

SYNDICAT MIXTE DES EAUX DE VOSNE-ROMANEE

2009-003

Etude hydrogéologique

Decembre 2010



Infeau-Conseils - Pierrick TALUY
80 Galerie de la Chartreuse
73 000 BARBERAZ

Tél. : 06 88 76 90 54 - Fax. : 09 58 67 21 88 - pierrick.taluy@infeau-conseils.fr
Auto entrepreneur - 510 688 070 00018 - Code NAF 71.12B

Sommaire

PREAMBULE	3
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
HISTORIQUE	4
PRESENTATION GENERALE.....	5
LE SYNDICAT MIXTE DES EAUX DE VOSNE-ROMANEE.....	5
SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE DE L’OUVRAGE	5
ALIMENTATION DE SECOURS	6
CONSOMMATION ET PRODUCTION D’EAU	6
PRODUCTION DE LA SOURCE.....	7
DESCRIPTION DES OUVRAGES.....	8
LE Puits de VOSNE-ROMANEE	8
LA STATION DE TRAITEMENT.....	9
LES AUTRES OUVRAGES	9
QUALITE DES EAUX.....	10
PRESENCE DE PRODUITS PHYTOSANITAIRES DANS LES EAUX BRUTES	10
DEMARCHES ENGAGEES EN FAVEUR DE LA REDUCTION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES	12
AUTRES ASPECTS	13
PRECONISATIONS POUR LA PRODUCTION D’EAU	13
CADRE HYDROGEOLOGIQUE	14
CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET HYDROLOGIQUE	14
CONTEXTE GEOLOGIQUE GENERAL.....	14
CADRE HYDROGEOLOGIQUE	14
TRAÇAGES DES EAUX SOUTERRAINES	15
PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR PANNEAUX ELECTRIQUES	17
CONDITIONS D’EMERGENCE DE LA SOURCE	19
BILAN HYDRIQUE.....	21
BILAN METEOROLOGIQUE	21
ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE.....	21
ESTIMATION DE LA CAPACITE DE RUISSELLEMENT (R)	22
DEBIT POTENTIEL DES BASSINS VERSANTS.....	23
VULNERABILITE DE LA RESSOURCE.....	24
GENERALITES	24
PROTECTION NATURELLE DE L’AQUIFERE.....	24
OCCUPATION DES SOLS	24
ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	26
CARTOGRAPHIE DES SENSIBILITES ET HIERARCHISATION DES RISQUES.....	27
CARTOGRAPHIE DES SENSIBILITES	27

HIERARCHISATION DES RISQUES	28
TRAVAUX A EFFECTUER ET ESTIMATION DES COUTS	29
CONCLUSIONS	30

Préambule

Le Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée (Côte d'Or) réalise une étude hydrogéologique préalable à l'avis de l'hydrogéologue agréé. Cette étude s'inscrit dans une démarche plus générale de protection de la ressource en eau afin de concilier qualité de la ressource et activité viti-vinicole. La zone étudiée se trouve au cœur de la Côte viticole bourguignonne (grands crus classés), sur les communes de Vosne-Romanée et de Nuits-Saint-Georges.

L'objectif de cette étude est de fournir à l'hydrogéologue agréé tous les éléments nécessaires à la délimitation des périmètres de protection et aux servitudes associées.

Ce document reprend et complète l'étude réalisée en 2009 par CPGF. Il constitue ainsi un rapport synthétique comprenant la totalité des résultats acquis.

Synthèse bibliographique

Cette synthèse bibliographique a été effectuée à partir d'un recensement détaillé des études existantes :

- Des cartes géologiques de Gevrey-Chambertin et de Beaune ;
- De l'étude n°RP.07.D.079 réalisée par PMH en 2009 « Etude diagnostic de réseau » pour le Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée ;
- De l'étude n°09004-21 réalisée par CPGF en 2009 « Etude préalable à la détermination des périmètres de protection du captage de Vosne-Romanée » ;
- De la publication dans le cadre du PIREN Seine en 2004 par David Abiven et Al. « Le comportement des produits phytosanitaires dans les sols et dans les eaux »
- De l'étude réalisée par Samuel DEGLISE pour l'université de Bourgogne en 2001 « Contribution à la mise en place des programmes d'action de lutte contre la pollution par les pesticides dans le cadre du GRAPPE Bourgogne » ;
- De l'étude réalisée par Geoffroy MESNIER pour la DIREN en 2000 « Etude du bassin versant de la source karstique de la Bornue » ;
- De la thèse de Pauline CORBIER publiée en 1999 « Mise en évidence d'une alimentation des aquifères poreux plio-quadernaires par les massifs karstiques de bordure »
- De l'ensemble des documents publiés récemment (depuis 1996) sur la problématique de la contamination du captage de Vosne-Romanée par les produits phytosanitaires ;
- Du rapport géologique et hydrogéologique sur la délimitation des périmètres de protection de M. PASCAL réalisé en 1994 ;
- De l'étude n°3377 réalisée par CPGF en 1988 « Synthèse géologique le long du pied de Cote – Interprétation des campagnes de forages et corrélations avec géophysique »
- De l'étude n°2001 réalisée par CPGF en 1980 « Etude hydrogéologique de la Vouge »

- De l'étude n°1887 réalisée par CPGF en 1979 « Etude hydrogéologique de la région de l'Etang Vergy »
- De l'étude n°1657 réalisée par CPGF en 1978 « Etude hydrogéologique de la région de Vosne-Romanée »
- Du rapport d'expertise géologique sur la délimitation des périmètres de protection de M. PASCAL réalisé en 1976 ;
- De l'étude n°1154 réalisée par CPGF en 1973 « Etude géophysique de la moyenne vallée du Meuzin »
- De l'étude n°1254 réalisée par CPGF en 1972 « Prospection géophysique – Canton de Nuits Saint-Georges »
- De l'étude n°625 réalisée par CPGF en 1969 « Prospection géophysique – Alimentation en eau potable de la commune de Vosne-Romanée »
- Il existe un rapport géologique de M. CIRY datant de 1935. Ce document n'a pas été retrouvé.

Historique

Le captage de Vosne-Romanée a fait l'objet de nombreuses études hydrogéologiques. La procédure de mise en place de la protection de ce captage avait déjà été engagée en 1976 voire même dès 1935 puisque « *L'implantation de l'ouvrage et l'étude de sa protection immédiate ont fait l'objet d'un rapport géologique de M. Raymond en date du 13 mars 1935* ». Ce document de 1935 n'a pas été retrouvé.

Le rapport d'expertise géologique de M. PASCAL en 1976 avait conduit à la proposition d'une délimitation des périmètres de protection et de leurs servitudes associées. Ces périmètres n'ont toutefois pas fait l'objet d'une DUP¹ (malgré un projet en 1996) et la procédure de protection s'est arrêtée avant son terme (enquête d'utilité publique en 1997). Le présent rapport doit permettre de finaliser cette procédure.

Les problèmes de contamination de la ressource liés à l'utilisation des produits phytosanitaires dans le bassin versant (notamment pour les activités vitivinicoles) ont conduit à la réalisation de plusieurs études et à la mise en place d'actions de lutte contre la pollution de l'eau. Ces actions ont déjà montré de très bons résultats sur la qualité de l'eau. Elles vont être affinées et reconduites grâce à l'implication des viticulteurs et de la chambre d'agriculture.

¹ DUP : Déclaration d'Utilité Publique

Présentation générale

Le Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée

Le Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée alimente en eau potable 6 communes² soit 2786 habitants (source : INSEE ; enquête de 2006 contre 2599 habitants en 1999). Les habitants sont répartis sur un territoire de 39 km² et ils représentent 1288 abonnés (2007).

Le réseau de distribution présente un linéaire de l'ordre de 40,6 km et sa gestion est assurée par la SDEI de Saint Jean de Losne.

Le Syndicat est alimenté par le captage de la source de la Bornue. Il s'agit en réalité d'un puits réalisé en amont de l'émergence naturelle. Il dispose d'une interconnexion (de secours) avec la commune de Nuits Saint Georges qui s'effectue directement dans le puits. Cette interconnexion est fonctionnelle (vérification en 2009) et elle n'a pas été utilisée depuis sa création en 1976. Un projet d'interconnexion avec le syndicat de la Plaine de Nuits est actuellement à l'étude.

Une étude diagnostique du réseau de distribution a été réalisée par le cabinet PMH entre 2007 et 2009. Le schéma de fonctionnement du système d'adduction du syndicat est fourni en annexe 1.

Situation géographique et administrative de l'ouvrage

Le captage de Vosne-Romanée se situe en partie basse et sur le flanc gauche d'un vallon sec au niveau du lieu-dit « Fontaine de Vosne ». Cette source est référencée sous le numéro 05264X0033/SOURCE à la Banque du Sous-Sol.

L'implantation parcellaire et les coordonnées du captage sont données ci-dessous et sur les figures 01a et 01b.

Nom	Coordonnées en Lambert II étendu ³		Z	Situation parcellaire
Source de la Bornue	798 566,9 m	2 242 762,3 m	231,9 m	Section AK Parcelle : 000 AK 171

Tableau 1 : Situation du captage

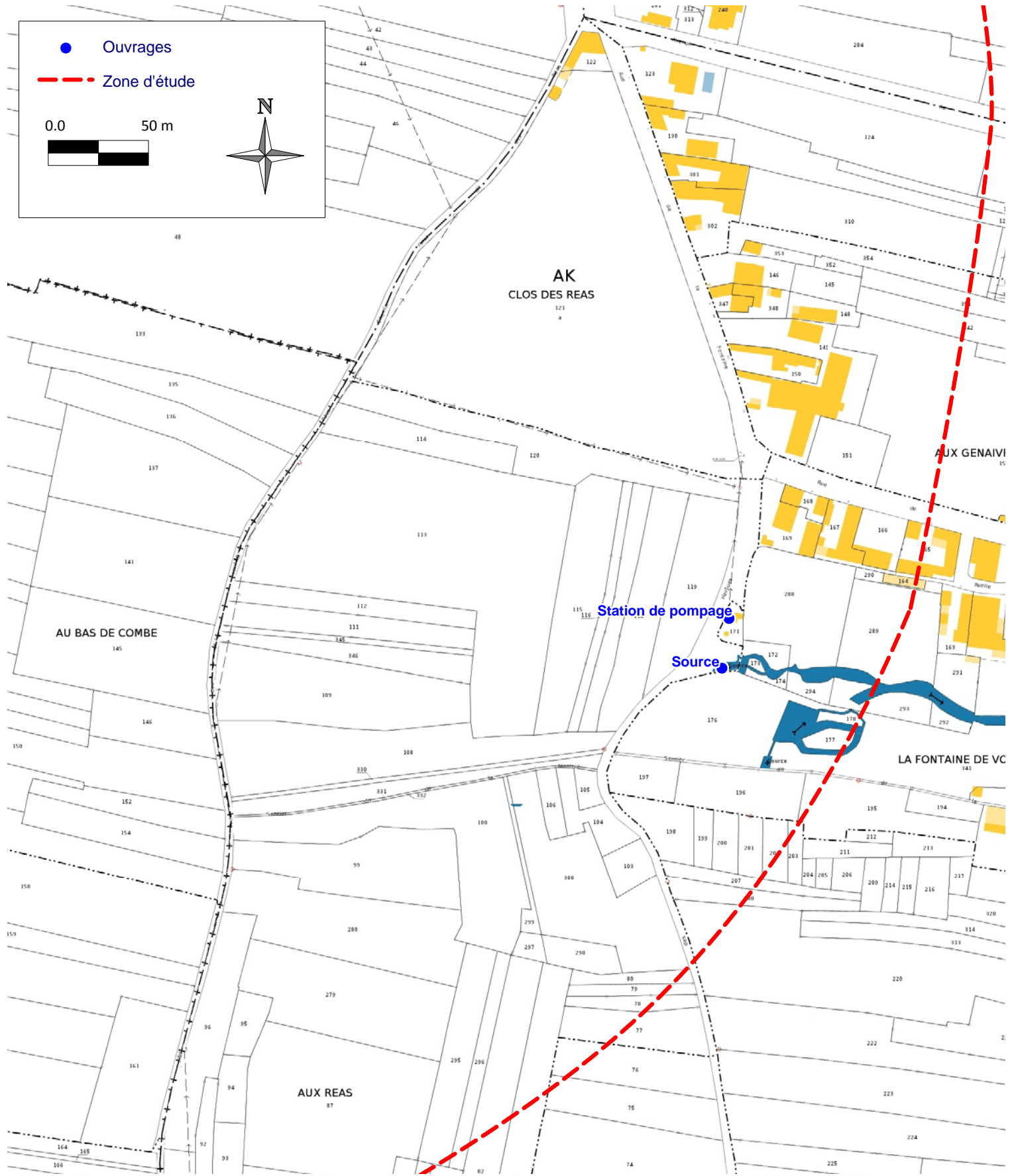
La commune de Vosne-Romanée est propriétaire de la parcelle où se trouve le captage.

En ce qui concerne sa situation administrative, ce captage ne dispose pas de périmètres de protection officiels mais il bénéficie d'un arrêté d'autorisation du traitement de l'eau (arrêté préfectoral n°03-281 en date du 16 mai 2003).

² CHAMBOLLE MUSIGNY, FLAGEY ECHEZEAUX, GILLY LES CITEAUX, MOREY SAINT DENIS, VOSNE-ROMANEE et VOUGEOT

³ Le positionnement de la source a été effectué à l'aide d'un GPS de précision (Leica 1200). Les mesures ont été réalisées sur site le 02 février 2009. Les coordonnées correspondent à une projection Lambert II étendu et ont une précision de l'ordre de +/- 5 cm par rapport aux points du réseau géodésique français.

Le report sur les dalles IGN a été effectué sans aucune correction (l'erreur associée est liée à l'erreur de calage des dalles IGN) tandis que le report sur fond cadastral a été effectué à l'aide de fonds numérisés (le décalage est de l'ordre de 5 à 10 m).



Alimentation de secours

L'alimentation de secours n'est pas réellement assurée par l'interconnexion avec le réseau de Nuits Saint Georges en raison d'enjeux liés au contexte politique local. Celle-ci s'effectue directement dans le puits de Vosne-Romanée et son bon fonctionnement a été vérifié lors de l'étude diagnostique du réseau d'eau potable (en 2009). Les services sanitaires souhaitent que cette interconnexion soit physiquement supprimée.

Un projet d'interconnexion avec le syndicat de la Plaine de Nuits est en cours afin de disposer d'une véritable alimentation de secours.

