est du Bassin Parisien* pour le captage « source de La Fontaine »

### 4.1 CARACTERISATION GEOLOGIQUE

#### 4.1.1 CADRE GEOLOGIQUE

La commune d'Aisy-sur-Armançon est couverte par les cartes géologiques de Noyers (BRGM n°436) et de Tonnerre (BRGM n°404).

D'après ces cartes, la succession lithographique type de la zone étudiée est la suivante :

**Tableau 4 : Coupe Lithographique des formations rencontrées sur les communes d'Aisy et d'Etivey (source : SIGES SN, BDLISA)**

| Niveau 1 - National  | Niveau 2 - Régional  | Niveau 3 - Locale  |
|--|--|--|
| <b>135</b> -- Grand système aquifère du Kimméridgien à l'Oxfordien sup. du Bassin Parisien | <b>135AA</b> -- Calcaires de l'Oxfordien supérieur au Kimméridgien du Bassin Parisien  | <b>135AA55</b> -- Calcaires affleurants de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur du Sud-Est du Bassin Parisien (bassins de l'Yonne, de l'Aube, de la Seine et de la Blaise)               |
| <b>137</b> -- Grand domaine hydrogéologique des Marnes du Callovien du Bassin Parisien     | <b>137AB</b> -- Marnes du Callovo-Oxfordien du Bassin Parisien   | <b>137AB99</b> -- Marnes indifférenciées du Callovo-Oxfordien du Bassin parisien   |
| <b>139</b> -- Grand système multicouche du Jurassique moyen (Dogger) du Bassin Parisien    | <b>139AM</b> -- Calcaires du Bathonien-Callovien inférieur (Dogger) du Bassin parisien, à l'est du sillon marneux du Bathonien-Callovien | <b>139AM01</b> -- Dalle nacrée du Callovien inférieur et calcaires marneux et oolitiques du Bathonien supérieur à l'est du Bassin Parisien   |
|  |  | <b>139AM05</b> -- Calcaires blancs, dalle d'étaïn, marnes à Rhynchonelles du Bathonien moyen à l'est du Bassin Parisien  |
|  |  | <b>139AM19</b> -- Oolithes avec passées marneuses, Oolithe miliaire, Oolithe de Jaumont, Oolithe de Doncourt, Oolithe blanche et Grande Oolithe du Bathonien inférieur et Bajocien supérieur |

| Niveau 1 - National  | Niveau 2 - Régional  | Niveau 3 - Locale   |
|--|--|---|
|  | <b>139AN</b> -- Marnes du Bajocien-Bathonien du Bassin parisien  | <b>139AN99</b> -- Marnes et calcaires marneux indifférenciés, Marnes de Longwy en Lorraine et Marnes à Liostrea acuminata en Champagne du Bajocien supérieur-Bathonien du Bassin Parisien |
|  | <b>139AP</b> -- Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien  | <b>139AP99</b> -- Calcaires de l'Aalénien-Bajocien du Bassin Parisien   |
| <b>141</b> -- Grand domaine hydrogéologique du Jurassique inf. (Lias) du Bassin Parisien | <b>141AB</b> -- Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien  | <b>141AB99</b> -- Marnes du Toarcien (Lias sup.) du Bassin Parisien   |
|  | <b>141AC</b> -- Grès, marnes et calcaires du Pliensbachien (Lias moyen) du Bassin Parisien   | <b>141AC01</b> -- Grès médioliasique du Domérien, grès et calcaire gréseux et marnes du Pliensbachien du Bassin Parisien  |
|  |  | <b>141AC03</b> -- Marnes à Amaltheus margaritatus du Domérien en Lorraine, Marnes et argiles du Pliensbachien du Bassin Parisien  |
| <b>143</b> -- Grand système multicouche du Trias du bassin Parisien                      | <b>141AG</b> -- Calcaires, Grès, Calcaires argileux et Argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien           | <b>141AG05</b> -- Calcaires, grès, calcaires argileux et argiles de l'Hettangien-Sinemurien (Lias inf.) du Bassin Parisien  |
|  | <b>143AD</b> -- Dolomies et Marnes du Keuper (Trias sup.) du Bassin parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse)         | <b>143AD99</b> -- Argiles et grès indifférenciés du Keuper (Trias supérieur) à l'ouest et au sud du Bassin Parisien   |
|  | <b>143AB</b> -- Grès rhétiens et argiles rouges (Trias supérieur) du Bassin Parisien (bassin Seine-Normandie et bassin Rhin-Meuse) | <b>143AB99</b> -- Grès et argiles indifférenciés du Rhétien (Trias sup.) du Bassin Parisien   |

Localement lors des visites de terrains, nous avons pu identifier les formations suivantes.

### j5V-j6a Oxfordien supérieur : Calcaires de Vermenton (ancien Rauracien)

Les calcaires de Vermenton sont des calcaires sublithographiques, gris clair. Cette formation représente une épaisseur totale de 10 à 20 m à Etivey.

Les calcaires de Vermenton sont observés au droit du captage « Source de Sanvigne ». En effet la galerie drainante a été aménagée pour capter cette émergence de nappe.



Figure 27 : Vue d'un affleurement des calcaires affleurants de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur dans la galerie du captage de la source de Sanvigne (Source : SAFEGE)

### j5 Marnes d'Ancy-le-Franc et calcaire de base à Spongiaires (Oxfordien moyen)

Ceux sont des marnes et calcaires marneux gris bleuté en bancs réguliers. Elles reposent sur environ 1 m de marno-calcaires à spongiaires roulés, encroûtés de Sperules. A Etivey, ce niveau a livré des *Arisphinctes* et des *Dochotomosphinctes* (famille des ammonites). Leur épaisseur est de 20 m environ.

Il est difficile d'observer à l'affleurement les marnes d'Ancy-le-Franc qui constituent un horizon imperméable au droit duquel sourd les sources des calcaires de l'Oxfordien et du Kimméridgien inférieur.



Figure 28 : Vue paysagère de l'affleurement des marnes d'Ancy-le-Franc (Source : SAFEGE)

### j5-4 : Oxfordien moyen et inférieur : oolithe ferrugineuse

Ce niveau est très peu épais (0.1 à 1.3 m) de marnes et marno-calcaires pétris d'oolithes ferrugineuses. A Etivey, la formation est la plus épaisse. J Thierry distingue à la base un petit niveau d'argiles noires et calcaires marneux noirâtres à oolithes ferrugineuses.

### j3 Marnes et calcaires à Digonelles : Dalle nacrée (Callovien inférieur)

Le Callovien est représenté par une série calcaire et marno-calcaire de 15 à 30 m.

Le Callovien supérieur fait défaut. La base du Callovien moyen est représentée par les calcaires oolithiques et récifaux. Le Callovien inférieur comporte les niveaux à chailles et les calcaires à Rhynchonelles. Les marnes à *Digonella divionensis* représentent la zone à *macrocephalus*.





Figure 29 : Vue d'un affleurement de calcaires compacts (Source : SAFEGE)

### j2c-b Calcaires compacts et « grande oolithe » (Bathonien)

L'ensemble des calcaires Bathonien forme une masse de 70 à 100 mètres de puissance.

On distingue plus particulièrement : les calcaires bicolores, les calcaires compacts et l'oolithe blanche.

Les calcaires bicolores sont des calcaires graveleux pseudo-oolithiques de couleur ocre pour la partie altérée et de couleur gris bleuté pour le cœur sain.

Les calcaires massifs sont des calcaires durs de couleur claire présentant parfois de mouchetures roses.

L'oolithe blanche est composé de très gros bancs relativement tendres, parfois même crayeux, d'un très beau calcaire oolithique.

Caractéristiques de l'oolithe blanche du Bathonien moyen, ces niveaux calcaires oolithiques se signalent par leur couleur blanche et leur aspect crayeux. Les bancs sont très massifs et peu diaclasés. Les oolithes sont fines, bien calibrées (0.5 à 1 mm de diamètre) et quasiment jointives.



Figure 30 : Vue d'un affleurement des calcaires compacts et « grande oolithe »  
(Source : SAFEGE)

### j2b-a Marno-calcaires à Pholadomies (Bathonien moyen et inférieur)

C'est un ensemble assez monotone de calcaires marneux, gris plus ou moins clair, parfois violacés, s'altérant en plaquettes de quelques centimètres séparées par des délits marneux millimétriques.

Dans le sud du département de l'Yonne, l'étude préliminaire de la fracturation des aquifères karstiques situés dans des réservoirs d'âge bajocien à oxfordien montre que les directions préférentielles de karstification sont en étroite relation avec le contexte tectonique (Martin, 1983). Ce résultat peut être raisonnablement étendu à l'ensemble de la région.

La karstification s'est principalement développée sur des diaclases parallèles à des failles ou des fentes de direction NNW-SSE à NNE-SSW.

Bien que l'âge du karst ne soit pas connu, la karstification commence certainement à se développer dès le début du Cénozoïque. Pendant cette période et jusqu'à nos jours, les diverses contraintes tectoniques ont favorisé le développement et/ou l'ouverture de fractures subméridiennes : création de fentes d'extension NNW-SSW à NNE-SSW parallèles à la direction des compressions éocènes, faille à jeu normal sous l'effet d'une distension E-W probablement oligocène, tendance à l'ouverture des fractures NNW-SSE sous l'action de la contrainte maximum actuelle (Martin, 1983).

La fréquence des fractures karstifiées par rapport au nombre total de fractures observées varie considérablement selon les faciès. Elle est de l'ordre de 3% dans les calcaires et marnes en bancs de l'Oxfordien supérieur, 18,5% dans les calcaires massifs de l'Oxfordien moyen et supérieur et de 17,5% dans les calcaires massifs oolithiques du Bathonien moyen et supérieur. Ceci confirme l'aptitude particulière à



la karstification des calcaires massifs alors que dans les calcaires en bancs, la perméabilité du milieu est plus facilement assurée à a fois par les joints de stratification qui sont plus nombreux et par une densité de fracture plus importante (Martin, 1983).

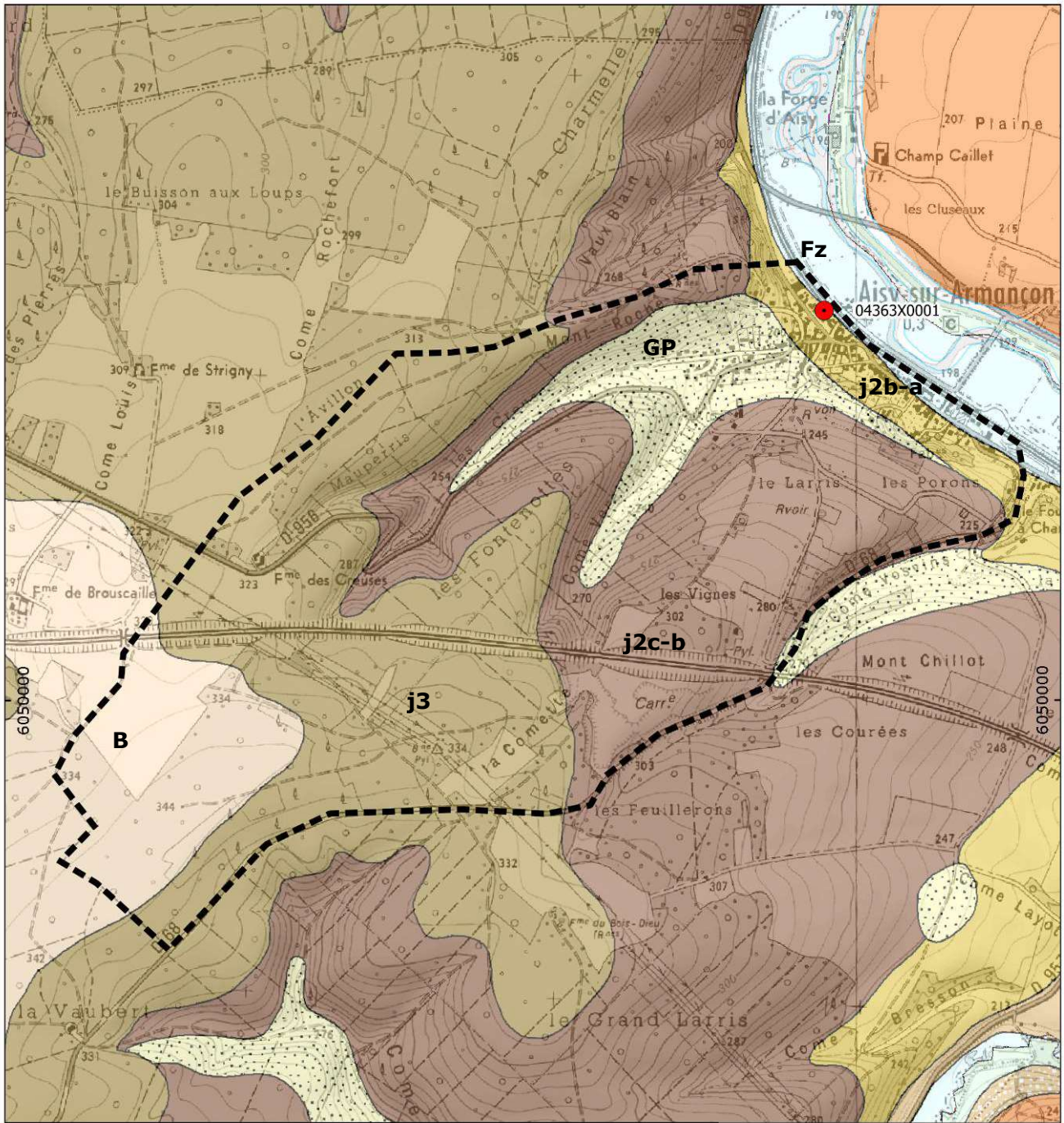
### 4.1.2 CAPTAGE « SOURCE DE LA FONTAINE »

Les formations géologiques rencontrées comprennent :

- De puissantes formations calcaires d'âge callovien (j3) et bathonien supérieur et moyen (j2c-b et j2b-a) (épaisseur de l'ordre d'une centaine de mètres) reposant sur des calcaires plus ou moins argileux d'âge bathonien inférieur. Les bancs montrent un pendage de l'ordre de 2% en direction du Nord-Ouest.
- Des alluvions modernes de l'Armançon, de nature limono-sableuse ou graveleuse, épaisses de quelques mètres (Fz).
- Sur les versants et en pied de coteaux, des placages de matériaux cryoclastiques = cailloutis (appelées sables dans la région) mêlées à des limons rouges (GP).

# RAPPORT

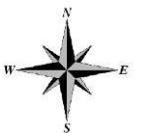
## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)



Légende

- Captage Eau Potable
- Bassin versant topographique

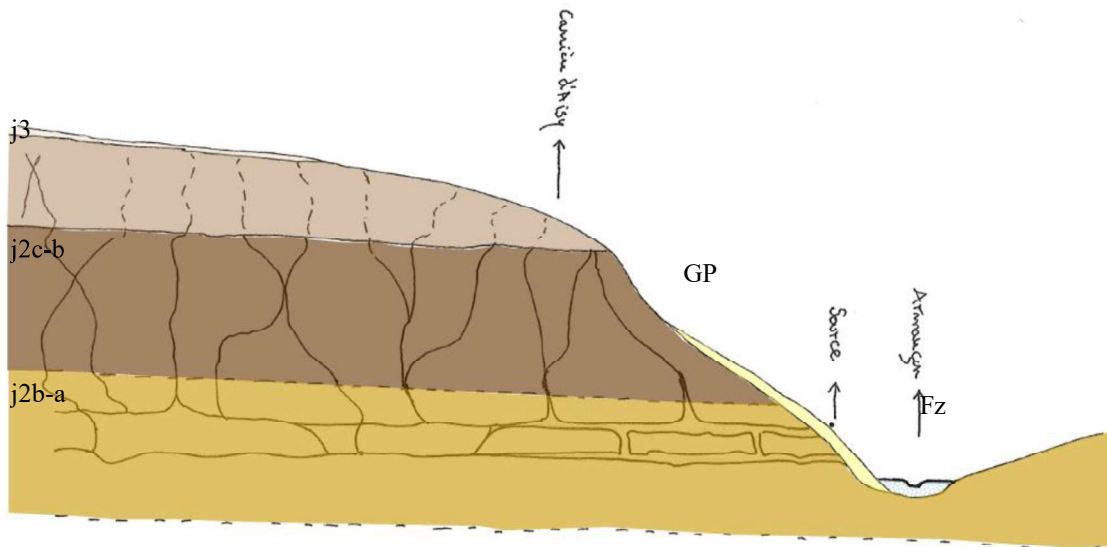
0 250 500 750 1000 m



- B** Couverture limoneuse
- GP** Dépôts cryoclastiques de versant
- Fz** Alluvions modernes : graviers, sables, limons, etc
- Marnes d'Ancy-le-Franc et calcaire de base à Spongiaires (Oxfordien moyen)
- Oxfordien moyen et inférieur : oolithe ferrugineuse
- j3** Marnes et calcaires à Digonelles : Dalle nacrée (Callovien inférieur)
- j2c-b** Calcaires compacts, durs, en gros bancs (Bathonien)
- j2b-a** Marno-calcaires à Pholadomies (Bathonien moyen et inférieur)
- Calcaires à entroques (Bajocien inférieur) - Calcaires marneux

Hydro

**Figure 31 : Contexte géologique du captage « Source de la Fontaine » (Source : BRGM, IGN)**



**Figure 32 : Coupe géologique schématique du bassin versant topographique du captage « Source de la Fontaine » (Source SAFEGE)**

Le captage «Source de la Fontaine» est une source de débordement des calcaires compacts et « grande oolithe » du Bathonien supérieur et moyen (75 m en moyenne).

Dans le détail, la source captée apparaît au contact entre les alluvions tapissant le fond de la vallée de l'Armançon et les calcaires constituant le versant.

La source émerge d'un conduit karstique, vers la cote 196 m, au sein de la formation calcaire-argileuse du Bathonien inférieur, aussi appelée calcaire hydraulique. Cette formation a une cinquantaine de mètres d'épaisseur et, au niveau du captage, son toit doit se situer vers la cote 220 m. Ce toit ne peut pas être observé du fait de la présence d'une couverture de matériaux cryoclastiques épaisse de plusieurs mètres (Billard, 1983).

Cette formation a été partiellement reconnue par deux sondages réalisés en 1972 dans le cadre de l'aménagement de l'ancienne route nationale 5.

L'ensemble de ces couches présente un très faible plongement, de moins d'1°m, en direction Nord Nord-Ouest qui fait que les couches les plus anciennes, qui affleurent au sud, disparaissent en profondeur vers le nord.



# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

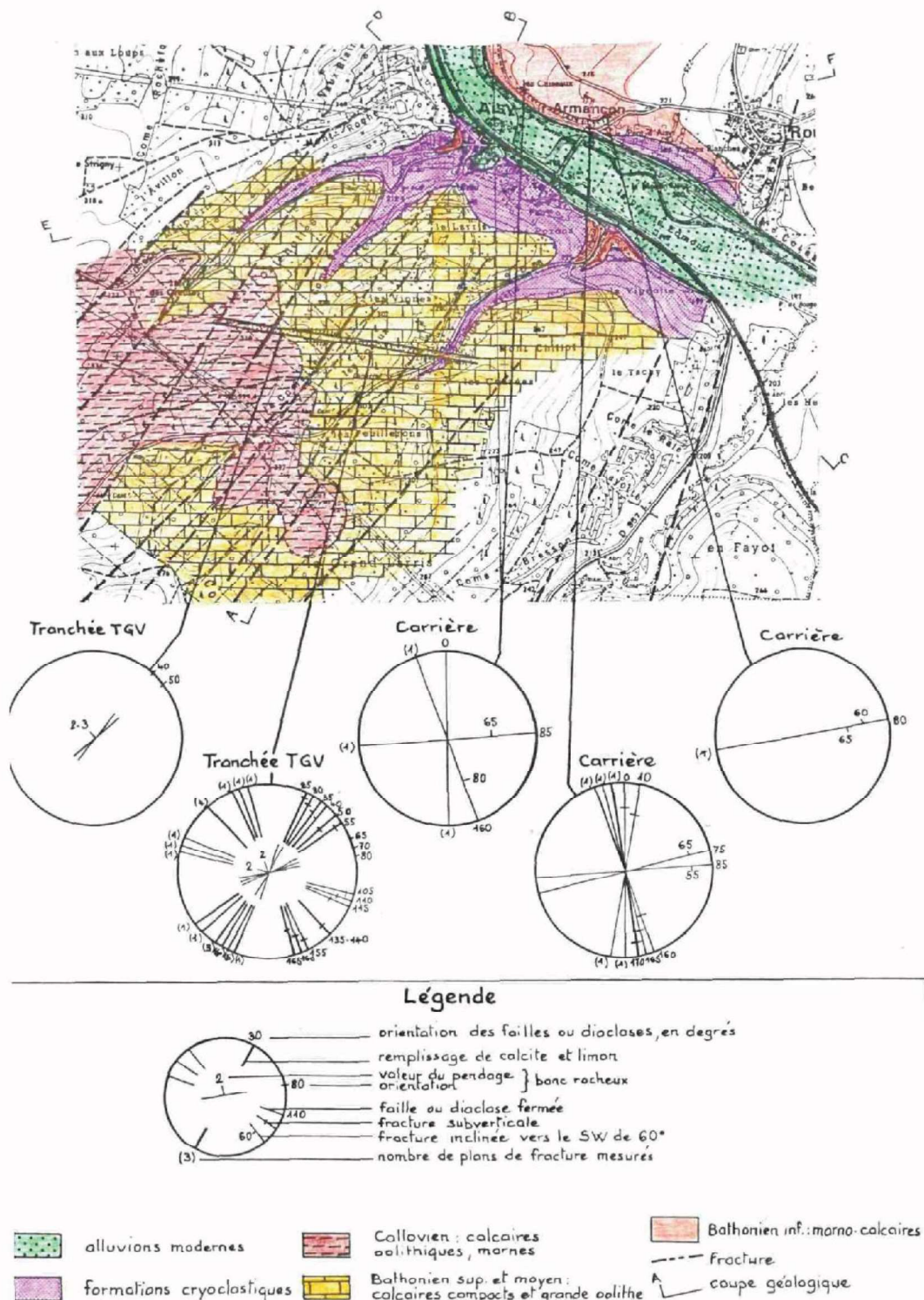


Figure 33 : Carte géologique détaillée et accidents tectoniques observés (Billard, 1963)

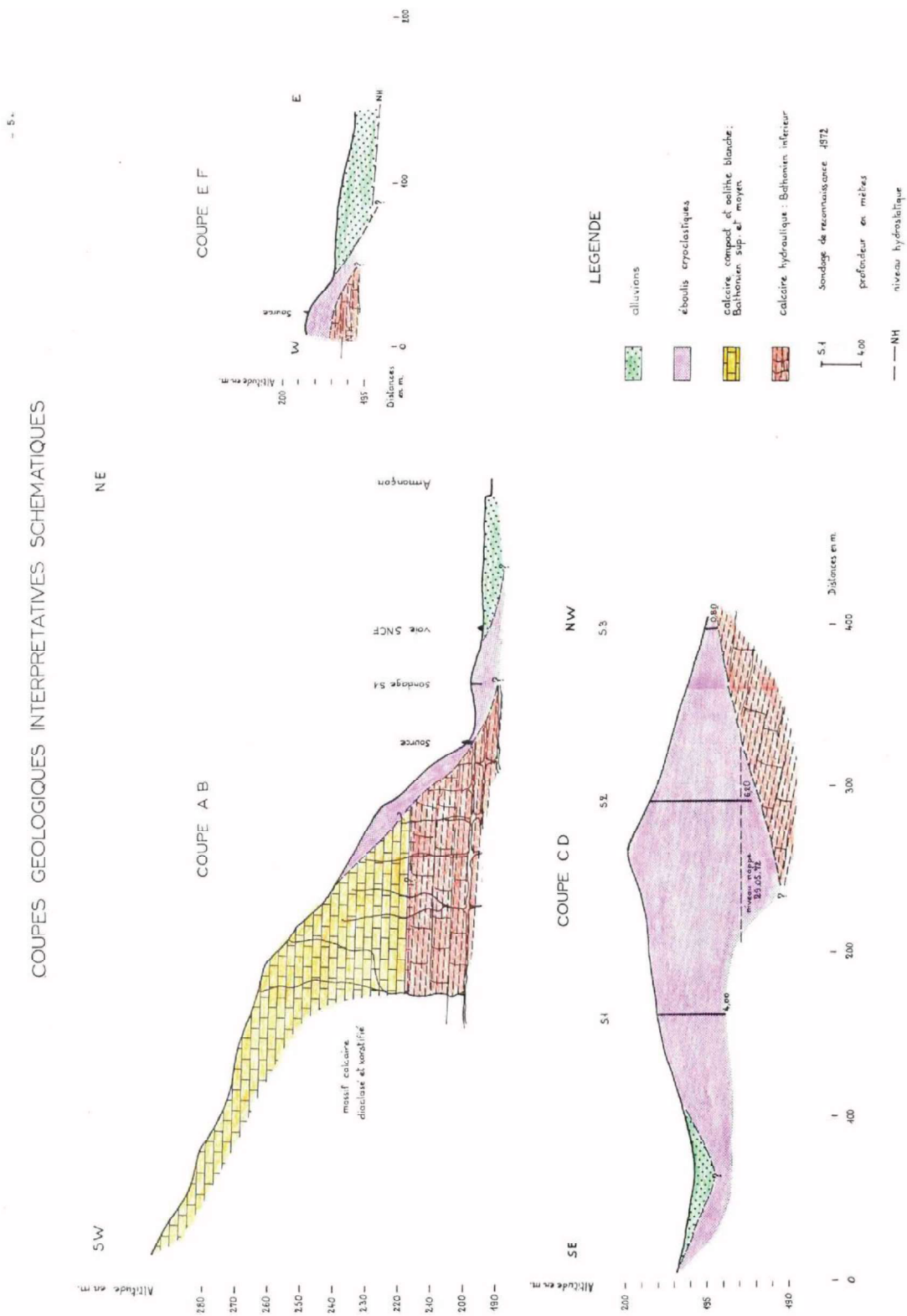


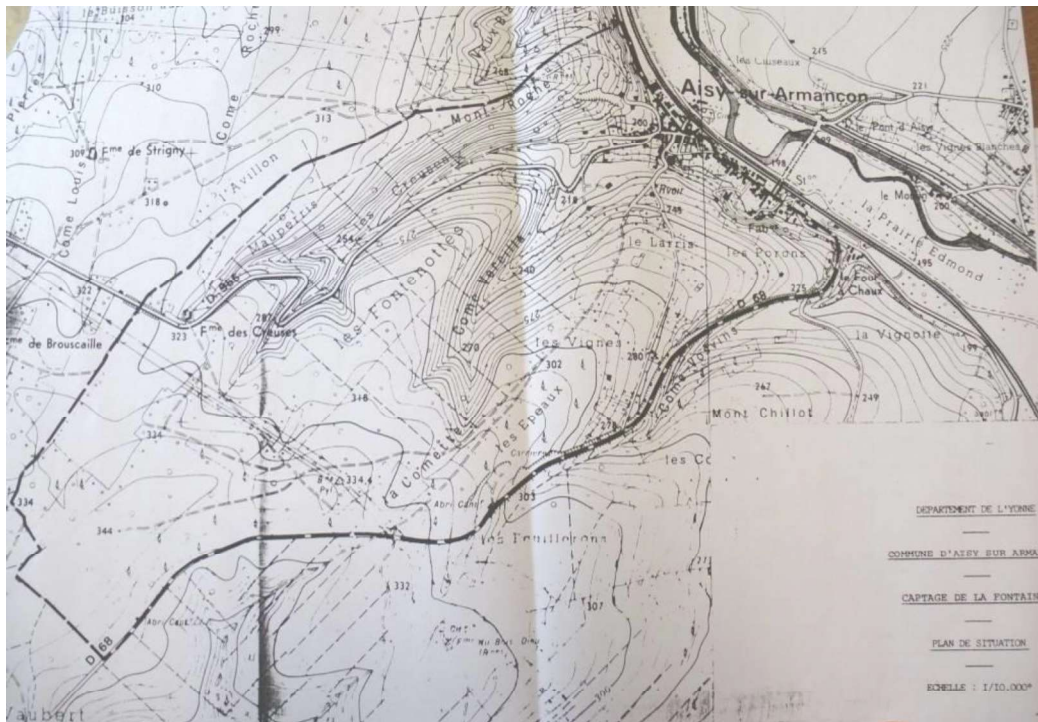
Figure 34 : Coupes géologiques schématiques (Billard, 1963)



Enfin, les calcaires de la région sont affectés par des failles orientées généralement Sud Sud-Ouest – Nord Nord-Est, souvent de faibles rejets et donc non mentionnées sur les cartes géologiques, qui déterminent d'étroits compartiments. Cependant, ces failles présentent un rôle hydraulique non négligeable pouvant compartimenter les circulations d'eau. Il est possible que l'une d'elle passe à proximité de la source captée.

Les informations issues des études structurales des carrières en rive droite de l'Armançon, des tranchées du TGV sont les suivantes :

- des bancs rocheux orientés Nord Nord-Est à Nord-Est, pendage moyen de 2° vers le Ouest- Nord -Ouest à Nord-Ouest
- des failles orientées N30° à 40°E, pendage subvertical ; les accidents ne présentant pas de rejet notable
- des diaclases abondantes ; ces fractures sont généralement ouvertes et montrent des enduits de calcite et des remplissages limoneux ou sableux



**Figure 35 : Délimitation du bassin versant topographique du captage « Source de la Fontaine » (Avis Hydrogéologique)**

On remarque à l'intérieur du périmètre de protection éloigné :

- L'absence d'écoulement superficiel permanent dû à la perméabilité des terrains calcaires.
- Un écoulement temporaire dans plusieurs vallées sèches affluentes de la vallée de l'Armançon, du Sud-Est au Nord-Ouest : Come Vosvins, Come Vareilles, et les Creuses. On peut noter un écoulement d'eau temporaire dans le Come Vareilles.

## 4.2 CARACTERISATION HYDROGEOLOGIQUE

### 4.2.1 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE DU CAPTAGE « SOURCE DE LA FONTAINE »

Le captage «Source de la Fontaine» est une source de débordement des calcaires compacts et « grande oolithe » du Bathonien supérieur et moyen (75 m en moyenne).

Les calcaires du Bathonien constituent le principal aquifère du secteur. Il s'agit d'un aquifère caractérisé par une circulation des eaux souterraines de type karstique. Ce type d'aquifère est généralement caractérisé par des vitesses d'écoulements rapides, des débits très fluctuants avec des pics de turbidité importants en période pluvieuse.

Les eaux pluviales s'infiltrent aisément au sein des sols caillouteux du plateau et des versants et rejoignent directement les fissures des calcaires au sein desquelles elles circulent plus ou moins facilement. Leur descente vers la profondeur est fortement ralentie, voire stoppée, au toit des formations plus argileuses à *Ostrea accuminata*.

Ainsi se crée dans les calcaires qui les surmontent une nappe karstique dont les exutoires sont situés près du contact géologique calcaires/marnes.

La vallée de l'Armançon joue un rôle de drain général.

Dans le sens horizontal, l'écoulement des eaux souterraines est guidé d'une part par le plongement général des couches et d'autre part par les fractures qui affectent l'ensemble des formations. De ce fait, le bassin d'alimentation potentiel de la source captée est à rechercher dans le secteur compris entre le sud et l'ouest de la source.

Les débordements du captage sont dus à la mise en charge de l'eau du karst à l'amont d'une formation peu perméable.

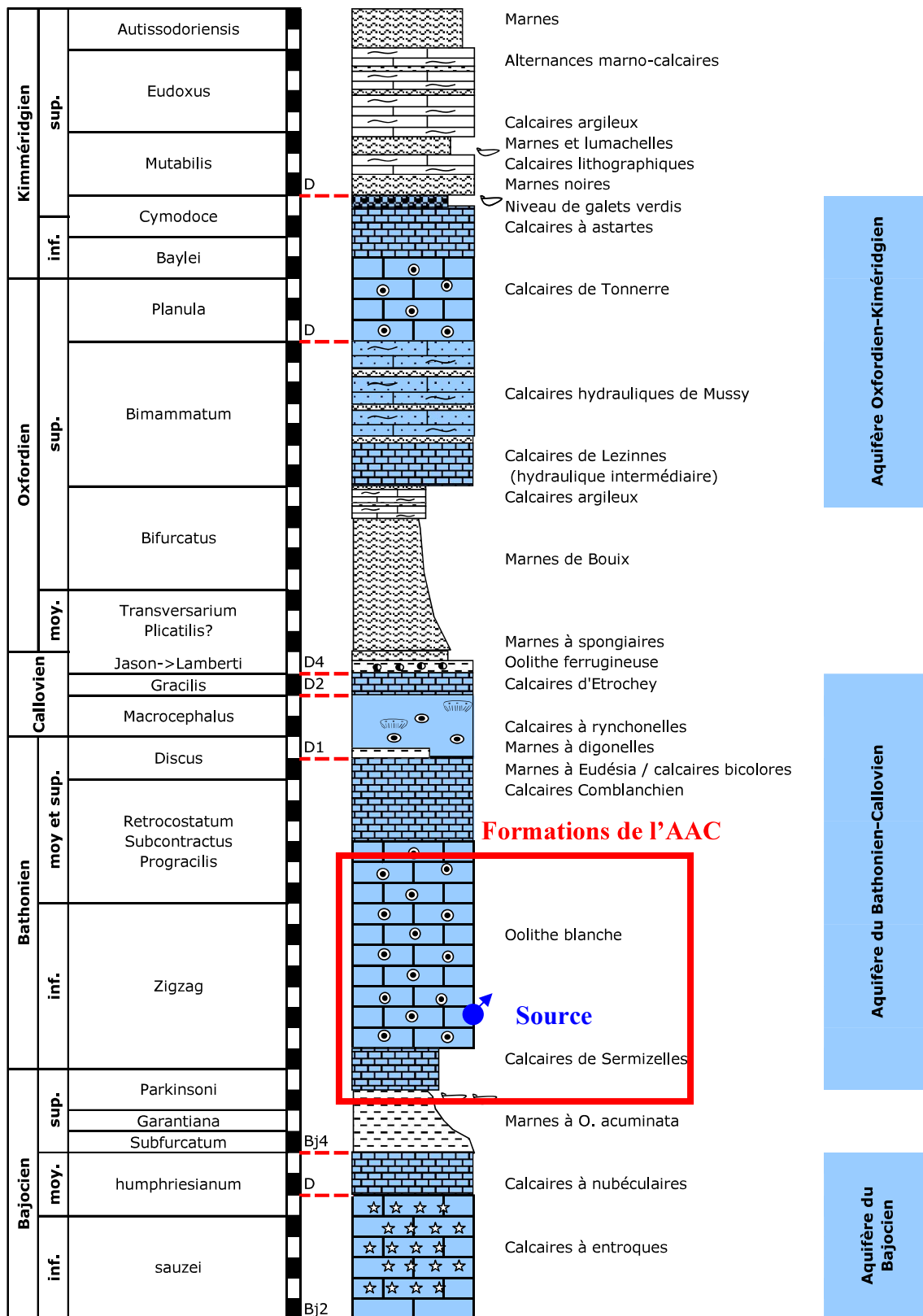


Figure 36 : Colonne lithostratigraphique et hydrogéologique (Source : SAFEGE, 2013)

### 4.2.2 TRACAGES HYDROGEOLOGIQUES

#### 4.2.2.1 *Expertise hydrogéologique non publique de (SAFAC, 1990)*

Il a été mis en évidence en cours de terrassements de la ligne TGV, au toit du calcaire bathonien, des cheminées karstiques de 1 m de diamètre environ à environ 800 m au N45° de la carrière d'Aisy, pouvant se prolonger jusqu'à 13 mètres de profondeur sous forme de vide partiel (CPGF, 1970). Cependant, l'étude conclut à l'absence de vides importants sous l'emprise des voies.

Dans le cadre d'une expertise non publique réalisée pour le compte de la SAFAC, exploitant la carrière d'Aisy en 1990, le Bureau de Recherche Géologique et Minière a réalisé une étude hydrogéologique complémentaire au dossier de renouvellement et d'extension de la carrière de concassés calcaires.

La principale information à retenir du rapport est que le secteur étudié concerne l'aquifère des calcaires fissurés du Bathonien, éventuellement plus ou moins karstifiées.

Il est caractérisé par :

- L'absence d'écoulement superficiel permanent dû à la perméabilité des terrains calcaires, un écoulement pouvant se produire notamment dans la vallée de Come Vareilles de direction Sud-Ouest/Nord-Est, entre la carrière et le captage « Source de la Fontaine ».
- Une direction moyenne d'écoulement souterrain parallèle à celle-ci, comme divers axes de fracturation : faille au sein du projet, axes de fracturation vus sur les photographies aériennes, pouvant constituer autant de drains préférentiels des eaux souterraines.
- L'expérience de traçage a mis en évidence la relation entre la carrière et le captage « Source de la Fontaine », avec une vitesse apparente maximum de 120 m/j, relativement faible par suite du régime de basses à très basses eaux.

#### 4.2.2.2 *Traçage hydrogéologique de la carrière d'Aisy au captage Source de la Fontaine (SAFAC, 2009)*

Une première expérience de traçage a été réalisée en novembre 2009 à partir d'un forage situé à proximité du piézomètre Pz1 de la carrière d'Aisy.

L'étude d'impact du dossier d'autorisation fait mention d'une vitesse de transit maximale apparente relativement faible de 120 m/j jusqu'au captage communal.

#### 4.2.2.3 *Traçage hydrogéologique de la carrière d'Aisy au captage Source de la Fontaine (SAFAC, 2012)*

Un second traçage a été réalisé début 2012 dans le cadre de la demande du renouvellement de l'autorisation d'exploitation de la carrière d'Aisy. Le suivi du traceur s'est effectué sur plusieurs points et notamment sur le captage communal. Dans le cadre de cette étude, des recherches sur le contexte géologique et hydrogéologique du secteur ont été faites.

Les résultats ont confirmé :

- La relation avec le captage.
- Absence de relation détectable avec les autres points suivis.
- La fissuration/fracturation des calcaires.
- Des vitesses d'écoulement moyen de 242 m/jour
- Une vitesse de première arrivée de 444 m/jour.

