

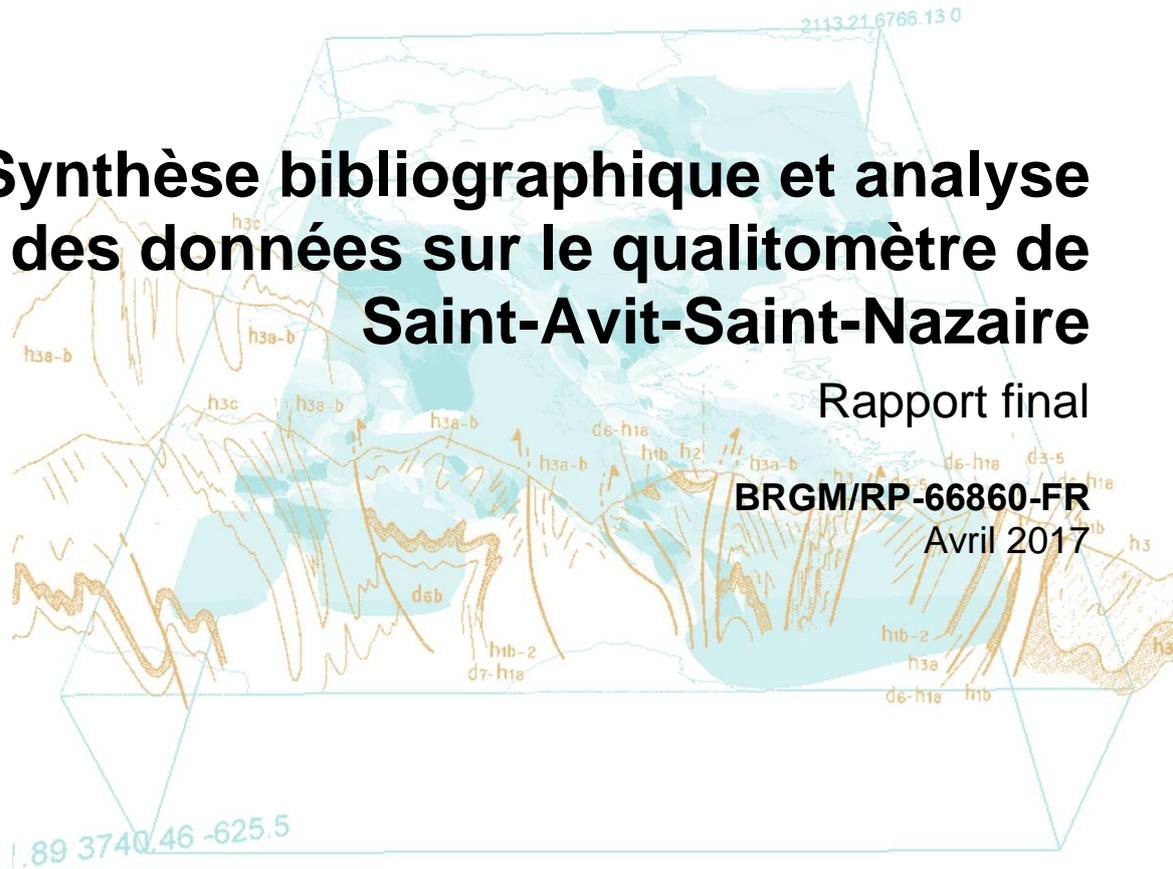


# Synthèse bibliographique et analyse des données sur le qualitomètre de Saint-Avit-Saint-Nazaire

Rapport final

BRGM/RP-66860-FR

Avril 2017





# Synthèse bibliographique et analyse des données sur le qualitomètre de Saint-Avit-Saint-Nazaire

Rapport final

**BRGM/RP-66860-FR**

Avril 2017

Étude réalisée dans le cadre des opérations  
de Service public du BRGM AP17AQI011

**Douez O. et Abasq L.**

**Vérificateur :**

Nom : A. WUILLEUMIER

Fonction : Hydrogéologue

Date : 09/05/2017

Signature :



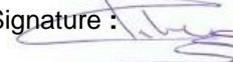
**Approbateur :**

Nom : N. PEDRON

Fonction : Directeur du BRGM  
Nouvelle-Aquitaine

Date : 16/06/2017

Signature :



Le système de management de la qualité et de l'environnement  
est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

**Mots-clés** : Hydrogéologie, qualité, nitrates, caractérisation

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Douez O. et Abasq L.** (2017) – Synthèse bibliographique et analyse des données sur le qualitomètre de Saint-Avit-Saint-Nazaire. Rapport final. BRGM/RP-66860-FR, 43 p., 37 ill.

## Synthèse

Depuis 2009, l'ouvrage localisé à Saint-Avit-Saint-Nazaire (département 33) et ayant pour numéro de Banque du Sous-Sol (BSS) 08058X0092/P1 est suivi au titre de la Directive Cadre sur l'Eau (point du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) et du Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO)) et de la directive nitrates. Cet ouvrage, qui capte les alluvions de la Dordogne, présente des teneurs anormalement hautes en nitrates, supérieures à 100 mg/l sur de nombreux prélèvements.

Ces teneurs en nitrates très élevées pour les eaux de cette nappe dénotent vraisemblablement une contamination locale. Il semble donc que les eaux de ce puits ne soient pas réellement représentatives de la qualité des eaux de ce secteur et donc de la masse d'eau et de la zone vulnérable aux nitrates à laquelle cet ouvrage est rattaché.

Dans l'objectif final d'évaluer la représentativité chimique des eaux de ce point de suivi vis-à-vis notamment du paramètre nitrate, le département de la Gironde à la demande de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, a souhaité que le BRGM réalise une synthèse et une analyse des documents et des données sur ce secteur. Ce travail pourra le cas échéant permettre aux donneurs d'ordre de proposer des investigations supplémentaires à réaliser, afin de mieux cerner notamment la représentativité de ce point par rapport à la masse d'eau qu'il suit vis-à-vis du paramètre nitrate en particulier.

Dans un premier temps, une analyse du contexte hydrogéologique et anthropique a été réalisée à partir de différents documents bibliographiques. Toujours à partir d'éléments issus de bibliographie, une synthèse des principales conclusions sur la qualité de la nappe des alluvions de la Dordogne, dans laquelle se localise cet ouvrage, a été réalisée à partir d'études générales ou très localisées. Ces études mettent en avant que très peu de points de cette nappe ont dépassé la teneur de 50 mg/l, et en particulier autour de l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire.

Afin de compléter ces éléments, une analyse des données de 2009 à 2016 (période d'acquisition de mesures chimiques pour le piézomètre de Saint-Avit-St-Nazaire) a été réalisée. Pour ce faire, les données de qualité de l'ensemble de la masse d'eau collectées dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'ouvrage étudié, ainsi que les mesures réalisées sur les cours d'eau, ont été compilées. Les résultats des analyses montrent qu'aucun autre point sur cette récente période ne présente une teneur moyenne supérieure à 50 mg/l, alors que les eaux du puits 08058X0092/P1 présentent une concentration moyenne de 153 mg/l. Par ailleurs, les teneurs en nitrates sont globalement corrélées avec d'autres composés qui se retrouvent dans les engrais minéraux ou les fertilisants organiques. C'est le cas en particulier des sulfates ou sur certains pics de teneurs en potassium. Pour ces 2 paramètres, les teneurs sont également globalement plus importantes à ceux des autres ouvrages.

Aux vues de ces résultats, il apparaît que ce point constitue une anomalie au regard des concentrations de ces paramètres d'origine anthropique par rapport aux autres mesures réalisées dans des contextes semblables et dans la même nappe. Cela dénote une pollution ponctuelle et non une pollution diffuse, comme en attestent les mesures réalisées sur les ouvrages de cette masse d'eau à proximité ou plus éloignés de ce point. Ainsi, dans l'état actuel de la qualité des eaux de cet ouvrage, ce point n'apparaît vraisemblablement pas représentatif de la qualité globale de la masse d'eau.

Afin de discriminer les sources de pollutions sur cet ouvrage (fertilisants organiques, fertilisants minéraux etc.), une analyse approfondie à l'aide de techniques isotopiques pourrait être réalisée, en particulier à l'aide des isotopes de l'azote, de l'oxygène et du bore.

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>9</b>
<b>2. Contexte</b> .....	<b>13</b>
2.1. LE POINT BSS - 08058X0092/P1 – CONTEXTE DE L’OUVRAGE.....	13
2.2. HYDROGEOLOGIE DU SECTEUR .....	14
<b>3. Etude bibliographique – Exploitations des données récentes</b> .....	<b>19</b>
3.1. ANALYSE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	19
3.1.1. Etudes régionales / Constats généraux.....	19
3.1.2. Etude locale [CDA33 (2012)] .....	21
3.2. EXPLOITATION DES DONNEES HYDROCHIMIQUES RECENTES .....	23
<b>4. Pistes d’investigations complémentaires</b> .....	<b>37</b>
<b>5. Conclusion</b> .....	<b>41</b>
<b>6. Bibliographie</b> .....	<b>43</b>

## Liste des figures

Illustration 1 - Chroniques de teneur en nitrates des eaux de l’ouvrage 08058X0092/P1 -Saint-Avit-Saint-Nazaire .....	9
Illustration 2 - Localisation de l’ouvrage 08058X0092/P1-Saint-Avit-St-Nazaire .....	10
Illustration 3 - Ouvrage n° BSS - 08058X0092/P1 .....	13
Illustration 4 - Implantation de l’ouvrage n° BSS - 08058X0092/P1 avec photographie aérienne en fond (extrait du site Géoportail de l’IGN – prise de vue 2015) .....	13
Illustration 5 - Fiche masse d’eau FRFG024 (extrait du SIE Adour Garonne).....	14
Illustration 6 - Extrait de la carte géologie n°805 Sainte-Foy-la-Grande au 1/50 000 <sup>ème</sup> du BRGM (la légende est visible en sur l’illustration 7) .....	15
Illustration 7 - Légende la carte géologie N°805 - Sainte-Foy-la-Grande .....	16
Illustration 8 - Epaisseur des formations fluviatiles quaternaires [Saplaïroles et al., (2005)].....	17
Illustration 9 - Représentation des différentes formations constituant le substratum de la nappe alluviale de la Dordogne [Saplaïroles et al., (2005)].....	17
Illustration 10 - Extrait du référentiel BD Lisa .....	18
Illustration 11 –Teneurs moyennes en nitrates sur les ouvrage captant la MESO FRFG024 (nappe alluviale de la Dordogne) [Abou Akar A. (2013)] .....	20

Illustration 12 - Mesures réalisés à proximité de le l'ouvrage 08058X0092/P1 au Nitraceck [CDA33 (2012)].....	21
Illustration 13 - Concentrations en nitrates sur les points d'eau proches de l'ouvrage 08058X0092 – données « police de l'eau » [CDA33 (2012)].....	21
Illustration 14 - Mesures de nitrates sur les points proches du puits 08058X0092 - données CDA33 et police de l'eau [CDA33 (2012)].....	22
Illustration 15 - Données issues la base de données ADES mais également d'informations transmise par la DDTM33 en 2012 [CDA33 (2012)] .....	22
Illustration 16 - Distribution des ouvrages en fonctions teneurs en nitrates de la masse d'eau FG024 ....	24
Illustration 17 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi de la masse d'eau FG024 – alluvions de la Dordogne (données ADES).....	24
Illustration 18 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi dans rayon de 10 km autour l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire (données ADES).....	25
Illustration 19 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi des eaux de surface (données SIE de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne) .....	25
Illustration 20 - Classement des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi de la masse d'eau FG024 – alluvions de la Dordogne (données ADES).....	26
Illustration 21 - Chroniques d'évolution des teneurs en nitrates des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016.....	27
Illustration 22 - Chroniques d'évolution des teneurs en sulfates des points d'eau de la masse d'eau FG024 sur la période 2009-2016 .....	27
Illustration 23 - Chroniques d'évolution des teneurs en potassium des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016 .....	28
Illustration 24 - Chroniques d'évolution des teneurs en Chlorures des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016.....	28
Illustration 25 - Choniques des teneurs en nitrates, chlorures, potassium, sulfates et bore sur le point 08058X0092 Vs. pluviométrie mensuelle (infloclimat.fr).....	29
Illustration 26 - Diagramme chlorures versus sodium .....	30
Illustration 27 - Diagramme chlorures versus sodium pour les points d'eau de la masse d'eau FG024 (valeurs moyennes) .....	31
Illustration 28 - Diagramme chlorures versus sodium pour les points de Saint-Avit-Saint-Nazaire et de Saussignac (ensemble des mesures).....	31
Illustration 29 - Diagramme corrélant deux indicateurs d'apports anthropiques (nitrates versus Chlorures) [Gourcy et Petelet-Giraud (2011)].....	32
Illustration 30 - Diagramme nitrates versus chlorures pour les points d'eau de la masse d'eau FG024 (valeurs moyennes) .....	33
Illustration 31 - Diagramme nitrates versus chlorures pour les points de Saint-Avit-Saint-Nazaire et de Saussignac (ensemble des mesures).....	33
Illustration 32 - Évolution des concentrations en sulfates en fonction de la concentration en nitrates - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire .....	34
Illustration 33 - Évolution des concentrations en potassium en fonction de la concentration en nitrates - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire .....	34
Illustration 34 - Évolution des concentrations en nitrates en fonction de la concentration en calcium - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire .....	35

Illustration 35 - Chroniques des teneurs en nitrates et en calcium - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire.....	35
Illustration 36 - Évolution de la teneur en magnésium en fonction de la teneur en calcium en fonction de la concentration en magnésium-ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire.....	36
Illustration 37 -Gamme de variation des compositions isotopiques $\delta^{18}\text{O}$ et du $\delta^{15}\text{N}$ des nitrates dissous de différentes origines, dans les eaux de surface et les eaux souterraines [d'après Kendall et al. (2007)].....	38



# 1. Introduction

Depuis 2009, l'ouvrage 08058X0092/P1 Saint-Avit-Saint-Nazaire est suivi au titre de la DCE (point RCS/RCO) et de la directive nitrates. Ce point, qui capte la nappe des alluvions de la Dordogne, présente des teneurs en nitrates très élevées, autour de 100 mg/l ces dernières années et un pic en 2013 à 344 mg/l (Illustration 1). La dernière valeur mesurée est égale à 125 mg/l (octobre 2016). Cette concentration fait suite à une baisse des teneurs importante entre septembre 2014 et août 2015 (200 mg/l à 78 mg/l), suivie d'une légère remontée en hiver 2015-2016 (109 mg/l) (« lessivage » des sols et recharge des nappes) puis à nouveau une baisse au cours de la période printemps-été 2016 (71 mg/l en août 2016).