Consommation et production d'eau

Les différents relevés ont permis d'établir le tableau de synthèse ci-dessous :

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Moyenne
Volume produit	308 732	361 090	378 939	323 311	340 099	382 158	349 054
Volume consommé	212 506	204 469	215 622	215 633	198 872	190 998	206 350
Rendement brut	69 %	57 %	57 %	67 %	58 %	50 %	59 %

Tableau 2 : Production et consommation d'eau

Les volumes de service varient entre 5 000 et 15 000 m³ par an (inclus dans les volumes consommés).

Le réseau de distribution est ancien (1936) et casse régulièrement. Une étude diagnostique a été réalisée et celle-ci propose diverses améliorations (un extrait du rapport se trouve en annexe 2). Le rendement varie de manière importante en fonction des casses du réseau (il était de 46 % en 2001 et de 69 % en 2003). Les variations de production sont essentiellement liées au rendement du réseau plutôt qu'à une évolution des consommations car le niveau d'eau dans le réservoir pilote la mise en route du pompage (en cas de fuite importante, les volumes produits peuvent augmenter rapidement).

A partir des relevés du syndicat, la consommation moyenne est estimée à 203 L/hab/j. Ce résultat est légèrement plus élevé que la moyenne nationale.

Le besoin journalier moyen est de 950 à 1000 m³/j, tandis que le besoin de pointe observé est de 1590 m³/j (en 2008). Pour rappel, le système de traitement actuel est bridé à 50 m³/h (soit 1000 m³/j pour un pompage en 20h/24).

Sur les 1288 abonnés, seuls 2 abonnés sont des industriels (le château de Gilly et les serres de Flagey-Echezeaux) contre 1251 abonnés domestiques et 35 abonnés municipaux. La consommation industrielle représente environ 20 000 m³/an (tandis que la piscine de Vougeot consomme environ 7 500 m³/an).

L'estimation des besoins futurs a été établie à partir des informations recueillies et se base sur les hypothèses suivantes (augmentation de la population, maintien de la consommation journalière par habitant à son niveau actuel, amélioration du rendement...). Une stabilisation voire même une baisse des besoins journaliers moyens et de pointe est attendue à moyen terme.

De nombreuses informations complémentaires se trouvent dans le rapport de l'étude diagnostique du réseau d'eau potable.

Production de la source

La production de la source ne peut être décrite car il existe de nombreuses émergences (dont certaines se trouvent sous le bassin d'orage). Seuls les volumes produits sur le puits sont comptés. Ce captage est pérenne tout au long de l'année, de même que les émergences situées à proximité. Dans le cadre des études précédentes, le ruisseau issu de la source a fait l'objet de jaugeages ponctuels et d'une corrélation avec la fonction de débit de la source de la Vouge. Les données acquises en 1996-1997 figurent ci-dessous.

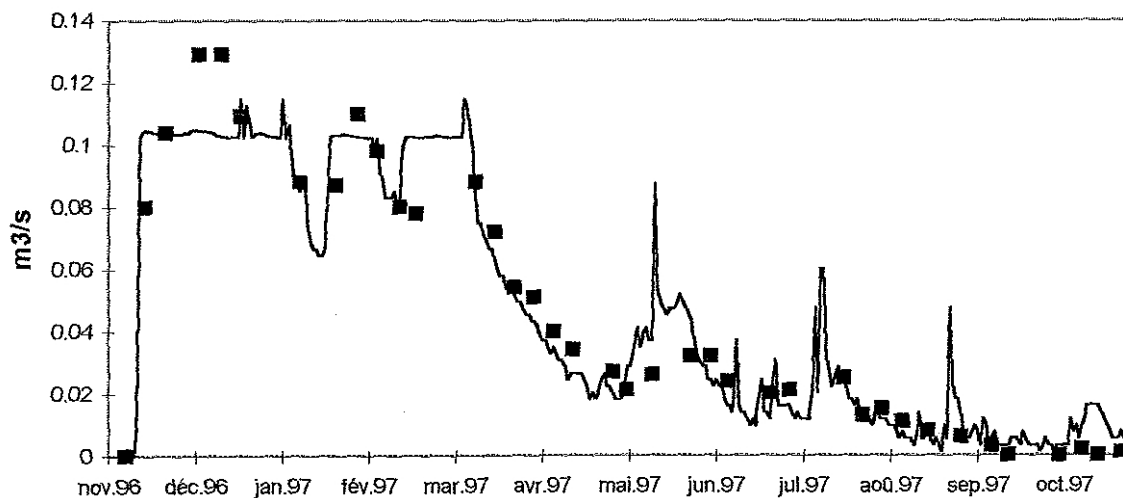


Illustration 1 : Débits reconstitués et jaugeages ponctuels de la source de la Bornue (extrait de la thèse de Pauline CORBIER)

Description des ouvrages

Le plan général et le synoptique des ouvrages sont repris de l'étude diagnostique du réseau d'eau potable (2009). Ils figurent en annexe 1 et 3.

Le puits de Vosne-Romanée

Les descriptions qui suivent se basent sur les observations réalisées et la documentation collectée. Le captage, datant des années 1935, est un puits d'une profondeur d'environ 6,5 m (sous le terrain naturel) et de 2,15 m de diamètre interne. Il s'agit d'un ouvrage à cuvelage béton doté de 3 pompes de 90 m³/h (fonctionnant en alternance). Deux pompes sont bridées à un débit de 55 m³/h et alimentent un SKID de filtration sur charbons actifs (débit maximum de 50 m³/h). La troisième pompe du puits est utilisée pour by-passer le SKID lors des pics de turbidité. Dans le cadre du projet d'interconnexion, il est prévu de remplacer ces 3 pompes par 2 pompes de 50 m³/h et 25 m de HMT.

Les pompes sont munies d'une coupure de sécurité (niveau bas) qui peut être supprimée en cas de forte consommation en période d'étiage (type été 2003). Le puits est équipé d'une alarme anti-intrusion. Le démarrage des pompes est asservi au niveau d'eau du réservoir principal.

Les ouvrages paraissent en bon état général et sont entretenus régulièrement. La partie haute du puits est munie d'une ventilation (capot en tôle) non grillagée et permet aux insectes (guêpes) de s'installer dans l'ouvrage. Les ouvrages n'ont pas de périmètre de protection immédiate matérialisé.

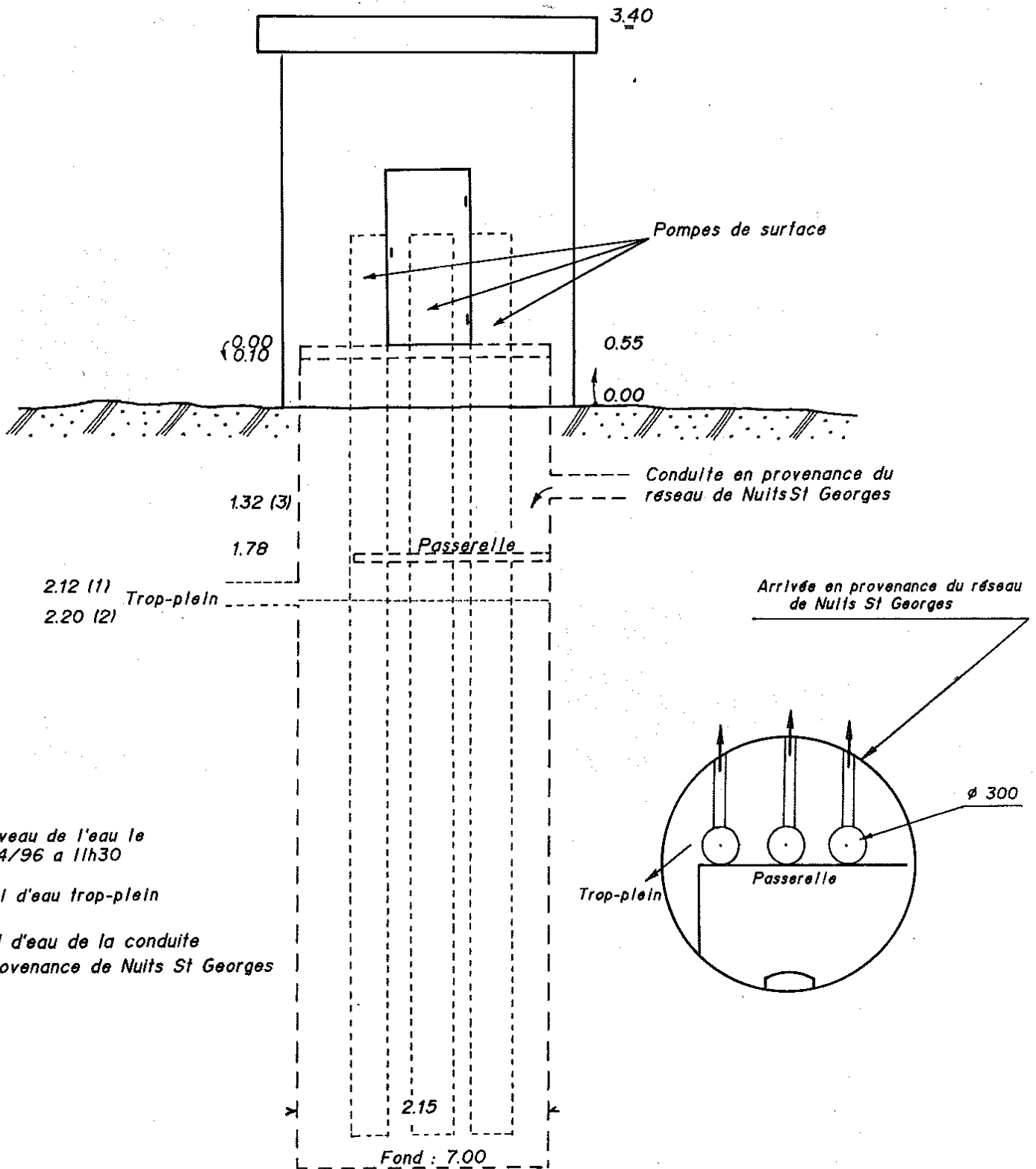
Le schéma du captage (coupe technique) se trouve sur la figure 02. L'ensemble des dispositions prévues dans l'arrêté du 11 septembre 2003⁴ sont respectées. La cimentation de l'espace interannulaire sur la partie supérieure de l'ouvrage n'a pas été contrôlée. Si nécessaire, une mission de diagnostic approfondi de l'ouvrage pourra être réalisée.

Il n'existe pas de coupe géologique de l'ouvrage. Compte-tenu des informations collectées, il semblerait que cet ouvrage se trouve dans des formations sableuses oligocènes. La base du puits se situe vraisemblablement dans des niveaux argileux. Ces indications apparaissent sur la figure 07.

Le puits de Vosne-Romanée a fait l'objet d'un essai de pompage en 1970. Les résultats de cet essai sont fournis en annexe 4. Ils sont difficilement exploitables car l'aquifère a montré des variations sensibles avec une remontée du niveau d'eau d'environ 40 cm malgré un pompage permanent à 80 m³/h dans la nuit du 07 octobre 1970. L'essai par paliers du 05 octobre montre que le niveau s'était stabilisé à 107 m³/h mais pas à 200 m³/h. Le lendemain, l'essai longue durée montre une baisse régulière du niveau malgré un pompage à 107 m³/h (ceci confirme donc la sensibilité de l'ouvrage aux variations plus globales de l'aquifère). Un nouvel essai de pompage n'est pas proposé en raison de son intérêt limité et des difficultés prévisibles pour le comparer avec l'essai de 1970.

Les niveaux d'eau dans le captage sont suivis et enregistrés par l'exploitant. Ils sont présentés dans la partie consacrée aux conditions d'émergence de la source. En période de forte sollicitation, les cycles d'arrêt-reprise des pompes sont plus fréquents et peuvent atteindre 5 à 6 cycles par jour.

⁴ Arrêté du 11 septembre 2003 portant application du décret n° 96-102 du 2 février 1996 et fixant les prescriptions générales applicables aux sondage, forage, création de puits ou d'ouvrage souterrain soumis à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 1.1.0 de la nomenclature annexée au décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié.

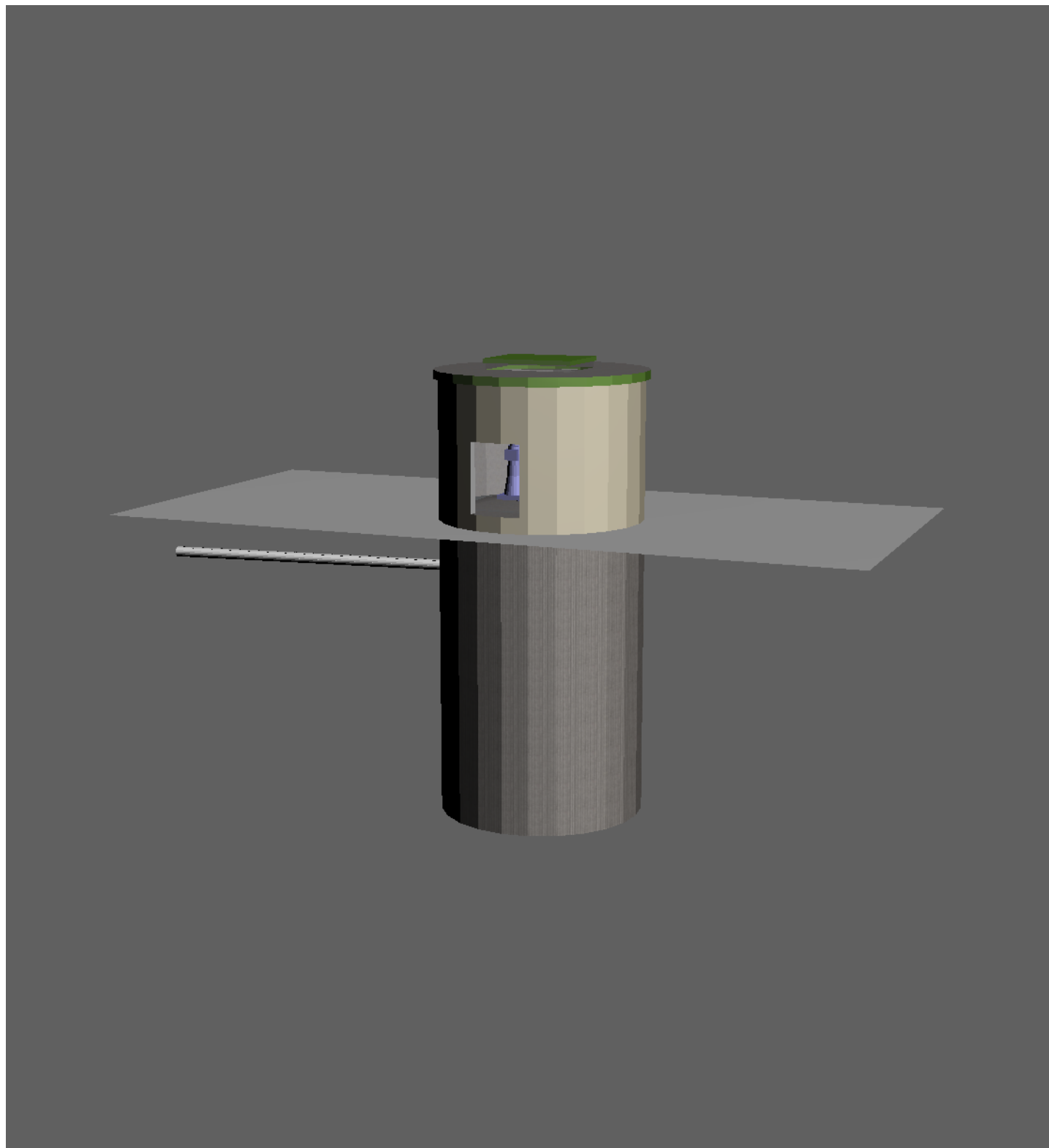


(1) Niveau de l'eau le 22/04/96 à 11h30

(2) Fil d'eau trop-plein

(3) Fil d'eau de la conduite en provenance de Nuits St Georges





Cette figure est directement manipulable à l'aide des versions récentes d'Adobe Reader.

