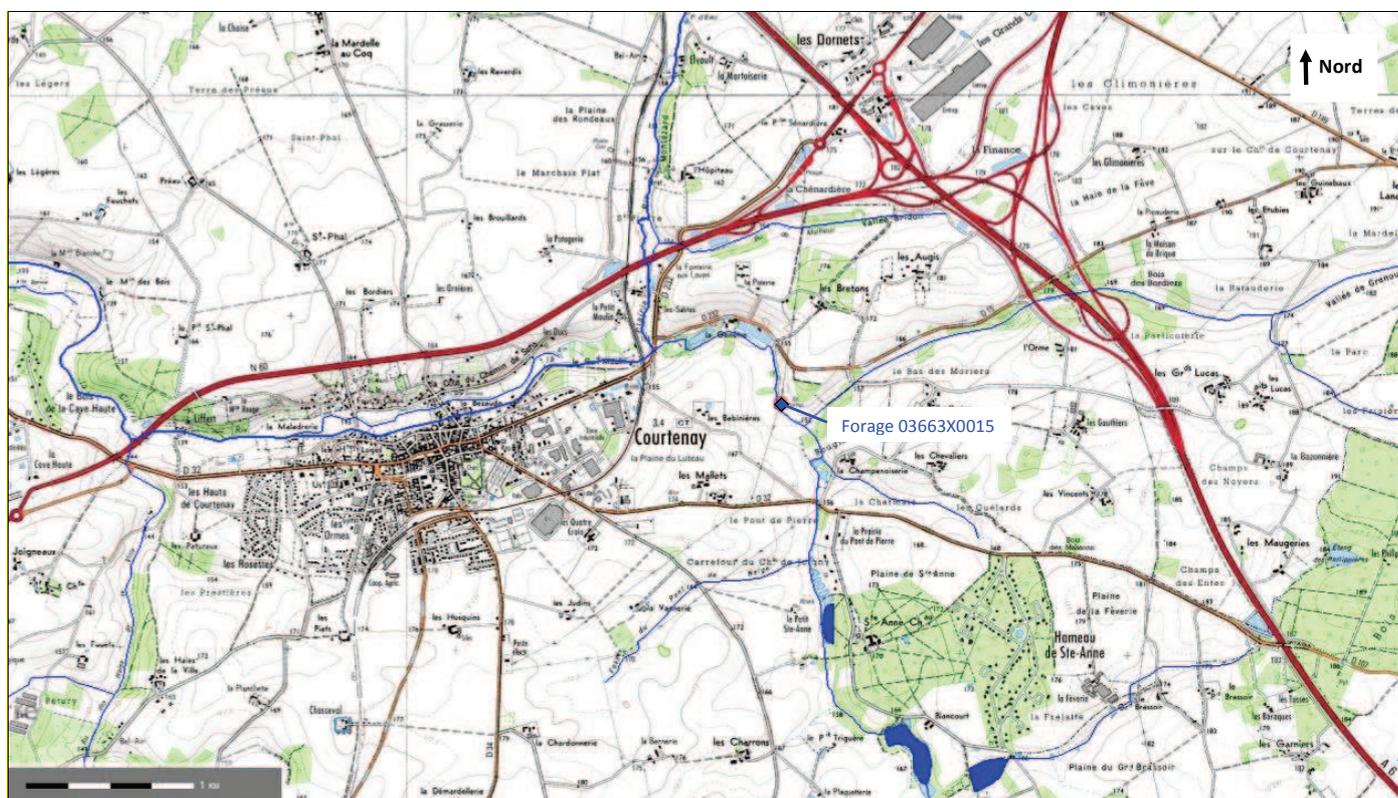


Figure 20 : Réseau hydrographique autour du captage de Bougis (Source : Infoterre – Février 2016)



5.3. Contexte hydrogéologique

L'aquifère concerné par l'étude est celui de la craie du séno-turonien, localement appelée craie du Gâtinais.