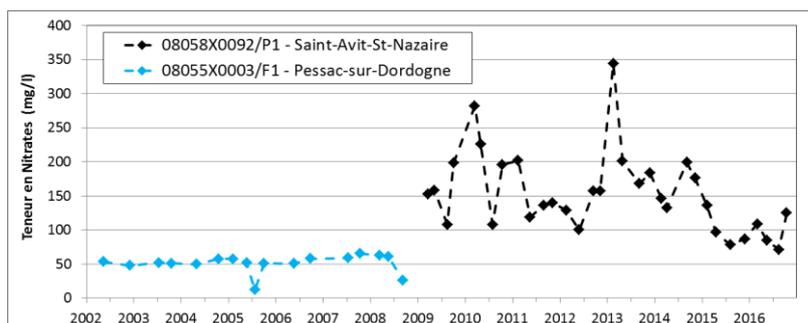


Illustration 1 - Chroniques de teneur en nitrates des eaux de l'ouvrage 08058X0092/P1 - Saint-Avit-Saint-Nazaire

L'intégration de ce point dans le réseau DCE a fait suite au remplacement du puits de la « Vidasse » 08055X0003/F1 (suivi entre 2002 et 2008) situé à Pessac-sur-Dordogne et dont l'accès était devenu trop dangereux. La teneur moyenne en nitrate de ce point était de l'ordre de 50 mg/l (maximum en 2007 avec 65,2 mg/l).

Dans l'environnement, les principales sources de nitrates sont i) les engrais minéraux (synthèse chimique industrielle), ii) les déchets organiques provenant à la fois des activités agricoles (lisiers, fumiers etc.) et des effluents domestiques, iii) la matière organique des sols, où les nitrates sont produits par minéralisation puis nitrification.

À l'état naturel, les concentrations en nitrates sont faibles, de l'ordre de quelques mg/l au maximum. On admet généralement qu'une teneur supérieure à 10 mg/l a une cause anthropique [Blum et al. (2010)]. L'absence de teneurs en nitrates caractérise en général les nappes captives. *A contrario*, dans les nappes libres, les valeurs fluctuent annuellement, de façon comparable d'une année sur l'autre. Ces variations correspondent aux périodes de recharge (lessivage des terres) et aux périodes de fertilisation. La limite de qualité des eaux destinées à la consommation humaine est fixée à 50 mg/l et la limite de qualité des eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine est de 100 mg/l<sup>1</sup>.

Les teneurs en nitrates très élevées pour les eaux de l'ouvrage de Saint-Avit-St-Nazaire dénotent vraisemblablement une contamination locale. Il semble donc que les eaux de ce puits ne soient pas réellement représentatives de la qualité des eaux de ce secteur et donc de la masse d'eau et de la zone vulnérable aux nitrates auxquelles cet ouvrage est rattaché.

<sup>1</sup> arrêté du 11 janvier 2007

La zone désignée comme vulnérable à la pollution diffuse par les nitrates est située en grande partie sur le département de la Dordogne et couvre une pointe est de la Gironde (Illustration 2). Parmi les communes concernées, on retrouve, outre Saint-Avit-Saint-Nazaire, les communes de Pineuilh, de Sainte-Foy-La-Grande et de Saint-André-et-Appelles (source Zones vulnérables aux nitrates en 2015).

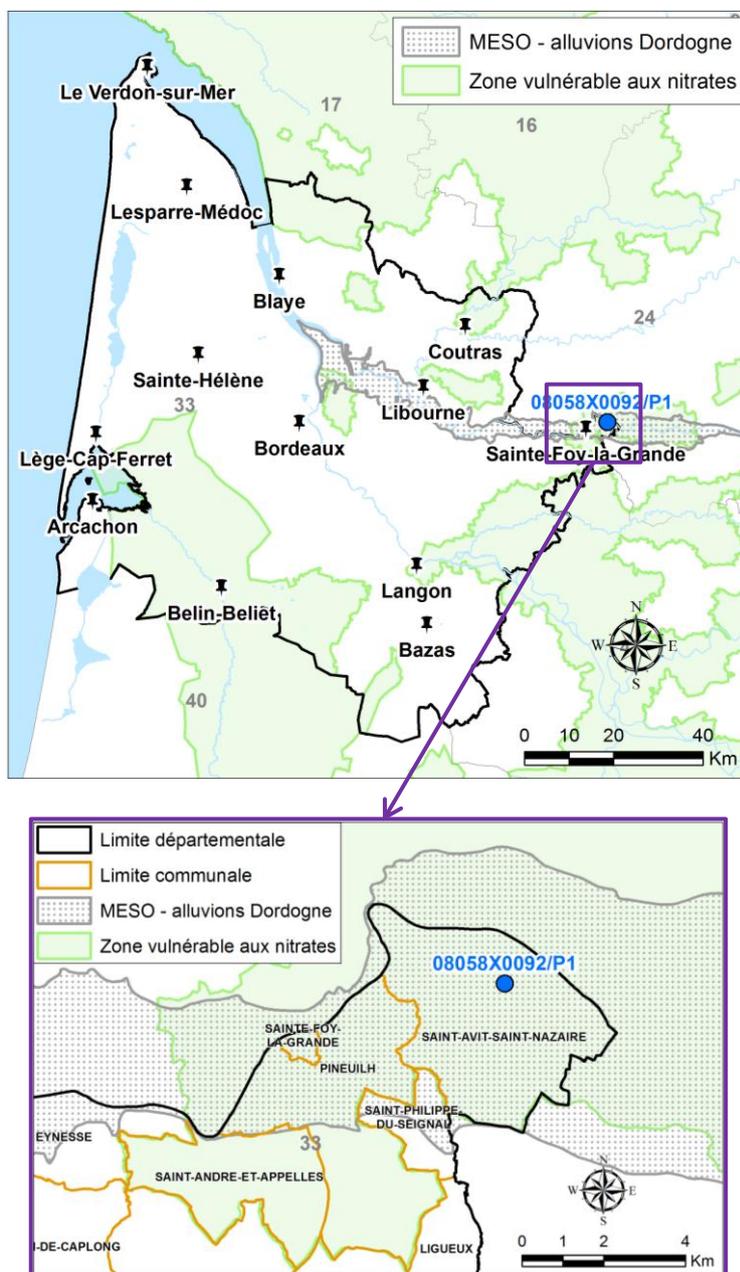


Illustration 2 - Localisation de l'ouvrage 08058X0092/P1-Saint-Avit-St-Nazaire

Le classement en zone vulnérable nitrates est révisé tous les 4 ans. Cela permet d'encadrer l'utilisation des fertilisants azotés dans les zones vulnérables.

Dans l'objectif final d'évaluer la représentativité chimique des eaux de ce point vis-à-vis notamment du paramètre nitrate, il a été demandé au BRGM de réaliser dans un premier temps une synthèse et une analyse des documents et des données sur ce secteur. Ce travail pourra le

cas échéant permettre aux donneurs d'ordre de proposer des investigations supplémentaires à réaliser, afin de mieux cerner notamment la représentativité de ce point par rapport à la masse d'eau qu'il suit vis-à-vis- du paramètre nitrate.

A partir de différents documents bibliographiques une analyse du contexte hydrogéologique et anthropique a été réalisée. Ce travail de synthèse, basé sur des études générales ou très localisées a également permis de dégager les principaux enseignements sur la qualité de la nappe des alluvions de la Dordogne, dans laquelle se localise cet ouvrage.

Afin de compléter ces éléments, une analyse des données de 2009 à 2016 (période d'acquisition de mesures chimiques pour le piézomètre de Saint-Avit-St-Nazaire) a été entreprise. Pour ce faire, les données de qualité de l'ensemble de la masse d'eau collectées dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'ouvrage étudié, ainsi que les mesures réalisées sur les cours d'eau, ont été compilées et exploitées.



## 2. Contexte

### 2.1. LE POINT BSS - 08058X0092/P1 – CONTEXTE DE L'OUVRAGE

Le puits n° BSS - 08058X0092/P1 (nouvel indice BSS : BSS001YQLN) est situé sur la commune de Saint-Avit-Saint-Nazaire, au lieu-dit les Grangeaux (Illustration 3) à +21 mNGF (source : ADES). Il est utilisé pour l'irrigation d'une exploitation sur laquelle il est implanté. D'une profondeur d'environ 6 mètres (6,40 mètres indiqué sur la fiche BSS), pour 1 mètre de diamètre, cet ouvrage capte la nappe alluviale de la Dordogne. Cet ouvrage se localise ainsi en zone de plaine alluviale fertile et ce dans un contexte agricole (Illustration 4).



Illustration 3 - Ouvrage n° BSS - 08058X0092/P1



Illustration 4 - Implantation de l'ouvrage n° BSS - 08058X0092/P1 avec photographie aérienne en fond (extrait du site Géoportail de l'IGN – prise de vue 2015)

## 2.2. HYDROGEOLOGIE DU SECTEUR

Le forage capte la nappe alluviale de la Dordogne, masse d'eau identifiée FRFG024. D'une superficie de 701 km<sup>2</sup> sur une longueur de 200 km, elle s'étend sur 4 départements (de l'amont vers l'aval du cours d'eau) : la Corrèze (19), le Lot (46), la Dordogne (24) et la Gironde (33).

Cette masse d'eau débute sur la commune d'Argentat dans le département de la Corrèze et se termine à la confluence avec la Garonne (Illustration 5). Les formations alluvionnaires qui la composent sont libres, excepté à l'aval où ces formations peuvent devenir localement captives sous les argiles flandriennes. A noter que cette masse d'eau se situe sur 2 SAGE (en élaboration) : en partie amont sur le SAGE Dordogne-Amont et sur la partie aval sur celui de Dordogne-Atlantique. C'est sur ce dernier que se situe l'ouvrage étudié.



Illustration 5 - Fiche masse d'eau FRFG024 (extrait du SIE Adour Garonne)

Sur la zone d'étude, les formations alluvionnaires de la masse d'eau correspondent aux formations quaternaires et superficielles du Pléistocène moyen à l'Holocène (carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> n°805 du BRGM – Sainte-Foy-la-Grande - illustration 6). Des formations les plus anciennes aux plus récentes on retrouve ainsi :

- Les formations du Pléistocène moyen :
  - ✓ Notées Fw1 et Fw2 sur la carte géologique : moyennes terrasses (Riss) composées de sables, graviers et nombreux d'une épaisseur de quelques mètres.
- Les formations du Pléistocène supérieur :
  - ✓ Notées Fx sur la carte géologique : basse terrasse (Würm) composée de sables, graviers et gros galets (épaisseur de quelques mètres).
- Les formations de l'holocène :
  - ✓ Fy : alluvions fluviales récentes (chenaux) – argiles sableuses (1 à 3 m d'épaisseur)
  - ✓ Fz : alluvions fluviales subactuelles et actuelles – argiles, sables et tourbes.

A noter que l'ouvrage concerné par cette étude se localise dans les formations du Pléistocène supérieur composé de sables, graviers et gros galets et à proximité de chenaux fluviatiles récents.

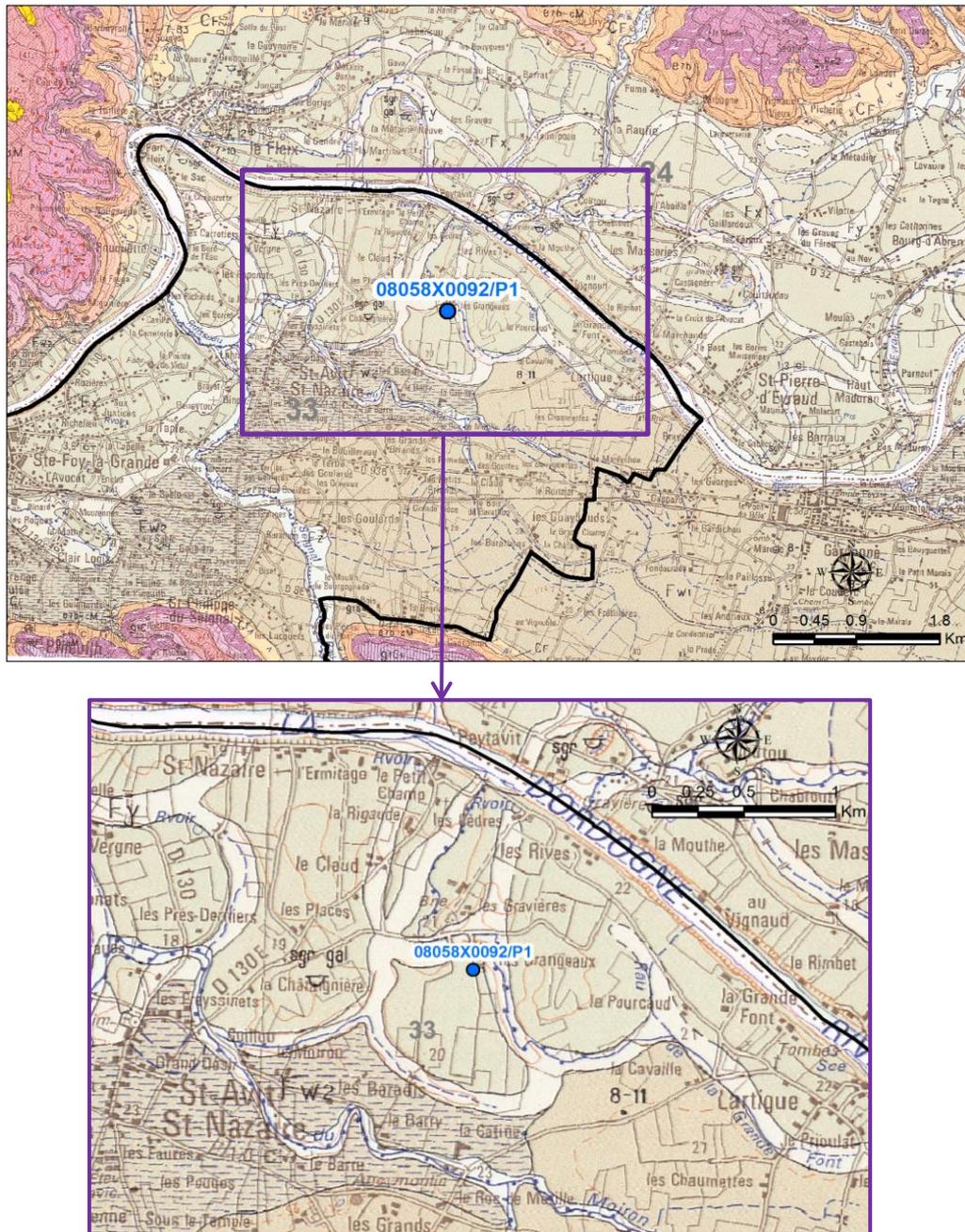


Illustration 6 - Extrait de la carte géologie n°805 Sainte-Foy-la-Grande au 1/50 000<sup>ème</sup> du BRGM (la légende est visible en sur l'illustration 7)

Ces formations alluvionnaires (et la masse d'eau qui s'y réfère) d'une épaisseur de 3 mètres à une vingtaine de mètres [CDA33 (2012)] sont encadrées latéralement et reposent verticalement sur les formations tertiaires de l'Eocène et de l'Oligocènes considérées très peu perméables (sables argileux et molasses du Fronsandais) (illustrations 8 et 9). Ces formations isolent donc

cette nappe des aquifères plus profonds. L'extrait du référentiel BD Lisa (Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères), présenté en illustration 10, indique les limites de la nappe alluvionnaire avec les formations « non aquifères » qui l'encadrent au nord et au sud du secteur d'étude.