La station de traitement

Le traitement de l'eau brute est assuré par le SKID de traitement sur charbons actifs pour les pesticides mais également par injection de chlore directement sur la conduite de refoulement.

Il n'existe pas de traitement spécifique de la turbidité. Deux sondes de turbidité ont été mises en place (eaux brutes et eaux traitées) afin de gérer le fonctionnement de la station. En période de turbidité importante, les sondes arrêtent la station et l'exploitant intervient afin de by-passer le SKID.

Les charbons actifs du SKID ont été changés début 2010 dans le cadre de l'entretien de l'installation.

En termes de débit d'exploitation, le SKID est limité à 50 m³/h. Lors des périodes de fortes sollicitations (débit de pointe à 1590 m³/j soit 66 m³/h en 24h/24), un appoint est réalisé directement à partir du puits.

Les autres ouvrages

Les autres ouvrages ont été décrits de manière très précise dans l'étude diagnostique du réseau d'eau potable. Les fiches correspondantes se trouvent en annexe 5.

Qualité des eaux

Les suivis analytiques réalisés par la DDASS sur les eaux brutes sont présentés en annexe 6. Les analyses les plus récentes sont également données. Lorsque le traitement sur charbons actifs (SKID) est bypassé (en période de forte turbidité ou de consommation supérieure à la capacité du traitement), le risque de non-conformité pour les produits phytosanitaires devient très élevé. Certaines années, l'eau distribuée peut être non conforme. Afin de rétablir la qualité de l'eau, le syndicat a effectué une demande de dérogation auprès des services de l'état tout en engageant les travaux d'interconnexion.

L'eau est moyennement minéralisée (conductivité de 695 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C), moyennement corrosive et de pH neutre. Le faciès physico-chimique est à dominante bicarbonatée calcique.

Les paramètres physico-chimiques suivis sont généralement conformes à la réglementation actuelle en vigueur sauf en ce qui concerne les produits phytosanitaires. La teneur en nitrates est inférieure à la limite de qualité de 50 mg/L puisque les valeurs observées sont de l'ordre de 23 mg/L. Elles attestent d'une sensibilité à la fertilisation des sols.

La turbidité de la ressource est généralement faible avec quelques dépassements possibles. Les dépassements entraînent l'arrêt de la station et obligent l'exploitant à mettre en place un by-pass du traitement par charbon actif (arrêt du traitement des pesticides).

Du point de vue bactériologique, les analyses réalisées sur l'eau brute présentent régulièrement des contaminations bactériennes (coliformes, germes et spores). En moyenne, une analyse sur deux est non-conforme. En distribution, la qualité bactérienne de l'eau est le plus souvent conforme grâce à la désinfection au bioxyde de chlore.

Les principaux problèmes de qualité des eaux sont liés à la présence de produits phytosanitaires dans les eaux brutes.

Présence de produits phytosanitaires dans les eaux brutes

Les éléments suivants sont extraits des différents rapports de la FREDON :

Suite à des contrôles effectués par la DDASS de Côte d'Or sur l'eau du captage de Vosne-Romanée, il est apparu dès 1996, que des herbicides utilisés sur les vignes (terbuthylazine, diuron et simazine) étaient régulièrement quantifiés en concentrations supérieures aux limites de qualité. [...] Une action pluriannuelle de 5 ans a été engagée sur le bassin de Vosne-Romanée fin 1998 [...] L'action portait sur une aire d'alimentation de 630 ha et 120 viticulteurs et a conduit aux résultats suivants :

- *La diminution des quantités d'herbicides utilisés (divisées par 3 en 5 ans).*
- *La diminution progressive des surfaces entretenues en désherbage de prélevée au profit du travail du sol provoquant ainsi une réduction d'intrants phytosanitaires favorable à la qualité de l'eau.*
- *La diminution des concentrations en terbuthylazine, diuron et simazine (molécules incriminées à l'origine dans la pollution du captage) à des valeurs avoisinant 0,1 $\mu\text{g}/\text{L}$.*
- *La diminution de la concentration en pesticides totaux sans toutefois atteindre les limites de qualité en vigueur.*

Cette action a également permis de mettre en évidence que des quantités de l'ordre du kilogramme de terbuthylazine suffisent à expliquer la détection de la molécule dans le captage. Cette molécule possède également un métabolite, le déséthylterbuthylazine, dont les concentrations associées à celles d'oxadixyl sont actuellement suffisantes pour faire dépasser la concentration en pesticides totaux.

Il n'est cependant plus possible d'intervenir sur ces concentrations historiques : celles de déséthylterbuthylazine correspondent aux grandes quantités de terbuthylazine employées par le passé et l'oxadixyl possède des propriétés pouvant expliquer sa quantification, alors que la molécule n'est plus utilisée.

Pour pallier cette situation, une station de traitement a été installée pour permettre la distribution d'une eau conforme à la réglementation pendant la période d'élimination des contaminations historiques. Pendant ce temps, il faut veiller à ne pas apporter de nouvelles sources de pollution.

Le suivi de la qualité de l'eau a également montré que les herbicides de postlevée et les fongicides pouvaient être retrouvés dans les eaux souterraines, surtout en milieu calcaire fissuré.

Plusieurs graphiques ont été réalisés pour les molécules susceptibles d'être retrouvées dans les eaux brutes et dont l'évolution permet de les utiliser comme indicateurs (à la fin de l'annexe 6). Ces graphiques amènent les commentaires suivants :

- Certaines molécules montrent que le bassin d'alimentation du captage ne se limite pas à la côte viticole puisque l'atrazine (non utilisée sur le vignoble) et ses métabolites ont été retrouvés dans les eaux du captage dans des concentrations pouvant être légèrement supérieures à la limite de qualité pour l'atrazine deisopropyl (jusqu'à 0,22 µg/L en 2007) ;
- Parmi les molécules qui ont présentées des dépassements au cours des dernières années, le 2,6-dichlorobenzamide montre une légère tendance à la hausse avec des dépassements de la limite de qualité plus fréquents depuis début 2008. Cette molécule est un métabolite issu de la dégradation du dichlobenil⁵ (désherbage) ou du fluopicolide⁶ (traitement contre le mildiou) ;
- Dans le cas du terbuméton-déséthyl, la situation est préoccupante puisque celui-ci se retrouve en concentrations importantes dans les eaux brutes. Il s'agit d'un métabolite qui provient du terbuméton (herbicide) dont l'homologation a été retirée en 1998. Pour le terbuméton, les derniers dépassements observés remontent à fin 2001. Quelles que soient les actions entreprises, le terbuméton-déséthyl risque d'être encore présent dans les eaux brutes pour plusieurs années (d'après Abiven 2004) ;
- Pour l'aminotriazole, le diméthomorphe, le diuron, le glyphosate, la simazine et le terbuthylazine, les dépassements sont devenus rares ces dernières années. Dans le cas du diméthomorphe⁷, d'autres molécules peuvent être utilisées pour les mêmes traitements⁸ ;
- Pour l'oxadixyl dont l'usage général est interdit depuis fin 2003 et dont l'usage essentiel était possible jusqu'à fin 2007, une tendance franche à la baisse est observée. Au rythme actuel, 3 à 5 années seront encore nécessaires afin d'obtenir des concentrations inférieures aux limites de qualité.

⁵ Le dichlobenil n'est plus autorisé en France mais se trouve encore dans le commerce (import).

⁶ Le fluopicolide est utilisé dans les intrants : INFINITO, PROFILER, PROPICOLID

⁷ Le diméthomorphe est utilisé dans de nombreux intrants pour le traitement contre le mildiou et le black rot.

⁸ Se référer au site internet : <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>

- En ce qui concerne le terbuthylazine déséthyl, il s'agit d'un métabolite du terbuthylazine (utilisé pour le désherbage de la vigne et dont l'usage est interdit depuis mi-2004). Sa concentration montre une franche tendance à la baisse sur les dix dernières années. Au rythme actuel, 3 à 5 années seront encore nécessaires afin d'obtenir des concentrations inférieures aux limites de qualité.
- Pour certaines molécules, la limite de détection du laboratoire peut être équivalente à la limite de qualité réglementaire et fausser la lecture du graphique (c'est notamment le cas pour le glyphosate).

Les efforts engagés en matière de produits phytosanitaires montrent une nette amélioration de la situation par rapport aux contaminations historiques. De nombreux problèmes existent encore avec notamment les métabolites des produits utilisés et, pour lesquels, seule une action curative peut désormais être effectuée. Compte-tenu de ces résultats positifs, il convient de continuer les démarches engagées en faveur de la réduction des produits phytosanitaires et d'éviter toute nouvelle contamination des sols en raison des risques liés aux métabolites (contamination durable).

Démarches engagées en faveur de la réduction des produits phytosanitaires

Les éléments ci-dessous ont été transmis par la Chambre d'Agriculture de la Côte d'Or et font une synthèse des différentes actions en faveur de la réduction des produits phytosanitaires.

De 1998 à 2004, un important travail a été réalisé par la FREDON Bourgogne sur le captage de Vosne-Romanée suite aux problèmes de contamination. Ce travail portait sur :

- La sensibilisation et l'information des 120 viticulteurs concernés afin de substituer les molécules fréquemment identifiées dans les eaux brutes.
- Un changement des pratiques de désherbage : réduction de l'emploi des désherbants, notamment de pré-levée au profit du désherbage mécanique, de l'enherbement...
- L'amélioration des pratiques de pulvérisation : sécurisation du remplissage et du lavage de matériel, limitation des fonds de cuve, optimisation du réglage du matériel...

Actuellement, les actions et les perspectives d'actions sont réalisées directement par la Chambre d'Agriculture. Il s'agit de :

- Continuer le travail sur les changements de pratiques d'entretien du sol sachant qu'il existe des limites au travail mécanique ou à l'enherbement.
- Raisonner les interventions fongicides en réduisant les doses, en adaptant les doses au volume foliaire sans affecter les rendements (un gain important est possible en termes de quantité de matières actives appliquées).
- Continuer la sensibilisation des viticulteurs sur la qualité de pulvérisation (ce qui permet d'avoir des traitements plus efficaces et donc de réduire le nombre de passage).
- Créer une aire collective de remplissage et de lavage des pulvérisateurs afin de réduire les risques de pollutions ponctuelles.

La priorité actuelle reste la réduction de l'emploi des désherbants.

Autres aspects

La réglementation en matière de turbidité fixe la limite de qualité à 1 NFU (équivalent à 1 NTU pour les faibles valeurs) au point de mise en distribution. En cas de mise en œuvre d'un traitement de neutralisation ou de reminéralisation, la limite de qualité s'applique hors augmentation éventuelle de turbidité due au traitement. Ce même contexte réglementaire fixe la référence de qualité à 0,5 NFU. La turbidité peut avoir un lien avec la présence de micro-organismes dans l'eau, un impact sur l'efficacité de la désinfection ainsi qu'un impact éventuel sur la composition chimique de l'eau.

- Lien entre turbidité et présence de micro-organismes : La turbidité peut avoir des effets importants sur la qualité microbiologique de l'eau potable. La croissance microbienne dans l'eau est la plus importante à la surface des particules. Cette croissance découle de l'adsorption de nutriments, ce qui permet aux bactéries de se multiplier plus efficacement que si elles étaient en suspension libre. Même après un traitement par chloration d'eaux turbides (> 4 NTU), des coliformes peuvent être observés.

- Effet de la turbidité sur la désinfection : Les particules peuvent protéger les bactéries et les virus contre les effets de la désinfection. Certaines études ont montré que si la turbidité passe de 1 à 10 NTU, à une dose de chlore constante, l'efficacité diminue d'un facteur de huit. Le chlore (sous forme d'acide hypochloreux) réagit facilement avec les matières organiques pour former des composés causant des problèmes de goût et d'odeur, ainsi que des trihalométhanes. Des eaux à forte turbidité d'origine organique peuvent créer une demande importante de chlore, ce qui pourrait entraîner une réduction du chlore résiduel libre qui protège les réseaux de distribution contre une éventuelle recontamination.

- Effet de la turbidité sur la composition chimique de l'eau : En raison de leur capacité d'adsorption, les particules en suspension peuvent piéger des composés indésirables, organiques et inorganiques. Il peut donc y avoir un lien indirect entre la turbidité et les propriétés chimiques de ces composés dans l'eau. Parmi ces composés figurent le cuivre, l'aluminium, les dérivés du chlore (trihalométhanes)...

Préconisations pour la production d'eau

Les préconisations ci-dessous portent sur les aspects quantitatifs et qualitatifs de l'ensemble ressource / production d'eau potable. Ils s'appuient également sur les éléments récoltés auprès du cabinet PMH qui a réalisé l'étude diagnostique du réseau d'eau potable.