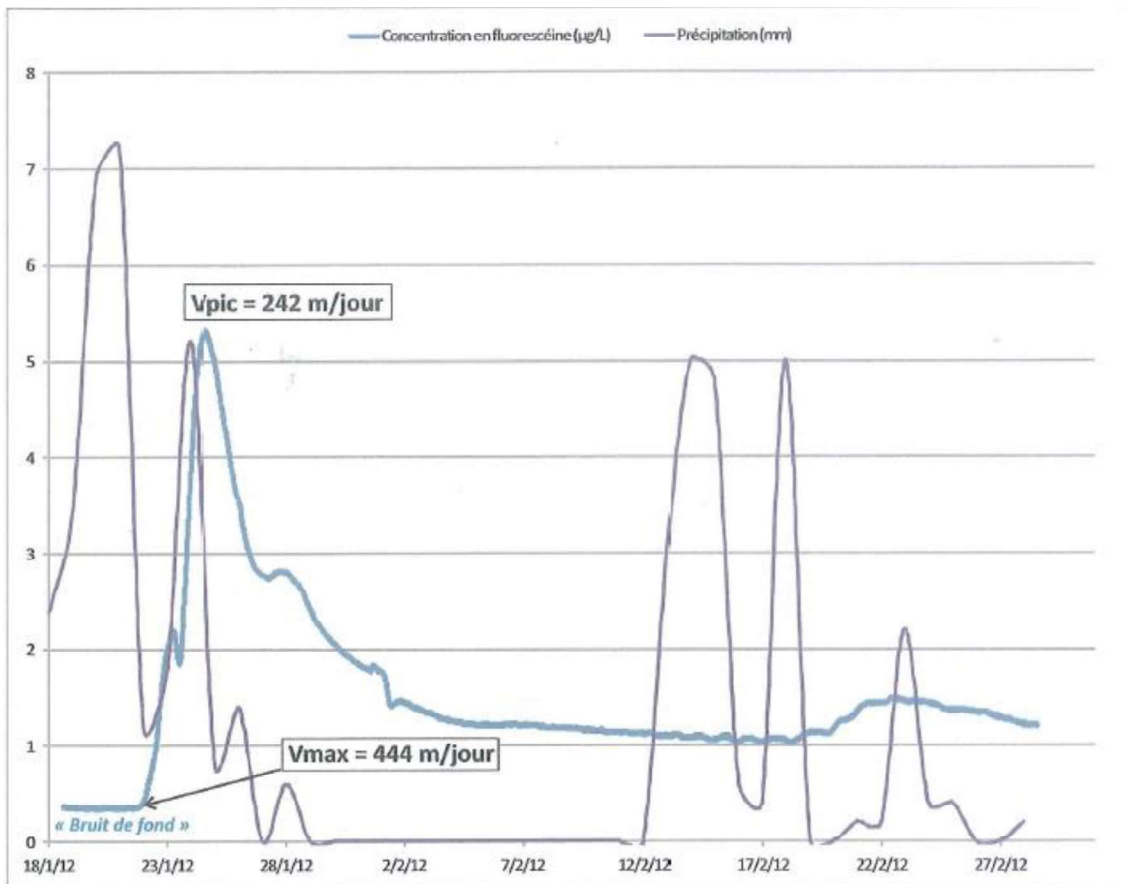


Figure 4 : Courbe de restitution de la fluorescéine et précipitations (station de Montbard)

Figure 37 : Courbe de restitution du traçage (Source : Sciences Environnement, 2012)



# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

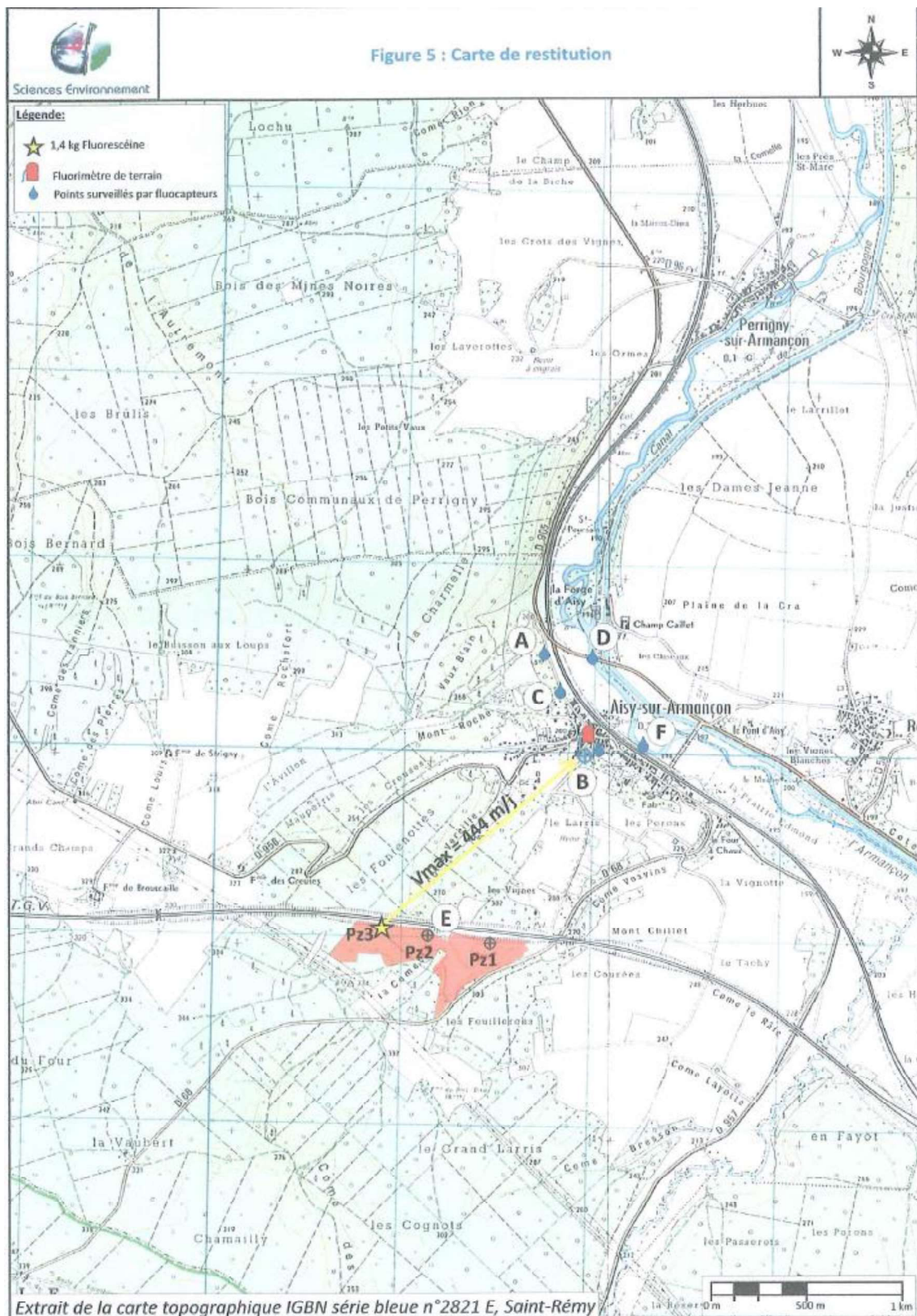


Figure 38 : Carte de restitution (Source : Sciences Environnement, 2012)

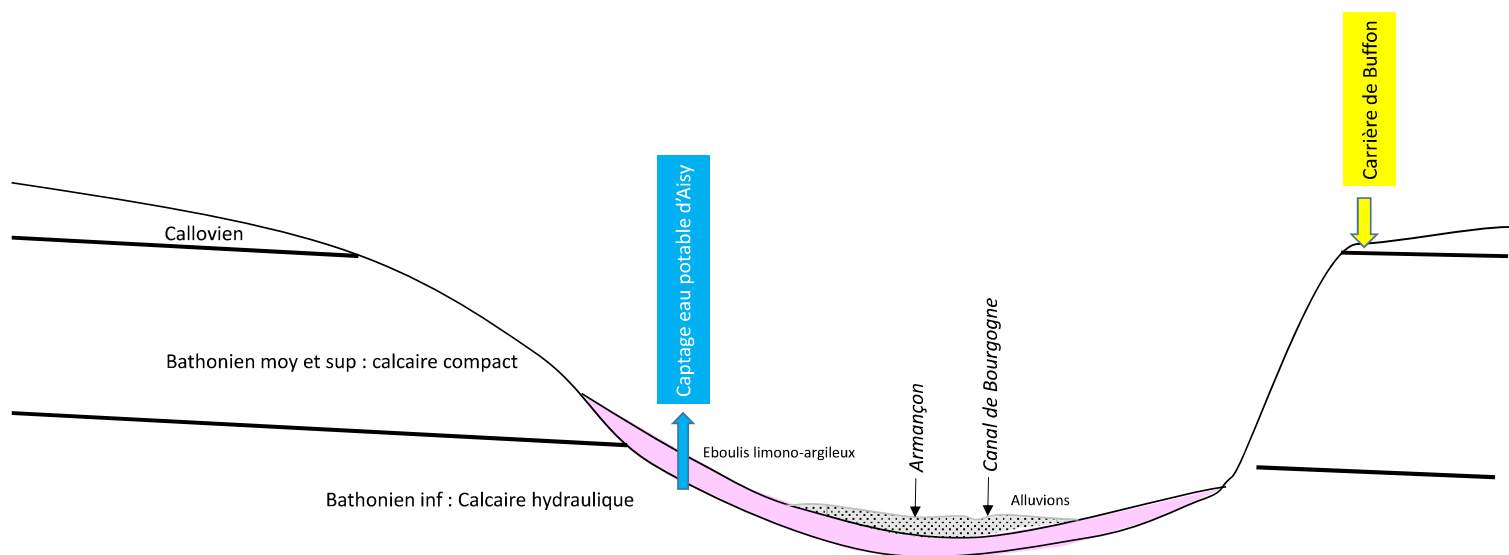
### Traçage hydrogéologique de la carrière de Buffon au captage Source de la Fontaine (Renovier Terrassement/Sciences Environnement, 2015)

Un traçage a été réalisé en avril 2015 dans le cadre de la demande à exploiter une carrière à ciel ouvert sur la commune de Buffon (21) située en rive droite de l'Armançon soit en rive opposée au captage d'eau potable de la commune d'Aisy.

Le traçage s'est déroulé alors que l'Armançon était en crue et que le niveau des eaux souterraines était au plus haut.

L'injection du traceur (fluorescéine, 3.320 kg) a été réalisée directement dans les calcaires bathoniens au sein d'une fosse aménagée en pied de diaclase. Le traceur a été poussé à l'aide d'une chasse d'eau d'environ 3.5 m<sup>3</sup> d'eau claire.

Le suivi du traceur par fluocapteurs s'est effectué sur plusieurs points en rive droite de l'Armançon et sur les captages eau potable tous situés en rive gauche, secteur de l'autre côté de la limite hydrogéologique théorique (Armançon) vis-à-vis des écoulements.



**Figure 39 : Schéma hydrogéologique du traçage réalisé par Sciences Environnement en 2015 depuis la carrière de Buffon (SAFEGE, 2015)**

Les résultats montrent :

- Aucune restitution visible à l'œil nu signalée.
- Une restitution sur les deux sources de Buffon à la Grande Forge et à la Petite Forge situées en rive droite de l'Armançon (exutoires du réservoir constitué par les calcaires du bathoniens inférieur).
- Une restitution au captage d'eau potable d'Aisy-sur-Armançon (exutoire du réservoir constitué par les calcaires du bathoniens inférieur).
- Une restitution en plusieurs points de suivi des eaux superficielles de l'Armançon et de canal)
- La fissuration/fracturation des calcaires bathoniens



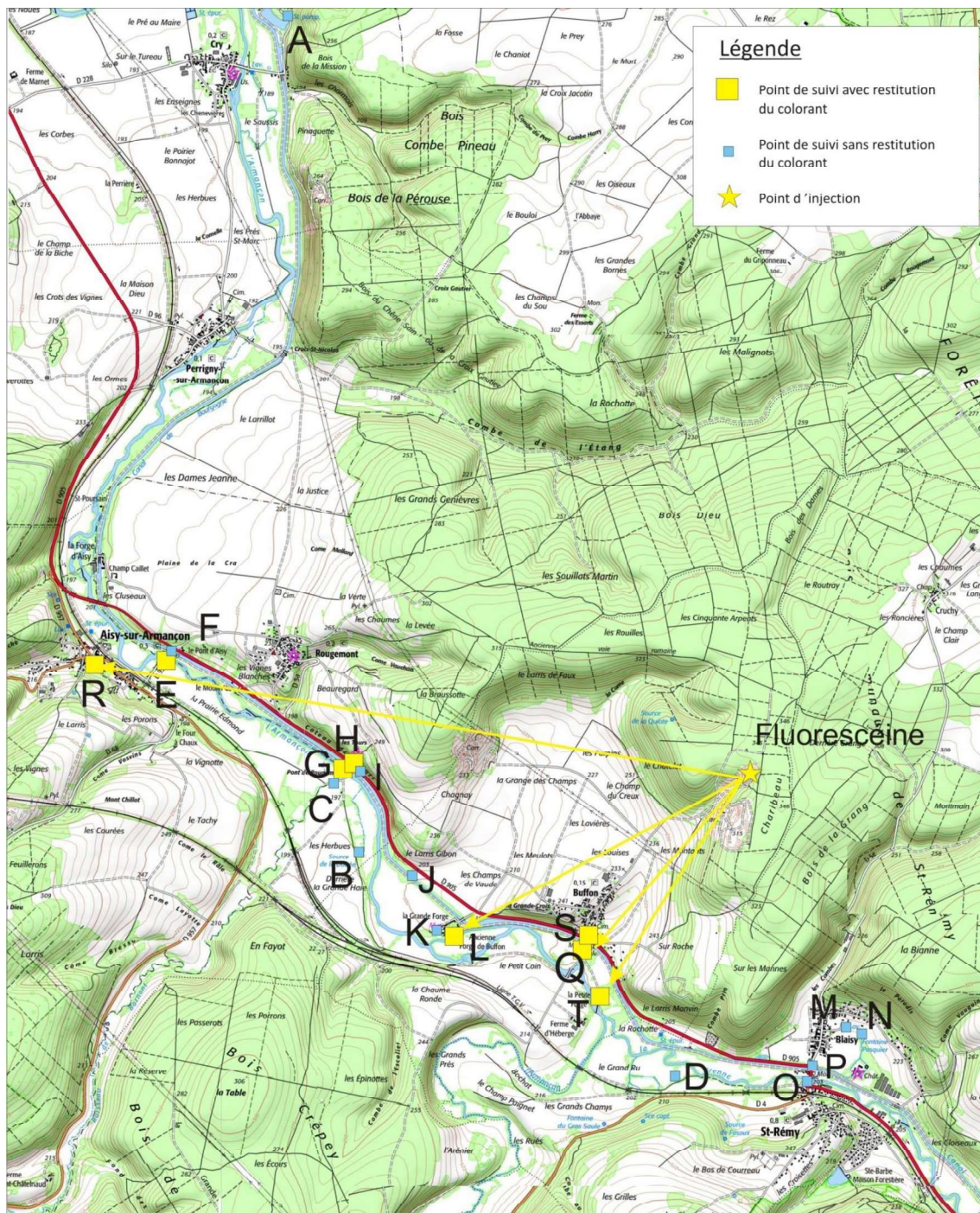


Figure 40 : Carte de restitution (Source : Sciences Environnement, 2015)

Il faut retenir que ce traçage a permis de mettre en évidence une relation entre les calcaires bathoniens situés en rivièrre gauche (captage eau potable d'Aisy) et les calcaires bathoniens situés en rive droite (carière de Buffon).

Cependant, ce traçage n'a pas permis de mettre en évidence la nature de cette relation. En effet, la relation des calcaires bathoniens rive droite et rive gauche peut se faire soit :

- par une **relation directe** au sein du réservoir des calcaires bathoniens indépendamment du système Armançon (cours d'eau et ses alluvions).

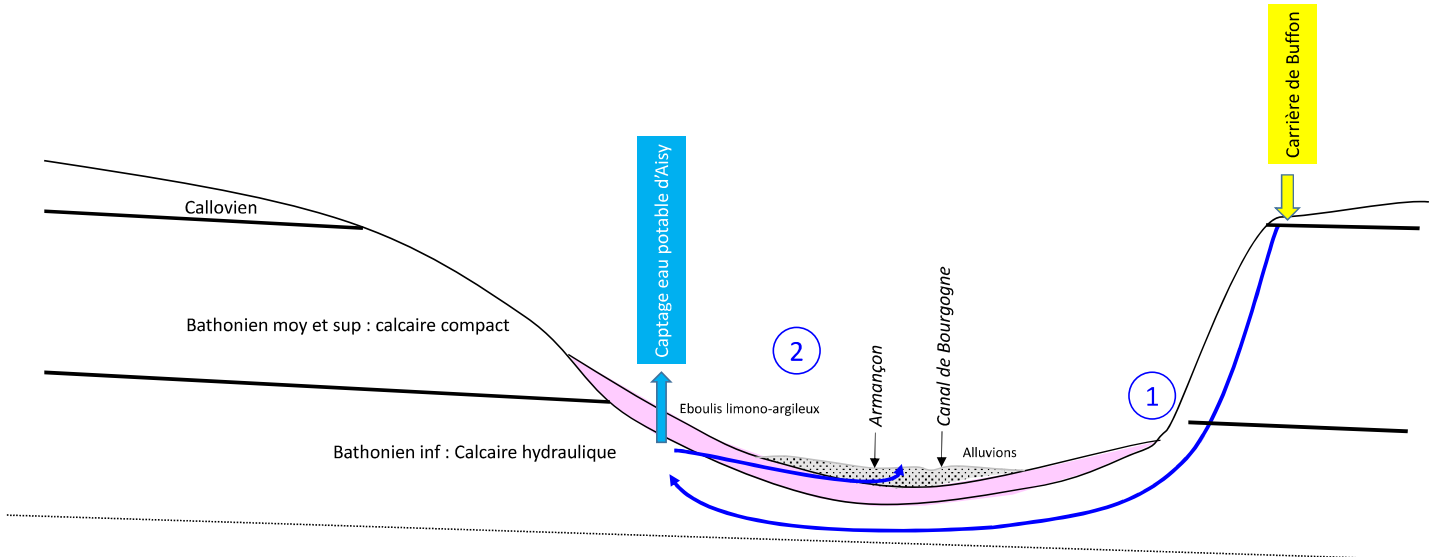


Figure 41 : Hypothèse de relation directe au sein des calcaires bathoniens indépendamment du système Armançon (SAFEGE, 2015)

- par une **relation indirecte** du réservoir des calcaires bathoniens situés en rive droite de l'Armançon vers le réservoir des calcaires bathoniens situés en rive gauche de l'Armançon à travers le système Armançon (cours d'eau et ses alluvions)

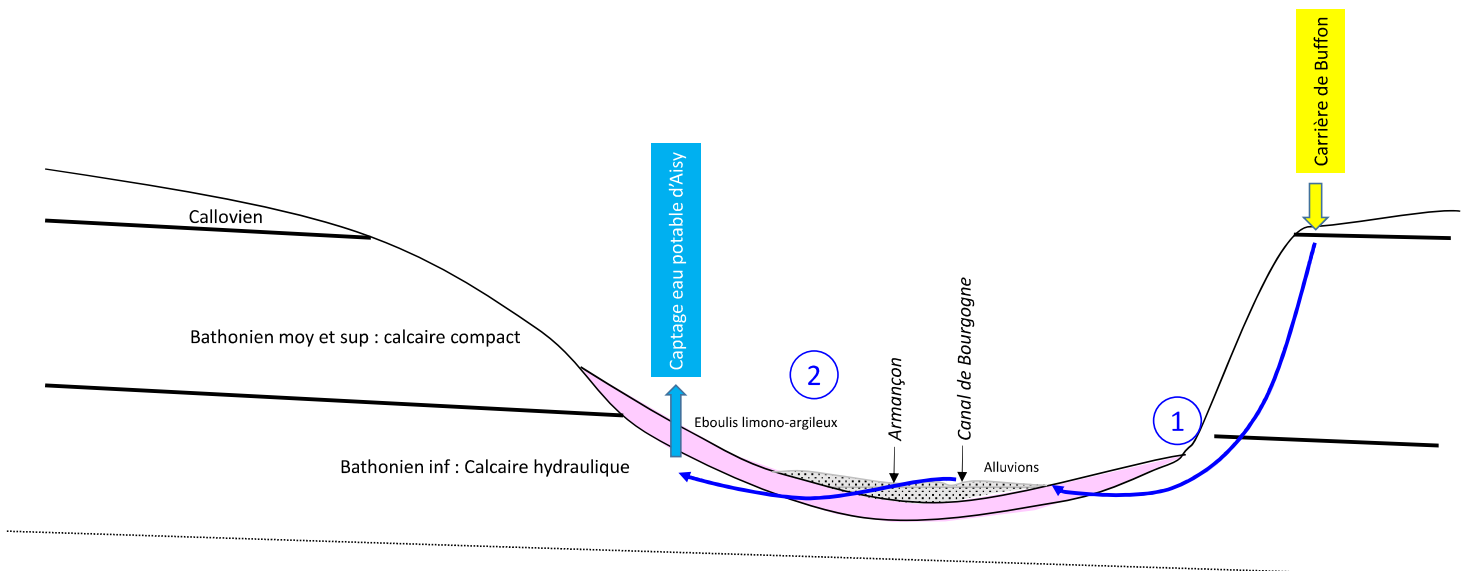


Figure 42 : Hypothèse relation indirecte du réservoir des calcaires bathoniens situés en rive droite de l'Armançon vers le réservoir des calcaires bathoniens situés en rive gauche de l'Armançon à travers le système Armançon (SAFEGE, 2015)



Le traçage par fluocapteurs n'a pas permis de mettre en évidence la nature de cette relation.