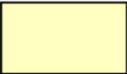
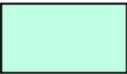
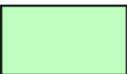
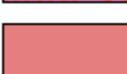
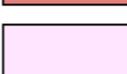
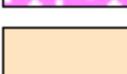
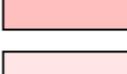
<b>Feuille N°805 - STE-FOY-LA-GRANDE</b>	
	Formation colluviale. Colluvions argilo-sableuses de pentes et de vallons secs, issues des formations tertiaires et quaternaires.
	Formations fluviales. Holocène. Alluvions subactuelles et actuelles : argiles, sables et tourbes
	Formations fluviales. Holocène. Alluvions récentes (chenaux) : argiles sableuses organiques
	Formations fluviales. Pléistocène supérieur. Basse terrasse (Würm) : sables, graviers et quelques très gros galets.
	Formations fluviales. Pléistocène moyen. Moyennes terrasses (Riss) : sables, graviers et nombreux galets
	Formations fluviales. Pléistocène moyen. Moyennes terrasses (Riss) : sables, graviers et nombreux galets
	Formations fluviolacustres. Miocène inférieur (Aquitainien). Calcaires lacustres blancs, plus ou moins silicifiés et gréseux
	Formations fluviolacustres. Oligocène supérieur s.l.. Molasses de l'Agenais : sables, grès feldspathiques et argiles sableuses jaunâtres carbonatées
	Formations fluviolacustres. Oligocène supérieur s.l.. Dépôts résiduels (molasses et altérites) sur g2B
	Formations fluviales. Oligocène inférieur. Marnes vertes, faluns à Ostrea et sables azoïques
	Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Argiles et calcaires de Castillon.
	"Formations fluviolacustres. Oligocène inférieur. Molasses du Fronsadais, partie supérieure ; argiles carbonatées jaunâtres et sables gris"
	Formations fluviolacustres. Eocène supérieur (Ludien). Molasses du Fronsadais, partie inférieure et moyenne. Sables feldspathiques gris et argiles carbonatées blanchâtres.
	Formations fluviales. Eocène supérieur. Sables argileux marron, rubéfiés.
	Formations fluviolacustres. Eocène moyen à supérieur. Argiles à Palaeotherium et Molasses inférieures. Argiles sableuses carbonatées versicolores, à chenaux sableux

Illustration 7 - Légende la carte géologie N°805 - Sainte-Foy-la-Grande

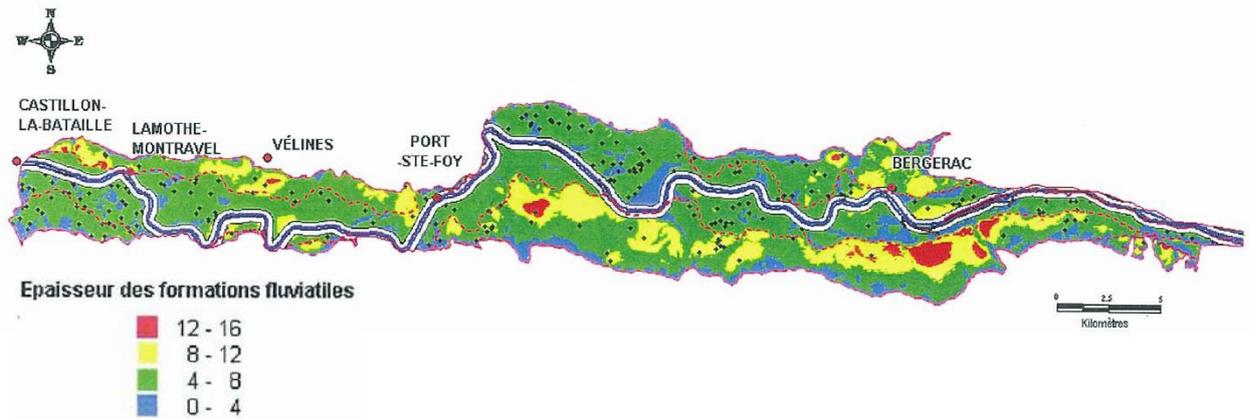


Illustration 8 - Epaisseur des formations fluviales quaternaires [Saplaïroles et al., (2005)]



Illustration 9 - Représentation des différentes formations constituant le substratum de la nappe alluviale de la Dordogne [Saplaïroles et al., (2005)]

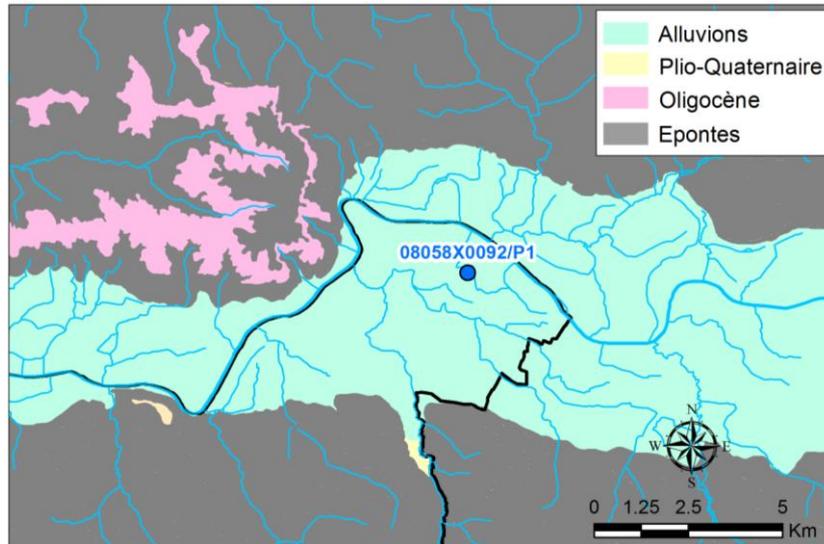


Illustration 10 - Extrait du référentiel BD Lisa

Les hautes terrasses toujours perchées ne contiennent pas de nappe intéressante du fait de leur extension réduite et de leur faible réalimentation. Toutefois, elles peuvent être à l'origine de lignes de sources plus ou moins pérennes. Les réservoirs alluviaux des terrasses plus récentes sont généralement en continuité hydraulique et constituent tout ou partie de la nappe d'accompagnement des rivières qui les parcourent [Abou Akar A. (2013)].

Les sables, graviers et galets (alluvions récentes et actuelles) constituent ainsi un système aquifère en général continu et en étroite relation avec la rivière. Contrairement à l'aval de la masse d'eau où les eaux souterraines sont relativement protégées car captives à semi-captives sous la couverture argilo-silteuse du Flandrien, à l'est de la Gironde et dans le Bergeracois la nappe est très vulnérable [Abou Akar A. (2013)].

L'écoulement de la nappe se fait des coteaux vers la rivière. En amont de Bergerac, la rivière très encaissée s'écoule directement sur le substratum éocène, crétacé ou jurassique. Du fait de ces configurations variées, les relations entre la nappe et la rivière sont complexes : nappe perchée au-dessus de la rivière à l'est de Bergerac, rivière en relation directe avec la nappe dans la partie intermédiaire ou plus ou moins isolée par les argiles flandriennes (partie avale), impact des marées [Abou Akar A. (2013)].

Les nappes des aquifères alluviaux présentent généralement des battements annuels peu importants, de l'ordre de 1 à 2 mètres.

Les paramètres hydrodynamiques des basses terrasses ( $F_x$ ) sont intéressants avec une transmissivité de l'ordre de  $1.10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  alors que pour les hautes terrasses ( $F_w$ ) celle-ci oscille entre  $1.10^{-3}$  et  $1.10^{-4} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  (notice de la carte géologie n°805 Sainte-Foy-la-Grande au 1/50 000<sup>ème</sup> du BRGM).

## 3. Etude bibliographique – Exploitations des données récentes

### 3.1. ANALYSE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

#### 3.1.1. Etudes régionales / Constats généraux

Dans le cadre de la délimitation des nappes d'accompagnement au milieu des années 1990, un inventaire des ouvrages dans les systèmes aquifères alluviaux en Gironde avait été réalisé [Bichot et *al.* (1995)]. Cet inventaire avait permis d'évaluer les prélèvements et d'apprécier également la vulnérabilité et la qualité de ces nappes alluviales. A cette époque, les nappes le long de la Dordogne sont apparues souvent très dégradées, surtout vers l'amont, du fait de l'activité agricole et de l'urbanisation. Les teneurs en nitrates y étaient notées fréquemment élevées et pour certaines supérieures aux exigences de limite de qualité réglementaires fixées pour les eaux destinées à la consommation humaine (50 mg/l). Seul le secteur de la rive droite de la Dordogne, entre Libourne et Saint-André-de-Cubzac, présentait des teneurs en nitrates relativement faibles. L'exploitation pour l'Alimentation en Eau Potable (AEP) de ces nappes a progressivement été abandonnée au profit de ressources plus profondes (Éocène en particulier). La ressource alluviale reste par contre très exploitée pour les besoins de l'agriculture (céréales, vergers, vignobles), et ce, principalement l'été.

Dans le cadre de l'étude sur la nappe alluviale de la Dordogne, Saplaïroles et *al.*, (2005) avaient caractérisé les eaux de cette dernière. L'analyse globale du faciès chimique des eaux des nappes alluvionnaires, réalisée à partir des diagrammes de Piper et de Schoëller se référant aux éléments de quinze ouvrages répartis le long de la vallée a mis en évidence des eaux de type bicarbonatées calciques légèrement magnésiennes. Sur la période 1991-2004 considérée par cette étude, un seul point a dépassé la limite de 50 mg/l. Il est apparu que la plaine alluviale à l'ouest de Bergerac était la plus fortement touchée par des contaminations essentiellement d'origine agricole et dans une moindre mesure urbaine. De fortes concentrations en magnésium, en sodium, en chlorures, en sulfates et en nitrates ont été observées, mais un seul point a dépassé la teneur de 50 mg/l en nitrates.

Dans le cadre du travail d'analyse bibliographique des données analytiques disponibles sur la nappe alluviale de la Dordogne [Abou Akar A. (2013)], des chroniques de teneurs en nitrates sur 68 ouvrages captant les alluvions de la Dordogne ont été récupérées (données liées à l'AEP mais également de nombreux qualitomètres ICSP - Installations classées et sites pollués). L'analyse des teneurs moyennes en nitrates a montré que seuls 9 ouvrages sur 68 (3 AEP, un agricole et 5 qualitomètres ICSP) présentaient des teneurs moyennes supérieures à 50 mg/l : 1 dans le Lot (secteur amont), 2 en Dordogne et 6 en Gironde (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). A noter que les teneurs « extrêmes » dosées à proximité de l'estuaire de la Gironde s'expliquent par les activités industrielles exercées dans ce secteur.

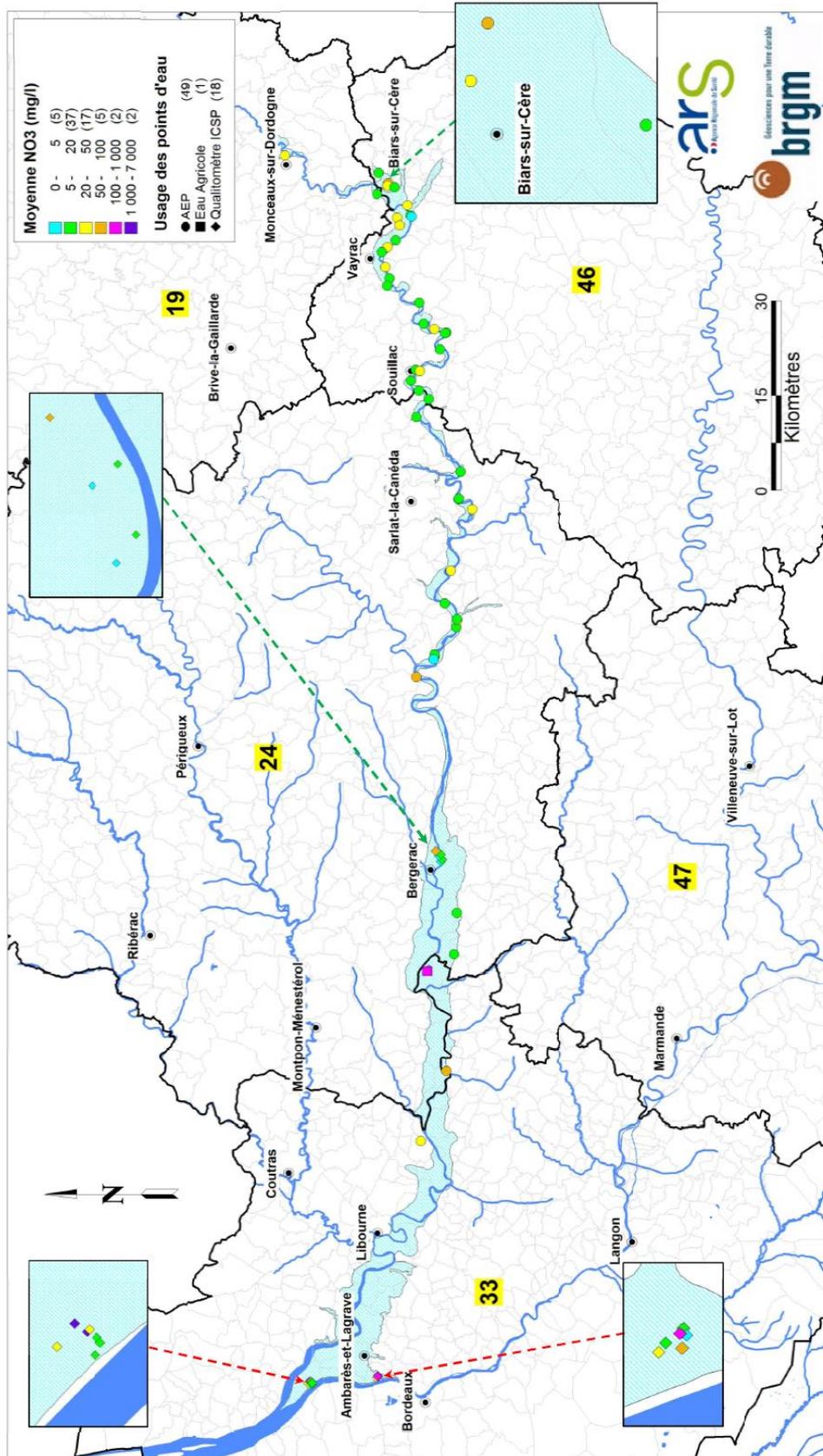


Illustration 11 – Teneurs moyennes en nitrates sur les ouvrages captant la MESO FRFG024 (nappe alluviale de la Dordogne) [Abou Akar A. (2013)]

### 3.1.2. Etude locale [CDA33 (2012)]

En 2012, un diagnostic relatif à la pollution du forage Grangeaux par les nitrates a été réalisé par la chambre d'agriculture du département de la Gironde en collaboration avec la DDTM33 [CDA33 (2012)]. Cette étude visait notamment à demander le non classement de quatre communes de la zone de Saint-Avit-Saint-Nazaire en zones vulnérables aux nitrates. Ce travail comportait notamment un diagnostic de l'exploitation (pratiques culturales, mesures de teneurs en nitrates à proximité de l'exploitation et dans un périmètre éloigné de cette dernière sur les eaux souterraines).

La conclusion de ce travail mettait en avant une « pollution ponctuelle relevant d'erreurs de pratiques de fertilisation ». Afin de résoudre ce problème, un plan comportant différentes actions avec un accompagnement de l'agriculteur a par la suite été mis en place.

Dans le cadre de ce travail, différentes mesures du paramètre nitrate ont été réalisées à proximité de l'ouvrage 08058X0092/P1 au Nitraceck sur des puits mais également sur des cours d'eau, dont les résultats sont visibles dans le tableau de l'illustration 12 (à noter qu'aucune date de mesure n'est précisée dans le document).