Il est préconisé de mettre en place une unité de filtration afin de réduire la turbidité des eaux brutes et donc de permettre leur traitement en permanence via le SKID. Actuellement, une turbidité élevée pendant plusieurs jours consécutifs contraint l'exploitant à bypasser le SKID. Lors de ces périodes de forte turbidité, le risque de distribuer une eau non conforme est nettement plus important.

A plus long terme, le renouvellement du réseau d'eau potable permettrait d'atteindre de meilleurs rendements et donc de diminuer la sollicitation de la ressource pour une consommation identique.

En matière d'interconnexion et d'alimentation de secours, il existe un projet d'interconnexion avec le syndicat de la Plaine de Nuits. Ce projet intègre le renouvellement et la création d'un réseau sur un linéaire important. Compte-tenu de l'absence d'alimentation de secours, il est nécessaire de mettre en place cette interconnexion afin d'éviter toute coupure de la distribution d'eau.

Cadre hydrogéologique

Contexte topographique et hydrologique

La source de la Bornue est composée d'une émergence principale qui avait été aménagée lors de la création de la pisciculture et de nombreuses petites émergences (situées sous le bassin d'orage). Toutes ces émergences se trouvent en partie basse d'un vallon sec issu de la Côte.

Cette source et les émergences donnent naissance au ruisseau homonyme. A ce jour, il n'existe pas de mesures de la qualité des eaux de ce ruisseau. En matière de débits, seuls les jaugeages ponctuels réalisés dans le cadre de la thèse de Pauline CORBIER (1996-1997) sont disponibles.

Contexte géologique général

Le contexte géologique a été établi à partir de l'ensemble des données bibliographiques :

La zone d'étude est partagée en deux entités très différentes par leur structure et leur lithologie ; la côte et l'arrière-côte à l'ouest et le fossé bressan à l'est. Ces deux ensembles sont séparés par la faille de la côte (faille majeure de l'effondrement bressan). Il s'agit en réalité d'un faisceau de fractures dont le rejet global est de l'ordre d'une centaine de mètres et dont l'orientation varie de N15° à N5°. Au niveau de Vosne-Romanée, ces fractures mettent en contact les formations jurassiques et oligocènes. Ce faisceau de fractures n'est que rarement visible à l'affleurement (masqué par les limons à cailloutis de la côte). L'arrière-côte est généralement moins faillée que la côte et est marquée par de nombreuses buttes témoins (qui correspondent généralement aux calcaires kimméridgiens).

La figure 03 présente un extrait de la carte géologique au niveau de la zone d'étude ainsi que le réseau de fractures. Quelques coupes simplifiées ont été réalisées lors des études précédentes, mais celles-ci ne concernent que des zones réduites. Une coupe schématique globale a été effectuée afin d'illustrer les structures géologiques le plus finement possible (figure 04).

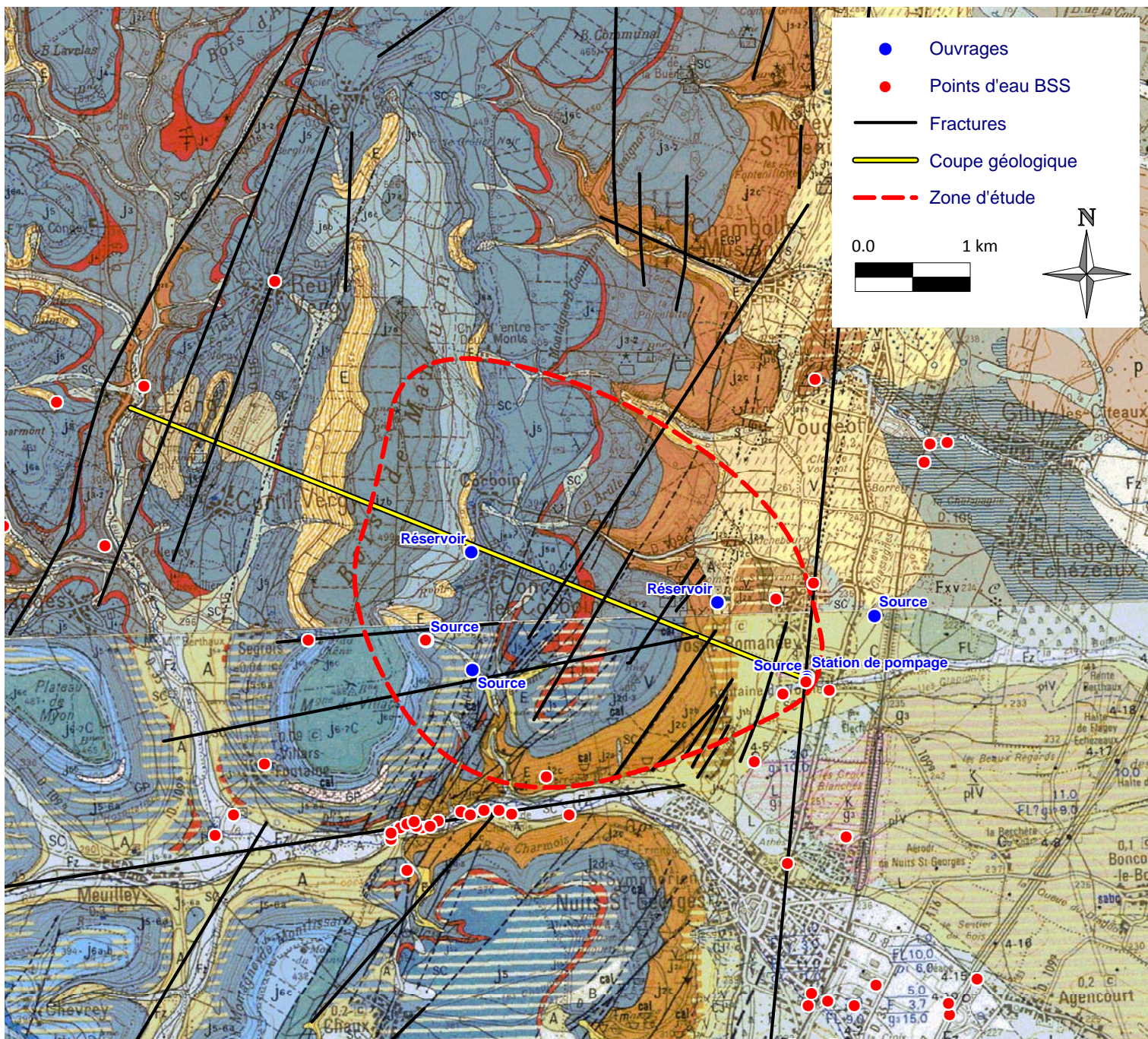
Le faisceau de fractures (faille de la côte) change sensiblement d'orientation au droit de Vosne-Romanée (N0° à N5°).

Cadre hydrogéologique

D'après la bibliographie et les observations effectuées, l'alimentation de la source s'effectue par l'infiltration plus ou moins facile des eaux pluviales au sein des formations calcaires présentes sur les coteaux et au-delà en direction de l'ouest. Cette source montre un fonctionnement karstique malgré une émergence située au sein des formations conglomératiques oligocènes. Quelques sources perchées ont été identifiées dans le secteur de Concoeur et de Corboin. Celles-ci émergent à la faveur de niveaux imperméables présents au sein des formations marno-calcaires oxfordiennes et se réinfiltrent dans les formations calcaires un peu plus à l'aval. D'après la bibliographie, la source de la Bornue fonctionnerait comme un trop-plein.

Plusieurs études ont été réalisées sur le karst de l'arrière côte. *Ces travaux ont permis d'établir un bilan global de la quantité d'eau transitant de la côte et de l'arrière-côte vers la nappe du fossé bressan et ont permis de déterminer les caractéristiques physiques de certains réservoirs alimentant les sources du secteur et en particulier la source de la Bornue.*

Ces études montrent qu'une part importante des eaux infiltrées sur les massifs karstiques de bordure



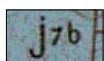
Formations d'altération



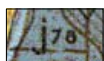
Eboulis



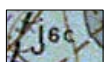
Colluvions



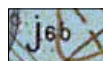
Calcaires compacts du Kimméridgien inf.



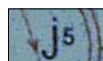
Calcaires oolithiques du Kimméridgien inf.



Calcaires à Polypiers de l'Oxfordien sup.



Calcaires à grain fin de l'Oxfordien sup.



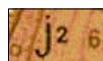
Calcaires à grain fin de l'Oxfordien moy. sup.



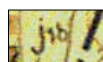
Oolithe ferrugineuse



Calcaires de la Dalle nacrée



Calcaires bathoniens



Marno-calcaires bajociens

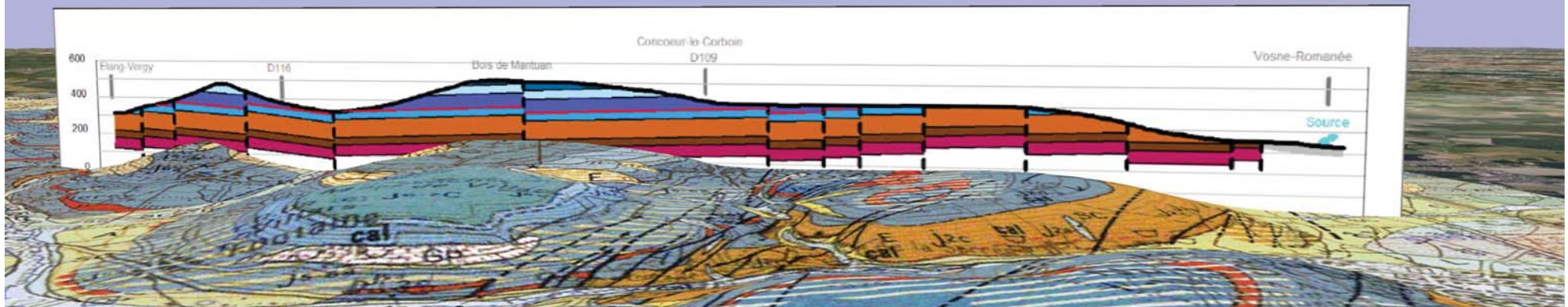
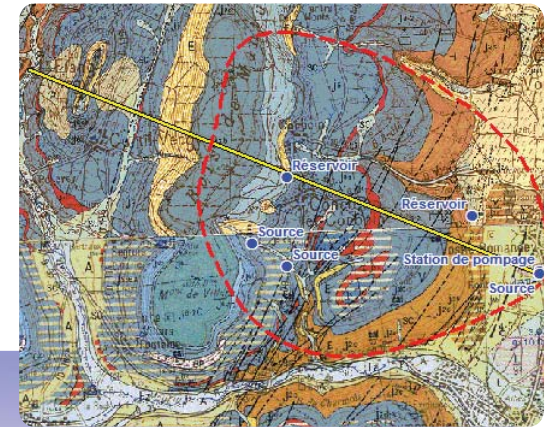
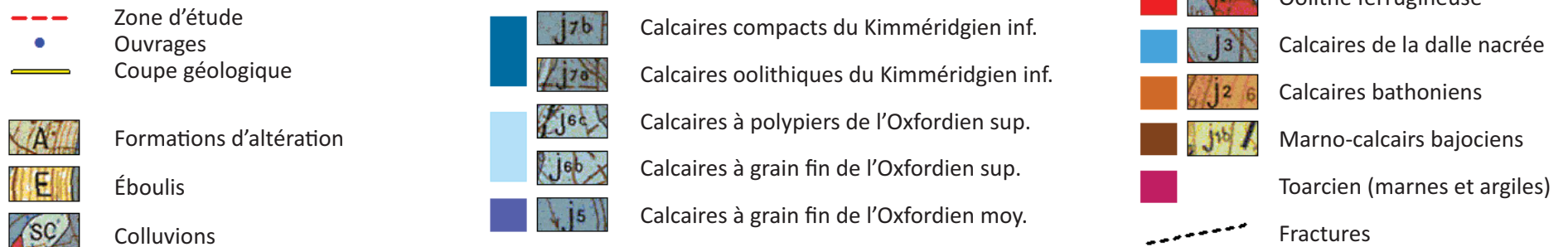


Figure 04 - Coupe géologique



participe à l'alimentation des aquifères poreux plio-quadernaires. Sur la zone comprise entre Dijon et Beaune, 25 à 40 millions de m³ transiteraient ainsi chaque année vers la plaine de Nuits-Saint-Georges.

Traçages des eaux souterraines

Un inventaire des traçages a été réalisé dans la thèse de Pauline Corbier (1999), plusieurs traçages ont été effectués dans le cadre de l'étude du bassin versant de la source karstique de la Bornue (en 2000) et un traçage global a été mené dans le cadre de cette nouvelle étude. Le traçage réalisé pour la STEP de Bœufœuf en 2003 ne sera pas présenté car sans rapport avec la zone étudiée.

Il est intéressant de constater que les traçages réalisés sur le pied de côte présentent des vitesses de transfert élevées (100 m/h) et que le trajet des eaux souterraines peut être non conforme aux orientations préférentielles des fissures. Le gradient hydraulique est susceptible de jouer un rôle plus important que la fissuration dans l'orientation des circulations souterraines.

Le traçage global réalisé dans le cadre de cette étude a été effectué depuis une perte située à proximité du terrain de moto-cross de Reulle-Vergy (Combe Bichet). La figure 05 présente le point d'injection et les points de suivi mis en place. L'injection du colorant s'est déroulée en période de nappe haute, avec des conditions humides et au niveau d'une perte naturelle. Il s'agit de conditions de traçage idéales par rapport au contexte à étudier.

Le débit du petit ruisseau était de 0,2 L/s avant et après l'injection. Une petite mare (utilisée pour abreuver le gibier) a été exploitée afin d'augmenter temporairement le débit à 1 L/s lors de l'injection. La quantité de fluorescéine mise en œuvre est de 4 kg. L'injection s'est déroulée le mardi 23 février 2010 entre 12h30 et 14h30.