Il est nécessaire d'envisager un nouveau traçage permettant de répondre à cette question. Il faudra de suivre par fluorimètre en continu les eaux souterraines captées par le captage d'Aisy-sur-Armançon et les eaux superficielles de l'Armançon, ainsi que les niveaux et les débits de ces points de suivi.

### 4.2.3 MULTI-TRAÇAGE SAFEGE 2016

#### 4.2.3.1 Points d'injection

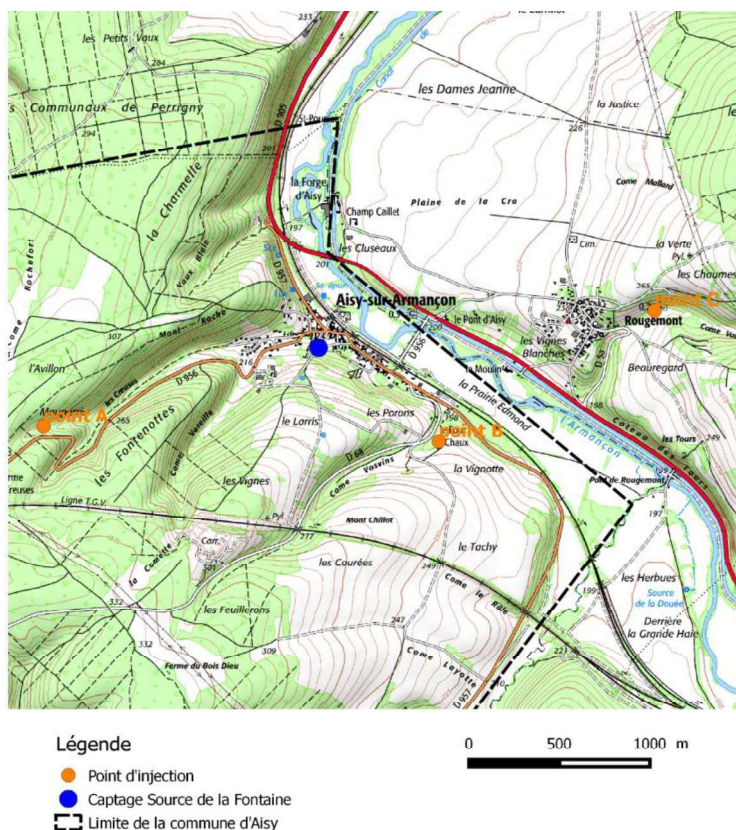


Figure 43: carte de localisation des points d'injection sur la commune d'Aisy



### 4.2.3.2 Traceurs utilisés

Tableau 5: Caractéristiques des injections

|   | Localisation                           | X (L93) | Y (L93) | Distance | Traceur          | Date d'injection | Heure d'injection | Masse  | Point injection | Chasse (m <sup>3</sup> ) | Coord. X L93 | Coord. Y L93 |
|---|--|---------|---------|----------|------------------|------------------|-------------------|--------|-----------------|--------------------------|--------------|--------------|
| A | Vallée des Creuses (Aisy-sur-Armançon) |         |         | 1600 m   | Uranine          | 06/04/2016       | 10:30             | 3.5 kg | Fosse           | 10                       | 4.2063       | 47.6627      |
| B | Four à chaux (Aisy-sur-Armançon)       |         |         | 800 m    | Eosine           | 06/04/2016       | 11:30             | 8 kg   | Fosse           | 10                       | 4.23337      | 47.6620      |
| C | Rougemont                              |         |         | 1800 m   | Sulforhodamine B | 06/04/2016       | 9:30              | 6 kg   | Fosse           | 5                        | 4.2497       | 47.6684      |

### 4.2.3.3 Suivi du traçage

#### 4.2.3.3.1 Source de la Fontaine

La source est suivie par un fluorimètre GGUN-F605 qui permet l'analyse en continu du spectre de fluorescence de l'eau, et ainsi la mesure de la concentration des traceurs fluorescents. Les mesures sont prises à un pas de temps constant toutes les heures.

Un sachet de charbon actif, qui permet d'absorber le traceur dans ses pores, est installé en parallèle. Il ne permet pas de mesurer la concentration du traceur mais de s'informer sur son passage au point de suivi.

#### Suivi du débit de la source

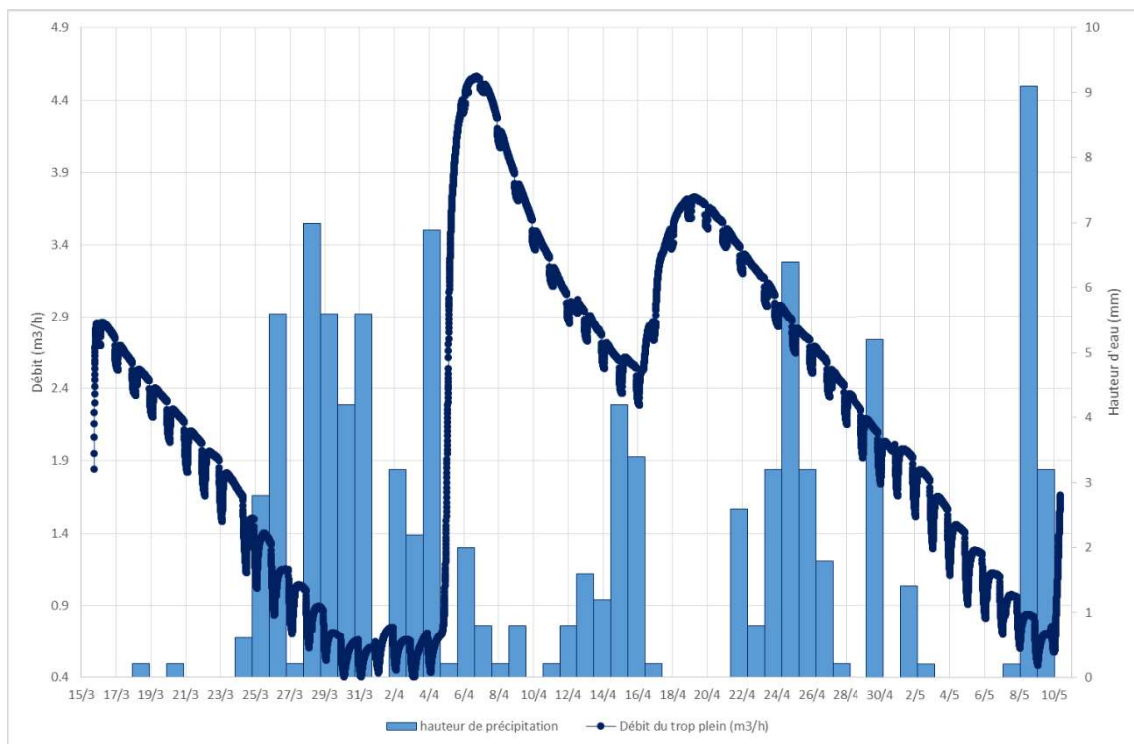


Figure 44: Suivi du débit sur la source de la Fontaine

### 4.2.3.3.2 Autres points de suivi

Des charbons actifs ont été posés au droit des sources suivantes :

- Le puits à côté du captage (1)
- Le canal de l'Armançon (2)
- Le puits de la ferme Marchi (3)
- Le puits du Maire d'Aisy (4)
- Le cours d'eau de Bornant (5)
- Le puits de l'Herbuotte AEP (6)
- La source de la Douée AEP (7)
- La source de la Grande-Forge (8)
- L'Armançon (9)
- Le puits rouge du bourg d'Aisy (10)

Les charbons actifs sont changés toutes les 2 semaines.

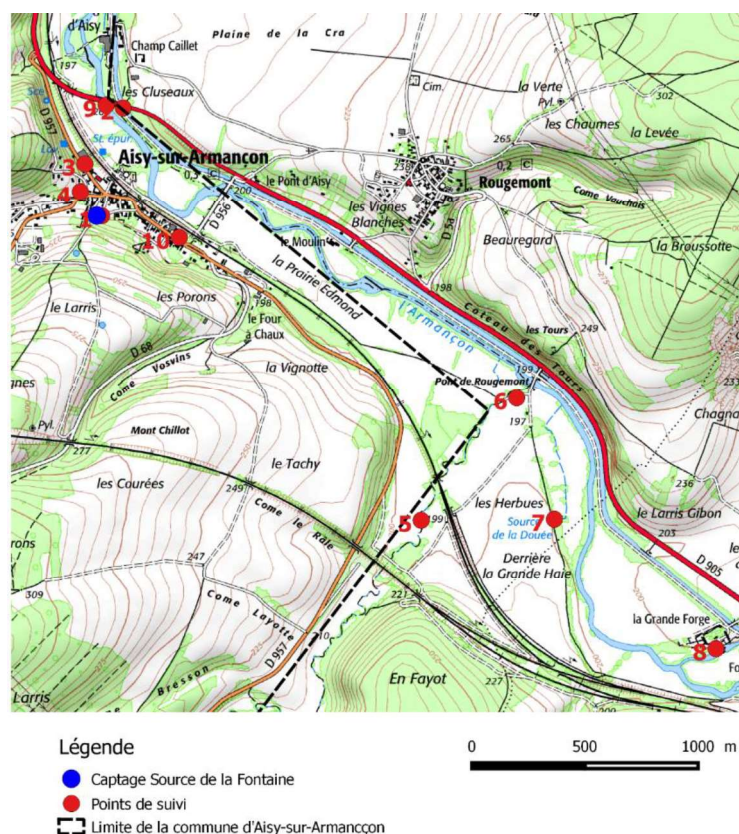


Figure 45: Carte de localisation des points de suivi du traçage sur la commune d'Aisy

**Tableau 6 : Points de suivi (Source : SAFEGE)**

| Numéro | Nom                         | BSS        | Commune           | Y (L93) | Y (I93) |
|--------|-----------------------------|------------|-------------------|---------|---------|
| 1      | puits à côté du captage     |            | Aisy-sur-Armançon | 791924  | 6730314 |
| 2      | canal de l'Armançon         |            | Aisy-sur-Armançon | 792082  | 6730781 |
| 3      | puits de la ferme Marchi    |            | Aisy-sur-Armançon | 791875  | 6730544 |
| 4      | puits du Maire d'Aisy       |            | Aisy-sur-Armançon | 791857  | 6730423 |
| 5      | cours d'eau de Bornant      |            | Aisy-sur-Armançon | 793345  | 6728989 |
| 6      | puits de l'Herbuotte AEP    | 04364X0001 | Rougemont         | 793801  | 6729495 |
| 7      | source de la Douée AEP      |            | Rougemont         | 793950  | 6728983 |
| 8      | source de la Grande-Forge   |            | Buffon            | 794681  | 6728391 |
| 9      | Armançon                    |            | Aisy-sur-Armançon | 792008  | 6730815 |
| 10     | puits rouge du bourg d'Aisy |            | Aisy-sur-Armançon | 791948  | 6730309 |

#### 4.2.3.4 Résultats

Le fluorimètre sur captage d'Aisy n'a pas fonctionné entre le 13 et 18 avril 2016 sur la carte mémoire.

Le fluorimètre sur l'Armançon n'a pas fonctionné entre le 13 et 28 avril 2016 sur la carte mémoire.

La présence d'Eosine a été détectée sur le puits Rouge situé dans le bourg d'Aisy-sur-Armançon. Une couleur rouge orangé est apparue dès le lendemain de l'injection du traceur. Le site d'injection du Four à Chaux est donc en relation directe avec ce puits.

L'Eosine n'a été détectée sur aucun autre fluocapteur, ni sur le fluorimètre.

Cependant, la présence de bromates en quantité non négligeable lors de l'analyse du 16 avril 2016 (13 µg/l – jamais détecté auparavant) dans l'eau 10 jours après l'injection des colorants, indique très probablement que l'éosine utilisée pour le traçage a été dégradée et les résidus de dégradation ont été restitués au captage, contrairement à ce qu'indique le fluorimètre. La molécule d'éosine contient en effet 4 atomes de brome et peut entraîner la formation de bromates (perte de 2 atomes de brome de la forme Y et substitution par 2 molécules de NO<sub>2</sub>).

Les traceurs Uranine et sulforhodamine B n'ont été détectés ni par le fluorimètre, ni par les fluocapteurs : soit le traceur n'est pas arrivé, soit il est arrivé en trop faible quantité pour être détecté. Une autre hypothèse serait une saturation du fluocapteur au bout de 15 jours.

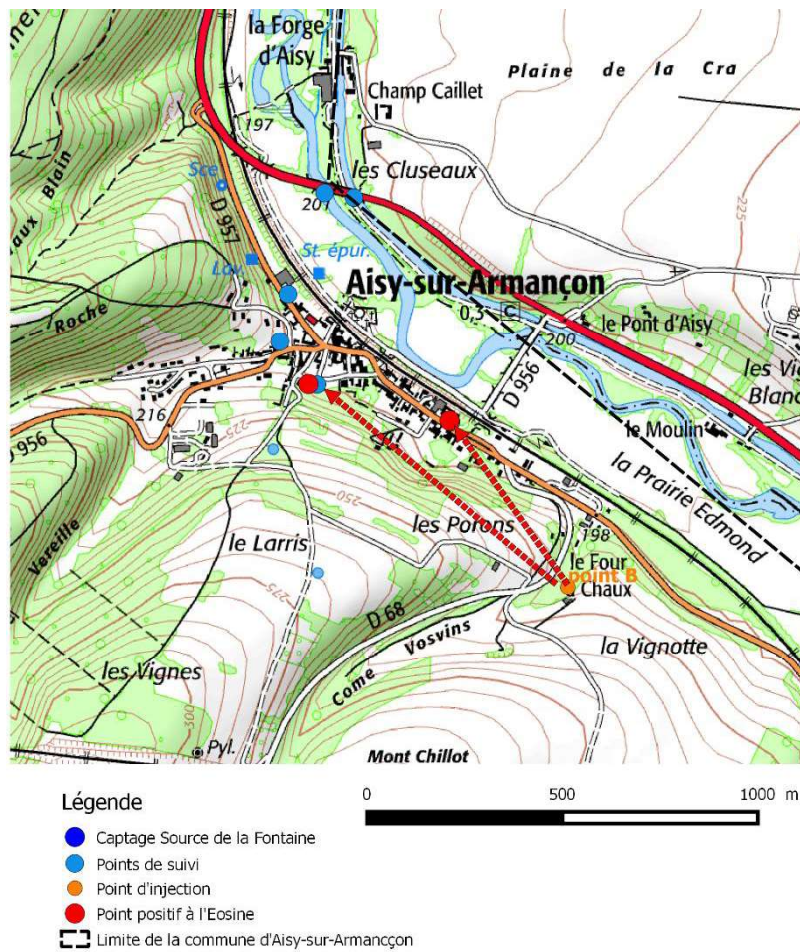


Figure 46: Carte des relations mises en évidence par traçage



# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

| Projet |                                   | 14DRE029 Aisy-sur-Armançon |             |             |             |                          |               |                         |               |               |               |                  |               |                        |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|--------|-----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------------|---------------|--------------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------|
| Points | Matériel de suivi                 | Captage Aisy               |             | Armançon    |             | Puits à côté captage (1) |               | Canal de l'Armançon (2) |               | Armançon (9)  |               | Puits Rouge (10) |               | Puits Ferme Marchi (3) |               | Puits du Maire (4) |               | Cours d'eau de Bornant (5) |               | Puits de l'Herbuotte (AEP) |               | Source de la Douée (AEP) (7) |               | Source de la Grande-Forge (8) |               |               |
|        |                                   | Fluorimètre                | Fluorimètre | Fluorimètre | Fluorimètre | Charbon actif            | Charbon actif | Charbon actif           | Charbon actif | Charbon actif | Charbon actif | Charbon actif    | Charbon actif | Charbon actif          | Charbon actif | Charbon actif      | Charbon actif | Charbon actif              | Charbon actif | Charbon actif              | Charbon actif | Charbon actif                | Charbon actif | Charbon actif                 | Charbon actif | Charbon actif |
|        | X L93                             | 791926                     | 792483      | 792483      | 791948      | 792082                   | 792009        | 792290                  | 791875        | 791858        | 793345        | 793802           | 793950        | 794681                 |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Y L93                             | 6730316                    | 6730463     | 6730463     | 6730309     | 6730781                  | 6730815       | 6730217                 | 6730545       | 6730424       | 6728989       | 6729495          | 6728984       | 6728392                |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Date de mise en place             | 05/04/2016                 | 05/04/2016  | 05/04/2016  | 23/03/2016  | 23/03/2016               | 23/03/2016    | 18/04/2016              | 23/03/2016    | 02/03/2016    | 23/03/2016    | 24/03/2016       | 23/03/2016    | 23/03/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Date de relèvement des blancs j+0 |                            |             |             | 05/04/2016  | 05/04/2016               | 05/04/2016    |                         | 05/04/2016    | 05/04/2016    | 05/04/2016    | 05/04/2016       | 05/04/2016    | 05/04/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Résultats 1                       | S                          | E           | U           | S           | E                        | U             | S                       | E             | U             | S             | E                | U             | S                      | E             | U                  | S             | E                          | U             | S                          | E             | U                            | S             | E                             | U             |               |
|        | Date de relèvement j+15           | 18/04/2016                 | 18/04/2016  | 18/04/2016  | 18/04/2016  | 18/04/2016               | 26/04/2016    |                         | 18/04/2016    | 18/04/2016    | 18/04/2016    | 18/04/2016       | 18/04/2016    | 18/04/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               | 18/04/2016    |
|        | Résultats 2                       | S                          | E           | U           | S           | E                        | U             | S                       | E             | U             | S             | E                | U             | S                      | E             | U                  | S             | E                          | U             | S                          | E             | U                            | S             | E                             | U             |               |
|        | Date de relèvement j+30           | 03/05/2016                 | 03/05/2016  | 03/05/2016  | 03/05/2016  | 03/05/2016               | 03/05/2016    | 03/05/2016              | 03/05/2016    | 03/05/2016    | 03/05/2016    | 03/05/2016       | 03/05/2016    | 03/05/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               | 03/05/2016    |
|        | Résultats 3                       | S                          | E           | U           | S           | E                        | U             | S                       | E             | U             | S             | E                | U             | S                      | E             | U                  | S             | E                          | U             | S                          | E             | U                            | S             | E                             | U             |               |
|        | Date de relèvement j+45           | 18/05/2016                 | 18/05/2016  | 18/05/2016  | 18/05/2016  | 18/05/2016               | 18/05/2016    | 18/05/2016              | 18/05/2016    | 18/05/2016    | 18/05/2016    | 18/05/2016       | 18/05/2016    | 18/05/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Résultats 4                       | S                          | E           | U           | S           | E                        | U             | S                       | E             | U             | S             | E                | U             | S                      | E             | U                  | S             | E                          | U             | S                          | E             | U                            | S             | E                             | U             |               |
|        | Date de relèvement j+60           | 31/05/2016                 | 31/05/2016  | 31/05/2016  | 31/05/2016  | 31/05/2016               | 31/05/2016    | 31/05/2016              | 31/05/2016    | 31/05/2016    | 31/05/2016    | 31/05/2016       | 31/05/2016    | 31/05/2016             |               |                    |               |                            |               |                            |               |                              |               |                               |               |               |
|        | Résultats 5                       | S                          | E           | U           | S           | E                        | U             | S                       | E             | U             | S             | E                | U             | S                      | E             | U                  | S             | E                          | U             | S                          | E             | U                            | S             | E                             | U             |               |

Figure 47: tableau récapitulatif du suivi de traçage sur la commune d'Aisy

| Légende |                      |
|---------|----------------------|
| S       | Sulfurhodamine       |
| A       | Amino G Acide        |
| E       | Eosine               |
| U       | Uranine              |
|         | Analyse non réalisée |
| +       | Présence de traceur  |
| -       | Absence de traceur   |





### 4.3 CARACTERISATION PEDOLOGIQUE DU BASSIN D'ALIMENTATION

L'objectif est d'identifier les grands types de sol se développant sur le BAC dont les propriétés sont susceptibles ou non d'influencer les voies de circulation de l'eau.