5.3.1. *Description et généralités*

La Craie présente une porosité qui peut atteindre 30% tandis que sa perméabilité d'interstices reste très faible. De fait, c'est la fissuration qui lui confère sa perméabilité, améliorée par dissolution ou karstification comme c'est le cas pour la source de Bougis.

Le degré de fissuration de la craie diminue avec la profondeur. L'auréole supérieure décomprimée à fissuration ouverte est épaisse de 30 à 50 m, la craie compacte étant considérée comme le véritable mur de la nappe. Le toit est constitué de l'horizon des limons argileux.

5.3.2. *Piézométrie de la nappe de la craie*

- La piézométrie de la nappe de Craie a été étudiée dans plusieurs travaux :
- Par Hydro Géo Consult à partir de données d'Août 2000 (**Figure 21**) ;
- Par M. Lepillier en 2003 à partir de plusieurs types d'études hydrogéologiques existantes (**Figure 22**) ;
- Par le BRGM (rapport RP-60712-FR) en basses eaux 2011 (**Figure 23**).

Il apparaît à l'examen de ces cartes que le sens d'écoulement des eaux souterraines dans la nappe de la craie est susceptible de varier légèrement en fonction des saisons hydrogéologiques (basses ou hautes eaux) avec un sens général d'écoulement globalement orienté vers l'Ouest. Au niveau local, le sens d'écoulement est orienté vers le nord-ouest en raison de l'influence du réseau hydrographique qui sert d'exutoire à la nappe (rivière *La Clairis* notamment).

Figure 21 : Piézométrie de la nappe de la craie réalisée par Géo Hydro Consult – données Août 2000
(Source : Etude hydrogéologique préalable – Octobre 2006)