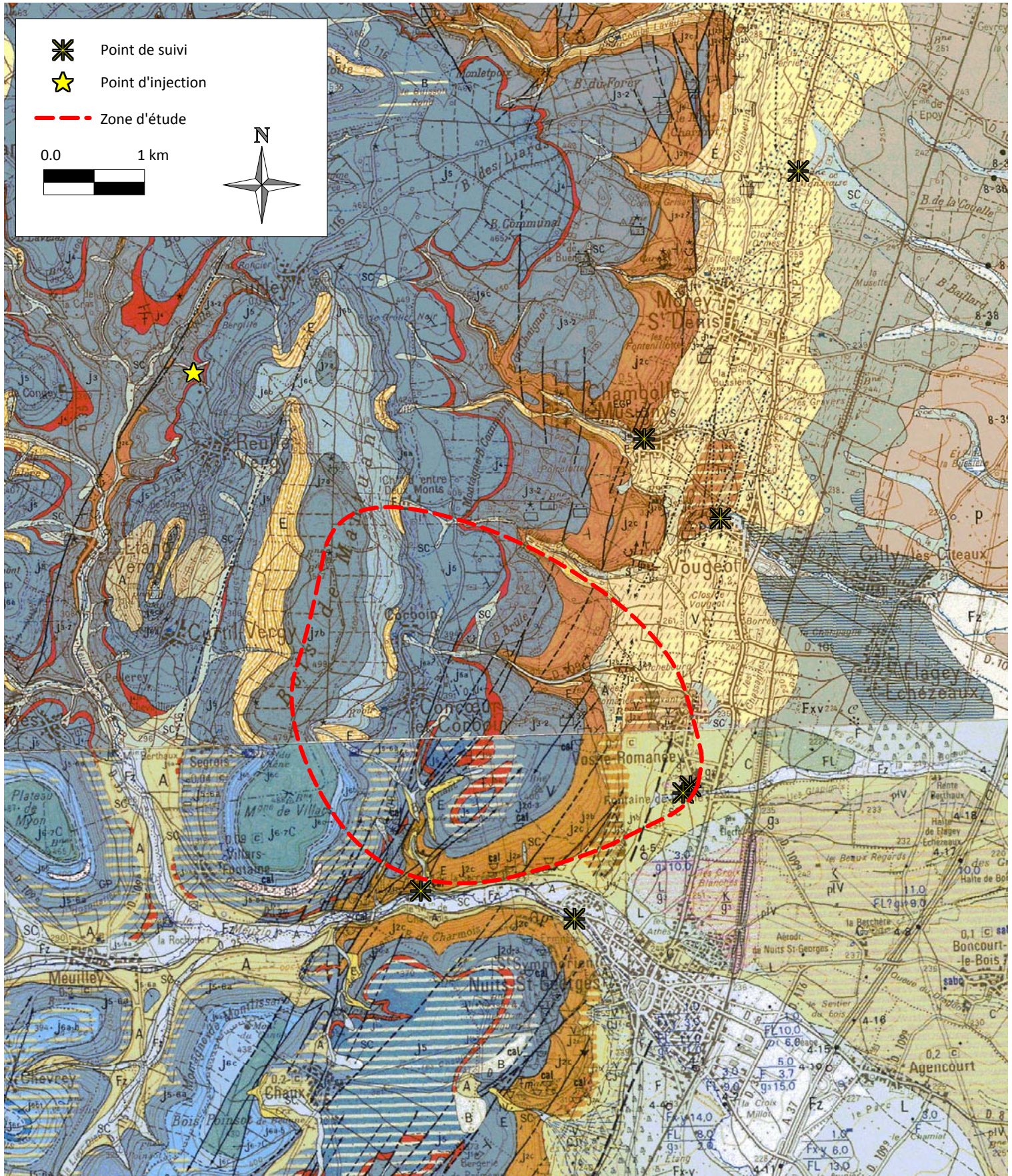


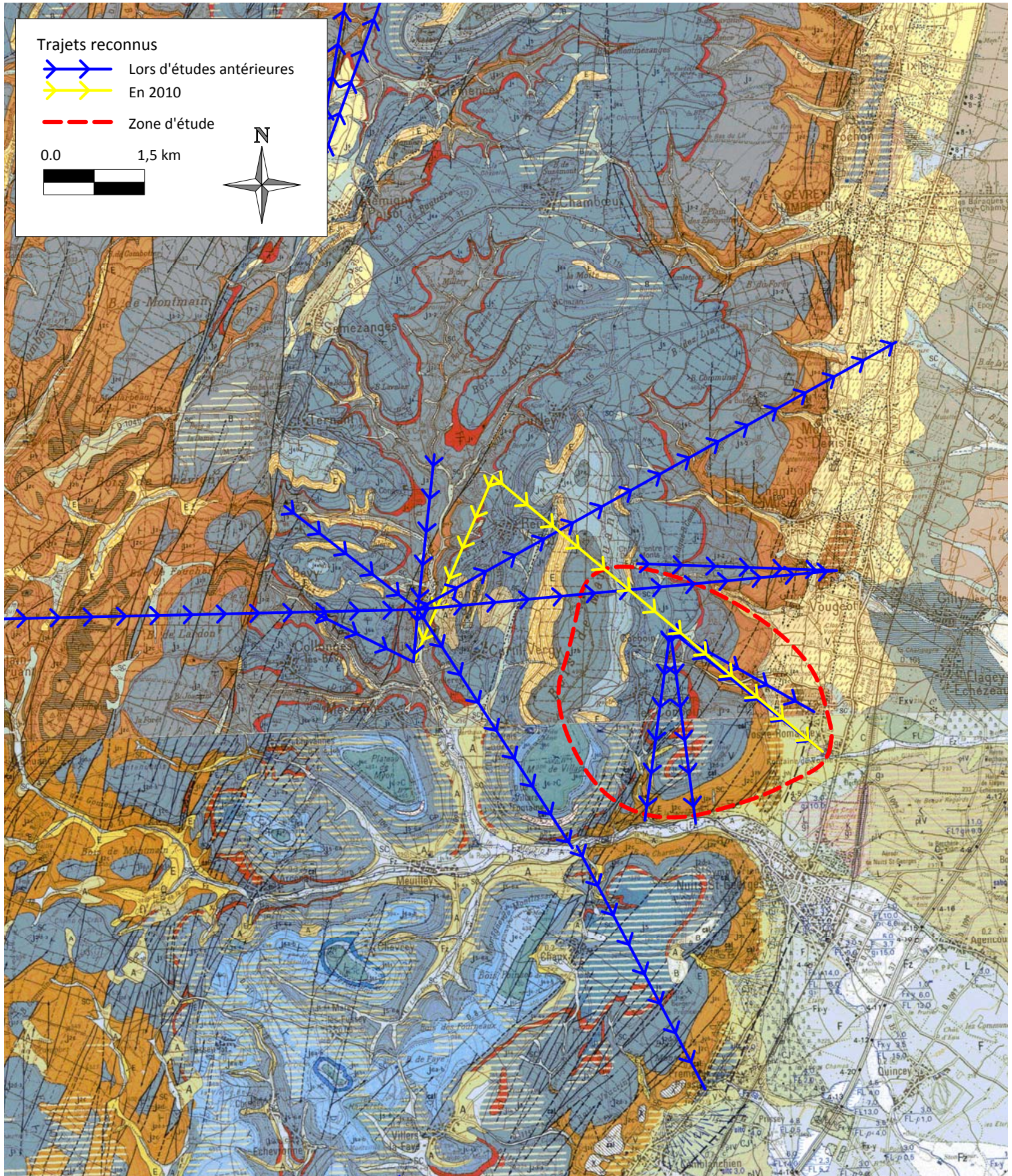
De gauche à droite :

- *Ruisseau de la Combe Bichet*
- *Perte*
- *Source de la Combe Bichet*

Le suivi a été assuré à l'aide d'une sonde enregistreuse sur le puits de Vosne-Romanée, d'un préleveur automatique situé sur le bassin d'orage et de 6 capteurs à charbon actif répartis sur la zone étudiée. Les différents équipements ont été relevés tous les 10 jours et les charbons actifs ont été analysés par le laboratoire d'hydrogéologie de l'université de Savoie.

Les résultats obtenus montrent que la plus grande partie du colorant injecté est ressortie sur le Meuzin au niveau de l'Etang-Vergy dès le lendemain (coloration visible à l'œil nu soit une concentration





supérieure à 50 ppb). Au bout de 3 jours, un pic de très faible importance a été identifié sur le puits de Vosne-Romanée à l'aide de la sonde fluorimétrique (la restitution est évaluée à seulement 0,2 %). La vitesse de transfert est de l'ordre de 110 m/h dans le cas de la restitution sur le Meuzin et de 100 m/h pour le puits de Vosne-Romanée. La figure 06 présente les résultats obtenus lors de cette campagne et lors des précédents essais.

A l'exception du capteur à charbons actifs qui se trouvait dans le Meuzin directement en amont de Nuits Saint Georges, les autres capteurs n'ont montré aucune coloration. Malgré une analyse en laboratoire, le seuil de détection de la fluorescéine par ces capteurs reste légèrement plus élevé que celui de la sonde. Le passage d'une très faible quantité de fluorescéine ne peut donc être exclu totalement.

Ces résultats montrent que, dans les conditions de l'essai, le secteur de Reulle-Vergy ne participe que très faiblement aux apports du puits de Vosne-Romanée.

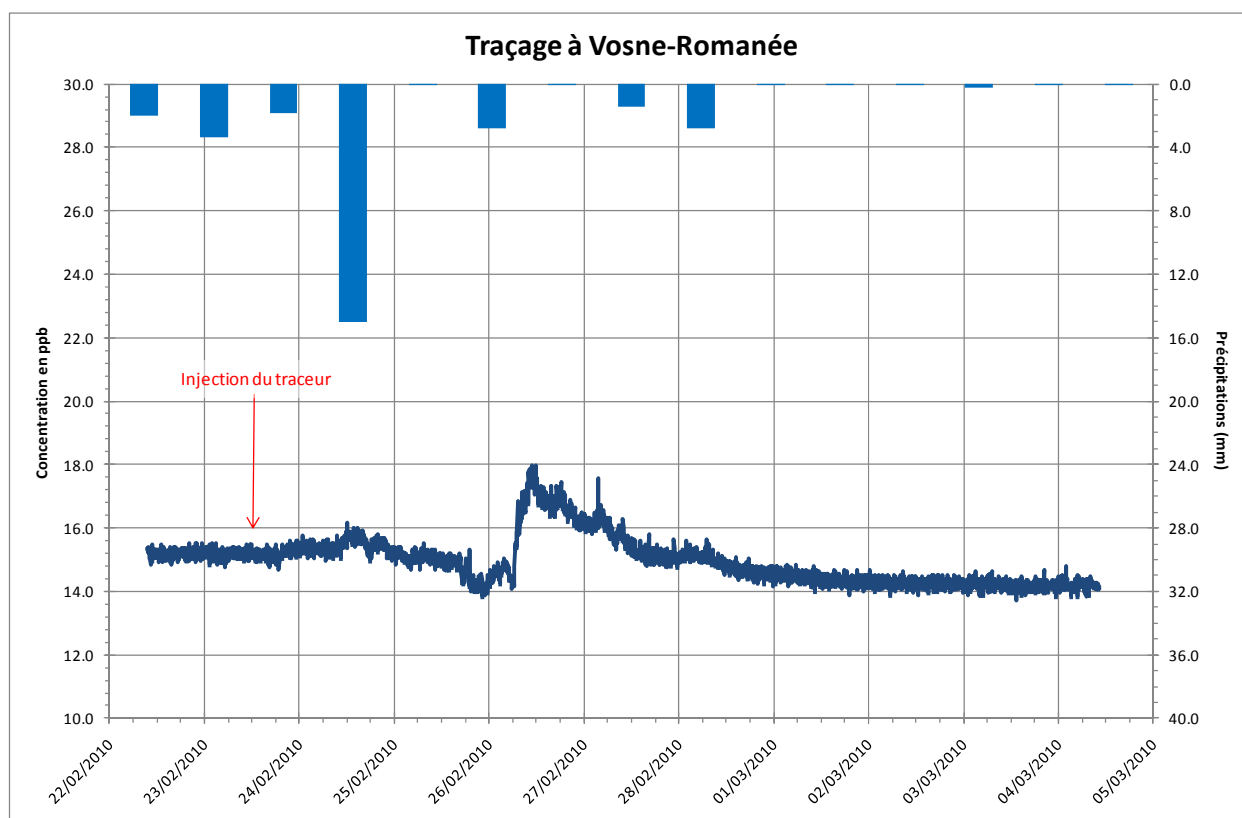


Illustration 2 : Résultats du suivi à l'aide de la sonde fluorimétrique sur le puits de Vosne-Romanée

Prospection géophysique par panneaux électriques

Cette prospection avait pour but de préciser les conditions d'émergence de la source ainsi que les éventuelles relations entre le puits et le bassin d'orage.

Ce type de prospection est basé sur la propriété des terrains à conduire un courant électrique injecté dans le sol, en fonction de leur nature lithologique. Ainsi, les formations sont d'autant plus conductrices qu'elles sont argileuses, saturées en eau ou que le rocher est altéré, et d'autant plus résistantes qu'elles sont grossières, sèches ou que le rocher est sain.

Les panneaux électriques permettent d'obtenir une coupe de la répartition des terrains en fonction de leur résistivité « vraie » sur une profondeur d'investigation dépendant de la géométrie du dispositif. Dans la pratique, ces panneaux consistent en la mise en place d'un réseau d'électrodes disposées linéairement et régulièrement espacées. Un résistivimètre branché à ce réseau, pilote une séquence programmée de mesures. Une mesure consiste en l'injection d'un courant dans le sol et en la mesure de la différence de potentiel générée par le passage de ce courant.



De gauche à droite :

- *Résistivimètre*
- *Réseau d'électrodes*
- *Détail d'une électrode*

Dans le cadre de cette prospection, les panneaux ont été acquis par section unitaire de 48 traces, avec un écartement de 2,5 m pour le premier profil et de 5 m pour le second. Lors de l'acquisition, la répétitivité des mesures était contrôlée sur au maximum 4 cycles, avec un stockage de la mesure au bout de 3 cycles si l'écart type n'excédait pas 1 %. La section mesurée est ensuite soumise à modélisation à l'aide du logiciel RES2DINV.

Reconnaissance par panneaux électriques, traitements et étalonnage

Préalablement à l'inversion, une visualisation des mesures permet d'écarter les mesures les plus douteuses malgré des critères de répétitivité de la mesure inférieure à 1 %. Lors de l'inversion, le programme propose un critère d'évaluation de la qualité de l'inversion : le RMS. Il s'agit en fait du pourcentage d'écart moyen entre la valeur de la résistivité mesurée et la valeur calculée pour chaque maille du modèle. Une routine de programme permet par la suite d'écarter les mailles des mesures

présentant des erreurs supérieures à une valeur retenue par l'opérateur. Cette procédure a été appliquée pour les deux profils.

En matière d'étalonnage, il n'existe pas de coupe lithologique d'ouvrage au niveau des profils réalisés. Les équivalences nature / résistivité ont été déduites du contexte géologique et des informations bibliographiques collectées précédemment.