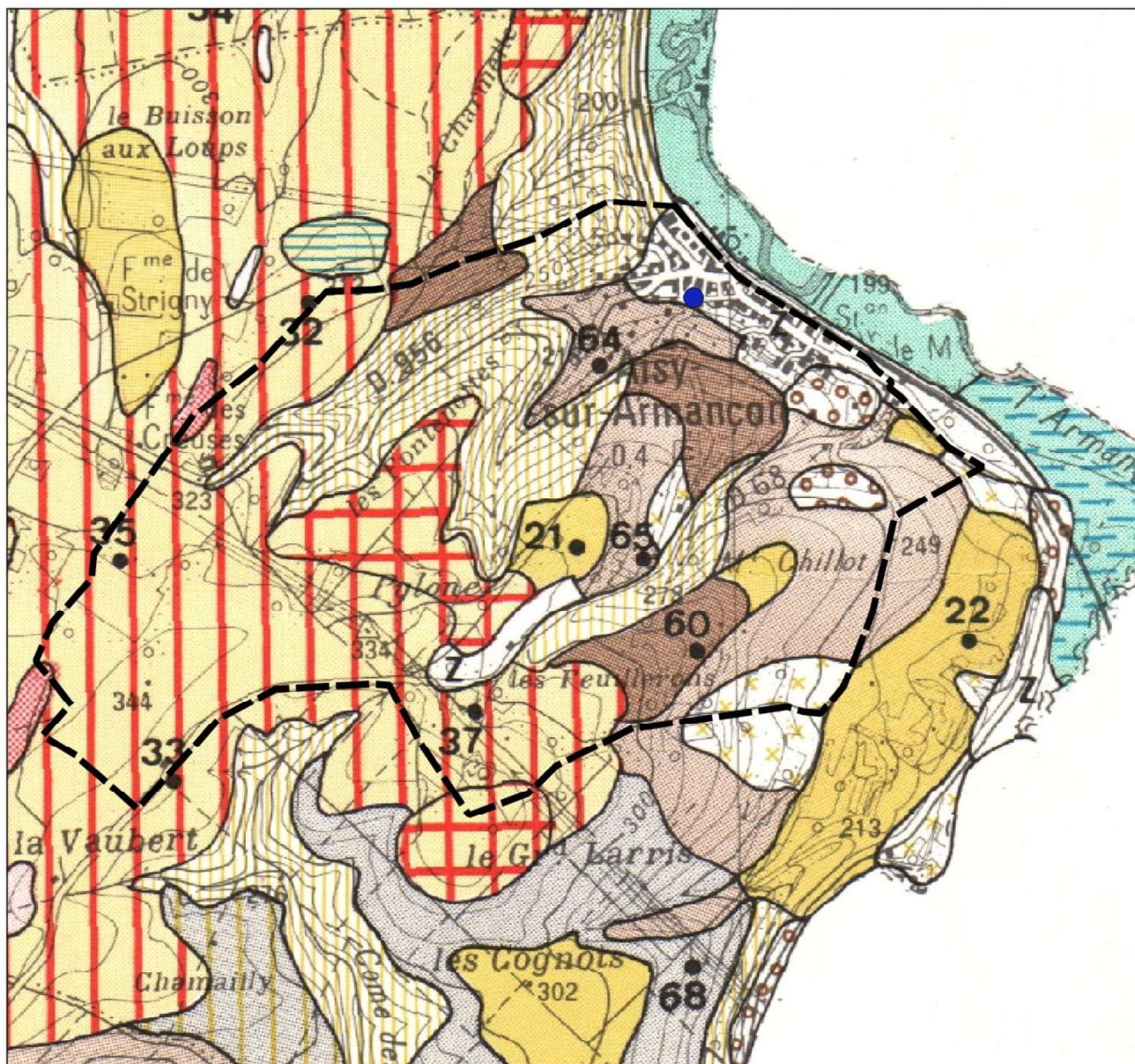
#### 4.3.1 DESCRIPTION DES SOLS



Selon la carte de Noyers à l'échelle 1/50 000, le secteur d'étude est couvert par 8 unités cartographiques de sols :

- « Petites Terres », sols superficiels, très caillouteux, argilo-limoneux, modérément calcaires, sur calcaires durs.
- « Terres aubues » peu profondes, sols superficiels (moins de 35 cm) caillouteux, non calcaires, argileux ou argilo-caillouteux, sur calcaires durs. Plutôt acides sous forêt, ressaturés sous cultures.
- Petites aubues très peu profondes, de moins de 20 cm de profondeur.
- Complexes des sols calcaires des versants, sols calcaires, caillouteux et graveleux, argilo-limoneux à limono-argileux d'épaisseur moyenne (35 à 60 cm, rarement plus) des versant sur calcaires.
- Complexes des sols sur fortes pentes (20 à 50%), sols calcaires, le plus souvent superficiels et caillouteux.
- Sols sur « arène » calcaire très graveleux et sableux, de profondeur moyenne, développés dans une formation de désagrégation de calcaire oolithique.
- Petites terres graveleuses sur calcaire oolithique, sols superficiels (moins de 30 cm), graveleux et caillouteux.
- Complexes des sols sur formation de pente issue des calcaires oolithiques. Sols de profondeurs (35 à 70 cm), de textures équilibrées, graveleux et caillouteux, le plus souvent très calcaires et très meubles sous cultures.

**Tableau 7 : Caractéristiques des sols (Source : carte des sols de l'Yonne - Noyers)**

| Sol   | Nature                | Profondeur | Pierrosité | Réserve utile |
|---|-----------------------|------------|------------|---------------|
| Petites terres  | Limon argileux        | 20 cm      | 35%        | 25 mm         |
| Terres aubues   | Argile limoneuse      | 25 cm      | 5%         | 40 mm         |
| Petites aubues  | Argile limoneuse      | 10 cm      | 5%         | 15 mm         |
| Complexes des sols calcaires des versants                                   | Argile limoneuse      | 40 cm      | 50%        | 50 mm         |
| Complexes des sols sur fortes pentes  | Argile limoneuse      | 40 cm      | 50%        | 50 mm         |
| Sols sur « arène » calcaire   | Limono-argilo-sableux | 50 cm      | 50%        | 45 mm         |
| Petites terres graveleuses sur calcaire oolithique                          | Limono-argilo-sableux | 50 cm      | 50%        | 45 mm         |
| Complexes des sols sur formation de pentes issues des calcaires oolithiques | Limon Argilo sableux  | 60 cm      | 50%        | 50 mm         |



-  Captage eau potable
-  Bassin versant topographique

0 250 500 750 1000 m

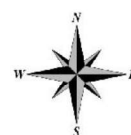










Figure 48 : Carte des sols du bassin versant topographique du captage d'Aisy (Source : D. BAIZE et JP VOILLOT, INRA, 1969, Carte des sols de l'Yonne feuille de Noyers 1/50 000)



|   |  |
|---|--|
|  | « PETITES TERRES ». Sols superficiels, très caillouteux, argilo-limoneux, modérément calcaires, sur calcaires durs.  |
|  | « TERRES D'AUBUES » PEU PROFONDES ou « PETITES AUBUES ». Sols superficiels (moins de 35 cm), caillouteux, non calcaires, argileux ou argilo-caillouteux, sur calcaires durs. Plutôt acides sous forêt, resaturés sous cultures.      |
|  | « PETITES AUBUES » TRÈS PEU PROFONDES. Secteurs où les « petites aubues » font moins de 20 cm de profondeur.   |
|  | COMPLEXE DES SOLS CALCAIRES DES VERSANTS. Sols calcaires, caillouteux et graveleux, argilo-limoneux à limono-argileux, d'épaisseur moyenne (35 à 60 cm, rarement plus) des versants sur calcaires.                                   |
|  | COMPLEXE DES SOLS SUR FORTES PENTES. Sols calcaires, le plus souvent superficiels et caillouteux, des pentes fortes (20 à 50 %).   |
|  | SOLS SUR « ARÈNE » CALCAIRE. Sols très graveleux et sableux, très calcaires, meubles, de profondeur moyenne, le plus souvent développés dans une formation de désagrégation de calcaire oolithique.                                  |
|  | « PETITES TERRES » GRAVELEUSES SUR CALCAIRE OOLITHIQUE. Sols superficiels (moins de 30 cm), graveleux et caillouteux, meubles, très calcaires, sur calcaire oolithique en place.   |
|  | COMPLEXE DES SOLS SUR FORMATION DE PENTE ISSUE DES CALCAIRES OOLITHIQUES. Sols de profondeurs moyennes (35 à 70 cm), de textures équilibrées, graveleux et caillouteux, le plus souvent très calcaires et très meubles sous culture. |

### 4.3.2 CIRCULATION DES EAUX

La problématique de la circulation des eaux concerne à la fois les nitrates et les molécules phytosanitaires susceptibles d'être retrouvées aux captages.

L'eau circulant est le principal vecteur de transfert.

L'eau de pluie, après avoir reconstituée la réserve hydrique du sol et avoir été évapotranspirée par les plantes, est susceptible de :

- Ruisseler en surface par refus d'infiltration (présence d'une croûte de battance, prise en masse) ;
- Ruisseler en surface par saturation en milieu hydromorphe ;
- Ruisseler de manière hypodermique sur un horizon imperméable ;
- S'infiltrer rapidement ;
- Ou S'infiltrer lentement.

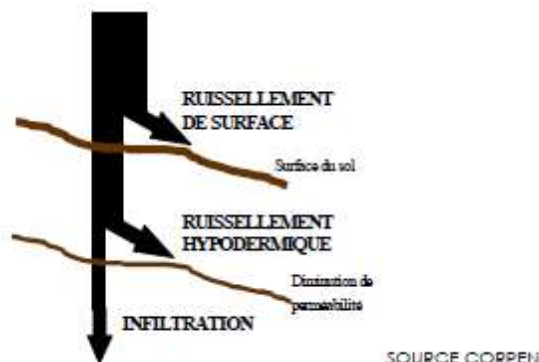


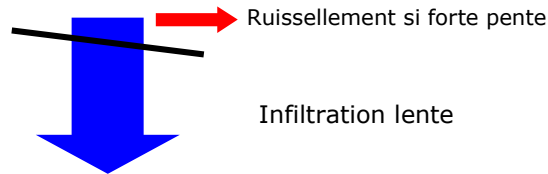
Figure 49 : Mode de circulation des eaux (source : CORPEN)

Les sols du secteur d'étude sont à très faible réserve utile, superficiels et caillouteux.

Ils présentent peu de sensibilité intrinsèque au transfert par ruissellement, de par la texture à tendance argileuse, et de par la pierrosité de surface souvent importante.

Toutefois dans les fortes pentes (> 10%), ils deviennent alors modérément sensibles au ruissellement.

L'eau s'infiltré rapidement (Figure 50). Elle est alors susceptible d'entraîner rapidement nitrates et molécules phytosanitaires.



**Figure 50 : Mode de circulation des eaux dans un sol sensible à l'infiltration (source : SAFEGE)**



### 4.4 CARACTERISATION DE LA PLUVIOMETRIE ET BILAN HYDRIQUE

L'étude des données climatologiques permet de déterminer les grandes périodes de pluies et leurs caractéristiques (infiltrantes ou ruisselantes). L'étude climatique doit aussi orienter l'étude du fonctionnement des aquifères présents et la détermination de l'extension du BAC.

#### 4.4.1 DONNEES METEOROLOGIQUES

D'après la station météorologique de Montbard, les principales caractéristiques du climatiques de l'aire d'alimentation sont :

- Pluviométrie moyenne interannuelle de l'ordre de 861 mm.
- Des précipitations moyennes mensuelles de 72 mm.
- Mois le plus pluvieux (Juillet) avec 95 mm de précipitations moyennes.
- Mois le plus sec (Septembre) avec 60 mm de précipitations moyennes.
- Répartition équilibrée entre les précipitations hivernales (Novembre à Avril) et les précipitations estivales (Mai à Octobre).
- Évapotranspiration potentielle interannuelle de 610 mm.
- Maximum de précipitations de 191 mm en juillet 2014 pour la période 2001-2014.
- Minimum de précipitations de 12 mm en avril 2007 pour la période 2001-2014.

**Tableau 8 : Pluviométrie de Montbard, température et ETP de Montbard (Source : Météo-France)**

| Mois        | Jan  | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil. | Aout | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Total |
|-------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| Pluvio (mm) | 66   | 62   | 70   | 63   | 77   | 60   | 95    | 69   | 60    | 89   | 75   | 82   | 72    |
| Temp. (°C)  | 3.4  | 4.5  | 7.1  | 10.4 | 14.7 | 18.2 | 19.5  | 19.3 | 15.5  | 12.3 | 7.1  | 3.8  | 11.3  |
| ETP (mm)    | 11.1 | 15.8 | 27.4 | 43.8 | 67.6 | 87.9 | 95.5  | 94.5 | 72.1  | 54.2 | 27.7 | 12.7 | 610.3 |

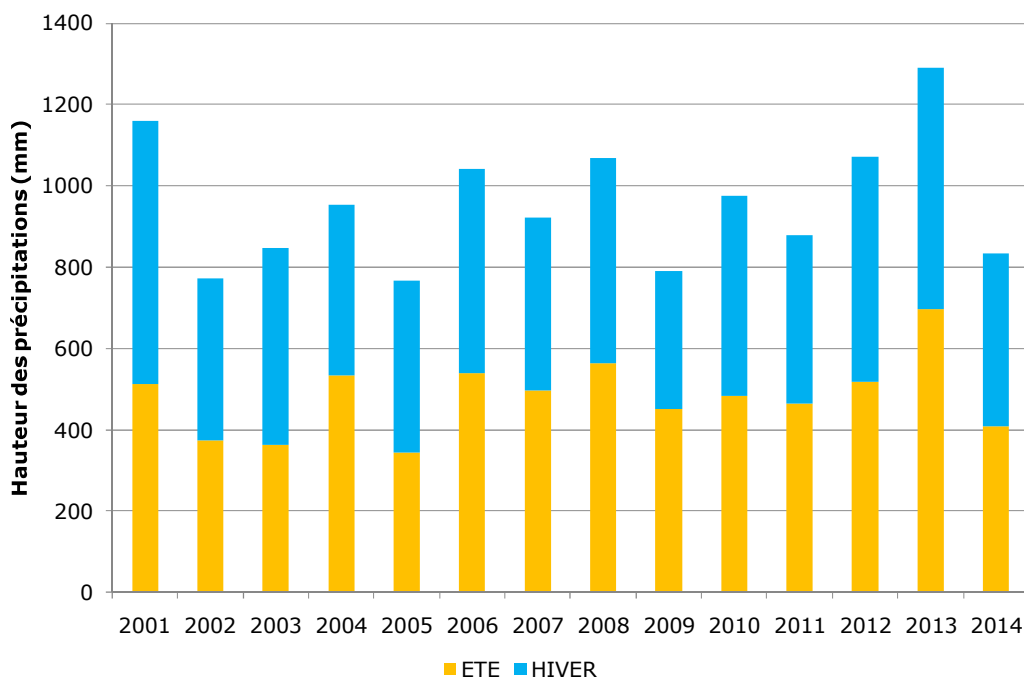


Figure 51 : Chronique des hauteurs de précipitations par cycle hydrogéologique<sup>2</sup> de la station de Montbard de 2001 à 2013 (Source : Météo France)

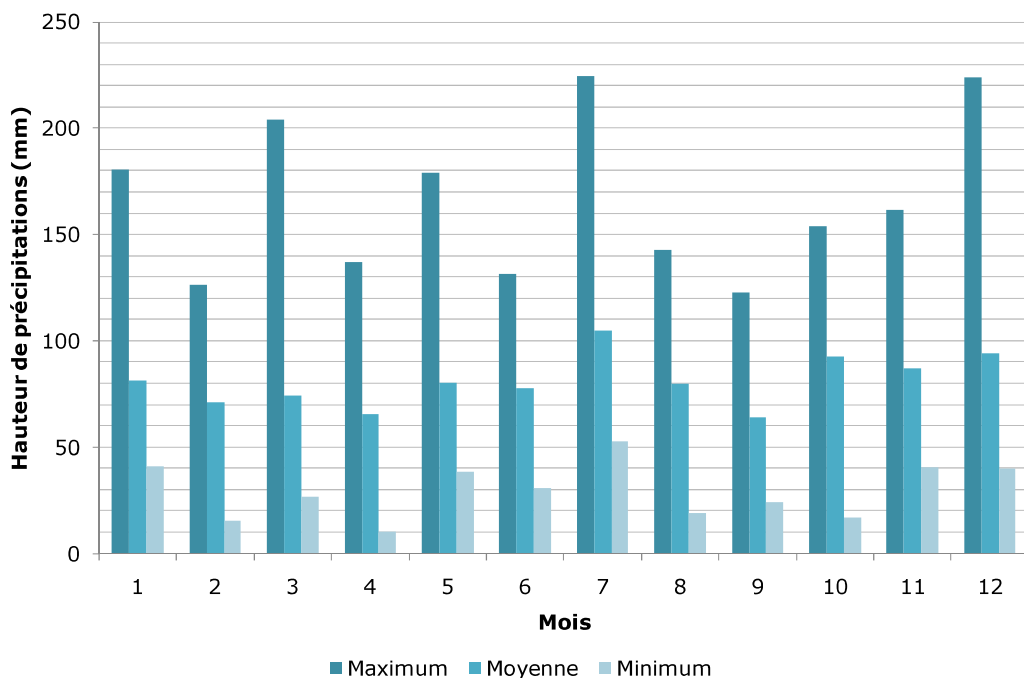


Figure 52 : Statistiques des précipitations mensuelles de la station de Montbard de 2001 à 2013 (Source : Météo France)

<sup>2</sup> Cycle hydrogéologique de l'année N : cumul des précipitations de Novembre (Année N-1) à Novembre (Année N)

### 4.4.2 ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE PAR LA METHODE DE THORNTHWAITE

A partir de ces données brutes et de la méthode de Thornthwaite, nous avons calculé un bilan hydrique mensuel permettant de connaître la pluie efficace, correspondant aux lames d'eau susceptibles d'alimenter le captage.