	Mesure 1 (nitrates en mg/l)	Mesure 2 (nitrates en mg/l)	Mesure 3 (nitrates en mg/l)	Moyenne
Grangeaux F1	197	195	234	208
F2 (site exploitation, 50 m de F1)	42	72	70	61,33
F3 (100 m de F1)	69	68	80	72,3
C1 (cours d'eau amont)	12	13	18	14,33
C2 (cours d'eau aval)	12	12	12	12

*Illustration 12 - Mesures réalisés à proximité de le l'ouvrage 08058X0092/P1 au Nitraceck [CDA33 (2012)]*

Toujours dans ce secteur rapproché, la police de l'eau a également réalisé des mesures de teneurs en nitrates captant cette nappe alluviale dans un périmètre compris entre 1 et 4 km du site. Ces mesures sont visibles sur l'illustration 13 (à noter qu'aucune date de mesure n'est précisée dans le document).

Ouvrages	Teneur en nitrates en mg/l
P1	38,66
P2	36,6
P3	30,33
P4	39

*Illustration 13 - Concentrations en nitrates sur les points d'eau proches de l'ouvrage 08058X0092 – données « police de l'eau » [CDA33 (2012)]*

L'ensemble de ces données est cartographié et présenté en illustration 14.

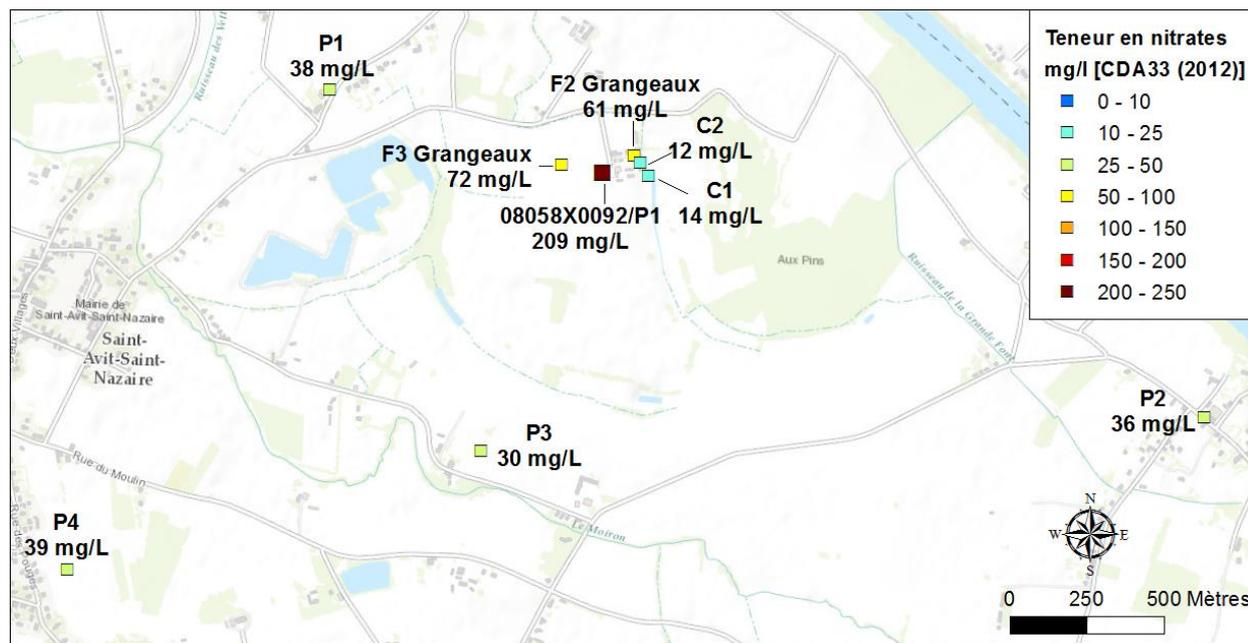


Illustration 14 - Mesures de nitrates sur les points proches du puits 08058X0092 - données CDA33 et police de l'eau [CDA33 (2012)]

Ces données ont été complétées par des résultats d'analyses sur des ouvrages « éloignés » (de quelques kilomètres à une cinquantaine de kilomètres pour le point de Buisson de Cadouin) captant les alluvions de la Dordogne. Ces dernières informations proviennent de la base de données ADES mais également d'informations transmises par la DDTM33 (illustration 15). Une donnée ARS est également proposée sur le puits « Vidasse » de Pessac sur Dordogne (16 km à l'ouest de Saint-Avit-Saint-Nazaire) avec une mesure de 52,5 mg/l de nitrates (teneur maximale sur ce puits).

Commune	Position/commune St Avit St Nazaire	Code BSS	Max 2004 à 2011 (NO <sub>3</sub> mg/l)	P90 (NO <sub>3</sub> mg/l)	Autre (mg/l)
Soussignac (24)	Amont	08294X0009/P	16	13	
Buisson de Cadouin (24)	Amont	08077X0055/F	17	17	
Port Ste Foy (24)	Aval	08057X0030/F			Max : 7.9
St Pierre d'Eyraud (24)	Amont	08058X0010			49 en 1991

Illustration 15 - Données issues la base de données ADES mais également d'informations transmises par la DDTM33 en 2012 [CDA33 (2012)]

Pour compléter ces informations, des données sur les eaux superficielles avaient été récupérées sur le site du SIE Adour Garonne sur différents points de mesure sur la Dordogne et sur un de ses affluents en rive gauche, le Seignal. La confluence de ce cours d'eau avec la Dordogne se fait en limite ouest de la commune de Saint-Avit-Saint-Nazaire. Pour ces cours d'eau, l'ensemble des mesures proposées est en dessous de 30 mg/l.

Le constat final de ces analyses proposé par la CDA 33 en 2012 était le suivant :

*« On constate que les concentrations en nitrates mesurées sont maximales dans le forage de F1 Grangeaux qui fait l'objet du suivi par le BRGM.*

*Les 2 autres forages situés dans un rayon de 100 mètres de F1 Grangeaux présentent des concentrations 3 fois moins élevées mais qui restent largement supérieures à 50 mg/l. Dans un rayon de quelques kilomètres, les concentrations en nitrates mesurées dans la nappe alluviale de la Dordogne passent en dessous des 50 mg/l.*

*Les mesures réalisées dans les eaux souterraines ou superficielles plus en amont ou plus en aval montrent des concentrations en nitrates largement en dessous de 50 mg/l.*

*Il semble donc que le problème des nitrates soit local et ne concerne que la nappe alluviale de la Dordogne au droit » de l'exploitation.*

Le diagnostic des pratiques de fertilisation de l'exploitation réalisé par la CDA33 a montré que des écarts de fertilisation se sont répétés au cours d'une vingtaine d'années, au moins sur une des parcelles entourant le puits. Une des conclusion qui apparait dans ce rapport est la suivante : *« on peut supposer que les effluents d'élevage combinés avec un mauvais raisonnement de la fertilisation minérale, l'absence de prise en compte de l'azote amené par l'irrigation et l'absence de mesures permettant de capter les nitrates en post récolte puissent être responsables de la pollution ponctuelle observée sur le puits des Grangeaux ».*

Suite à ces constats et comme indiqué précédemment, un plan de fertilisation adapté a été mis en place en parallèle d'un accompagnement de l'agriculteur par la CDA33.

### **3.2. EXPLOITATION DES DONNEES HYDROCHIMIQUES RECENTES**

L'analyse des données récentes a été réalisée à partir de données récupérées dans la banque de données ADES (réseau de suivi de la qualité des eaux souterraines du bassin de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, réseaux départementaux, analyses réalisées dans le cadre du contrôle sanitaire) sur la période 2009-2016, c'est-à-dire depuis les premières mesures sur l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire. A noter que pour certains départements, les données 2016 n'ont pas encore été bancarisées à la date de rédaction du rapport.

Deux types de données ont été récupérées, les données de l'ensemble des points de la MESO FG024 – alluvions de la Dordogne – dans un premier temps, et dans un second temps dans un rayon de 10 km autour du point de Saint-Avit-Saint-Nazaire.

La qualité des eaux des alluvions de la Dordogne (masse d'eau FG024) a été suivie sur 39 points sur la période 2009-2016. Un seul ouvrage de suivi concerne cette masse d'eau sur le département de la Gironde, 12 sur le département de la Dordogne, 25 sur le département du Lot et 1 sur le département de la Corrèze.

La teneur moyenne en nitrate sur la période 2009-2016 du point de Saint-Avit-Saint-Nazaire est de 153 mg/l, le second ouvrage présentant la plus forte teneur est de 34 mg/l (n° BSS 08101X0003/F- Biars-sur-Cere dans le département du Lot). Le graphique de l'illustration 16 montre la distribution des points en fonctions des teneurs, sur 39 points, 32 ouvrages présentent une teneur moyenne inférieure à 20 mg/l, 5 ouvrages entre 20 et 30 mg/l, 1 ouvrage entre 30 et 40 mg/l.

La carte présentée en illustration 17 indique la localisation des ouvrages en fonction de la teneur moyenne en nitrates. Comme il est constaté sur cette cartographie, il n'existe qu'un seul point à proximité de celui de Saint-Avit-Saint-Nazaire – le n° BSS - 08294X0009/P localisé sur la commune de Saussignac sur le département de la Dordogne. La teneur moyenne en nitrates pour cet ouvrage sur la période 2009-2015 (données non bancarisées en 2016) est de 13,7 mg/l.

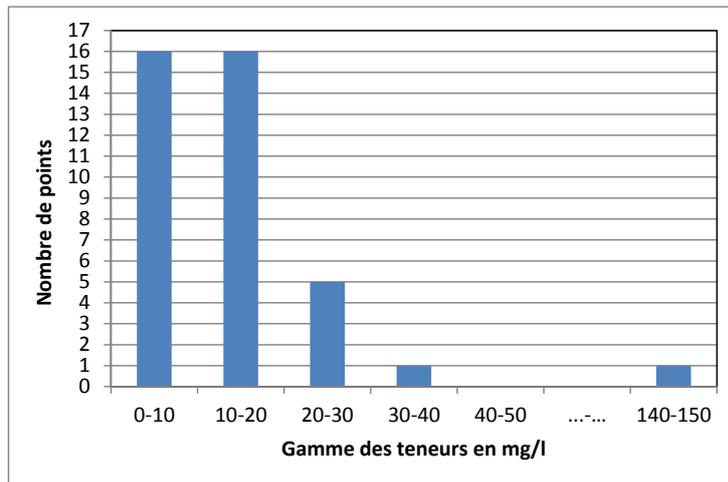


Illustration 16 - Distribution des ouvrages en fonctions teneurs en nitrates de la masse d'eau FG024

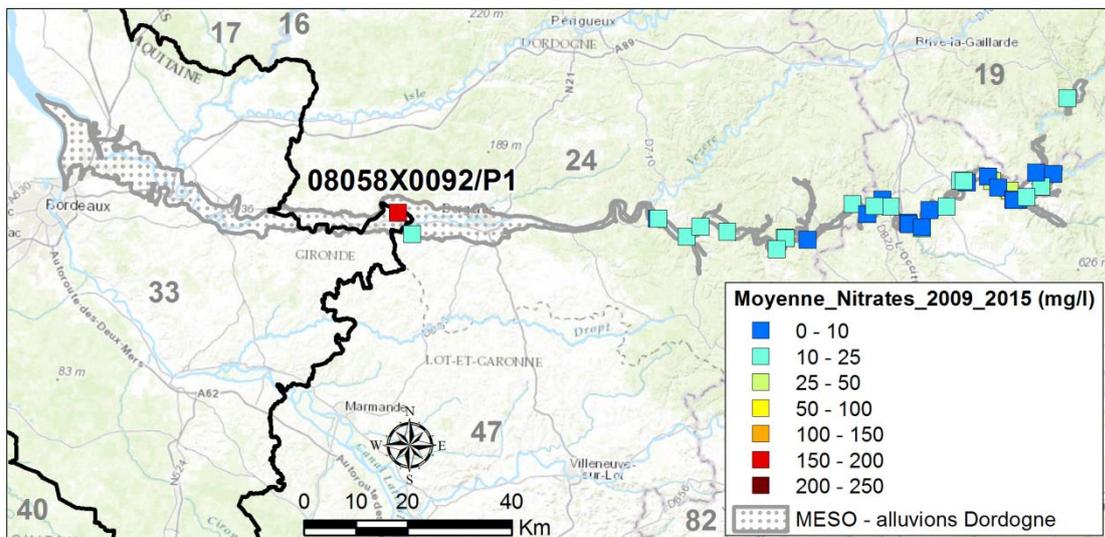


Illustration 17 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi de la masse d'eau FG024 – alluvions de la Dordogne (données ADES)

Afin de compléter l'analyse, toutes les données de nitrates des ouvrages dans un rayon de 10 kilomètres autour du point étudié ont été collectées. Des données sur 9 ouvrages supplémentaires ont ainsi pu être récupérées (en supplément de l'ouvrage de Saussignac). Sur ces 10 ouvrages, 1 seul capte des formations superficielles, l'ouvrage 08294X0018/SMDEG2 sur la commune de Saussignac (Dordogne). Cet ouvrage correspond à une source qui sort de la molasse du Fronsandais et qui présente des teneurs en nitrates inférieures à 5 mg/l (moyenne de 3 mg/l sur la période). Les autres ouvrages captent des nappes profondes (aquifères de l'Eocène ou du Crétacé) à plus de 250 mètres de profondeur où aucun nitrate n'a été détecté (illustration 18).

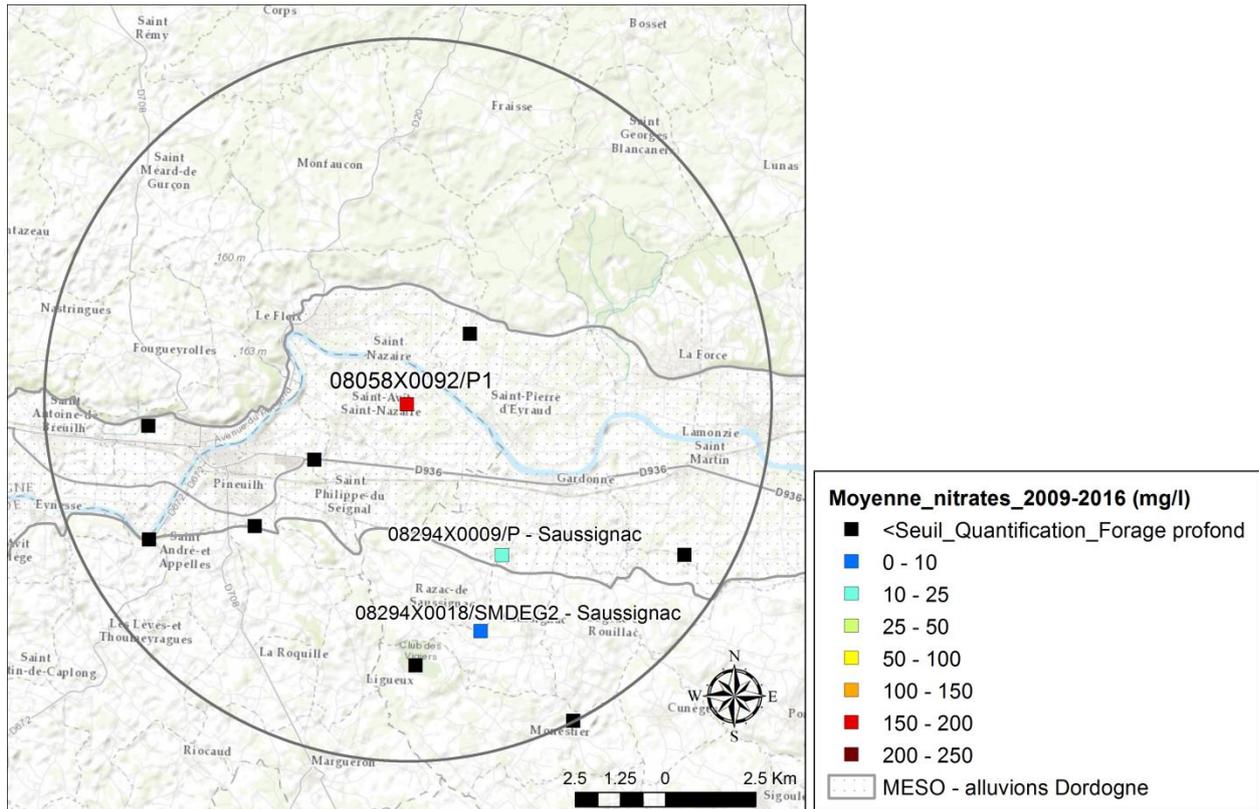


Illustration 18 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi dans rayon de 10 km autour l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire (données ADES)

Les données concernant les teneurs en nitrates sur les eaux de surface disponible sur le Système d'Information sur l'Eau (SIE) de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne ont été récupérées autour du secteur étudié. La carte des teneurs moyennes sur la période 2009-2015 indique que les concentrations ne dépassent pas 25 mg/l en moyenne que ce soit sur la Dordogne ou sur certains petits affluents.