Reconnaissance par panneaux électriques, résultats

Le choix des couleurs des résistivités retenues permet de retranscrire le potentiel aquifère des formations. Les teintes bleues et vertes correspondent à des terrains résistants à semi-résistants, potentiellement aquifères. Les teintes jaunes et rouges traduisent des formations conductrices (à dominante argileuse), a priori semi-perméables à imperméables.

Le profil n°1 a été réalisé au droit des installations de pompage et de traitement, qui comportent des réseaux enterrés et des infrastructures souterraines. Ces ouvrages, en modifiant les conditions de propagation du courant injecté, peuvent conduire à l'obtention de couches ou d'entités géoélectriques fictives, sans réalité géologique. Ces éléments ont été pris en compte dans l'interprétation.

Les résultats montrent une hétérogénéité de la formation aquifère (teintes vertes à bleues) avec la présence de lentilles dont la nature est vraisemblablement sableuse. Au niveau du profil, ces lentilles ne sont pas interconnectées et sont susceptibles d'isoler des compartiments aquifères différents. Ainsi, le puits de Vosne-Romanée se trouverait au niveau d'une lentille isolée latéralement de celle située au droit du bassin d'orage. Les mesures effectuées sur les points d'eaux proches attestent également de cette possibilité. Le bassin d'orage est envasé sur une épaisseur d'environ 1,5 m au droit du profil.

Ces lentilles sont toutes incluses dans une formation essentiellement argileuse (imperméable) et à l'origine des nombreuses émergences rencontrées dans ce secteur. Il est possible que cette formation soit propice à une mise en charge de l'aquifère. Enfin, une formation résistante a été identifiée en partie inférieure du profil. En l'état actuel, il n'est pas possible de l'attribuer à un horizon graveleux ou à un compartiment calcaire faisant partie du faisceau de failles de la Côte. Il paraît probable qu'il s'agisse d'un horizon graveleux.

Le profil n°2 a été réalisé perpendiculairement au profil n°1 et légèrement décalé par rapport à l'axe du vallon (en raison d'une contrainte d'implantation liée au vignoble). Il montre que les formations sont nettement plus homogènes selon cette direction ouest/est. On constate que la formation essentiellement argileuse s'épaissit progressivement vers l'est jusqu'à atteindre une épaisseur d'une vingtaine de mètres. Celle-ci surmonte une formation sableuse (aquifère) qui semble se biseauter vers l'est.

L'interprétation des deux profils en trois dimensions montre que les lentilles sableuses du profil 01 sont vraisemblablement connectées à la formation sableuse identifiée sur le second profil. Cette formation aquifère pourrait être mise en charge par l'horizon argileux.

La figure 07 présente les résultats obtenus lors de cette prospection (une figure 07b manipulable est ajoutée dans la version informatique du rapport).

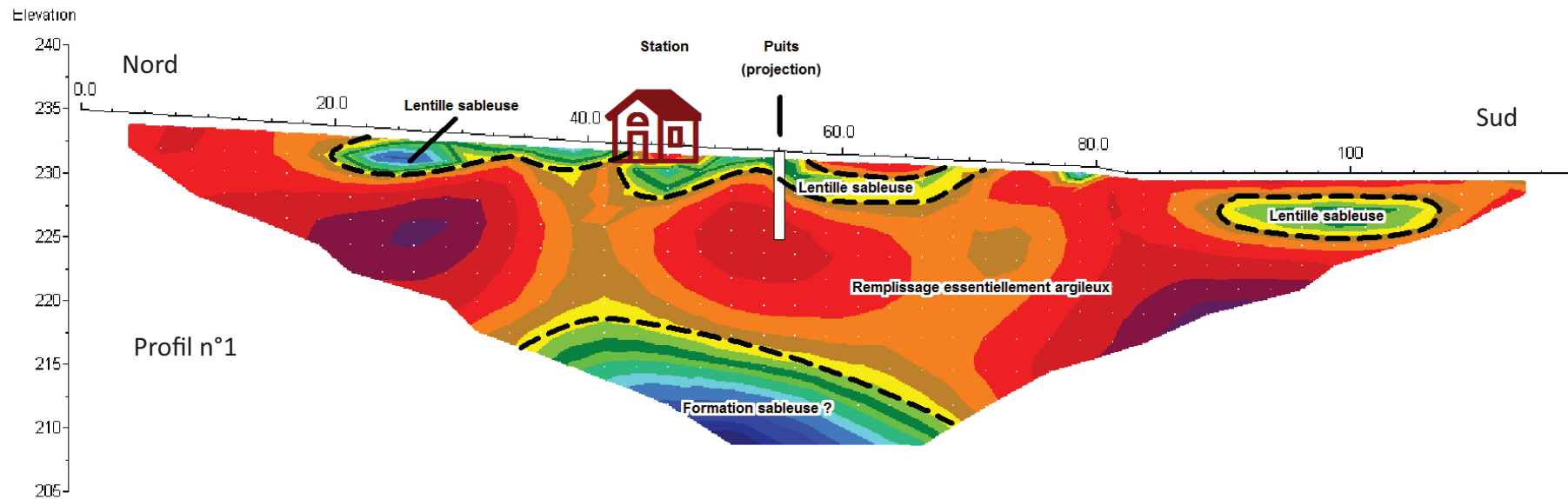
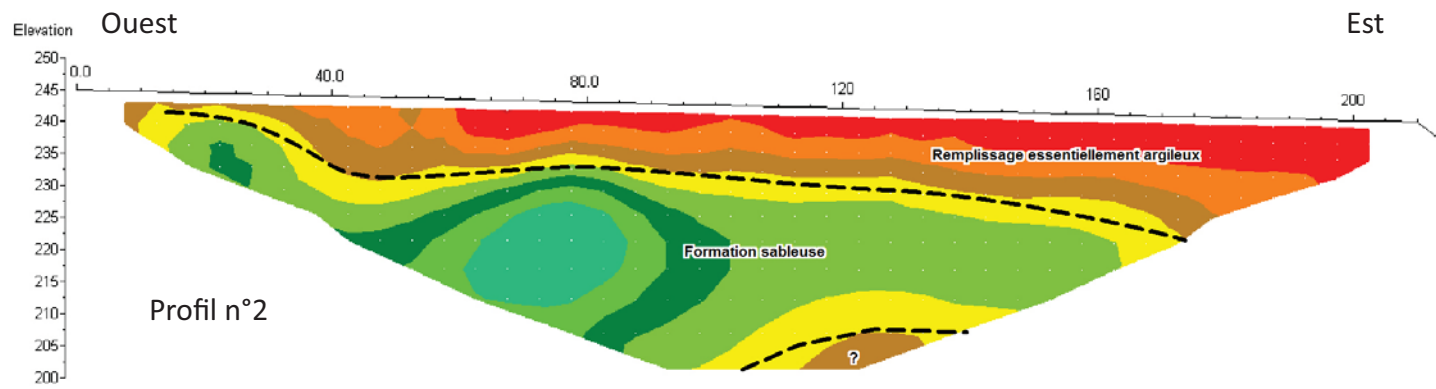


Figure 07 - Panneaux électriques



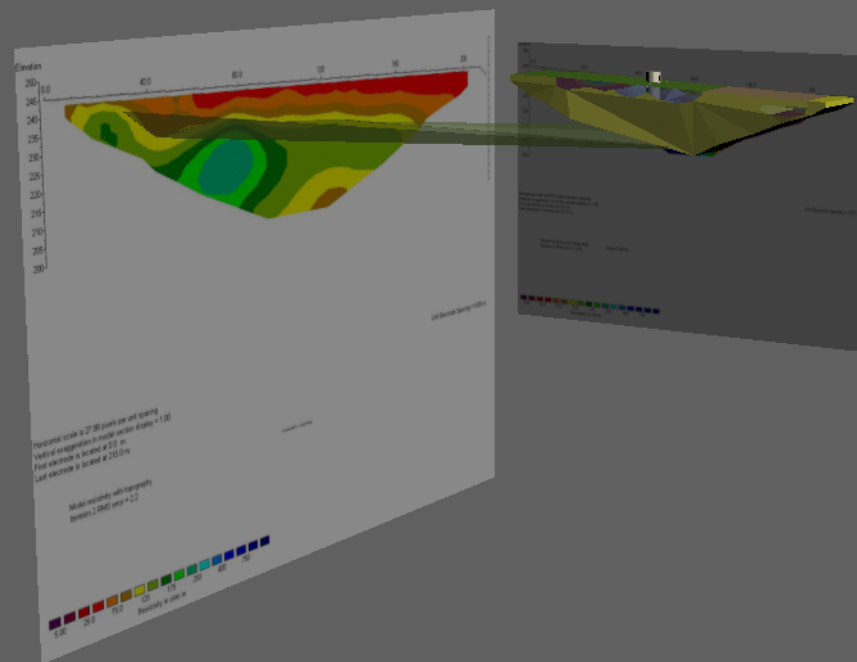


Figure 07b - Panneaux électriques

Ce document est manipulable à l'aide des versions récentes d'Adobe Reader

Conditions d'émergences de la source



Compte-tenu de la présence d'un bassin d'orage à proximité du puits de Vosne-Romanée, différentes mesures ont été effectuées afin de préciser l'action du pompage sur celui-ci, les conditions d'émergence de la source et de qualifier la vulnérabilité de l'ouvrage.

Afin d'identifier l'action du pompage sur les émergences se trouvant au fond du bassin d'orage, ce dernier a été équipé d'un enregistreur de niveau. Un petit barrage a été confectionné afin de relever artificiellement le niveau d'eau et de bénéficier d'une plus grande amplitude sur les variations observées.

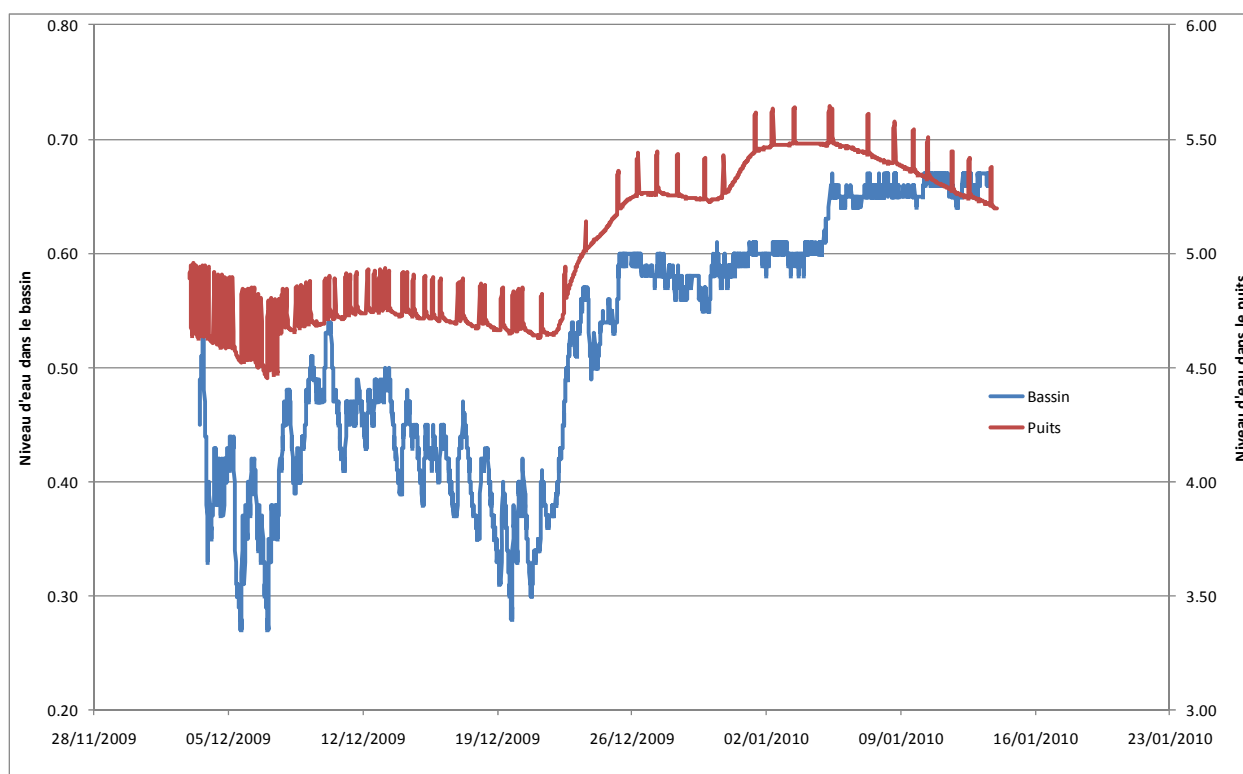


Illustration 3 : Graphique des variations des hauteurs d'eau dans le puits et dans le bassin (l'échelle des hauteurs n'est pas la même pour les deux enregistrements)

La chronique montre qu'il existe bien une action du pompage sur le niveau d'eau observé dans le bassin d'orage. Compte-tenu des résultats acquis grâce aux mesures géophysiques et aux mesures de conductivité, l'action du pompage pourrait ne pas s'effectuer directement sur le bassin d'orage mais via le rabattement d'une portion de l'aquifère situé en amont des deux ouvrages et contribuant à leur alimentation. Le bassin constituant un point d'émergence des eaux souterraines, son débit de fuite (hors précipitations) va fluctuer en fonction des pompages. Une sollicitation directe semble donc exclue.

Autres résultats acquis

Lors de l'équipement du bassin d'orage pour le suivi des niveaux d'eau, quelques mesures ont été effectuées en différents points au droit du captage. Ces mesures portaient sur la conductivité et la température. Le premier paramètre est directement fonction de la minéralisation globale de l'eau (l'eau de pluie ayant une conductivité proche de 0 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Les mesures de températures n'ont pas montré de contraste suffisant pour permettre une quelconque interprétation des valeurs observées.

Ces mesures (réalisées par un temps relativement sec) ont permis de montrer que des eaux de caractéristiques différentes émergent au niveau de ce secteur. La source principale à l'amont du bassin d'orage présente une conductivité de 453 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alors que la conductivité de l'eau du puits est de 683 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La source alimentant l'ancienne pisciculture est comparable à celle du puits (avec 672 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Le drain situé au sud du bassin d'orage présente une conductivité d'à peine 321 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Il est important de noter qu'à l'origine, le fond du bassin était drainé. Le drain principal (dans l'axe du bassin) et dont l'exutoire se trouve au niveau du collecteur, est très probablement bouché (écoulement très faible malgré les nombreuses émergences).