Un bilan hydroclimatique sur un bassin versant consiste à dresser le bilan des entrées et des sorties d'eau de ce système. Il peut se résumer par la relation suivante :

$$P = ETR + Q$$

avec

P = précipitations (mm)

ETR = évapotranspiration réelle (mm)

Q = pluie efficace correspondant à la somme de R (ruissellement) + I (infiltration),

P constituant le terme entrant (E) et ETR, I et R constituant les termes sortants (S), ce bilan peut se révéler :

- équilibré, si  $(E) = (S)$
- déficitaire, si  $(E) < (S)$ , ce qui se traduira par un appauvrissement de la réserve globale en eau.
- ou enfin excédentaire, si  $(E) > (S)$ , ce qui permettra une recharge de l'aquifère.

Le calcul du bilan hydroclimatique nécessite en premier lieu d'estimer l'évapotranspiration réelle (ETR). Celle-ci se détermine à partir des valeurs mensuelles de d'ETP et de la pluviométrie P (méthode de Thornthwaite).

Nous admettons que les premières couches du sol et du sous-sol contiennent un stock optimum d'eau (soit la portion de réserve hydrique mobilisable, RFU) qu'il faut reconstituer avant qu'il puisse y avoir ruissellement, et dont une partie est mobilisée par l'ETP en cas de déficit pluviométrique.

Plusieurs cas de figures se posent :

- Si  $P > ETP$ , on admet qu'il y a suffisamment d'eau disponible, et dès lors  $ETR = ETP$ .
- Si  $P < ETP$ , on admet que toute la pluie est reprise par l'évaporation. La valeur d'ETR se situera alors entre la valeur d'ETP (valeur maximale), et la valeur des précipitations (valeur minimale). C'est ensuite la réserve hydrique mobilisable stockée dans le sol, la RFU, qu'il faut estimer et qui déterminera la valeur définitive de l'ETR.

La RFU dépend des caractéristiques du sol. Sa « capacité » a été fixée ici à une valeur moyenne de 50 mm.

# RAPPORT

## Etude de l'aire d'alimentation du captage d'Aisy-sur-Armançon (89)

Le bilan hydrique mensuel de la zone d'étude, calculé par la méthode de Thornthwaite est :

**Tableau 9 : Bilan hydrique de la Station de Montbard (Source : Météo-France)**

| Mois                              | Jan  | Fév. | Mars | Avr. | Mai  | Juin | Juil. | Aout | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. | Total |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|
| Pluvio (mm)                       | 66   | 62   | 70   | 63   | 77   | 60   | 95    | 69   | 60    | 89   | 75   | 82   | 72    |
| Temp. (°C)                        | 3.4  | 4.5  | 7.1  | 10.4 | 14.7 | 18.2 | 19.5  | 19.3 | 15.5  | 12.3 | 7.1  | 3.8  | 11.3  |
| ETP (mm)                          | 11.1 | 15.8 | 27.4 | 43.8 | 67.6 | 87.9 | 95.5  | 94.5 | 72.1  | 54.2 | 27.7 | 12.7 | 610.3 |
| Stock optimum en fin de mois (mm) | 50   | 50   | 50   | 50   | 50   | 22.1 | 21.6  | 0    | 0     | 34.8 | 50   | 50   |       |
| ETR                               | 11.1 | 15.8 | 27.4 | 43.8 | 67.6 | 87.9 | 95.5  | 94.5 | 72.1  | 54.2 | 27.7 | 12.7 | 610.3 |
| Peff (mm)                         | 54.9 | 46.2 | 42.6 | 19.2 | 9.4  | 0    | 0     | 0    | 0     | 0    | 32.1 | 69.3 | 315.7 |

La pluviométrie efficace annuelle moyenne est de 315.7 mm par an.

### 4.4.3 CALAGE DE LA TAILLE APPROXIMATIVE DE L'AAC

D'après le suivi du trop-plein du captage d'Aisy, nous pouvons évaluer la surface théorique de l'aire d'alimentation de captage à partir des débits caractéristiques obtenus.

**Tableau 10 : Estimation de la surface théorique de l'aire d'alimentation**

|                              | Débit                | Volume annuel              | Pluie       | Surface théorique |
|------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------|-------------------|
| Scénario moyen (débit moyen) | 65 m <sup>3</sup> /h | 569 790 m <sup>3</sup> /an | 315.7 mm/an | 180.5 ha          |

**La surface théorique moyenne du bassin d'alimentation de captage est d'environ 180 ha.**

## 5 CARACTERISATION DE L'AIRE D'ALIMENTATION DE CAPTAGE

Pour rappel, le guide méthodologique des délimitations des aires d'alimentation de captage recommande « *d'assurer la cohérence entre la délimitation de l'AAC et la délimitation des périmètres de protection. Ces derniers, y compris le périmètre de protection éloigné, doivent être inclus dans l'AAC.* »

### 5.1 DELIMITATION

La délimitation du bassin d'alimentation du captage d'Aisy validée par le comité de pilotage est la suivante.

La limite de 1 vers 2 (Est) du bassin d'alimentation correspond au contact de la formation aquifère captée, les calcaires de compact, avec les marnes imperméables du Bajocien. Elle est située en aval hydraulique de la source. Il s'agit de la partie aval du bassin topographique local. L'indice de confiance de cette limite 1-2 présente une faible incertitude.

**Le comité de pilotage a confirmé l'extension de la limite de l'aire d'alimentation de captage aux limites du périmètre de protection éloignée actuel et du projet d'extension du périmètre éloignée conformément aux préconisations du guide méthodologique des AAC.**

La limite de 2 vers 3 (Sud) correspond au bassin versant de la Combe Voisvins. Cette vallée sèche est l'indice d'un niveau de fracturation plus élevé des calcaires. Le rôle cette vallée sèche sur la contribution à l'alimentation de la source n'est pas connue. L'indice de confiance de cette limite 2-3 présente une forte incertitude.

**Le comité de pilotage a confirmé l'extension de la limite de l'aire d'alimentation de captage aux limites du projet d'extension du périmètre de protection éloignée conformément aux préconisations du guide méthodologique des AAC.**

La limite 3 vers 4 (Ouest) correspond à la partie amont du bassin versant topographique local de la source, soit la crête topographique du bassin versant. L'indice de confiance de cette limite 3-4 est présente une faible incertitude.

**Le comité de pilotage a confirmé l'extension de la limite de l'aire d'alimentation de captage aux limites du projet d'extension du périmètre de protection éloignée conformément aux préconisations du guide méthodologique des AAC.**

La limite 4 vers 1 (Nord) correspond la limite nord du bassin versant topographique. L'indice de confiance de cette limite 4-1 présente une faible incertitude.

**Le comité de pilotage a confirmé l'extension de la limite de l'aire d'alimentation de captage aux limites du projet d'extension du périmètre de protection éloignée conformément aux préconisations du guide méthodologique des AAC.**

Le bassin d'alimentation hydrogéologique du captage correspond approximativement au bassin topographique des périmètres de protection du captage.



Cependant, le traçage réalisé depuis la carrière de Buffon en avril 2015 dans des conditions de crue de l'Armançon et de hautes eaux souterraines laisse penser la rive droite de l'Armançon peut contribuer à l'alimentation du captage d'Aisy en conditions exceptionnelles. Le traçage réalisé en 2016 n'a pas permis de confirmer cette relation.

L'aire d'alimentation représente une superficie d'environ 490 ha, supérieure à la surface théorique nécessaire à l'alimentation moyenne du captage estimée à environ 180 ha.



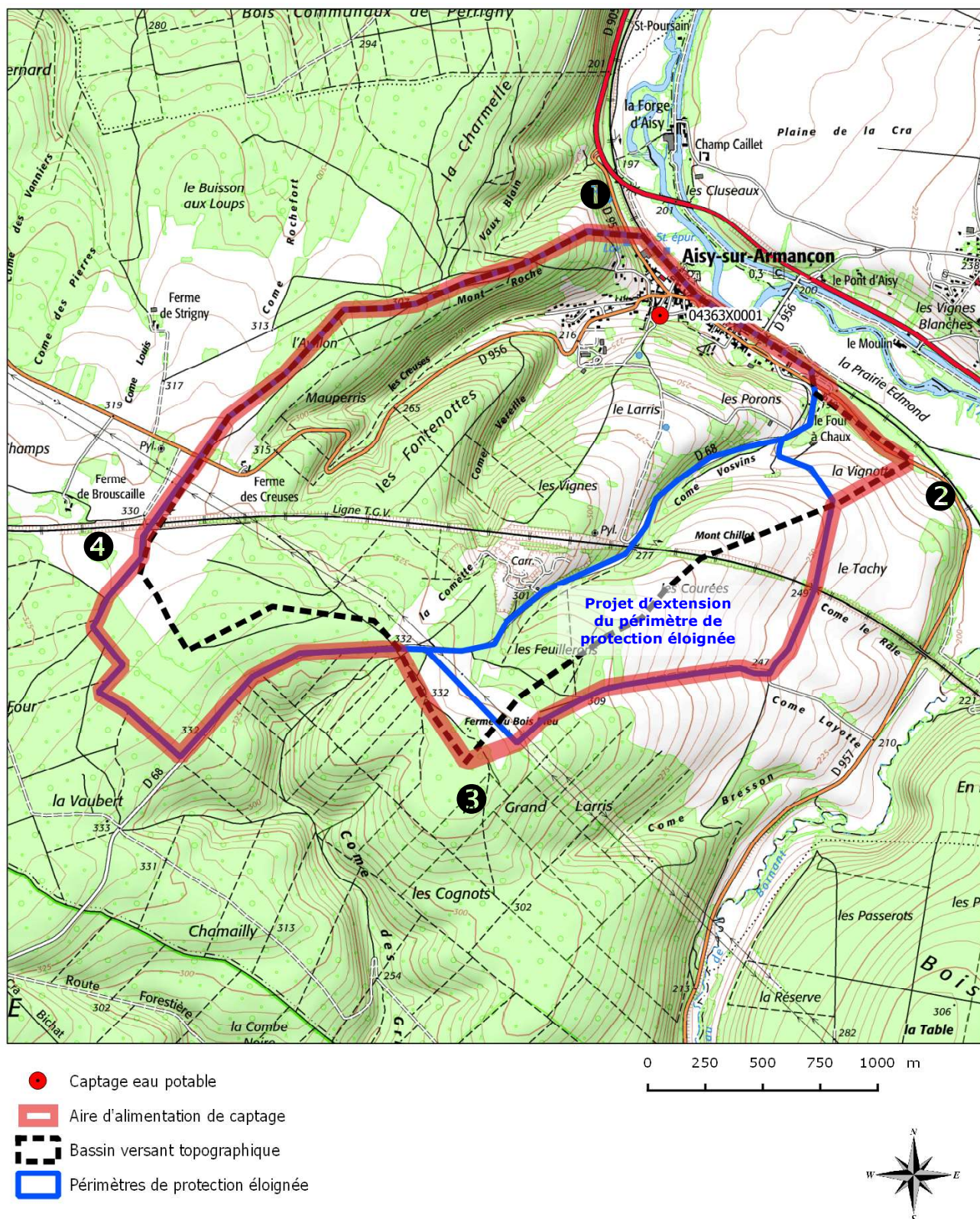


Figure 53 : Délimitation du bassin d'alimentation de la source Fontaine du lavoir



### 5.2 SCHEMA CONCEPTUEL DU FONCTIONNEMENT HYDROGEOLOGIQUE

Le captage « La Fontaine du Lavoir » est une source de débordement des calcaires compacts et « grande oolithe » du Bathonien supérieur et moyen (75 m en moyenne).

Les calcaires du Bathonien constituent le principal aquifère du secteur. Il s'agit d'un aquifère caractérisé par une circulation des eaux souterraines de type karstique. Ce type d'aquifère est généralement caractérisé par des vitesses d'écoulement rapides, des débits très fluctuants avec des pics de turbidité importants en période pluvieuse.

Les eaux pluviales s'infiltrent rapidement dans les sols caillouteux du plateau et des versants et rejoignent directement les fissures des calcaires au sein desquelles elles circulent plus ou moins facilement. Leur descente vers la profondeur est fortement ralentie, voire stoppée, au toit des formations plus argileuses à *Ostrea accuminata*.

Ainsi se crée, dans les calcaires qui les surmontent, une nappe karstique dont les exutoires sont situés près du contact géologique calcaires/marnes.

La vallée de l'Armançon joue un rôle de drain général.

Dans le sens horizontal, l'écoulement des eaux souterraines est guidé d'une part par le plongement général des couches et d'autre part par les fractures qui affectent l'ensemble des formations. De ce fait, le bassin d'alimentation potentiel de la source captée est à rechercher dans le secteur compris entre le sud et l'ouest de la source.

Les débordements du captage sont dus à la mise en charge de l'eau du karst à l'amont d'une formation peu perméable. L'étude du trop-plein par le BRGM a précisé ce fonctionnement : il est considéré que la nappe est captive en aval de la source au moins en partie sous les argiles sableuses des formations cryoclastiques. Cette situation irait dans le sens d'une relation directe entre les calcaires Bathonien de la rive droite et de la rive gauche de l'Armançon selon certaines conditions hydrogéologiques, d'autant plus que cette formation cryoclastique existe de part et d'autre des alluvions de l'Armançon.

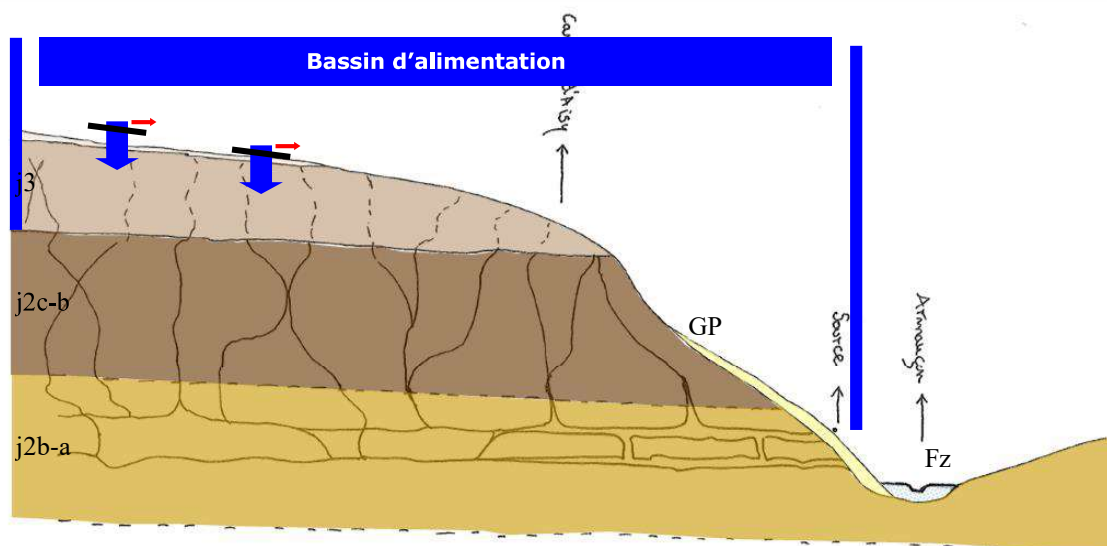


Figure 54 : Schéma de fonctionnement du bassin d'alimentation de captage

## 6 CARACTERISATION DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE DE L'AIRES D'ALIMENTATION

### 6.1 JUSTIFICATION DE LA METHODE RETENUE

Conformément à la caractérisation du fonctionnement hydrogéologique du bassin d'alimentation de captage, la typologie du système aquifère capté est considérée **comme un système aquifère discontinu karstique unaire avec temps de retard.**

Le guide méthodologique préconise dans ce cas d'utiliser la méthode PaPRIKa.

La méthode PaPRIKa est une méthode de cartographie de la vulnérabilité aussi bien de la ressource que du captage (source ou forage). Cette méthode combine quatre critères à savoir : le critère protection vis-à-vis de l'infiltration (P) qui est la combinaison des (sous-)critères E (épikarst), S (sol), et ZNS (zone non saturée), le critère nature de la roche du réservoir (R), le critère infiltration (I) et le critère karstification (K) (Dörfliger & Plagnes 2009, Dörfliger et al. 2009b).

Les critères sont regroupés en deux catégories : des critères associés à la structure de l'aquifère karstique (P et R) et des critères liés au fonctionnement hydrogéologique (I et K).

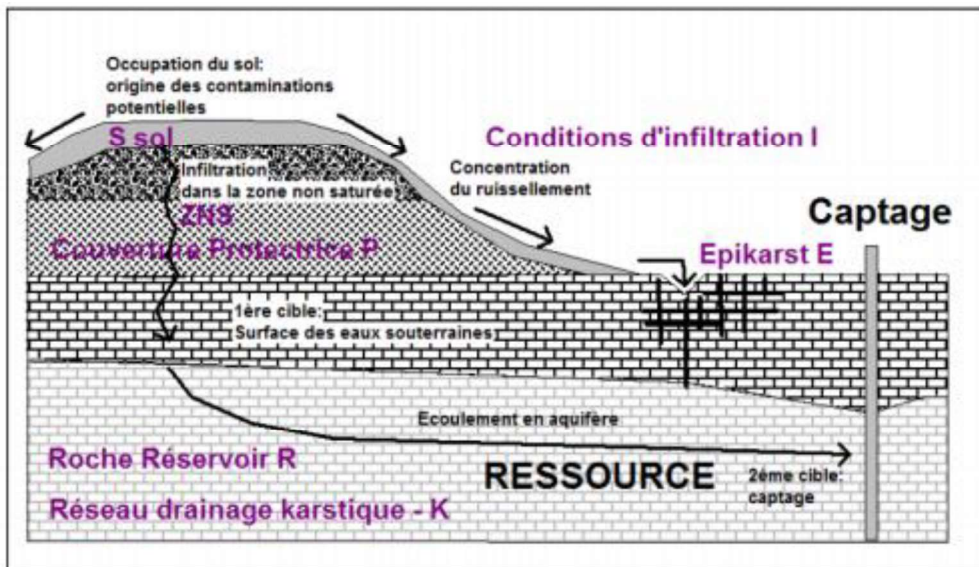


Figure 55 : Schéma conceptuel d'un aquifère karstique avec le positionnement des différents critères utilisés pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque (Dörfliger & Plagnes 2009)

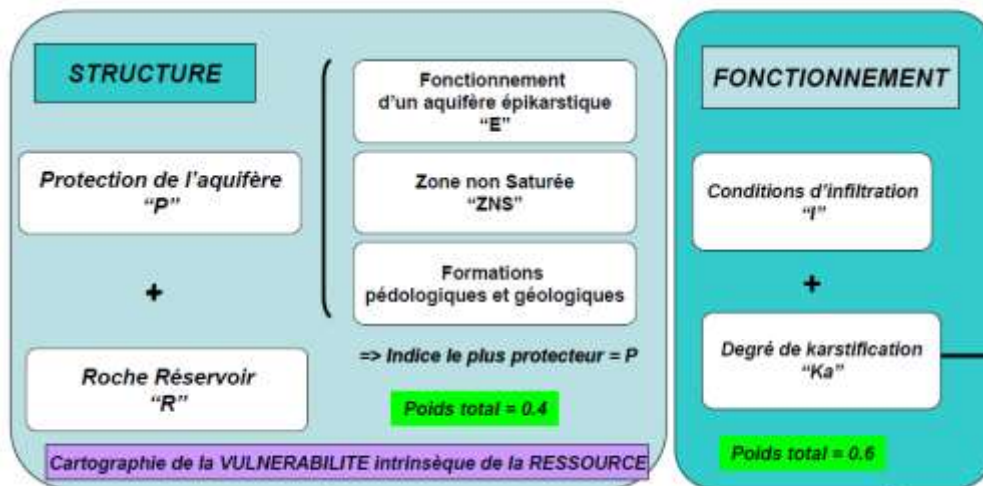


Figure 56 : Organisation des différents critères de la méthode PaPRIKa en fonction de la structure et du fonctionnement des aquifères karstiques

Le calcul de la vulnérabilité globale (Vg) se fait sur la base de la formule suivante:

$$\text{Indice de vulnérabilité } Vg = iI + rR + pP + kK$$

La somme des poids (i, r, p, k) est égale à 1.