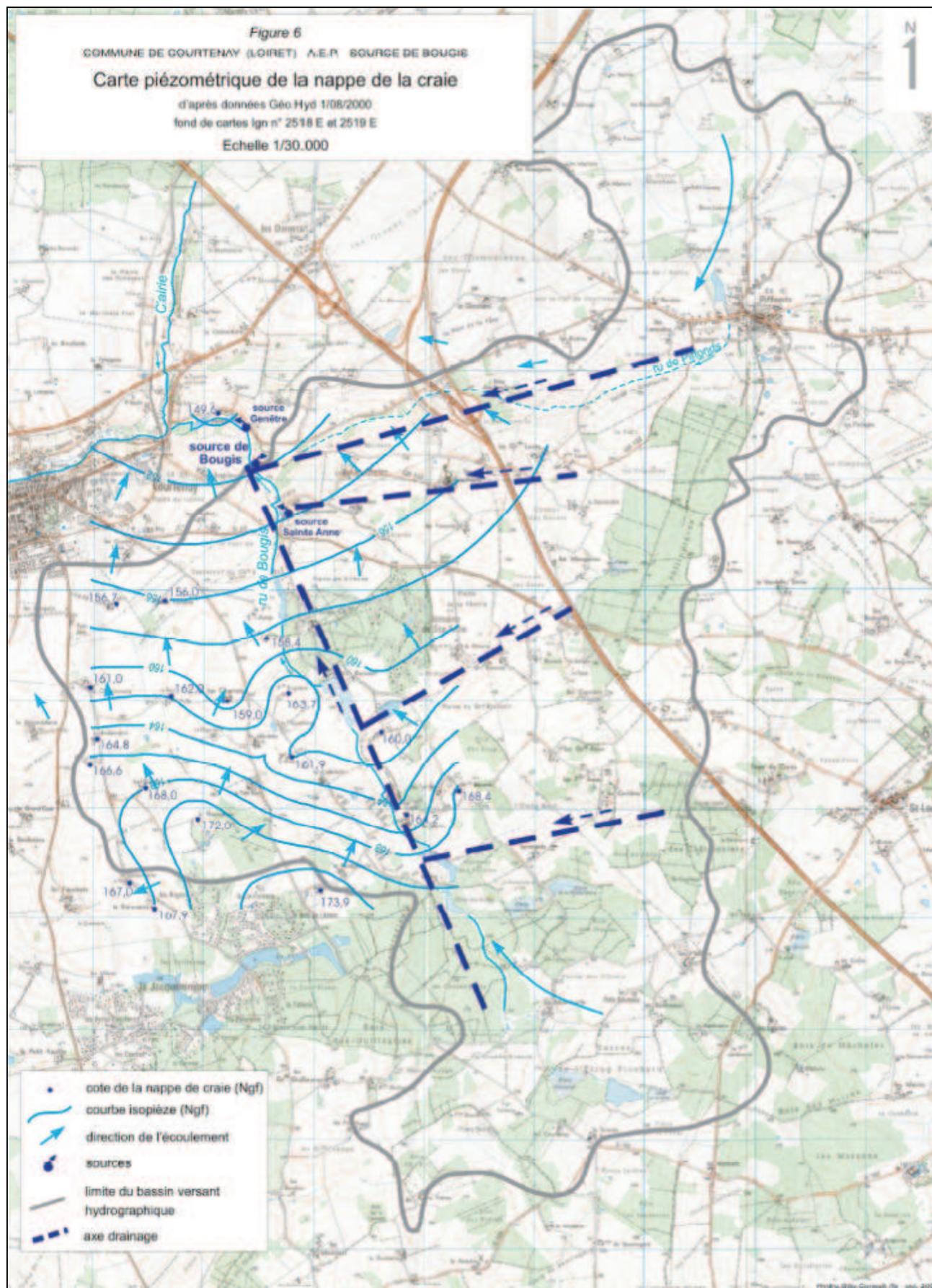


Figure 22 : Carte piézométrique de la nappe de la craie en 2003 – Travaux Lepillier (Source : SIGES Centre – Février 2016)