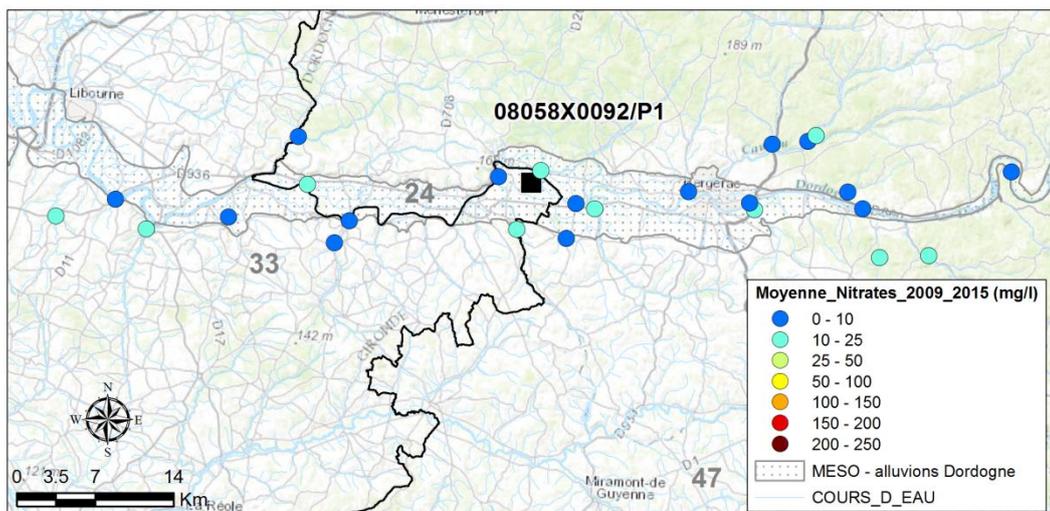


Illustration 19 - Moyenne des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi des eaux de surface (données SIE de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne)

Un classement des teneurs en nitrates de la valeur la plus forte à la valeur la plus faible a été réalisé à partir de l'ensemble des données de la période 2009-2016 de la masse d'eau FG024. Sur les 479 valeurs mesurées, les teneurs les plus importantes correspondent toutes au point de Saint-Avit-Saint-Nazaire (illustration 20). Un seul autre point de cette MESO a dépassé la limite de qualité pour la consommation et ce pour une seule date de mesure (n° BSS-08086X0030/P2 sur la commune de Domme (24) – 53 mg/l).

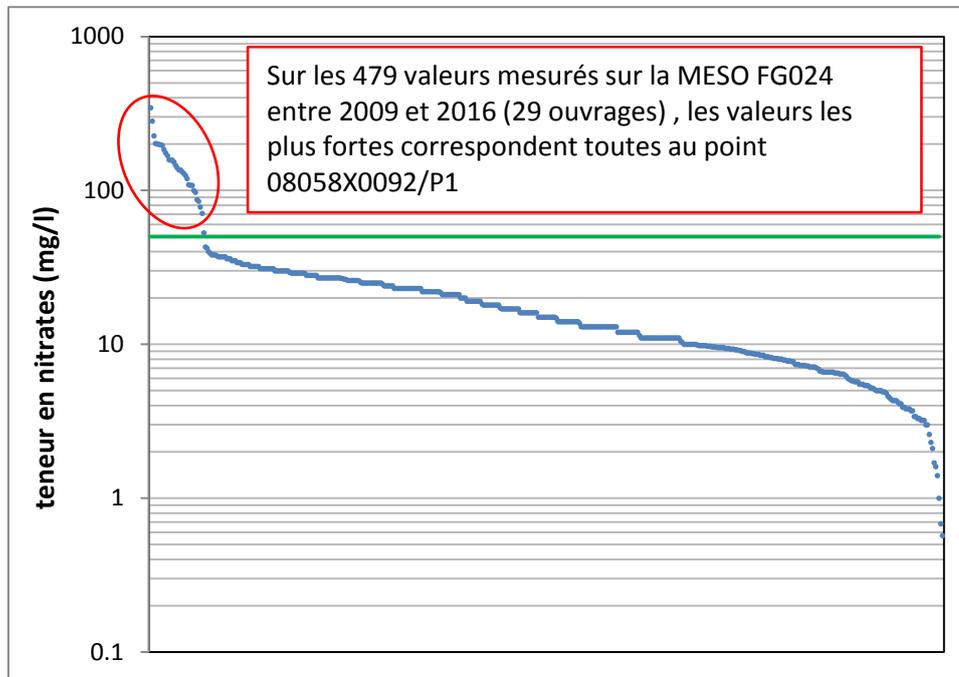


Illustration 20 - Classement des teneurs en nitrates sur la période 2009-2015 sur les points de suivi de la masse d'eau FG024 – alluvions de la Dordogne (données ADES)

En complément, des chroniques ont été tracées pour différents paramètres et pour l'ensemble des points de mesure. Ces paramètres peuvent en effet être des indices de contamination anthropique, notamment en se basant sur la composition de certains fertilisants minéraux ou organiques (fumiers, lisiers...). On retrouve ainsi les produits azotés mais également des sulfates, du potassium et des chlorures dans des proportions variables. Il faut noter que le chlorure n'est pas un fertilisant mais entre dans la composition d'engrais minéraux (chlorure de potassium par exemple). Les graphiques des illustrations 21 à 24 présentent les chroniques pour les différents points de mesure de la masse d'eau FG024 et pour l'ensemble de ces paramètres.

La comparaison des chroniques de teneurs en nitrates montrent clairement et logiquement des teneurs anormalement hautes en nitrates entre 2009 et 2016. Cet ouvrage (Saint-Avit-Saint-Nazaire) se retrouve également dans les quelques points montrant les teneurs les plus hautes pour les autres composés : sulfates (Illustration 22), potassium (illustration 23) et chlorures (illustration 24).

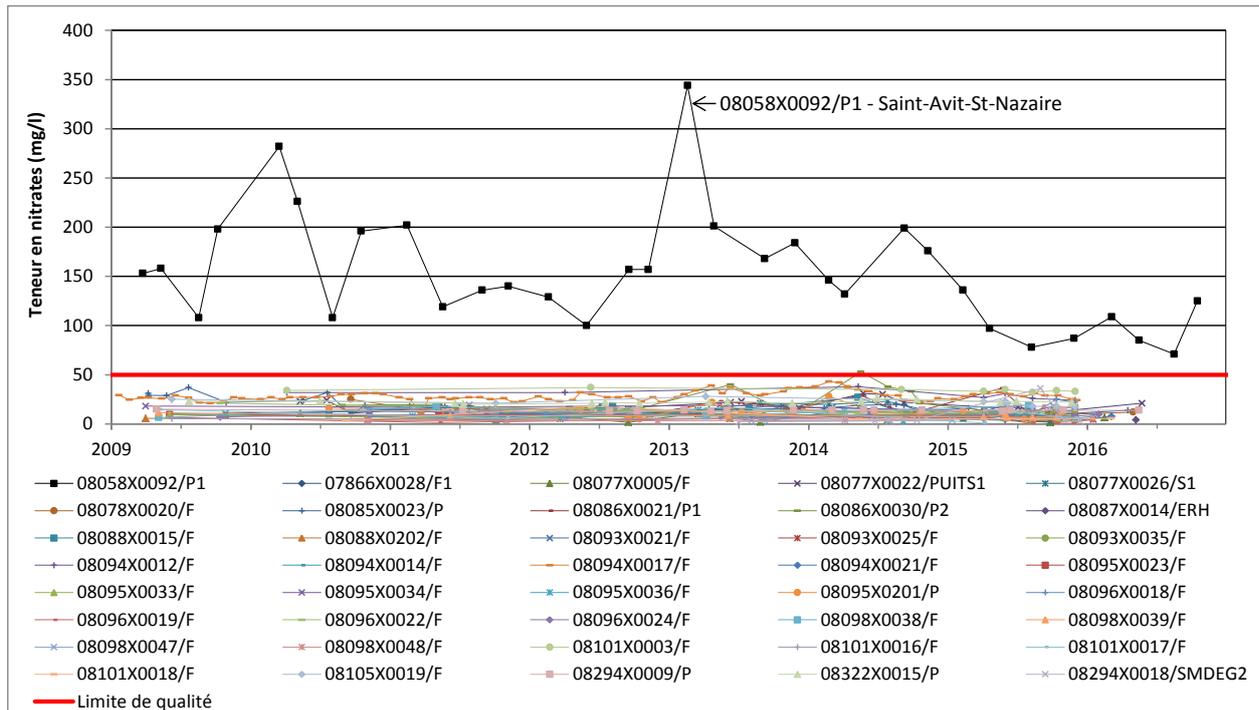


Illustration 21 - Chroniques d'évolution des teneurs en nitrates des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016

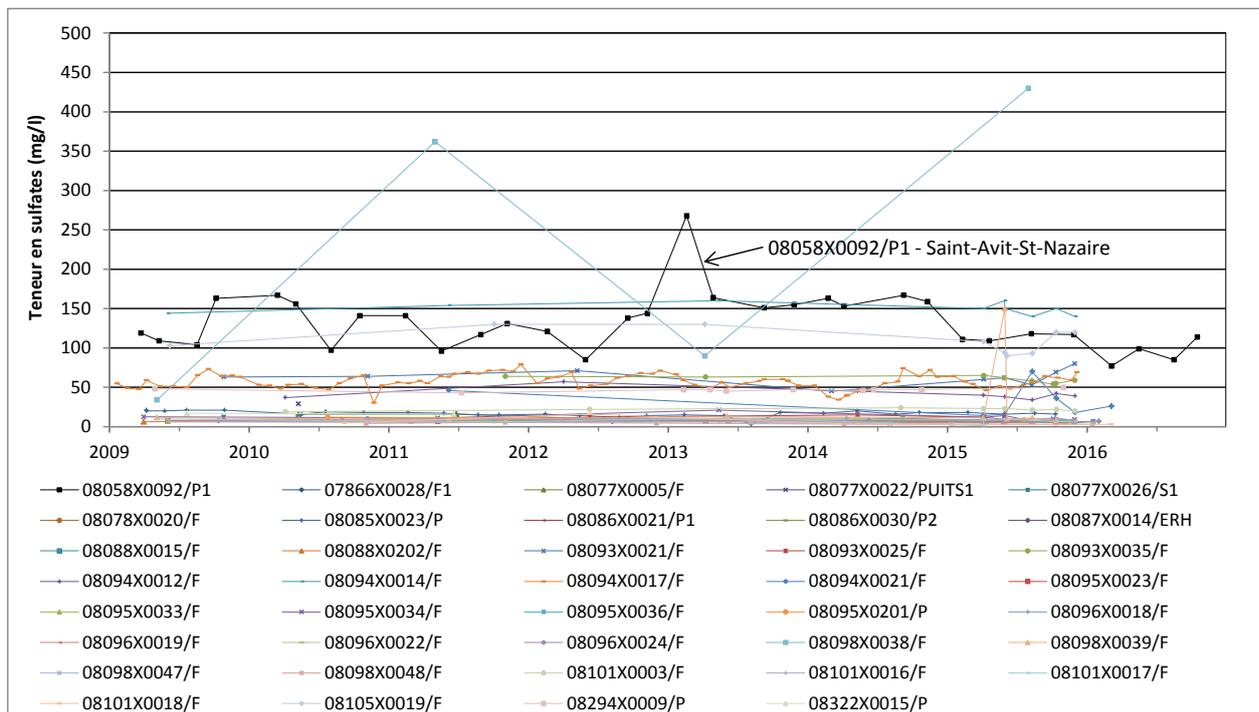


Illustration 22 - Chroniques d'évolution des teneurs en sulfates des points d'eau de la masse d'eau FG024 sur la période 2009-2016

En ce qui concerne le potassium (illustration 23), l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire s'illustre par des fortes amplitudes de teneurs sur certaines périodes (3.8 mg/l en novembre 2012 à environ à 62 mg/l en février 2013). Sur les autres points, la teneur pour ce paramètre ne dépasse pas 5 mg/l.

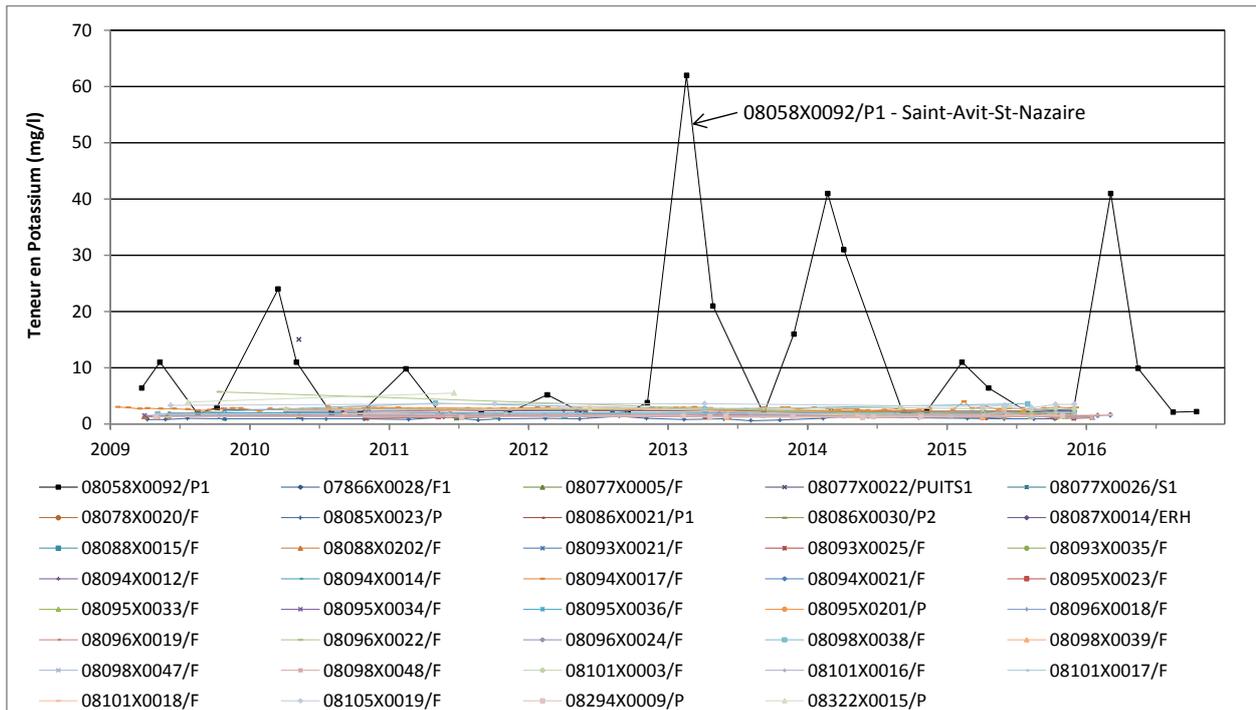


Illustration 23 - Chroniques d'évolution des teneurs en potassium des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016

Pour les chlorures, un seul ouvrage présente des teneurs relativement hautes, il s'agit du point 08294X0009/P localisé à Saussignac, point le plus proche de Saint-Avit-Saint-Nazaire. A noter que celui semble présenter une augmentation de la concentration pour cet élément entre 2009 et 2015.