Bilan hydrique

Bilan météorologique

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pluvio. (mm)	57.3	50.0	47.3	51.9	86.8	64.7	61.0	58.4	68.3	64.9	69.8	64.1	744.5
Temp. (°C)	2.0	3.5	6.9	9.6	14.0	17.2	20.0	19.7	16.0	11.1	5.6	3.0	---
ETP ⁹ . (mm)	10.4	20.5	54.0	82.0	120.9	135.8	150.8	132.1	75.4	34.6	13.2	7.7	837.4

Tableau 3 : Données météorologiques de Dijon-Longvic (1971 à 2000)

La pluviométrie moyenne interannuelle est de l'ordre de 744,5 mm et la température moyenne de 10,7°C. La pluviométrie est relativement régulière sur l'année, puisqu'elle varie entre 47,3 mm en mars et 86,8 mm en mai.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) moyenne annuelle est de **837,4 mm**.

Estimation du bilan hydrique

A partir de ces données brutes et de la méthode du bilan hydrique, un bilan mensuel a pu être calculé. Ce bilan permet de connaître la pluie efficace, correspondant aux lames d'eau susceptibles d'alimenter la source de la Bornue. Sur un bassin versant, le bilan hydrique s'exprime par l'égalité suivante :

$$P = ETR + P_{eff}$$

P : Précipitations totales (mm) ;
 ETR : Evapotranspiration réelle (mm) ;
 P_{eff} : Pluie efficace (mm)

La méthode de Thornthwaite consiste à calculer l'évapotranspiration réelle mois par mois connaissant l'ETP et la pluviosité P et en admettant que les premières couches du sol et du sous-sol contiennent un stock optimum d'eau qu'il faut reconstituer avant qu'il puisse y avoir infiltration ou ruissellement. La comparaison entre l'ETR et la pluviosité P indique l'excédent (P_{eff}) réellement disponible pour le ruissellement et l'alimentation de l'aquifère.

⁹ ETP : EvapoTranspiration Potentielle : Quantité d'eau susceptible d'être prélevée par la végétation et l'évaporation en mm

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

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
Pluvio. (mm)	57.3	50.0	47.3	51.9	86.8	64.7	61.0	58.4	68.3	64.9	69.8	64.1	744.5
Temp. (°C)	2.0	3.5	6.9	9.6	14.0	17.2	20.0	19.7	16.0	11.1	5.6	3.0	---
ETP. (mm)	10.4	20.5	54.0	82.0	120.9	135.8	150.8	132.1	75.4	34.6	13.2	7.7	837.4
Stock (mm)	100.0	100.0	93.3	63.2	29.1	0	0	0	0	15.2	43.5	70,4	---
ETR ¹⁰ (mm)	10.4	20.5	54	82	120.9	93.8	61	58.4	68.3	34.6	13.2	10.3	627.4
P _{eff} (mm)	46.9	29.5	0	0	0	0	0	0	0	15.1	28.3	28.2	148.1
Q _s (L/s/km ²)	14.0	14.3	6.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	7.2	9.6	---

Tableau 4 : Bilan hydroclimatique à Dijon-Longvic (1971 à 2000)

Le débit Q_s est calculé grâce aux écoulements sur 3 mois afin de prendre un compte la capacité de stockage de l'aquifère. Pour une année pluviométrique moyenne 1971 – 2000, la pluie efficace annuelle moyenne est d'environ 148,1 mm. En prenant en compte uniquement la pluie efficace, le débit moyen interannuel sur le bassin d'alimentation de la source s'établirait à 4,8 l/s/km² avec une importante période de déficit hydrique (de Mai à Septembre). D'après ce bilan, la source ne devrait pas être pérenne.

Estimation de la capacité de ruissellement (R)

Le ruissellement s'appliquant sur un bassin versant s'exprime par :

$$R = Cr \times P$$

R = ruissellement de surface (mm)

P = Précipitations totales (mm) ;

Cr = coefficient de ruissellement (%)

Le coefficient de ruissellement est fonction de la pente, de la couverture et de la nature du sol du bassin versant. D'après les caractéristiques du bassin versant : pente moyenne, peu de bois, sol favorable à l'infiltration, aucun écoulement superficiel..., le coefficient de ruissellement doit être de l'ordre de 40%.

Ainsi la capacité de ruissellement sur le bassin d'alimentation de la source de la Bornue serait de l'ordre de 298 mm (0,4 x 744,5).

¹⁰ ETR : EvapoTranspiration Réelle : Quantité d'eau réellement prélevée par la végétation et l'évaporation en mm

Débit potentiel des bassins versants

A partir des données ci-dessus (pluie efficace, capacité de ruissellement) et du débit moyen de la source de la Bornue, il est possible d'estimer la surface minimale du bassin d'alimentation de cette source.

Le potentiel moyen du bassin versant peut être estimé à 2,9 L/s/km² (4,8 x 0,6). En prenant en compte un débit moyen de 50 L/s, la surface du bassin d'alimentation serait au minimum de 17 km².

Il s'agit d'une estimation relativement grossière en raison du manque de précision sur le débit moyen de la source et sur le coefficient de ruissellement du bassin versant. En considérant un ruissellement nul, la surface du bassin s'établirait à 10 km².

Vulnérabilité de la ressource

Généralités

La vulnérabilité d'un captage dépend de plusieurs facteurs liés au milieu naturel et à l'impact de l'activité humaine. Ainsi, la nature et l'épaisseur des formations superficielles sont des facteurs essentiels pour la protection de la ressource tandis que l'activité humaine se traduit par l'occupation des sols, le type d'urbanisation, les activités artisanales et industrielles...

Protection naturelle de l'aquifère

Compte-tenu des mesures effectuées et de leur interprétation géologique, l'aquifère bénéficie d'une très faible protection naturelle. La couverture est très hétérogène tant par sa nature que par son épaisseur. Elle n'a pas de véritable rôle de protection vis-à-vis des eaux souterraines. Il est important de noter que l'aquifère est également très hétérogène (chenaux) au niveau de l'émergence et qu'il peut bénéficier d'une certaine protection latérale dans ce secteur.

Occupation des sols

La figure 08 présente l'occupation des sols dans le bassin d'alimentation du puits de Vosne-Romanée.

Documents d'urbanisme

La commune de Vosne-Romanée fait partie du SCOT¹¹ des agglomérations de Beaune et de Nuits-Saint-Georges. Elle ne dispose pas d'autre document d'urbanisme (PLU/POS ou carte communale). Les communes se trouvant dans la zone étudiée font partie d'un SCOT mais elles disposent également de documents d'urbanisme (en cours d'élaboration ou déjà applicables).

Urbanisation

Les premières habitations se situent à proximité immédiate du puits de Vosne-Romanée (50 m) et celle-ci sont susceptibles de se trouver à l'aplomb du cône d'appel de l'ouvrage. Le risque est toutefois limité en raison des structures géologiques en « lentilles » car les habitations se trouvent sur une zone nettement plus argileuse.

Activités agricoles, viticoles et forestières

Ces activités sont « étagées » dans le bassin d'alimentation du captage :

- Directement en amont du puits de Vosne-Romanée, le vignoble occupe largement la côte ;
- En partie haute de la côte, une zone de pelouses et de bois est présente ;
- La majeure partie du plateau de Concoeur et de Corboin est en cultures ;
- Enfin, la partie sommitale de la zone d'étude correspond à la forêt domaniale de Mantuan.

A l'échelle de la zone étudiée, le vignoble représente près de 24 % de la surface totale tandis que les zones boisées sont dominantes avec près de 41%. Les pelouses et friches s'établissent à 15% et les zones cultivées (céréales et plantations arbustives) sont de l'ordre de 17%. La majeure partie des zones boisées sont domaniales et gérées par l'ONF.

¹¹ SCOT : Schéma de COhérence Territoriale

Assainissement

La commune de Vosne-Romanée fait partie de la communauté de communes de Nuits Saint Georges. Elle dispose d'un réseau unitaire d'assainissement desservant 217 abonnés (en 2009) et de 3 déversoirs d'orage. Les eaux usées sont traitées par la station d'épuration de Flagey Echezeaux (renouvelée en 2009).

Sur l'ensemble de la zone étudiée, seul l'assainissement autonome des hameaux de Concoeur et de Corboin est susceptible d'avoir un impact sur la qualité des eaux souterraines. Dans le cadre du schéma directeur d'assainissement réalisé pour la communauté de communes du pays de Nuits-Saint-Georges en 2007, une solution d'assainissement collectif a été proposée pour ces hameaux. Si cette solution est entérinée, le réseau d'assainissement sera mis en place à l'horizon 2011-2012.

Voies routières et ferroviaires

En dehors des voies communales et des chemins, une seule route départementale a été identifiée (route départementale n°109). Le risque de contamination accidentelle de la source via les voies routières ou ferroviaires est modéré en raison du faible trafic.

A noter qu'il n'existe pas de barrière de sécurité en bordure de la desserte au niveau du puits. Le risque accidentel est faible mais ne peut être exclu dans ce secteur.

En matière d'assainissement routier, la route départementale n°109 se situe en dehors de la zone étudiée et cette route ne bénéficie pas de mesures particulières.

Activités industrielles et sites à risques

Aucune activité industrielle n'a été recensée dans le bassin d'alimentation du captage. Les seules installations classées soumises à autorisation se situent sur la commune de Nuits Saint Georges et aucune ne se trouve dans la zone étudiée. En ce qui concerne les installations soumises à déclaration, celles-ci n'ont pas été recensées (les renseignements demandés lors du dépôt du dossier de déclaration sont relativement succincts et concernent seulement l'objet et l'implantation de l'installation).

Les activités liées aux travaux d'extraction au niveau des petites carrières situées sur le plateau de Concoeur et de Corboin sont susceptibles de présenter un risque vis à vis de la qualité des eaux souterraines. Ce risque est essentiellement accidentel et serait lié à la perte d'hydrocarbures sur les engins de chantier. Ces exploitations étant d'une taille modeste, ce risque apparaît limité.

Deux décharges se trouvent dans la combe située entre Vosne-Romanée et Corboin. Ces décharges sont théoriquement utilisées pour les matériaux inertes mais celles-ci sont encore utilisées de manière sauvage comme l'atteste la présence d'emballages vides de produits phytosanitaires (Sulfobléu), de fûts (Avia), de divers emballages en plastique, d'un cumulus et de déchets ménagers (aspirateur). Le grillage limitant les dépôts sauvages (à l'aval de l'ancienne décharge en partie haute de la combe) est endommagé. Cette situation est préjudiciable à la qualité des eaux souterraines puisque ce secteur se situe dans la zone d'alimentation du captage. Nous ne préconisons pas une évacuation de l'ensemble des matériaux stockés en raison de l'importance du volume à traiter (évalué sommairement à 50 000 m³) mais plutôt un nettoyage sélectif de la zone et un renforcement du grillage (si nécessaire, un arrêté municipal pourrait permettre de poursuivre les contrevenants).

Le recensement effectué n'a pas montré l'existence de dépôts, stockages ou canalisations de transport de produits dangereux.

Zones d'épandages

D'après la chambre d'agriculture, il n'existe pas de zones d'épandages d'effluents industriels, de matières de vidanges ou de boues de station d'épuration sur la zone étudiée. Toutefois, la chambre d'agriculture ne centralise pas toutes les données sur les zones d'épandages et les seules obligations sont la tenue du plan de fumure et du cahier d'épandage.

Enjeux environnementaux

Les enjeux environnementaux correspondent aux zones de protection réglementaire (comme les périmètres de protection des captages), aux zones d'inventaire scientifique des milieux naturels (ZNIEFF, ZICO...), aux zones faisant l'objet d'engagements internationaux (type Natura 2000) et aux secteurs déterminant pour la qualité des eaux souterraines. Cette dernière zone correspond au bassin d'alimentation du captage et à sa cartographie des sensibilités (elle est détaillée dans la partie suivante). Les zones suivantes ont été recensées :

- ZPS¹² : Site FR2612001 - Arrière côte de Dijon et de Beaune
- SIC¹³ : Site FR2600956 - Milieux forestiers et pelouses des combes de la Côte dijonnaise
- ZICO¹⁴ : Site BE04 – Arrière côte de Dijon et de Beaune
- ZNIEFF¹⁵ de type I - Site 0002.0101 - Côte dijonnaise
- ZNIEFF de type II - Site 260014997 - Côte et arrière côte de Dijon

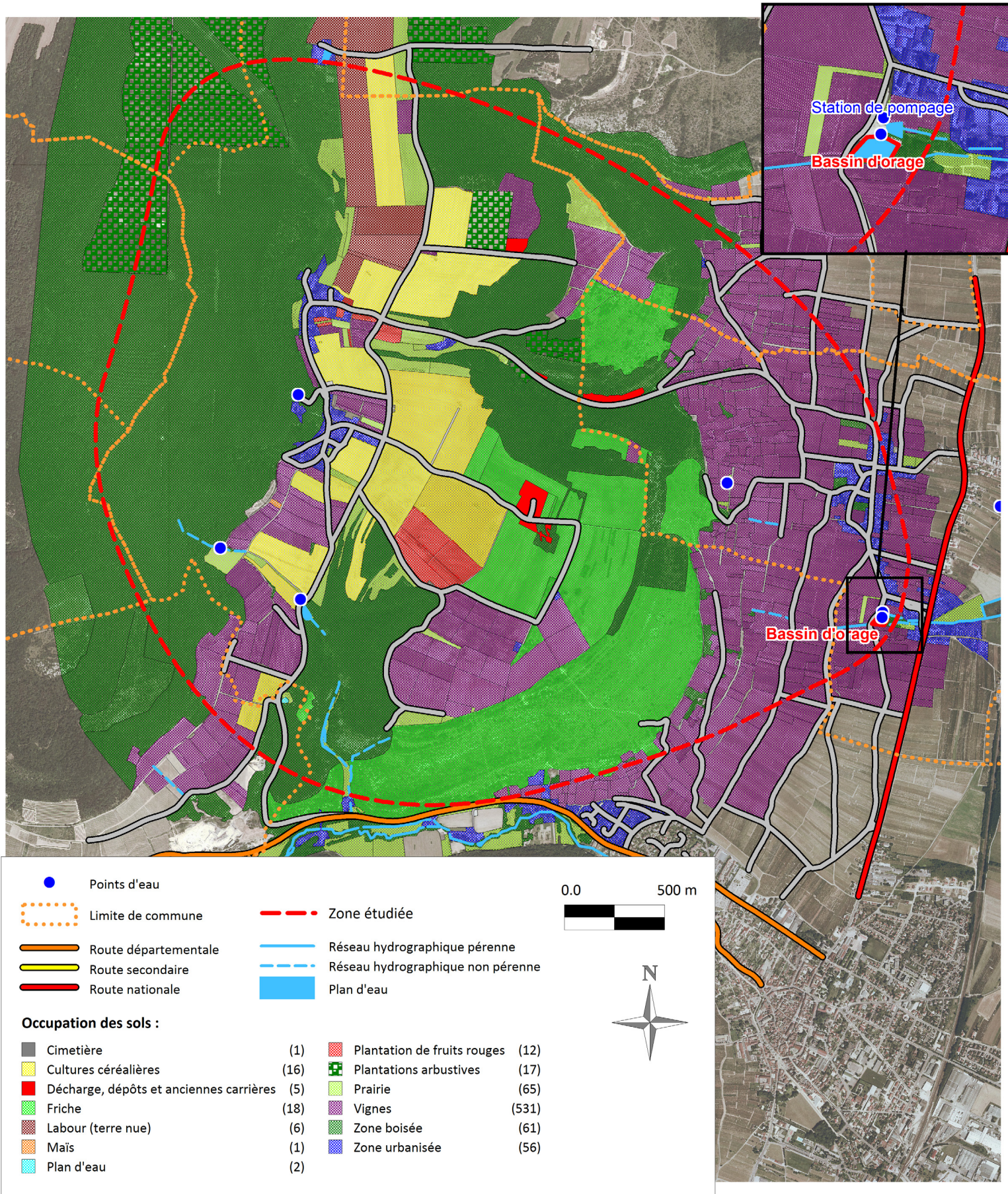
Les fiches descriptives des zones sont données en annexe 07.