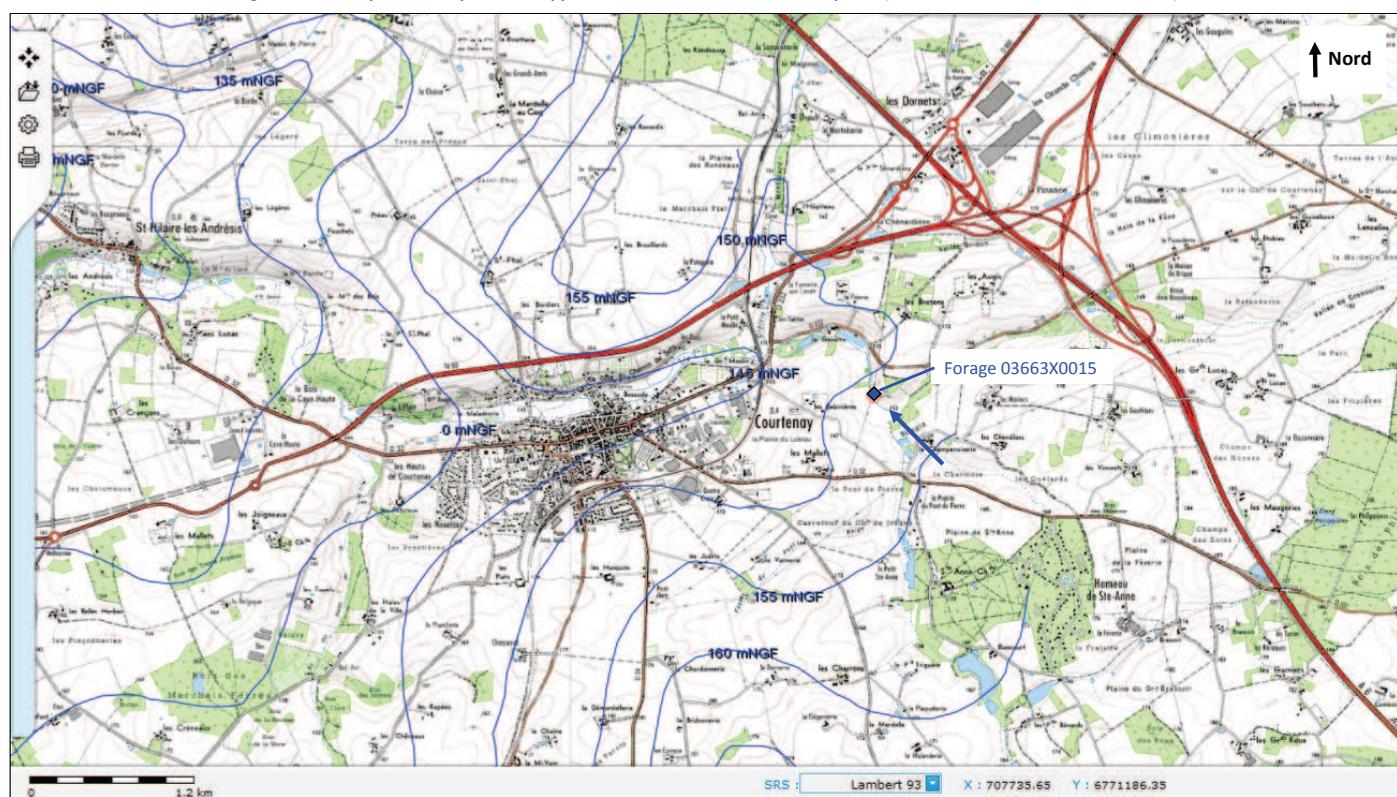
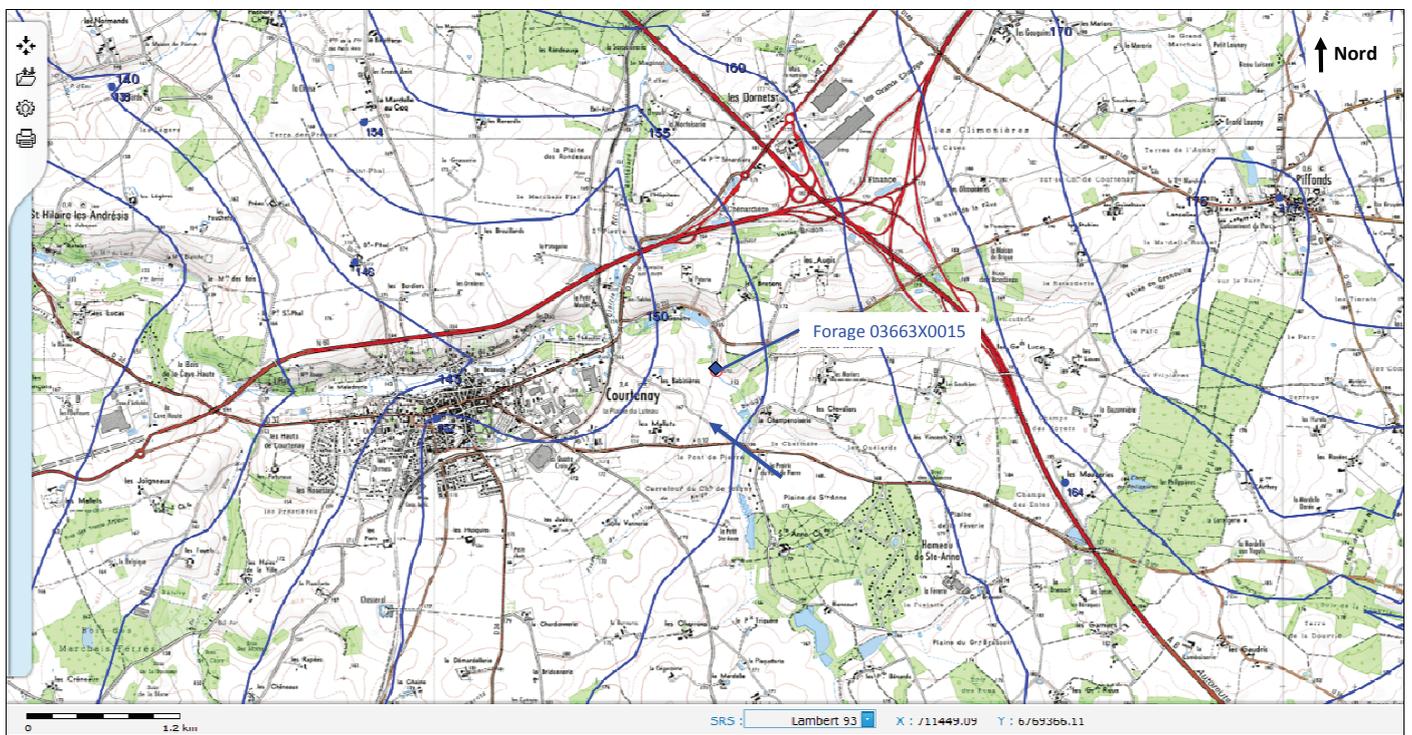