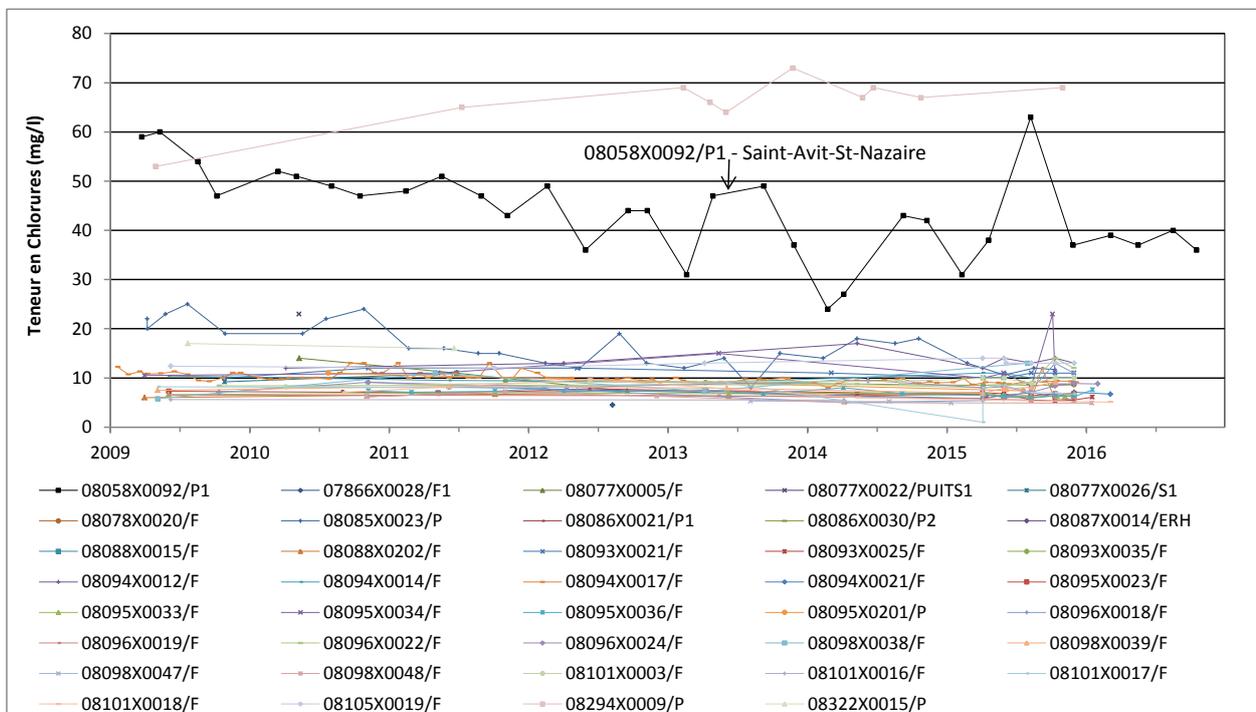


Illustration 24 - Chroniques d'évolution des teneurs en Chlorures des points d'eau de la masse d'eau FG024 + point 08294X0018/SMDEG2 (MESO FG077) sur la période 2009-2016

## Analyse détaillée des eaux du point de Saint-Avit-Saint-Nazaire

Les concentrations en nitrates du qualitomètre de Saint-Avit-Saint-Nazaire oscillent entre 71 et 350 mg/l. Les teneurs présentent généralement un cycle annuel avec des concentrations plus élevées en hiver qu'en été du fait du lessivage des sols par les pluies et le transfert des contaminants des sols (zones non saturée) vers les eaux souterraines (illustration 25).

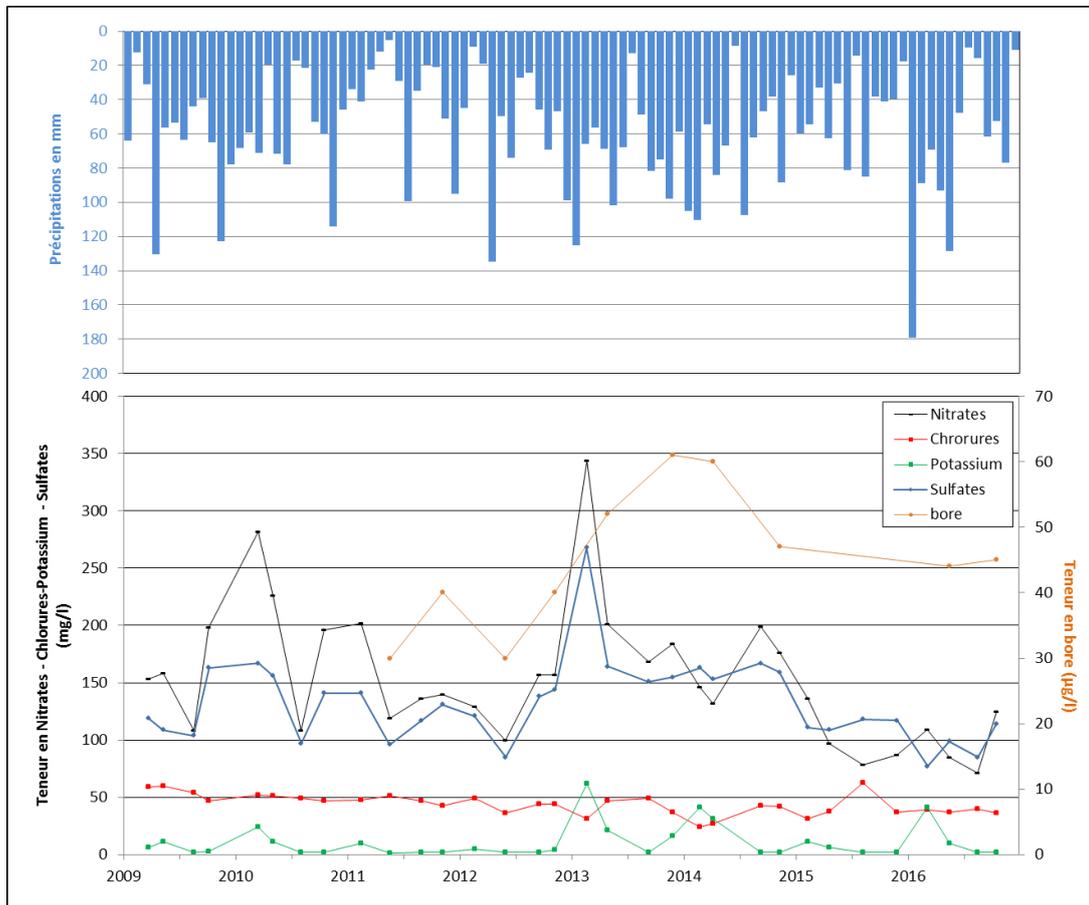


Illustration 25 - Chroniques des teneurs en nitrates, chlorures, potassium, sulfates et bore sur le point 08058X0092 Vs. pluviométrie mensuelle (infloclimat.fr)

Après une forte hausse début 2013 pour atteindre 344 mg/l, la chronique de nitrates présente globalement une tendance à la baisse. En 2015 – 2016 la teneur est de l'ordre de 100 mg/l, avec des mesures qui sont passées sous la barre des 100 mg/l ponctuellement. La dernière mesure date de novembre 2016 avec 125 mg/l. Il est vraisemblable que le plan d'action mis en place par l'exploitant avec l'aide de la chambre d'agriculture depuis le constat de l'année 2012 fasse effet. A noter que les années 2013 et 2014 ont été très pluvieuses. Les fortes concentrations en nitrates de début 2013 pourraient être reliées à la pluviométrie importante de décembre 2012 et janvier 2013. Il faut également noter que l'hiver 2014-2015 n'a pas présenté de fortes pluies, ce qui a pu limiter le lessivage des nitrates.

On retrouve ce même type de comportement pour le potassium et les sulfates, voire les chlorures. A noter que la chronique des concentrations en sulfates a un comportement très proche de celle des nitrates.

Sur l'illustration 25 est également indiquée la chronique de concentration en bore. Le bore est susceptible d'être apporté par les activités anthropiques agricoles et les effluents urbains. Le perborate de sodium (produit à partir de borate de sodium) est utilisé dans les lessives comme agent blanchissant (on retrouve ainsi le bore dans les eaux usées). Les déjections animales que l'on retrouve dans les fumiers constituent également une source de bore. Enfin, on peut le retrouver dans les engrais minéraux [Gourcy et Petelet-Giraud (2011)]. Sur le qualitomètre de Saint-Avit-Saint-Nazaire, les teneurs en bore sont faibles, de l'ordre de 50 µg/l alors que la limite de qualité est de 1 mg/l. De 2009 à 2010, les concentrations étaient inférieures au seuil de quantification du laboratoire égal à 50 µg/l. Par la suite, le seuil de quantification a été abaissé ce qui a permis la mesure de la teneur en Bore des eaux de cet ouvrage (30 à 61 µg/l). Sur les autres ouvrages de la masse d'eau FG024 où ce paramètre a pu être quantifié, les teneurs s'échelonnent entre une dizaine de µg/l et 68 µg/l.

A partir de différents diagrammes de corrélation, il est possible de donner des pistes pour identifier les contributions anthropiques. Les variables utilisées couramment sont les ions chlorures, les nitrates et le sodium.

L'illustration 26, qui présente la relation chlorures-sodium, permet, selon la position des points échantillonnés par rapport à la droite de dilution de l'eau de mer, de déterminer si les apports en chlorures sont d'origine anthropique ou si l'enrichissement en sodium des eaux est lié aux interactions eaux-roches.

Les points qui s'alignent sur la droite de dilution de l'eau de mer traduisent également le fait que l'alimentation des eaux souterraines est d'origine météorique (par rapport à d'autres origines possibles : marine, fossile, magmatique et métamorphique [Gey et al. (2001)]).

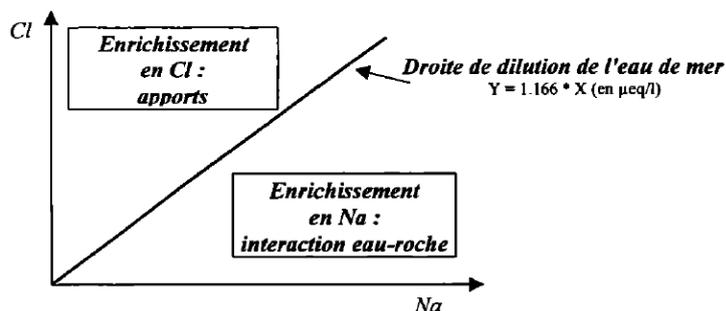


Illustration 26 - Diagramme chlorures versus sodium

En ce qui concerne les eaux échantillonnées sur la masse d'eau FG024, on constate que les eaux de l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire (08058X0092/P1) se situent sur la droite de dilution de l'eau de mer (moyenne 2009-2015) comme la plupart des eaux de cette masse d'eau (illustration 27). Aucun enrichissement particulier en chlorure n'est donc constaté sur point, et ce même si l'ensemble des valeurs est tracée dans un même diagramme (illustration 28). Un des points s'écarte de cette droite, il s'agit du point le plus proche - 08294X0009/P à Saussignac qui présente un enrichissement en sodium (illustrations 27 et 28).

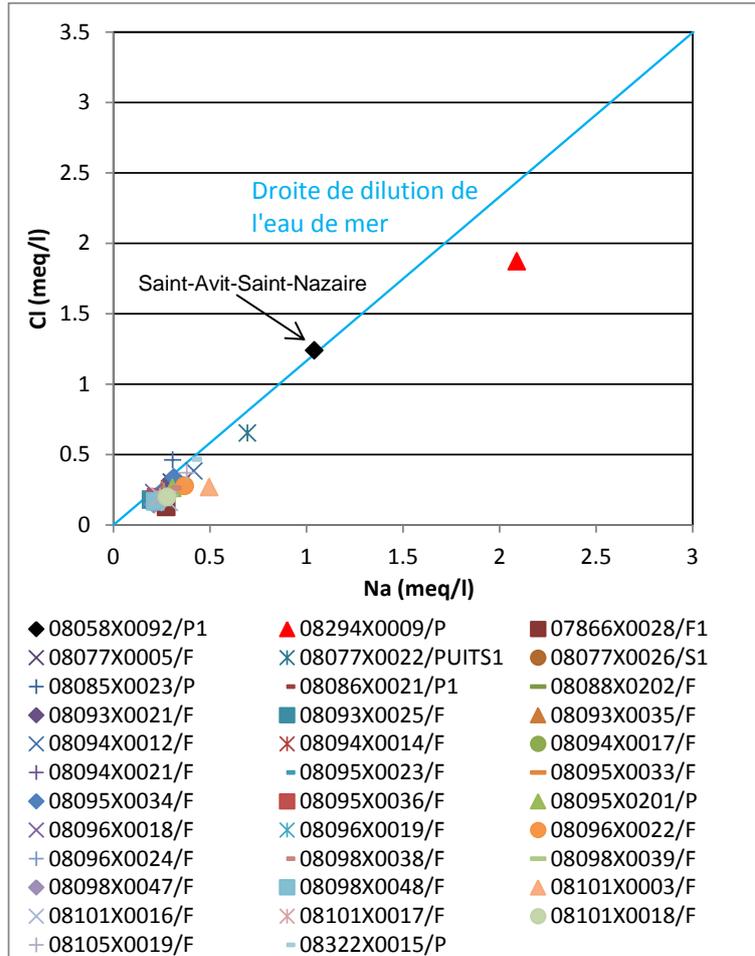


Illustration 27 - Diagramme chlorures versus sodium pour les points d'eau de la masse d'eau FG024 (valeurs moyennes)

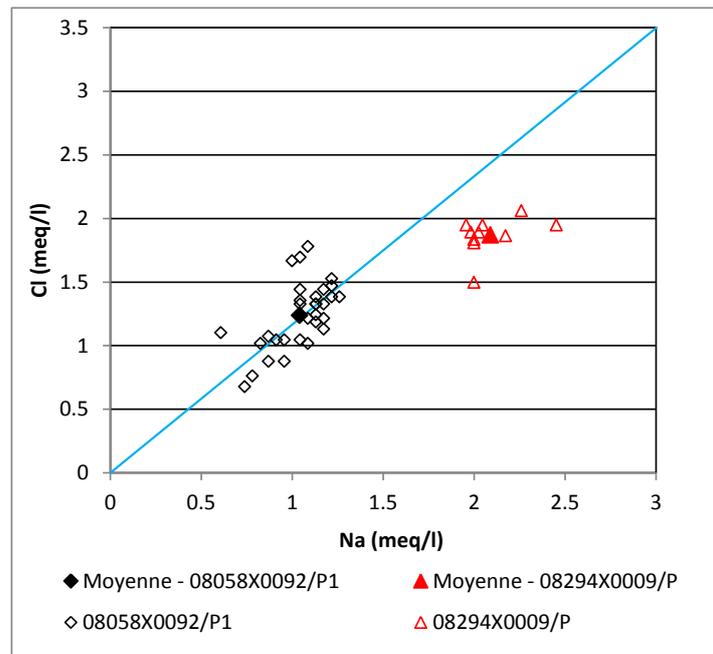


Illustration 28 - Diagramme chlorures versus sodium pour les points de Saint-Avit-Saint-Nazaire et de Saussignac (ensemble des mesures)

Un deuxième diagramme de corrélation (illustration 29), teneur en nitrates en fonction de celle en chlorures, permet d'identifier si la contamination est d'origine principalement agricole ou bien s'il s'agit d'apports anthropiques d'origines diverses (agricoles, urbaines, domestiques,...).