Un site avec un **indice de vulnérabilité faible** n'est pas à l'abri d'une contamination, mais il est moins vulnérable à la contamination par rapport à un site ayant un indice élevé (Osborn et al., 1998). La vulnérabilité est donc différente du risque.

La cartographie de la **vulnérabilité** est réalisée à partir d'une discrétisation de l'aire d'alimentation au pas de 50 m.

Dans le cas du captage, le caractère karstique n'est pas toujours établi ou dont les écoulements rapides ne sont pas prépondérants. L'utilisation des méthodes applicables pour les aquifères fissurés et karstiques nécessite la connaissance des discontinuités et/ou du degré de karstification. Les données structurales et karstiques n'étant pas homogènes à l'échelle de la zone d'étude.

SAFEGE a préconisé d'utiliser la méthode DRASTIC simplifiée du BRGM, s'appliquant à tout type d'aquifère.

SAFEGE a proposé une méthode de caractérisation de la vulnérabilité adaptée au contexte local et à la connaissance disponible. La méthode adaptée est donc composée de 5 paramètres dont les pondérations redistribuées varient de 15 à 35% selon leur importance. Les paramètres retenus sont les suivants.

Considérant que l'AAC est très restreinte, l'indice IDPR<sup>3</sup> n'est pas adapté. Il a été remplacé d'infiltration estimé à partir de la pente topographique.

<sup>3</sup> IDPR : indice de développement et de persistance des réseaux



A la demande du comité de pilotage, SAFEGE propose de prendre en compte le paramètre infiltration

**Tableau 11 : Paramètres de la méthode adaptée**

| Sigle      | Paramètre                       | Propriétés  | Poids |
|------------|---------------------------------|---|-------|
| <b>S</b>   | Sol                             | Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus l'absorption des métaux et des cations est importante, et plus la vulnérabilité est faible.  | 25%   |
| <b>I</b>   | Infiltration                    | Plus l'infiltration sera importante, plus les polluants potentiels seront mobilisés   | 30%   |
| <b>P</b>   | Pluie efficace                  | Plus la pluie efficace sera importante plus la fraction de pluie donnant lieu à l'écoulement superficiel ou souterrain sera importante, plus les polluants potentiels seront mobilisés  | 10%   |
| <b>ZNS</b> | Épaisseur de la zone non saturé | Plus cette profondeur est élevée, plus le contaminant met de temps pour atteindre la surface piézométrique, et plus il peut être adsorbé ou dégradé. L'épaisseur de zone non saturé retarde le polluant et diminue la vulnérabilité   | 20%   |
| <b>K</b>   | Perméabilité de l'aquifère      | Caractérisée par la granulométrie des terrains saturés ou leur degré de fissuration. Elle intervient dans le piégeage du polluant qui peut s'échapper au pouvoir d'absorption du sol. Plus ce paramètre est grand, plus le transfert du polluant est rapide et la vulnérabilité élevée. | 15%   |

Ainsi, l'indice de vulnérabilité correspond à la formule suivante :

$$\text{Indice de vulnérabilité} = 0,25S + 0,3I + 0,10P + 0,2ZNS + 0,15K$$

La somme des poids (S, I, P, ZNS, K) est égale à 1.

## 6.2 DESCRIPTION DES PARAMETRES RETENUS

Les cartes par paramètre sont détaillées en annexe 4.

### 6.2.1 PARAMETRE S COUVERTURE PEDOLOGIQUE DES SOLS

D'après le guide méthodologique, la couverture pédologique des sols doit être considérée comme :

« Le sous-critère S représente la partie supérieure de la couche du terrain qui contribue à la protection de la ressource vis-à-vis d'une infiltration diffuse ou accidentelle de pollution. La couche S protectrice est donc représentée, soit par la couverture pédologique (sol), soit par les formations superficielles géologiques.

La détermination de ce critère se fait de la même manière que pour les milieux continus. »

Les sols ont une importance particulière pour la vulnérabilité. On retient surtout leur capacité d'adsorption et de rétention de l'eau. Cette capacité induit une forte dégradation des polluants organiques par l'activité bactérienne qui est maximale dans le sol. La réutilisation de l'azote est elle aussi conditionnée par cette capacité de rétention.

Dans le calcul de **la vulnérabilité des sols**, la classification des sols est approchée à travers la méthode proposée par le BRGM.

**Tableau 12 : Classification des sols (Source : BRGM)**

|            |               | Texture       |              |              | Nature du sol    |    |    |    |    |
|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------------|----|----|----|----|
|            |               | 1<br>(argile) | 2<br>(limon) | 3<br>(sable) | inconnue         | 1  | 2  | 3  |    |
| % cailloux | 1<br>(0-15%)  | 1             | 1            | 2            | 1<br>(>100cm)    | S1 | S1 | S2 | S3 |
|            | 2<br>(15-60%) | 1             | 2            | 3            | 2<br>(20-100 cm) | S2 | S2 | S3 | S4 |
|            | 3<br>(>60%)   | 2             | 3            | 3            | 3<br>(0-20cm)    | S3 | S3 | S4 | S4 |
|            |               |               |              |              | 4<br>nulle       | S4 | S4 | S4 | S4 |

**Tableau 13 : Qualification des sols concernés par l'aire d'alimentation de captage**

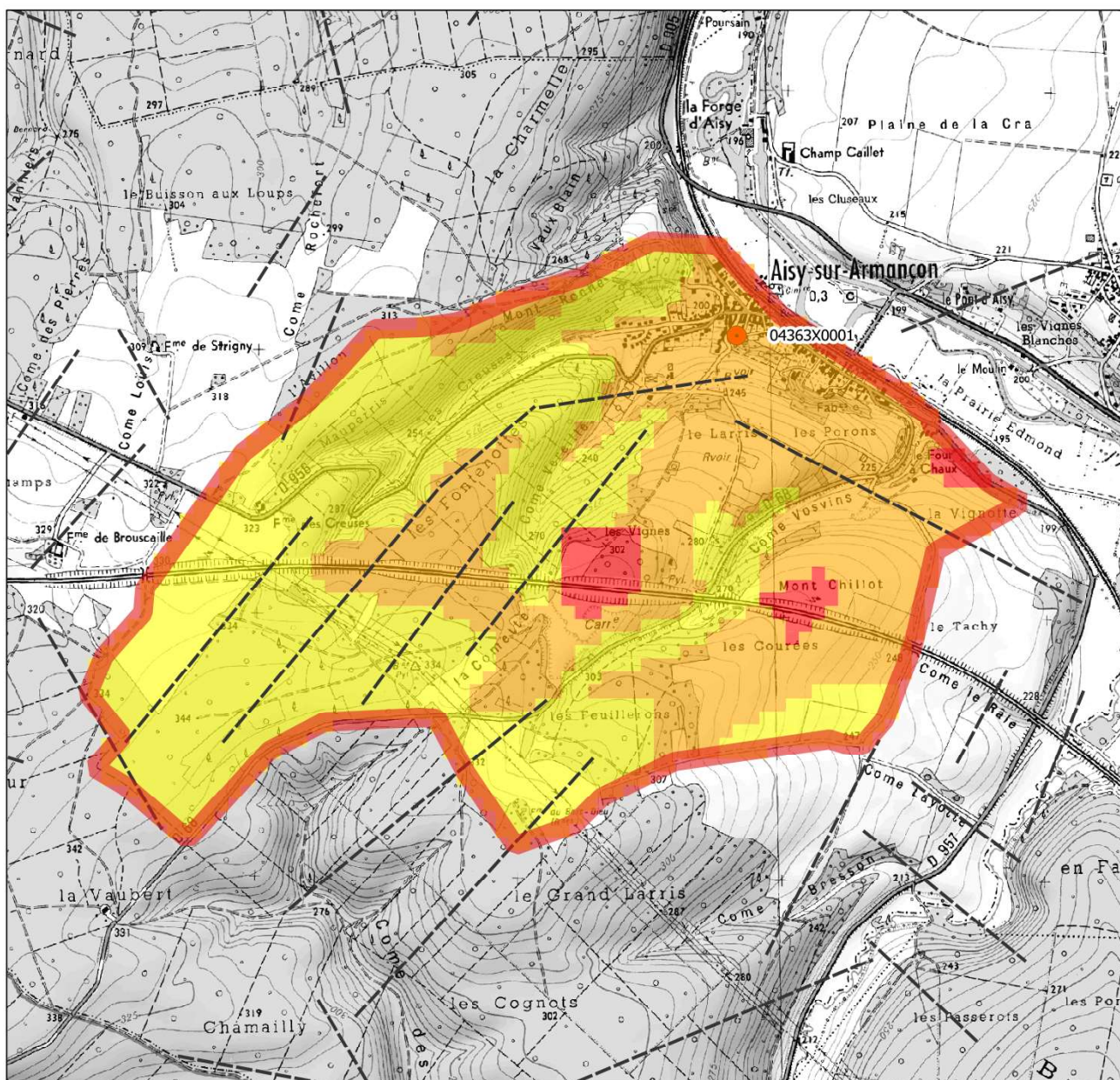
| Sol   | % cailloux | Texture | Nature du Sol | Epaisseur | Indexation du critère S |
|---|------------|---------|---------------|-----------|-------------------------|
| Petites terres  | 35%        | 2       | 2             | 20 cm     | S4                      |
| Petites aubues  | 5%         | 1       | 1             | 10 cm     | S3                      |
| Complexes des sols calcaires des versants                                   | 50%        | 1       | 1             | 40 cm     | S2                      |
| Complexes des sols sur fortes pentes  | 50%        | 1       | 1             | 40 cm     | S2                      |
| Sols sur « arène » calcaire   | 50%        | 2       | 2             | 50 cm     | S3                      |
| Petites terres graveleuses sur calcaire oolithique                          | 50%        | 2       | 2             | 50 cm     | S3                      |
| Complexes des sols sur formation de pentes issues des calcaires oolithiques | 50%        | 2       | 2             | 60 cm     | S3                      |

D'après la carte de Noyers, ces unités topologiques de sol ont donné une classe de vulnérabilité de 2 à 3, d'après le tableau de la notation de la vulnérabilité pour la couverture protectrice des sols.

**Tableau 14 : Note de vulnérabilité pour la couverture protectrice (Source : BRGM)**

| Sol | Note                           |
|-----|--------------------------------|
| S0  | 0 - Très faiblement vulnérable |
| S1  | 1 - Faiblement vulnérable      |
| S2  | 2 - Moyennement vulnérable     |
| S3  | 3 - Fortement vulnérable       |
| S4  | 4 - Très fortement vulnérable  |

Selon le paramètre sol, l'aire d'alimentation est classée moyennement à très fortement vulnérable.



- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m

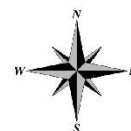


Figure 57 : Paramètre S couverture des sols



### 6.2.2 PARAMETRE I INFILTRATION

Le paramètre I permet de prendre en compte les conditions d'infiltration.

Les conditions d'infiltration dépendent d'un part de la pente et d'autre part de l'occupation et de la nature du sol. Plus la pente est importante et le sol argileux, plus l'infiltration sera faible.

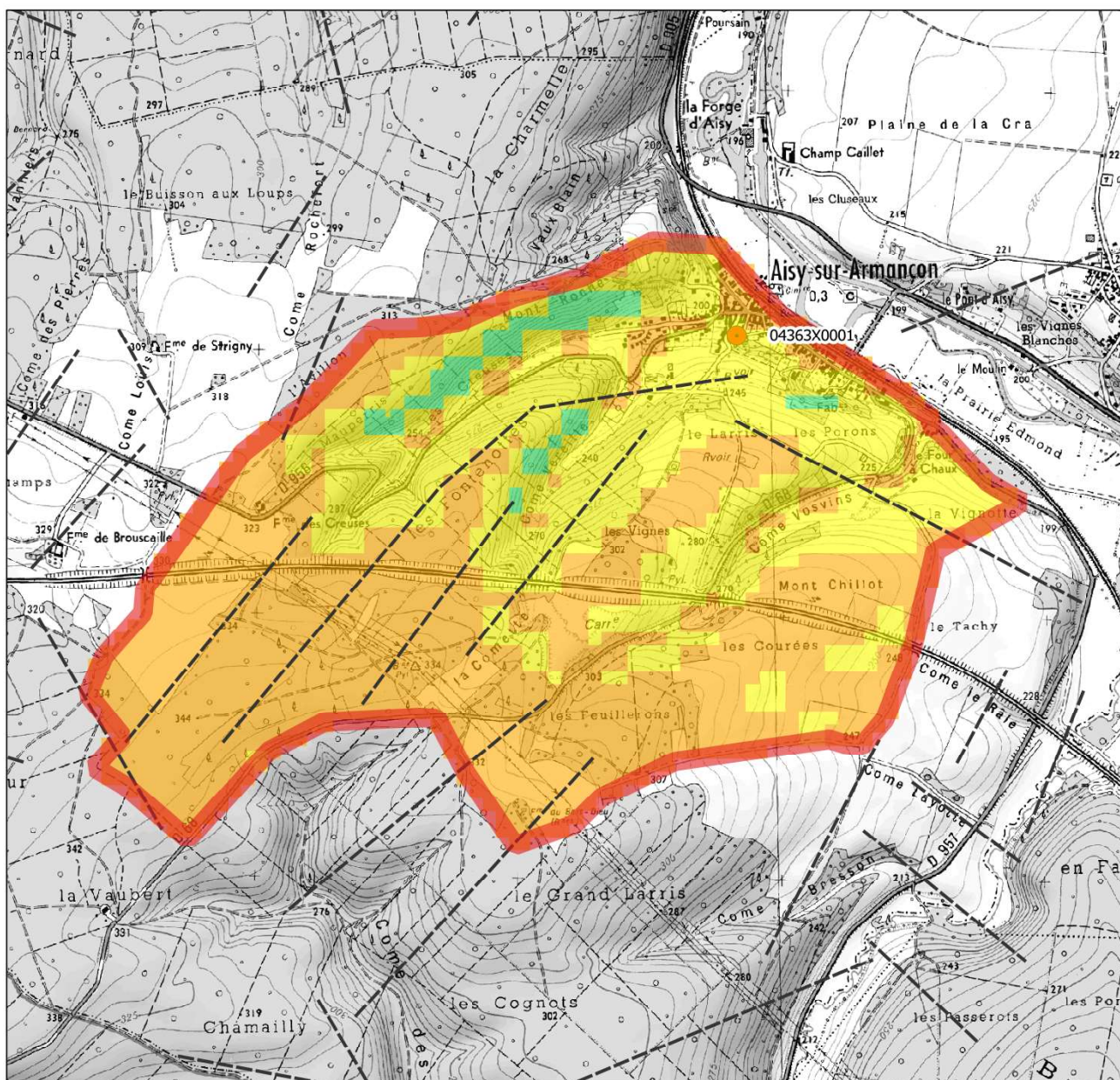
**Tableau 15 : Indexation du critère I conditions d'infiltrations**

| Indice | Description   |
|--------|---|
| I0     | Cette classe regroupe les zones de l'aire d'alimentation où les pentes sont très fortes (>50%), induisant un ruissellement de l'eau très important hors de l'AAC et une infiltration faible |
| I1     | Zones où les pentes sont fortes (15-50%) favorisant grandement le ruissellement hors de l'AAC et une infiltration faible  |
| I2     | Zones de l'aire d'alimentation où la pente est moyenne (5-15%) et/ou zones où le ruissellement est limité en terrain carbonatés. (ex. vallées sèches...)                                    |
| I3     | Zones de faibles pentes (0-5%) où le ruissellement est limité et l'infiltration beaucoup plus forte.  |
| I4     | Infiltration concentrée au niveau des pertes.   |

Dans le cas du captage, la pente a été calculée à partir de la base de données BDALTI 75 m et discrétisée au pas de 50 m.

L'aire d'alimentation de captage est majoritairement classée en index I3 où l'infiltration est beaucoup plus forte. Quelques zones sont classées en index I2 au droit des combes.





- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



**Figure 58 : Paramètre I conditions d'infiltrations**

### 6.2.3 PARAMETRE P PLUIE EFFICACE

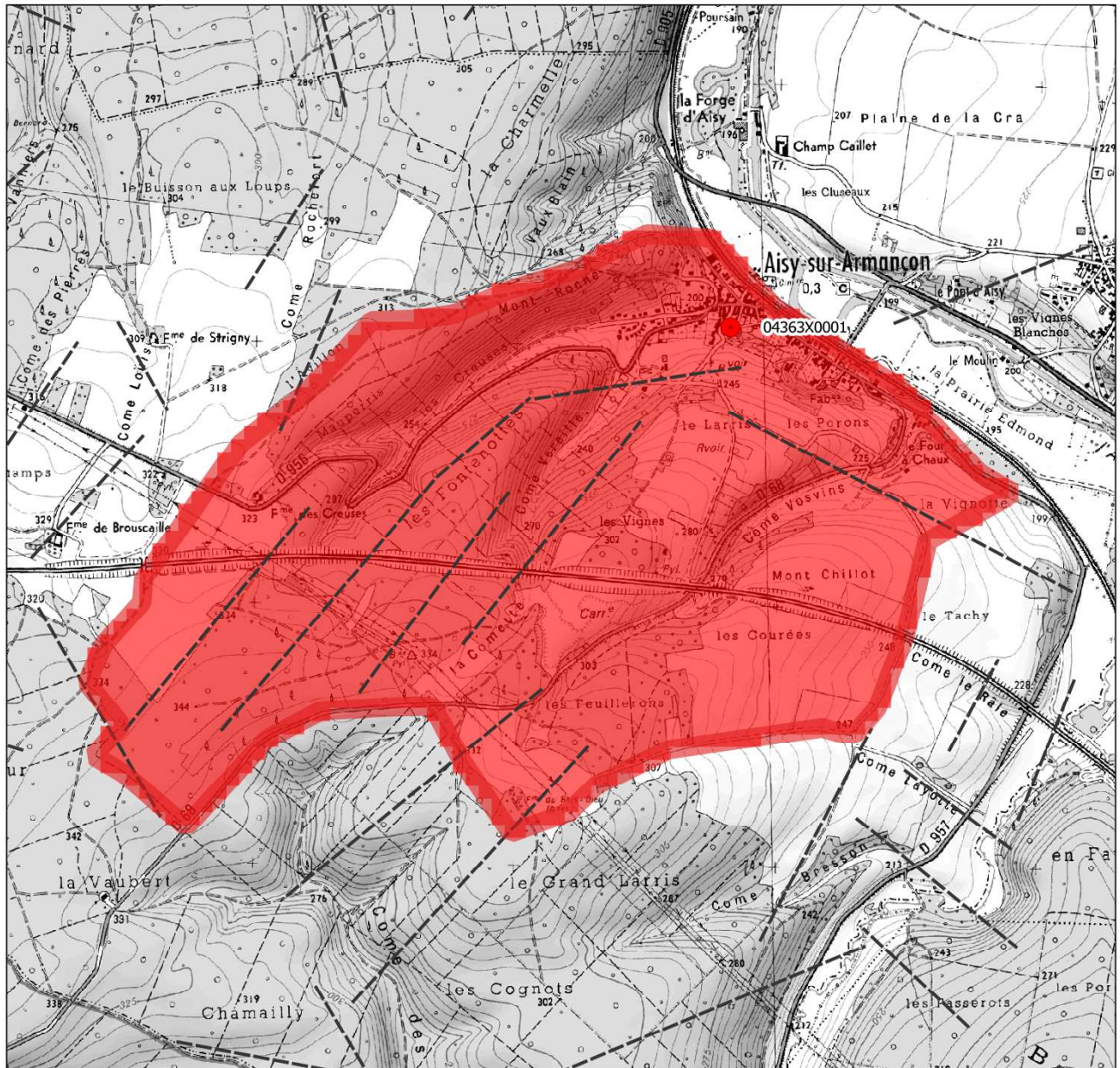
Conformément à la caractérisation du bilan hydrique, la pluie efficace des sols de l'aire d'alimentation est en moyenne de 315,7 mm par an.