Figure 23 : Carte piézométrique de la nappe de la Craie en Basses Eaux 2011 (Source : SIGES Centre – Février 2016)



5.4. Conditions d'alimentation et d'écoulement

Les limites des bassins hydrogéologiques de la nappe de la craie suivent globalement celles des bassins hydrographiques, même si dans le détail, la topographie peu marquée rend parfois délicate leur tracé : la piézométrie épouse la topographie, tout en atténuant son amplitude.

La zone d'alimentation de la source de Bougis, assimilée au bassin versant topographique du ru de Bougis (ou ru de Ste Anne, ou ru de la Berjaterie) du fait de l'absence d'une carte piézométrique suffisamment précise lors de l'étude hydrogéologique de 2006, est ainsi estimée à 38,7 km². Cette délimitation sera vraisemblablement affinée par l'étude BAC en cours sur la source de Bougis (étude non disponible à ce jour).

Les écoulements souterrains empruntent les axes de fissuration, ils seraient orientés :

- S-N, depuis la Berjaterie vers Bougis ;
- E-W, depuis le bourg de Piffonds vers Bougis.

La zone d'émergence de Bougis serait ainsi positionnée à l'intersection de deux réseaux majeurs de fractures, perpendiculaires, les observations géomorphologiques locales et régionales trahissant l'histoire tectonique.

Le gradient hydraulique, moteur des écoulements, d'orientation générale SE-NW, est de l'ordre de 4‰. Le débit spécifique moyen annuel serait de l'ordre de 1,5 l/s/km², comparable à celui de quelques sources voisines (St Loup de Gonois, Douchy...). Pour la rivière de la Clairis, il est de l'ordre de 4 l/s/km² à la station de St Loup de Gonois (donnée issue du rapport de M. Schmidt).

5.5. Caractéristiques et paramètres hydrodynamiques du réservoir

Résultats des essais de traçage de décembre 2011

La source de Bougis sollicitant un aquifère karstique, la réalisation de traçages s'est avérée nécessaire pour préciser les caractéristiques locales de l'aquifère de la craie.

Un traçage a par conséquent été réalisé en décembre 2011 par la société EDREE. Le but de cette étude était de vérifier les connexions entre des pertes situées sur le bassin d'alimentation de la source de Bougis et la source captée de Bougis. Cette étude devait permettre de préciser les limites de la zone d'alimentation de la source de Bougis ainsi que sa vulnérabilité.

Ces traçages, bien que réalisés dans un contexte pluviométrique difficile (trop peu de précipitations en décembre 2011 lors de l'intervention) ont permis d'obtenir les résultats suivants :

- Existence d'un transfert entre la perte du ru de Piffonds et la source de Bougis, et absence de restitution entre le ru temporaire au lieu-dit les Serments et la source ;
- Vitesse d'écoulement comprise entre 27 et 52 m/h entre la perte du ru de Piffonds et la source.

Les traçages montrent donc que l'alimentation de la source de Bougis est très rapide à partir des pertes de la partie est du bassin versant (zone Piffonds). La source peut donc être considérée comme très vulnérable par rapport à une pollution qui interviendrait dans cette zone.