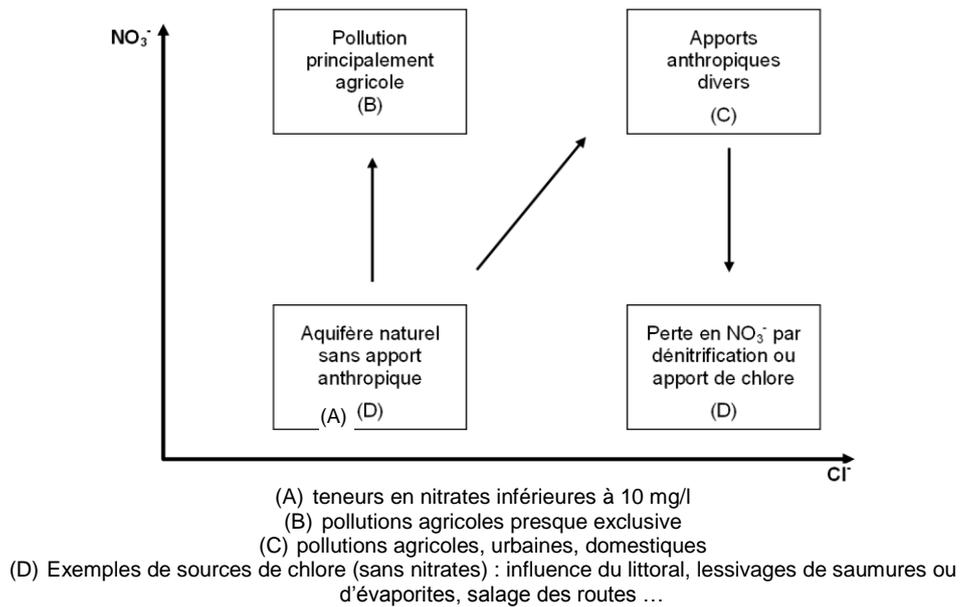


Illustration 29 - Diagramme corrélant deux indicateurs d'apports anthropiques (nitrates versus Chlorures)  
 [Gourcy et Petelet-Giraud (2011)]

L'évolution du rapport nitrates/chlorures pour l'ensemble des points d'eau de la masse d'eau FG024 et pour le point de Saint-Avit-Saint-Nazaire ne montre pas de tendance claire, si ce n'est de conclure à l'origine anthropique et principalement agricole (fertilisants minéraux et organiques) de la contamination, hypothèse déjà admise (illustrations 30 et 31).

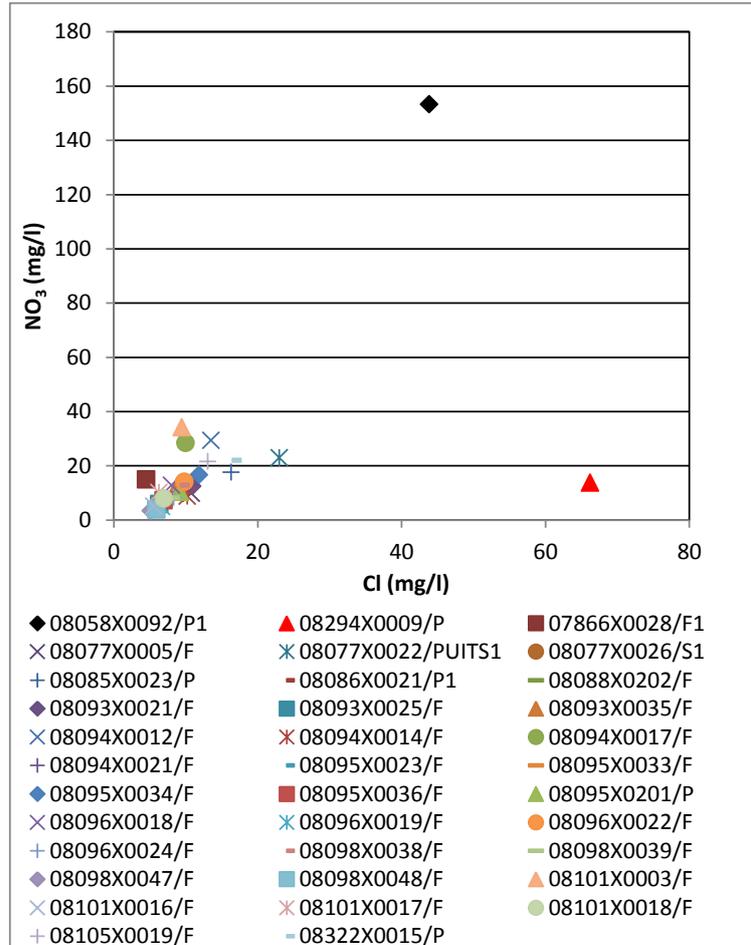


Illustration 30 - Diagramme nitrates versus chlorures pour les points d'eau de la masse d'eau FG024 (valeurs moyennes)

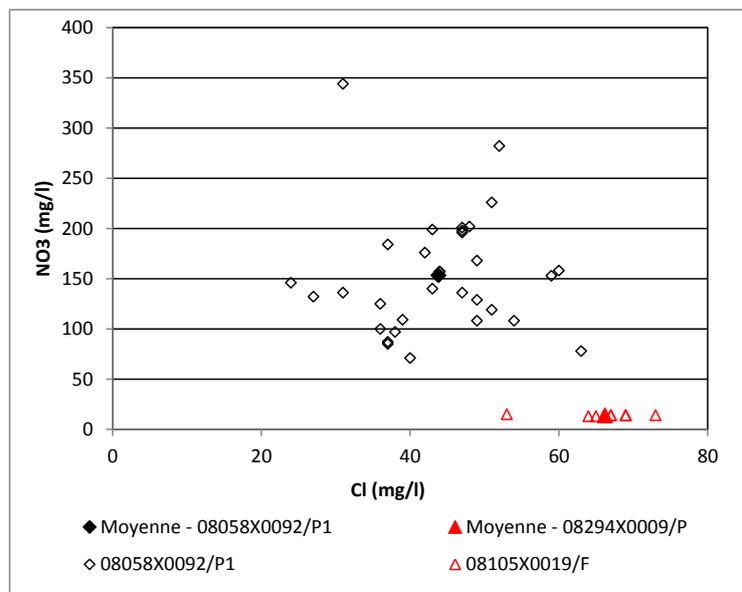


Illustration 31 - Diagramme nitrates versus chlorures pour les points de Saint-Avit-Saint-Nazaire et de Saussignac (ensemble des mesures)

Les teneurs en sulfates, comme le montrait déjà le graphique de comparaison des chroniques, sont relativement bien corrélées aux teneurs en nitrates, indice supplémentaire de l'origine anthropique commune des sulfates et des nitrates (diagramme de corrélation - illustration 32).

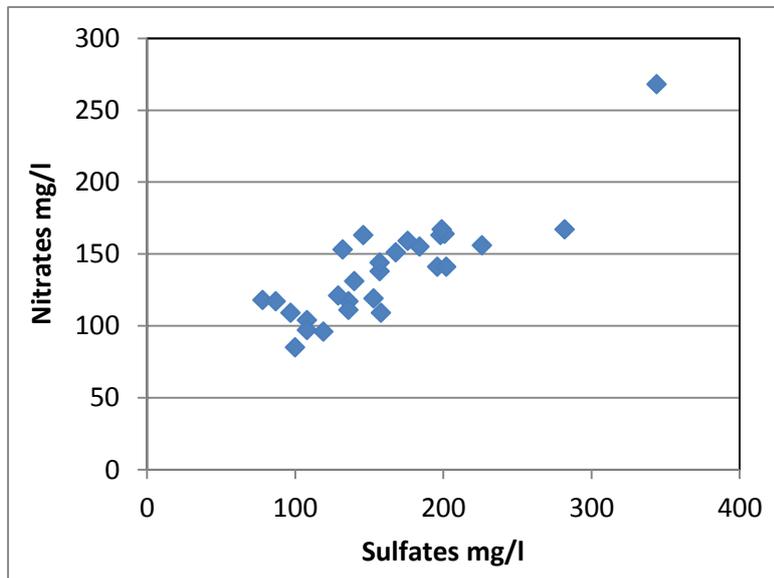
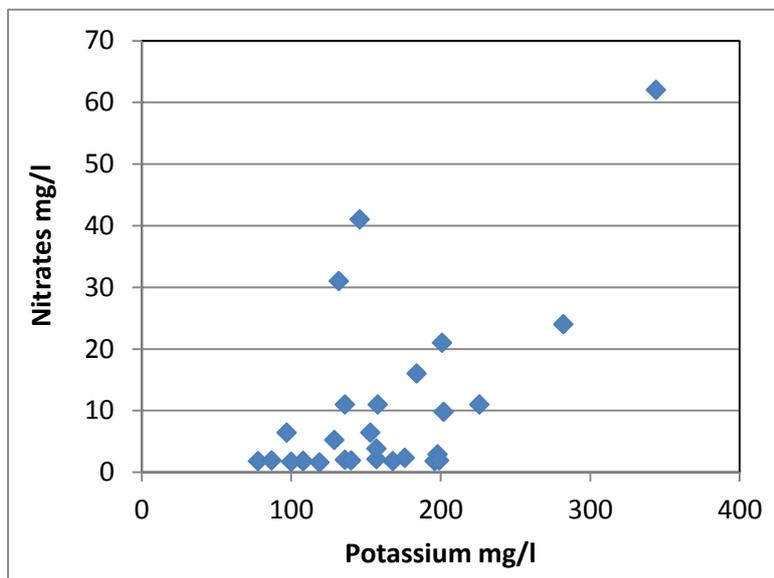


Illustration 32 - Évolution des concentrations en sulfates en fonction de la concentration en nitrates - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire

La corrélation entre le potassium et les nitrates n'est pas claire (Illustration 33). Toutefois, sur certaines mesures, des concentrations élevées de potassium sont retrouvées pour des teneurs élevées en nitrates (ce qui est visible également sur l'illustration 25).



notamment mais une part peut être issue de fertilisants azotés. Ce graphique peut donc indiquer une origine en partie commune des nitrates et d'une partie du calcium.

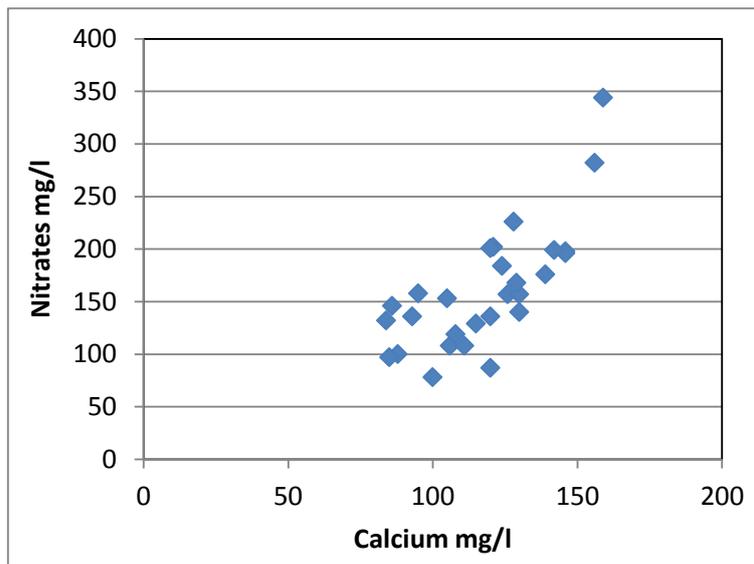


Illustration 34 - Évolution des concentrations en nitrates en fonction de la concentration en calcium - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire

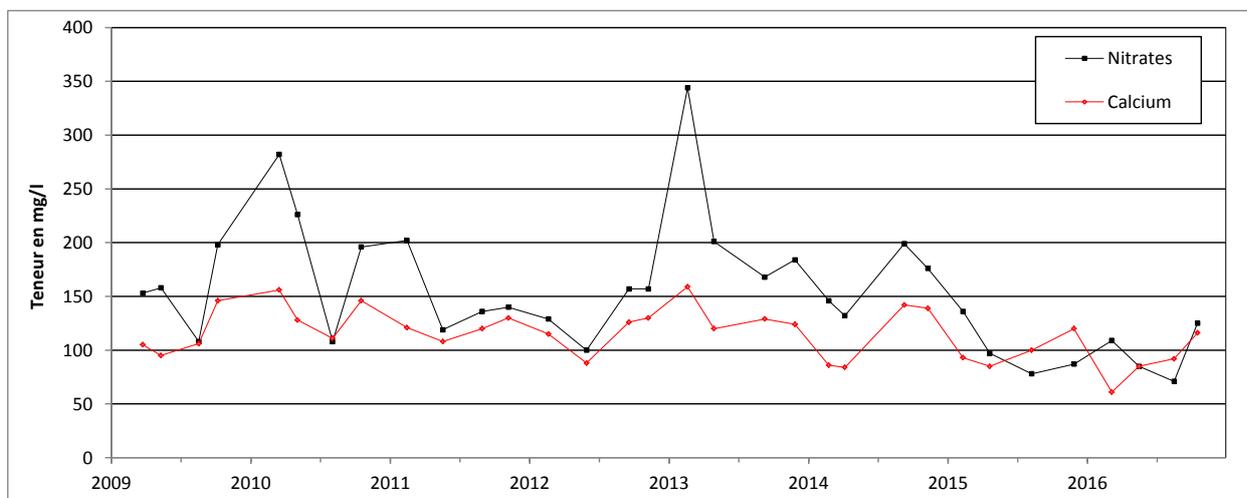


Illustration 35 - Chroniques des teneurs en nitrates et en calcium - ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire

Le diagramme de teneur magnésium en fonction de celle en calcium indique que la teneur en calcium et en magnésium sont liées et que la concentration en magnésium évolue sensiblement au même rythme que celle en calcium, ce qui peut indiquer des origines communes pour les deux éléments (fertilisants et/ou fond géochimique). A noter que le magnésium est également un composé qui peut se retrouver dans certains fertilisants.