¹² ZPS : Zone de Protection spéciale : Ces zones font partie du réseau Natura 2000 et correspondent aux sites particulièrement appropriés à la survie et à la reproduction d'espèces d'oiseaux sauvages.

¹³ SIC : Sites d'Importance Communautaire : Ces sites font partie du réseau Natura 2000 et correspondent à des habitats naturels ou des habitats d'espèces de faune et de flore sauvage.

¹⁴ ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux

¹⁵ ZNIEFF : Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Floristique et Faunistique



Cartographie des sensibilités et hiérarchisation des risques

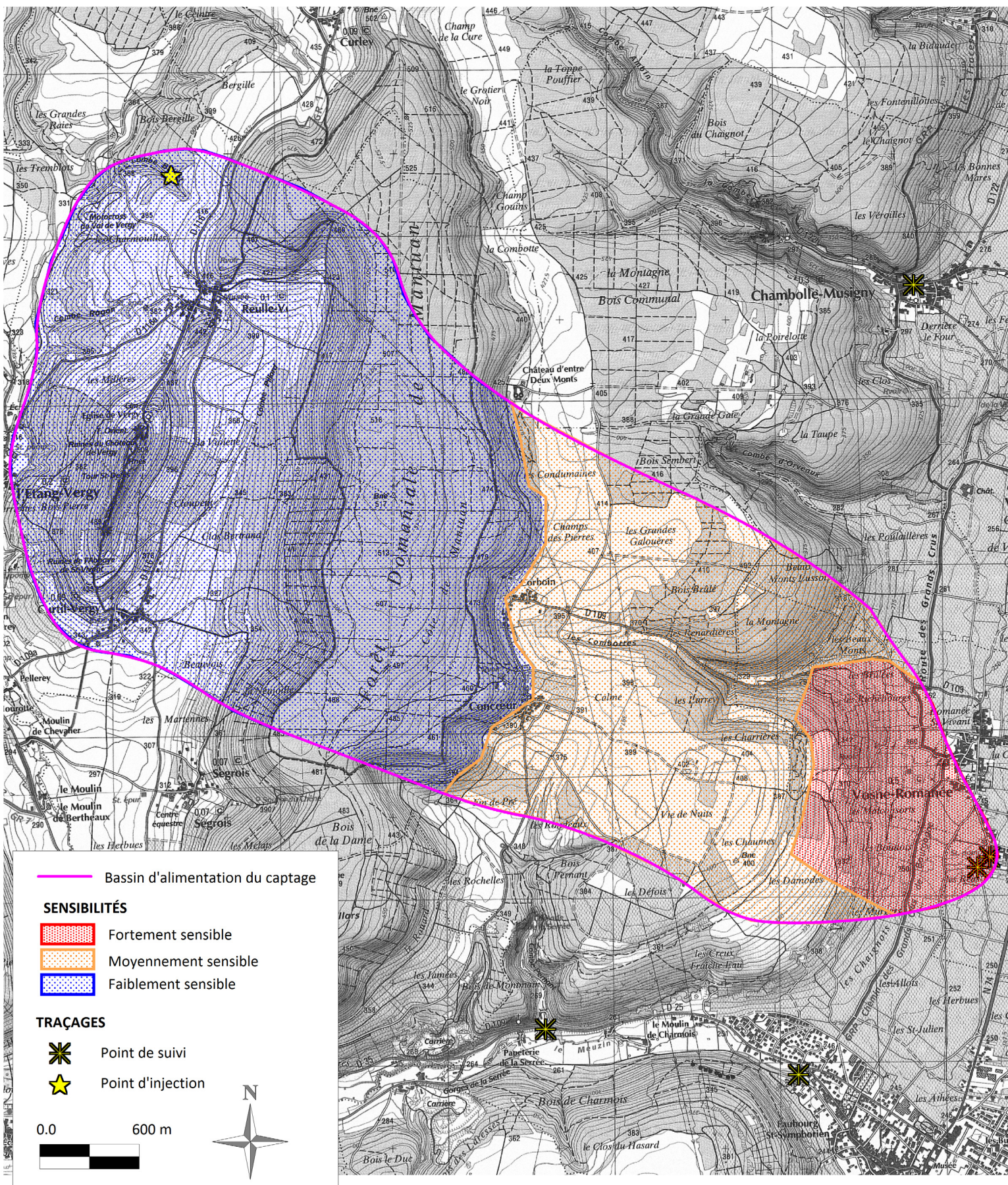
Cartographie des sensibilités

La cartographie des sensibilités (figure 09) a été établie à partir de la connaissance actuelle des écoulements souterrains. L'importance et la rapidité de transfert d'une éventuelle pollution sera fonction de la position de cette pollution, des caractéristiques du polluant et des caractéristiques de la zone aquifère. Le zonage des sensibilités donne des indications générales mais ne remplace pas un essai « grandeur nature » qui précise la vulnérabilité réelle d'un captage.

Cette cartographie prend en compte tous les résultats acquis qu'il s'agisse de la connaissance géologique ou des indices donnés par la qualité des eaux. Compte-tenu de la faible participation du secteur du vallon des Vergy dans l'alimentation du puits de Vosne-Romanée, l'extension vers l'ouest du bassin d'alimentation du captage pourrait s'arrêter au niveau de la forêt domaniale de Mantuan mais sans être exhaustive. Les zones à privilégier pour la mise en place d'actions de réduction des intrants sont les zones fortement et moyennement sensibles.

Quatre zones de sensibilités différentes ont été définies :

- Zone fortement sensible (en rouge) : si une pollution survenait dans cette zone, elle aurait un impact rapide et très important sur la qualité de l'eau captée.
- Zone moyennement sensible (en orange) : si une pollution survenait dans cette zone, elle aurait un impact sur la qualité de l'eau captée. Celle-ci correspond au bassin d'alimentation directe de la source, défini lors de l'étude hydrogéologique de 2000.
- Zone faiblement sensible (en bleu) : si une pollution survenait dans cette zone, elle pourrait avoir un léger impact sur la qualité de l'eau captée.
- Zone non sensible (non colorée) : si une pollution survenait dans cette zone, elle n'aurait aucun impact sur le captage.



Hiérarchisation des risques

Compte-tenu du contexte hydrologique et environnemental, les risques de contamination des ouvrages sont hiérarchisés dans le tableau ci-dessous :

Risque	Impact sur la qualité	Impact sur la quantité	Exposition globale
Activité vitivinicole - Pollution diffuse et/ou accidentelle : <ul style="list-style-type: none"> - Epannage de produits phytosanitaires - Epannage de fertilisants 	Fort	Voir ci-dessous ¹⁶	Forte
Activité agricole - Pollution diffuse et/ou accidentelle : <ul style="list-style-type: none"> - Epannage de produits phytosanitaires - Epannage de fertilisants 	Moyen		Forte
Décharge - Risque de pollutions diverses en fonction de la nature des déchets	Moyen		Moyen à faible
Assainissement des hameaux - Contamination bactériologique essentiellement	Faible		Moyen à faible
Carrières - Pollution accidentelle : <ul style="list-style-type: none"> - Déversement d'hydrocarbures 	Moyen		Faible
Activités forestières - Pollution accidentelle et/ou diffuse <ul style="list-style-type: none"> - Déversement d'hydrocarbures - En cas de coupe à blanc, risque en matière de turbidité et de nitrates 	Faible		Minime
Accident sur la route située à proximité du puits - Pollution accidentelle : <ul style="list-style-type: none"> - Déversement d'hydrocarbures 	Fort		Minime

Tableau 5 : Hiérarchisation des risques

La détermination de l'exposition a été ajustée en fonction des problèmes de qualité déjà rencontrés et la hiérarchisation ainsi obtenue est relativement proche de la réalité.

¹⁶ Comme le syndicat ne possède qu'une seule ressource et aucune solution réelle de secours, l'impact sur la quantité peut-être important quel que soit le risque et sera essentiellement fonction de la durée de la pollution.

Travaux à effectuer et estimation des coûts

Les dépenses et les subventions estimées pour la mise en conformité des périmètres de protection puits de Vosne-Romanée figurent dans le tableau ci-dessous :

Travaux à effectuer	Coût estimatif	Part subventionnable
Procédure réglementaire : <ul style="list-style-type: none"> - Etude foncière - Honoraires de l'hydrogéologue agréé - Enquête publique 	+/- 15 000 €	6 600 € d'aide forfaitaire par l'Agence de l'Eau
Matérialisation du périmètre de protection immédiate et dispositions : <ul style="list-style-type: none"> - Clôture du périmètre - Portail d'accès - Protection du périmètre de protection par une glissière de sécurité 	+/- 15 000 €	50 % du montant des travaux par l'Agence de l'Eau RMC Subvention possible du CG 21 pour la mise en conformité du captage (hors acquisitions foncières et travaux à l'extérieur du PPI)
Travaux de protection de l'aquifère : <ul style="list-style-type: none"> - Travaux de réfection de la route longeant le PPI - Entretien des réseaux d'eaux pluviales et d'eaux usées 	Coûts à déterminer par un bureau d'étude spécialisé	50 % du montant des travaux par l'Agence de l'Eau RMC
Disposition pour les périmètres de protection rapprochée et éloignée : <ul style="list-style-type: none"> - Aide à l'achat de matériel agricole dans le cadre des actions de réduction des pollutions diffuses - Modification des pratiques - Accompagnement et assistance technique - Promotion du développement durable de l'agriculture (soutien pour le développement de l'agriculture biologique, collecte des PPNU) 	---	Jusqu'à 50 % du montant des travaux par l'Agence
Mise en place d'une interconnexion utilisable	680 000 €	---

Tableau 6 : Travaux à effectuer et estimation des coûts

Les détails des subventions accordées par l'agence de l'eau sont décrits sur son site internet à la page : <http://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/aides-pour-le-bassin-rhone-mediterranee.html>

Conclusions

Le Syndicat Mixte des Eaux de Vosne-Romanée (Côte d'Or) réalise une étude hydrogéologique préalable à l'avis de l'hydrogéologue agréé. Cette étude s'inscrit dans une démarche plus générale de protection de la ressource en eau afin de concilier qualité de la ressource et activité vitivinicole. La zone étudiée se trouve au cœur de la Côte viticole bourguignonne (grands crus classés), sur les communes de Vosne-Romanée et de Nuits-Saint-Georges.

L'objectif de cette étude est de fournir à l'hydrogéologue agréé tous les éléments nécessaires à la délimitation des périmètres de protection et aux servitudes associées. Le document reprend et complète l'étude réalisée en 2009 et constitue ainsi un rapport synthétique comprenant la totalité des résultats acquis.

Le captage exploité par le syndicat est un puits situé directement en amont de la source de la Bornue. Il s'agit de la seule ressource du syndicat et il n'existe pas d'alimentation de secours. La production d'eau potable est d'environ 340 000 m³/an avec un rendement faible (+/- 60 %). Les variations de production sont essentiellement liées au rendement du réseau plutôt qu'à une évolution des consommations.

Le traitement de l'eau brute est assuré à l'aide d'un SKID de filtration sur charbon actif et d'une injection de bioxyde de chlore sur la conduite de refoulement. En période de forte turbidité, le SKID est arrêté (by-pass) afin d'éviter un colmatage. Le dimensionnement de ce SKID (50 m³/h) ne permet pas d'assurer les pics de consommation et un appoint est réalisé à partir de l'eau brute. Les ouvrages paraissent en bon état général et sont entretenus régulièrement mais ils ne disposent pas d'une clôture de protection.

La qualité des eaux sur ce captage est fortement influencée par l'activité vitivinicole et agricole. Une action de reconquête de la qualité de l'eau du captage de Vosne-Romanée a été conduite entre 1998 et 2002 auprès de 120 viticulteurs. Ces dernières années, les contaminations observées sont essentiellement liées aux métabolites de molécules qui ne sont plus utilisées. L'eau brute présente les caractéristiques typiques d'une eau provenant du karst avec des contaminations bactériennes et des pics de turbidité synchrones aux précipitations.

Les efforts engagés en matière de produits phytosanitaires montrent une nette amélioration de la situation par rapport aux contaminations historiques. De nombreux problèmes existent encore avec notamment les métabolites des produits utilisés et, pour lesquels, seule une action curative peut désormais être effectuée. Compte-tenu de ces résultats positifs, il convient de continuer les démarches engagées en faveur de la réduction des produits phytosanitaires et d'éviter toute nouvelle contamination des sols en raison des risques liés aux métabolites (contamination durable de la ressource).

ANNEXE 1

PLAN DU RESEAU AEP DU SYNDICAT

FORMAT A4 EN VERSION PAPIER

FORMAT A0 EN VERSION INFORMATIQUE