La partie sud du bassin versant déterminée à partir de la piézométrie alimente la source de manière beaucoup plus lente et diffuse. La nappe de la craie y est donc moins vulnérable.

Paramètres hydrodynamiques

En l'absence de ressource de substitution, les pompages d'essai ont été adaptés aux impératifs d'exploitation du captage. Les principaux résultats sont résumés ci-dessous.

pompage	date	25 au 26 janvier 2006
	durée et débit	6 h à 70 m ³ /h + 12 h à 140 m ³ /h
source captée de Bougis	niveau statique	0,47 m/sol
	niveau dynamique (fin de pompage à 140 m ³ /h, pseudo-stabilisé après ½ h de pompage)	1,08 m/sol
	rabattement	0,61 m
	rabattement spécifique	4,36.10 ⁻³ m/ m ³ /h
	débit spécifique	230 m ³ /h /m
piézomètre (distance à la source captée = 10 m)	niveau statique	0,37m/sol
	niveau dynamique (fin de pompage à 140 m ³ /h)	0,64 m/sol
	rabattement	0,27 m
paramètres hydrodynamiques	transmissivité (voir fig. 13)	3,2.10 ⁻¹ m ² /s
	perméabilité	1,1.10 ⁻² m/s
	coefficient d'emmagasinement	15 %

Même si les conditions d'application ne sont pas complètement respectées (milieu homogène, continu, isotrope), la transmissivité calculée à l'aide de l'approximation de Theis-Jacob témoigne d'une excellente perméabilité du réservoir crayeux, donc indirectement d'une karstification aboutie : cavités de grandes dimensions, bien connectées et bien organisées.

La valeur du coefficient d'emmagasinement confirme le caractère libre de la nappe malgré l'omniprésence d'une couverture très peu perméable qui la confine.

Relations Nappe – Rivière

Au-delà de la connaissance des paramètres hydrodynamiques locaux, l'objectif principal du pompage était de vérifier la possibilité d'alimentation du captage en pompage par le ru de Bougis qui s'écoule à 30 m de la source.

Avec un niveau statique à -0,47 m/sol le 25 janvier 2006, soit + 0,76 m/niveau d'eau du ruisseau (angle SE du périmètre clôturé, en amont du captage) et un niveau dynamique (à 140 m³/h) à + 0,17 m/ruisseau, **le cône d'appel du pompage n'atteint pas le cours d'eau.**

Lors de crues du ru de Bougis, son niveau peut dépasser celui de la source et permettre aux écoulements superficiels de s'infiltrer dans le sous-sol mais de manière limitée par les effets de berges (matériaux peu perméables).