**Tableau 16 : Note de vulnérabilité pour la pluie efficace (Source : BRGM)**

| Pluie efficace (mm) | Note                           |
|---------------------|--------------------------------|
| <50                 | 0 - Très faiblement vulnérable |
| 50-100              | 1 - Faiblement vulnérable      |
| 100-200             | 2 - Moyennement vulnérable     |
| 200-300             | 3 - Fortement vulnérable       |
| >300                | 4 - Très fortement vulnérable  |

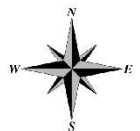
Selon le paramètre pluie efficace, l'aire d'alimentation est classée très fortement vulnérable.





- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



**Figure 59 : Paramètre P pluie efficace**

### 6.2.4 PARAMETRE ZNS ZONE NON SATUREE

La zone non saturée de l'aquifère assure le transfert de l'eau infiltrée vers la zone non saturée, lieu des écoulements souterrains. La lithologie ; l'épaisseur ainsi que le degré de fracturation/fissuration vont influencer la vitesse de transfert. La vulnérabilité sera d'autant plus importante que la roche est calcaire, l'épaisseur est faible et la fissuration importante.

**Tableau 17 : Description de la lithologie de la zone non saturée**

|              |   |
|--------------|---|
| <b>Lzns0</b> | Couches d'argiles de forte épaisseur                          |
| <b>Lzns1</b> | Marno-calcaires, craie  |
| <b>Lzns2</b> | Calcaires en petits bancs et/ou avec intercalations d'argiles |
| <b>Lzns3</b> | Calcaires en gros bancs massifs                               |

Lorsque la zone non saturée est caractérisée par un ensemble hétérogène de lithologies différentes, on retiendra l'indice de la lithologie qui assure la plus grande protection.

En l'absence d'information sur la piézométrie de la nappe captée, l'épaisseur de la zone non saturée est estimée par défaut en appliquant un gradient hydraulique moyen supposé connu à partir de la cote altimétrique de l'exutoire.

Par exemple : Si la cote de l'exutoire est de 100 m NGF, que le gradient hydraulique est de 1%, et que l'altitude du sol, à 1 km en amont de l'exutoire est de 120 m NGF, l'épaisseur de la ZNS en ce point sera approximativement de 10 m.  $Ep. ZNS = 120 - (100 + (1000 * 0.01)) = 10 \text{ m}$ .

Dans le cas de la source, la cote de la source est de 200 m NGF et le gradient hydraulique n'est pas connu. Par hypothèse, nous retiendrons une valeur de 1%.

Trois classes d'épaisseur de la zone non saturée sont proposées : (i) < 15 mètres, (ii) de 15 à 50 mètres et (iii) 50 mètres et supérieur.

Le degré de fracturation est caractérisé en considérant des zones d'affleurements et les zones de failles.

Le critère ZNS est ainsi représenté sous forme de 5 classes, résultant de la combinaison des paramètres exposés ci-dessus (lithologie, épaisseur et fracturation).

**Tableau 18 : Indexation du paramètre ZNS en croisant les trois paramètres : épaisseur, lithologie, fracturation**

| Zone non saturée (ZNS) |                           | Epaisseur |           |        |
|------------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------|
|                        |                           | <15 m     | 15 – 50 m | > 50 m |
| Fracturation           | Faible-moyenne            | Lzns+1    | Lzns      | Lzns   |
|                        | Importante                | Lzns+1    | Lzns+1    | Lzns   |
|                        | Forte au niveau de faille | 4         | 4         | 4      |

Dans le cas du captage, nous avons retenu :

- une lithologie de la zone non saturée est de type marno-calcaire, soit un index de type Lzns1.
- La fracturation est de type forte au droit des failles identifiées par photographie aérienne et importante pour le reste du d'aire d'alimentation de captage.
- L'épaisseur de la zone non saturée est estimée à partir de la cote du captage (200 m NGF) et d'un gradient hydraulique de 1% (hypothèse retenue).





- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



**Figure 60 : Paramètre ZNS zone non saturée**

### 6.2.5 PARAMETRE K PERMEABILITE DE L'AQUIFERE

La perméabilité comporte des notes de vulnérabilité définies par la méthodologie BRGM pour les aquifères continus.

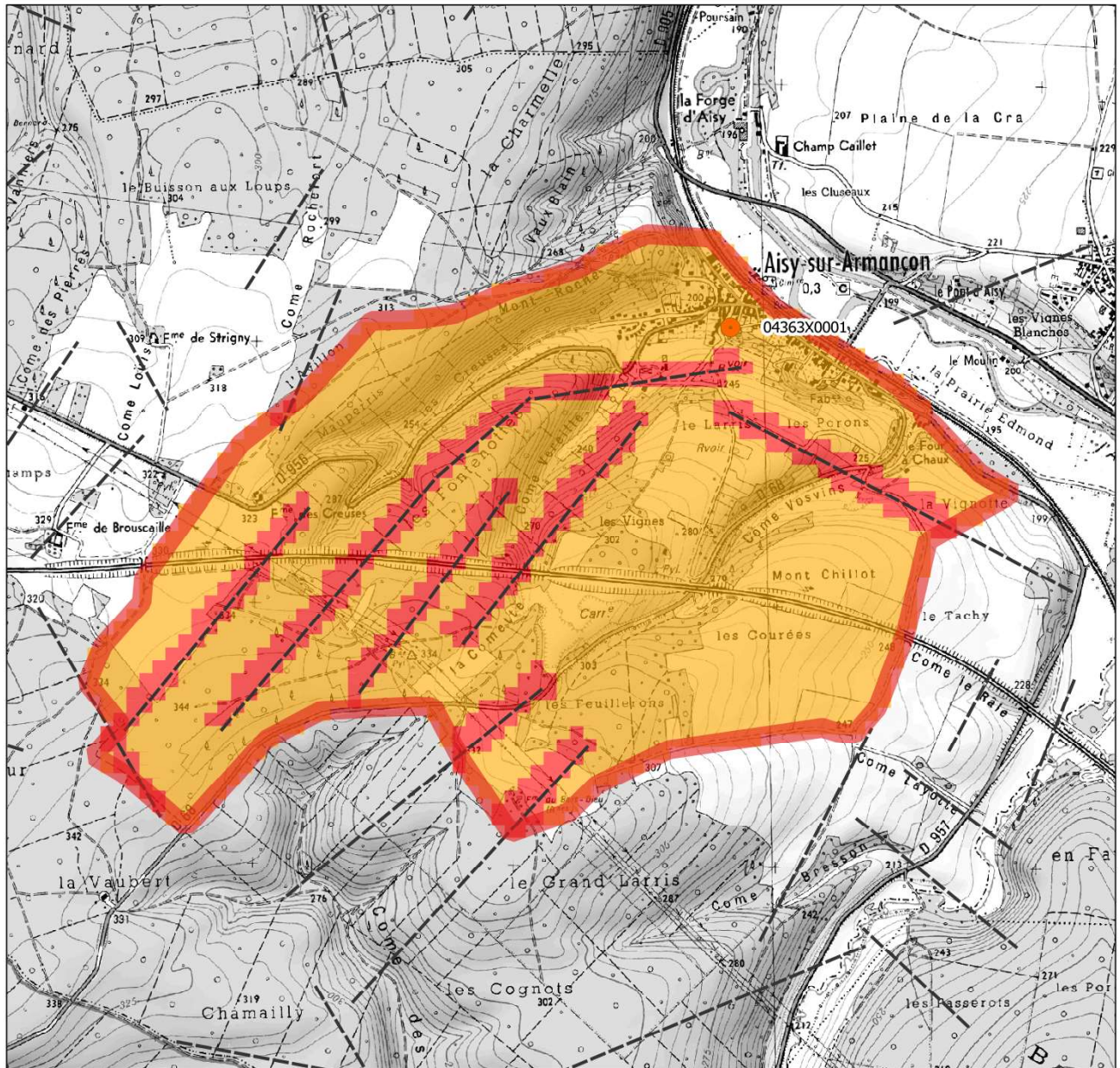
**Tableau 19 : Indexation du paramètre K perméabilité de l'aquifère**

| Perméabilité de l'aquifère | Note  |
|----------------------------|---|
| $10^{-7} > K$              | 0 - Très faiblement vulnérable                                    |
| $10^{-5} > K > 10^{-7}$    | 1 - Faiblement vulnérable   |
| $10^{-4} > K > 10^{-5}$    | 2 - Moyennement vulnérable  |
| $10^{-3} > K > 10^{-4}$    | 3 - Fortement vulnérable (zone de fissuration)                    |
| $K > 10^{-3}$              | 4 - Très fortement vulnérable (zone de fracturation ou de faille) |

Dans le cas du captage, en l'absence d'information sur la perméabilité de l'aquifère, nous avons retenu 2 classes de perméabilité :

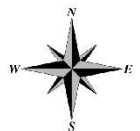
- une perméabilité de fracturation ou de faille dans les zones de failles identifiées par photographie aérienne d'indice 4.
- une perméabilité de fissuration sur le reste de l'aire d'alimentation de captage d'indice 3.





- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



**Figure 61 : Paramètre K perméabilité de l'aquifère**

### 6.3 CARTE DE VULNERABILITE

Ainsi, l'indice de vulnérabilité correspond à la formule suivante :

$$\text{Indice de vulnérabilité} = 0,25S + 0,3I + 0,10P + 0,2ZNS + 0,15K$$

La vulnérabilité intrinsèque de l'aire d'alimentation de captage obtenue par la méthode adaptée se répartie entre les 5 classes suivantes :

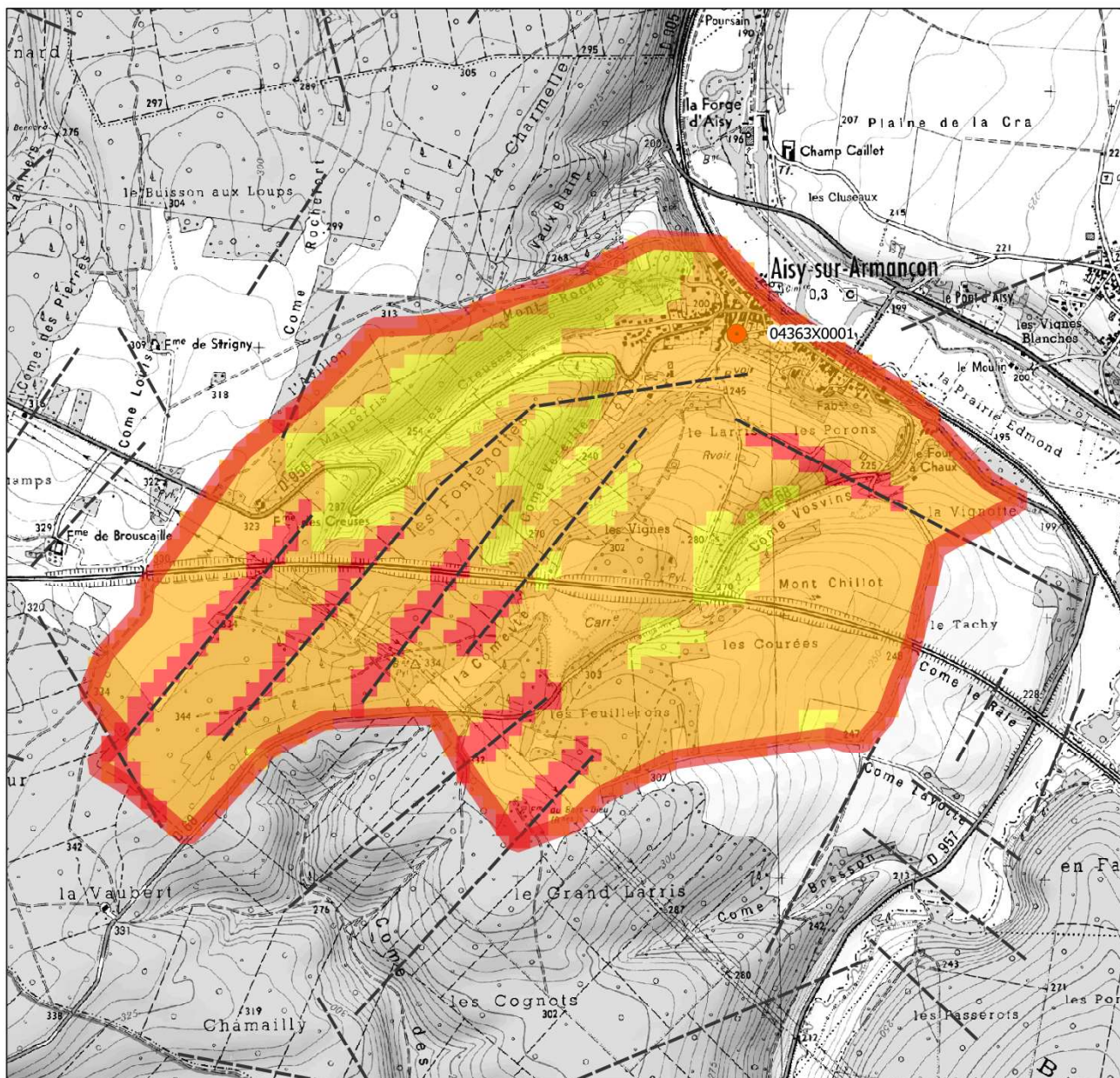
**Tableau 20 : Note de vulnérabilité (Source : SAFEGE)**

| Vulnérabilité | Surface | Proportion |
|---------------|---------|------------|
| Très élevée   | 48 ha   | 10 %       |
| Élevée        | 355 ha  | 73 %       |
| Modérée       | 83 ha   | 17 %       |
| Faible        |         |            |
| Très faible   |         |            |

73% de l'aire d'alimentation est classée en vulnérabilité élevée. Il s'agit des zones de plateaux où les paramètres sont très contrastés :

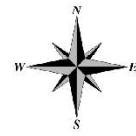
- forte vulnérabilité liée au sol.
- forte vulnérabilité à la recharge.
- forte vulnérabilité aux conditions d'infiltration.
- la perméabilité élevée induit une forte vulnérabilité.





- Captage eau potable
- Aire d'alimentation de captage
- Faille
- Classe paramètre
- Très faiblement vulnérable
- Faiblement vulnérable
- Moyennement vulnérable
- Fortement vulnérable
- Très fortement vulnérable

0 250 500 750 1000 m



**Figure 62 : Carte de la vulnérabilité intrinsèque du captage par la méthode DRASTIC adaptée**



## 7 ANALYSE CRITIQUE DE LA COHERENCE DE LA DELIMITATION DES PERIMETRES DE PROTECTION ET DES SERVITUDES ASSOCIEES

### 7.1 DONNEES TECHNIQUES

Il s'agit de donner un avis critique sur les données techniques ayant été utilisées pour le dimensionnement des périmètres de protection à l'égard de celles acquises ou mises en évidence par la présente étude.

Dans le cadre de l'étude, nous avons acquis les données techniques suivantes :

- Suivi du débit sur 6 mois.
- Multi-traçage.

Dans le cadre d'une révision des périmètres de protection, les données du multi traçage seront plus particulièrement intéressantes à valoriser.

### 7.2 COHERENCE ENTRE LES LIMITES DU BASSIN D'ALIMENTATION DE CAPTAGE ET DES PERIMETRES DE PROTECTION

La délimitation du bassin d'alimentation de captage est cohérente avec le périmètre de protection éloignée.

Une attention particulière devra être portée sur la relation entre les calcaires situés en rive gauche de l'Armançon et les calcaires situés en rive droite de l'Armançon, relation que nous n'avons pas mise en évidence lors du traçage 2016.

La révision de la DUP se justifie par la nécessité de redéfinir les limites du PPR en prenant en compte les principales directions d'écoulement en vue d'établir des servitudes en matière d'occupation et d'activités permettant de préserver la ressource en eau.

### 7.3 COHERENCE DES SERVITUDES ASSOCIEES A CES PERIMETRES AVEC LE CONTEXTE ACTUEL

L'arrêté de DUP date du 7 mars 1985.

Les servitudes relevant du périmètre de protection rapprochée interdisent :

- Le forage de puits filtrants pour l'évacuation des eaux usées ou pluviales ;
- L'ouverture et l'exploitation de toutes évacuations ;
- L'installation de dépôts d'ordures, de produits radioactifs, et de tous produits susceptibles d'altérer la qualité des eaux ;
- Le stockage et l'implantation de canalisation d'eau usées, d'hydrocarbures et de tout produit liquide ou gazeux susceptible d'altérer la qualité des eaux ;

- L'établissement de toutes constructions superficielles ou souterraines ;
- L'épandage et l'infiltration de lisiers, d'eaux usées, et de matières de vidange ;
- Le stockage de fumiers, d'engrais, de tous produits destinés à la lutte contre les ennemis des cultures, et de toutes matières fermentescibles destinées à l'alimentation du bétail ;
- L'établissement d'étables ou de stabulations libres, et l'installation d'abreuvoirs ou d'abris destinées au bétail ;
- La création d'étangs ;
- Le camping et le stationnement de caravanes ;
- Par ailleurs, l'épandage d'engrais ou de produits de traitement de culture sera limité aux stricts besoins de ceux-ci. Les fossés et caniveaux des chemins et routes seront maintenus en bon état d'écoulement sur toute la traversée du périmètre et les habitations devront posséder un équipement conforme au règlement sanitaire départemental.

Les servitudes relevant du périmètre de protection éloignée réglementent :

- Toute activité susceptible d'altérer le débit ou la qualité de l'eau sera soumise à autorisation départementale.

L'Agence Régionale de Santé pourrait considérer la nécessité de réviser ces servitudes établies il y a plus de 30 ans.

Cependant, l'occupation des sols et les pressions existantes sur les périmètres de protection n'ont pas évolué depuis 1985.