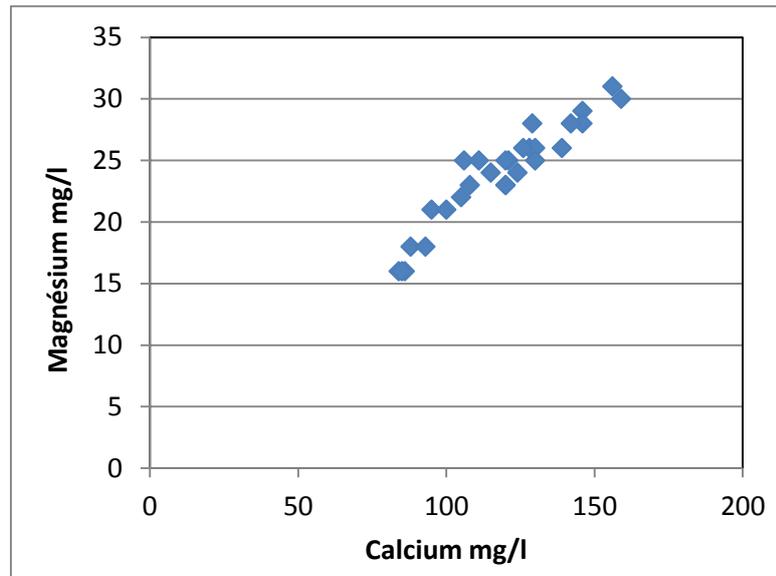


Illustration 36 - Évolution de la teneur en magnésium en fonction de la teneur en calcium en fonction de la concentration en magnésium-ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire

## 4. Pistes d'investigations complémentaires

Les résultats des analyses montrent qu'aucun point sur la période récente (2009-2015) ne montre une teneur moyenne en nitrates supérieure à 50 mg/l, que ce soit sur les eaux souterraines et superficielles, alors que les eaux du puits 08058X0092/P1 présentent une concentration moyenne de plus de 150 mg/l sur la même période. Les teneurs en nitrates sur cet ouvrage sont par ailleurs globalement corrélées avec d'autres composés qui se retrouvent dans les engrais minéraux ou les fertilisants organiques. C'est le cas en particulier des sulfates ou sur certains pics de teneurs en potassium.

L'origine agricole des nitrates (ou du moins en grande partie) ne fait ainsi pas de doute sur les eaux de l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire, d'autant plus depuis la réduction des teneurs en nitrates suite à l'intervention de la Chambre Départemental d'Agriculture et les modifications des pratiques sur ce site.

Des analyses complémentaires, en particulier sur les isotopes de l'azote et de l'oxygène des nitrates couplés aux isotopes du bore (un co-migrant des nitrates) pourraient être toutefois réalisées dans le but de discriminer précisément les sources de l'azote, afin de distinguer la part des fertilisants minéraux et organiques voire d'autres sources (eaux usées, épandages de boues de station d'épuration etc.).

Les sources d'azote dissous sont en effet variées et proviennent des engrais minéraux (synthèse chimique industrielle), des déchets organiques provenant à la fois des activités agricoles (lisiers et fumiers) et des effluents domestiques. Ces différentes sources peuvent être distinguées par leur composition isotopique en  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  et  $\delta^{18}\text{O-NO}_3$  [Gourcy et Petelet-Giraud (2011)].

L'illustration 37 montre les gammes de variation des signatures  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  et  $\delta^{18}\text{O-NO}_3$  des principales sources de nitrates dissous dans les eaux de surface et les eaux souterraines.

La discrimination de sources multiples de nitrates par les signatures isotopiques  $\delta^{15}\text{N-NO}_3$  et  $\delta^{18}\text{O-NO}_3$  peut s'avérer quelquefois impossible dès que des phénomènes de dénitrification sont en jeu. Comme la signature isotopique du bore n'est pas modifiée par les processus de dénitrification et que par ailleurs le bore est un co-migrant des nitrates, cet isotope est un excellent outil complémentaire pour discriminer les sources potentielles de nitrates [Gourcy et Petelet-Giraud (2011)].

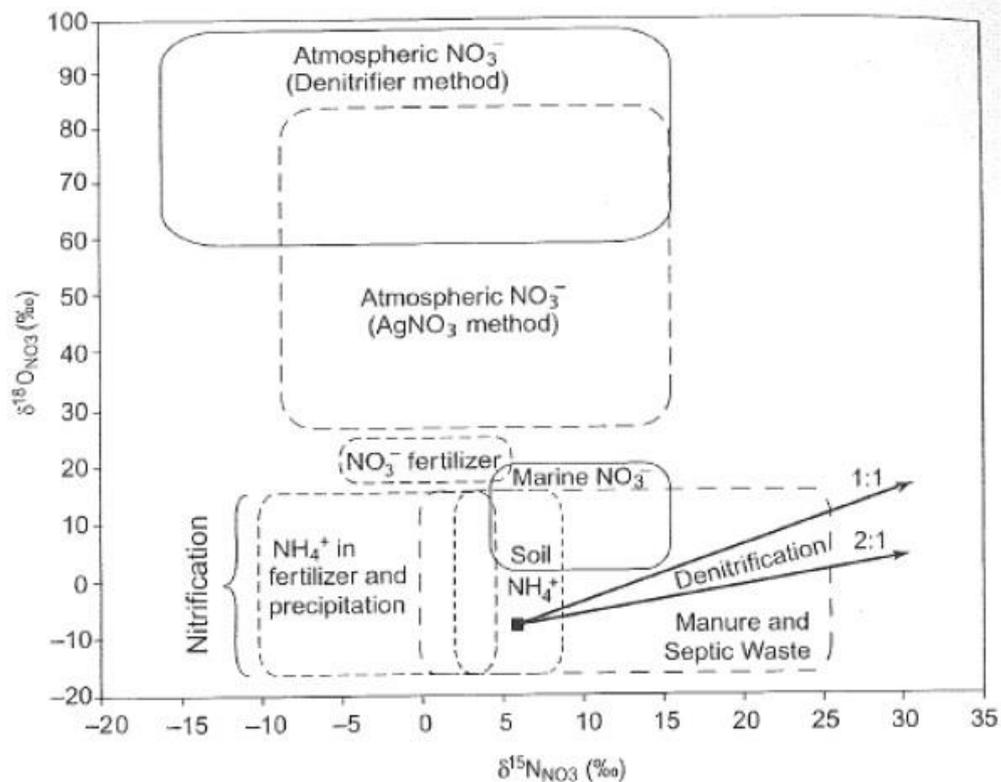


Illustration 37 - Gamme de variation des compositions isotopiques  $\delta^{18}\text{O}$  et du  $\delta^{15}\text{N}$  des nitrates dissous de différentes origines, dans les eaux de surface et les eaux souterraines [d'après Kendall et al. (2007)]

Pour plus d'information sur l'utilisation de cette méthode le lecteur pourra se référer aux documents suivants :

- Rapports et publications sur la méthodologie :
  - ✓ Gourcy L., Petelet-Giraud E. (2011) - Utilisation des outils isotopiques pour la délimitation des aires d'alimentation des captages destinés à l'alimentation en eau potable. Rapport BRGM/RP-59729-FR, 62 p., 22 Ill.
  - ✓ Project N°LIFE06/ENV/F/158 – « How isotopic monitoring can improve management of nitrate pollution in water » - Layman's report
  - ✓ Widory D., Kloppmann W., Chéry L., Bonnin J., Rochdi H., Guinamant J.L. (2004) - Nitrate in groundwater: an isotopic multi-tracer approach. Journal of Contaminant Hydrology, Volume 72, Issues 1–4, August 2004, p. 165–188.
  - ✓ Blum A., Chery L., Barbier J., Baudry D., Petelet-Giraud E., Ruppert N., Seguin J.J. et Vigouroux P. (2002) – Contribution à la caractérisation des états de référence géochimique des eaux souterraines. Volume 1 : Rapport principal – rapport BRGM/RP-51549-FR
- Quelques exemples d'utilisation sur des cas concrets :
  - ✓ Abasq L., Surdyk N., Chatelier M., Petelet-Giraud E., Douez O., Bichot F. (2016) - Modélisation quantitative et qualitative de l'aire d'alimentation des captages du Vivier. Rapport BRGM/RP-66165-FR.

- ✓ Widory D., Nguyen-Thé D. (2006) - Etude isotopique de l'origine des nitrates dans l'aquifère calcaire situé entre l'Aire et La Cousances (Meuse). Rapport BRGM/RP-54410-FR.
- ✓ Widory D., Nguyen-Thé D. (2006) - Etude isotopique de l'origine des nitrates dans la nappe alluviale de la Moselle dans le secteur de Yutz (Moselle). Rapport BRGM/RP-54409-FR.
- ✓ Kloppmann, W., Widory, D., Pauwels, H., Schomburgk, S., Graveline, N., Elsass, P. (2005) Inventaire transfrontalier de la qualité des eaux souterraines de la vallée du Rhin supérieur. Etude isotopique (N, B) de l'origine des nitrates. Rapport BRGM/RP-54028-FR.

Compte tenu de la corrélation identifiée entre les sulfates et les nitrates, l'isotopie du soufre pourrait constituer une autre piste d'analyse. Elle paraît cependant de moindre intérêt par rapport à celle de l'azote et de l'oxygène.



## 5. Conclusion

L'ouvrage localisé à Saint-Avit-Saint-Nazaire (département 33) et ayant pour numéro de Banque du Sous-Sol (BSS) 08058X0092/P1 est suivi au titre de la DCE (point RCS/RCO) et de la directive nitrates depuis 2009. Ce puits, qui capte les alluvions de la Dordogne, présente des teneurs anormalement hautes en nitrates, supérieures à 100 mg/l sur de nombreux prélèvements. Cette concentration en nitrates très élevée pour les eaux de cette nappe dénote vraisemblablement une contamination locale.

Dans l'objectif final d'évaluer la représentativité chimique des eaux de ce point vis-à-vis notamment du paramètre nitrate, il a été demandé au BRGM de réaliser une synthèse et une analyse des documents et des données sur ce secteur. Ce travail pourra le cas échéant permettre aux donneurs d'ordre de proposer des investigations supplémentaires à réaliser, afin de mieux cerner notamment la représentativité de ce point par rapport à la masse d'eau qu'il suit.

Une analyse du contexte hydrogéologique sur le secteur a été réalisée à partir de différents documents bibliographiques. Toujours à partir d'éléments issus de la bibliographie, une synthèse des principales conclusions sur la qualité de la nappe des alluvions de la Dordogne dans laquelle se situe cet ouvrage a été réalisée à partir d'études générales et très localisées. Ces données mettent en avant que très peu de points de cette nappe ont dépassé la teneur de 50 mg/l et en particulier autour de l'ouvrage de Saint-Avit-Saint-Nazaire.

Pour compléter cette analyse, les données de chimie disponibles sur les eaux souterraines (ensemble de la masse d'eau des alluvions de la Dordogne, ainsi que dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'ouvrage étudiée) et les eaux superficielles de 2009 à 2015 ont été récupérées et exploitées.

Les résultats des analyses montrent qu'aucun point sur cette récente période ne montre une teneur moyenne en nitrates supérieure à 50 mg/l, que ce soit sur les eaux souterraines et superficielles, alors que les eaux du puits 08058X0092/P1 présentent une concentration moyenne de plus de 150 mg/l sur la même période. Les teneurs en nitrates sur cet ouvrage sont par ailleurs globalement corrélées avec d'autres composés qui se retrouvent dans les engrais minéraux ou les fertilisants organiques. C'est le cas en particulier des sulfates ou sur certains pics de teneurs en potassium. Pour ces deux paramètres, les teneurs sont également globalement plus importantes que celles des autres ouvrages.

Ces résultats montrent logiquement que ce point présente une anomalie dans les concentrations de ces paramètres d'origine anthropique par rapport aux autres mesures réalisés dans des contextes semblables et dans la même nappe. Cela dénote une pollution ponctuelle et non une pollution diffuse, comme en attestent les mesures réalisées sur les ouvrages à proximité ou plus éloignés de ce point. Ainsi, dans l'état actuel de la qualité des eaux de cet ouvrage, ce point n'apparaît pas représentatif de la qualité globale de la masse d'eau.

Toutefois, afin de discriminer les sources de pollutions sur cet ouvrage (fertilisants organiques, fertilisants minéraux, voire d'autres apports : eaux usées, épandages de boues de station d'épuration etc.), une analyse approfondie à l'aide de techniques isotopiques pourrait être réalisée, en particulier à l'aide des isotopes de l'azote, de l'oxygène et du bore.



## 6. Bibliographie

**Abou Akar A.** (2013). Analyse bibliographique des données analytiques disponibles sur la nappe alluviale de la Dordogne (MESO FRFG024). Phase 1 - Rapport final BRGM/RP-62667-FR

**Blum A., Chery L., Barbier J., Baudry D., Petelet-Giraud E., Ruppert N., Seguin J.J. et Vigouroux P.** (2002) – Contribution à la caractérisation des états de référence géochimique des eaux souterraines. Volume 1 : Rapport principal – rapport BRGM/RP-51549-FR

**Bichot F., Mauroux B., Sourisseau B., Benhammouda S., Cournil T.** (1995). Inventaire des ouvrages et mesures dans les nappes alluviales du département de la Gironde (Gironde, Garonne, Dordogne, Isle, Dronne et Dropt). BRGM/RR-38765-FR

**CDA33** (2012). Avis de la Chambre d'Agriculture de Gironde – projet de création de la zone vulnérable de St Avit St Nazaire.

**Geyh M., D'Amore F., Darling G., Paces T., Pang Z. et Šila J.** (2001). Environmental Isotopes in the hydrological cycle. Principles and applications IHP-V Technical Documents in Hydrology, N° 39. UNESCO – IAEA 2001

**Gourcy L., Petelet-Giraud E.** (2011). Utilisation des outils isotopiques pour la délimitation des aires d'alimentation des captages destinés à l'alimentation en eau potable. Rapport BRGM/RP-59729-FR, 62 p., 22 Ill.

**Kendall C., Elliott E.M., Wankel S.D.** (2007). Tracing anthropogenic inputs of nitrogen, In Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science, Blackwell Publishing. Eds. Michener R. and Lajtha K.

**SAGE Dordogne Amont** (2016). Schéma d'aménagement et de gestion des eaux Dordogne amont - Des sources à Limeuil. Etant des lieux- Etat initial. EPIDOR – Etablissement Public Territorial du Bassin Dordogne

**Saplaïroles M., Pédron N., Lagouarde E.** (2005) - Gestion des eaux souterraines en Région Aquitaine. Gestion intégrée des nappes alluviales - Etude de la nappe alluviale de la Dordogne - Département de la Dordogne - Module 5 - Année 2 – BRGM/RP-53631-FR



**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Nouvelle-Aquitaine**  
Parc Technologique Europarc  
24, Avenue Léonard de Vinci  
33600 – Pessac – France  
Tél. : 05 57 26 52 70