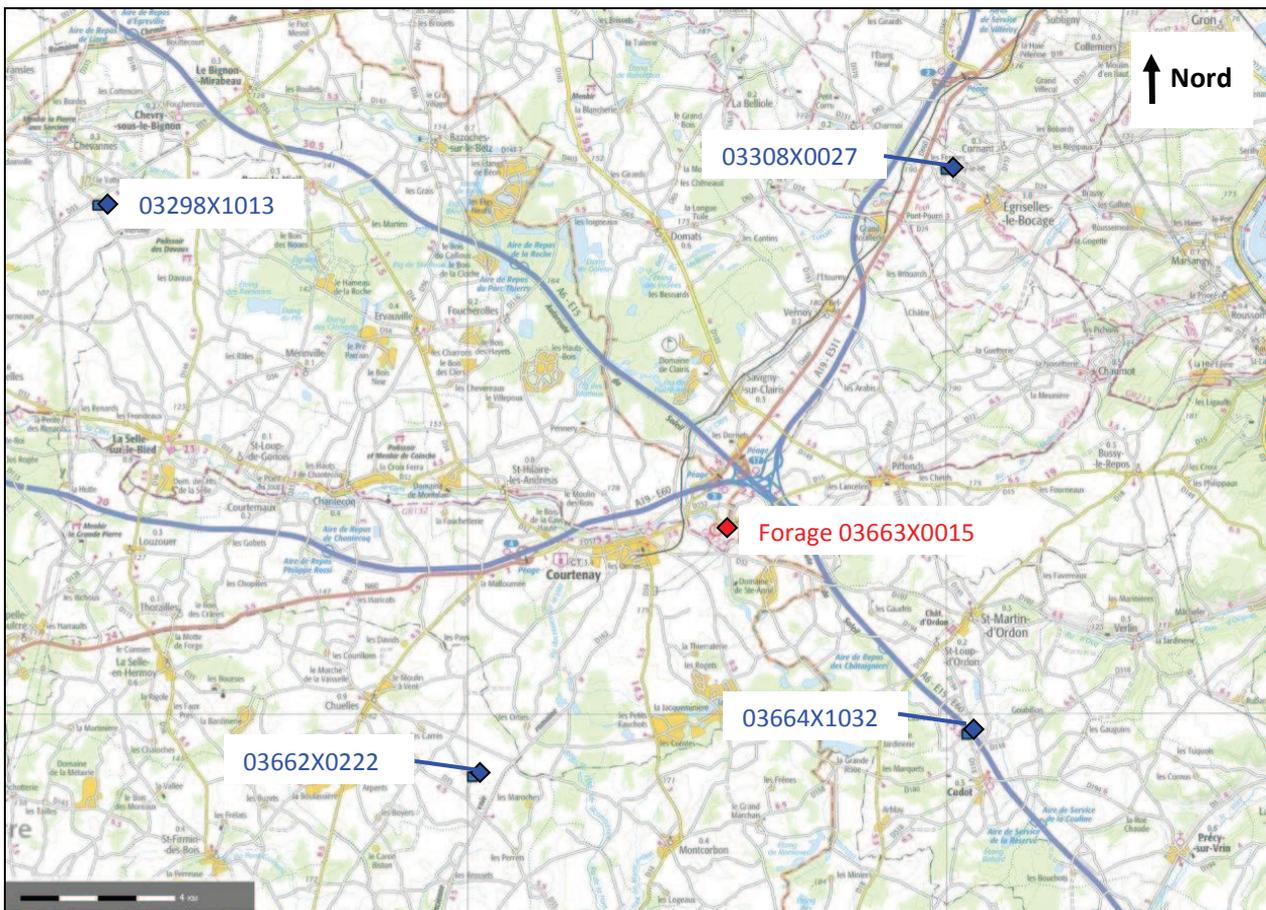
5.6. Variations interannuelles du niveau de la nappe

Plusieurs piézomètres exploitant la nappe de la Craie sont recensés sur le site ADES :

- Ouvrage 03664X1032, situé à 8,41 km au sud-est du forage, 167 mNGF et 24 m de profondeur ;
- Ouvrage 03662X0222, situé à 9,02 km au sud-ouest du forage, 171 mNGF et 48 m de profondeur ;
- Ouvrage 03308X0027, situé à 11,12 km au nord-est du forage, 189 mNGF et 33 m de profondeur ;
- Ouvrage 03298X1013, situé à 18,2 km au nord-ouest du forage, 113 mNGF et 18 m de profondeur.

Les chroniques du niveau de la nappe sont présentées en Figure 25, Figure 26, Figure 27 et Figure 28.

Figure 24 : Localisation du piézomètre 03282X0043/S1 (Source : ADES – Février 2016)



Il ressort de l'étude de ces chroniques, qu'après des années présentant des niveaux assez bas jusqu'en 2013, le niveau de la nappe de la craie tend à remonter ces dernières années. La période de très basses eaux de 1994 et de très hautes eaux de 2002 sont également bien visibles.

Du fait de son caractère libre, la nappe de la craie est sensible aux variations de la pluviométrie.

5.7. Masse d'eau exploitée

La masse d'eau exploitée par le forage est la masse d'eau FRHG210 « Craie du Gâtinais ».

La masse d'eau est présentée en Figure 29.

Figure 25 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage 03664X1032 (Source : ADES – Février 2016)

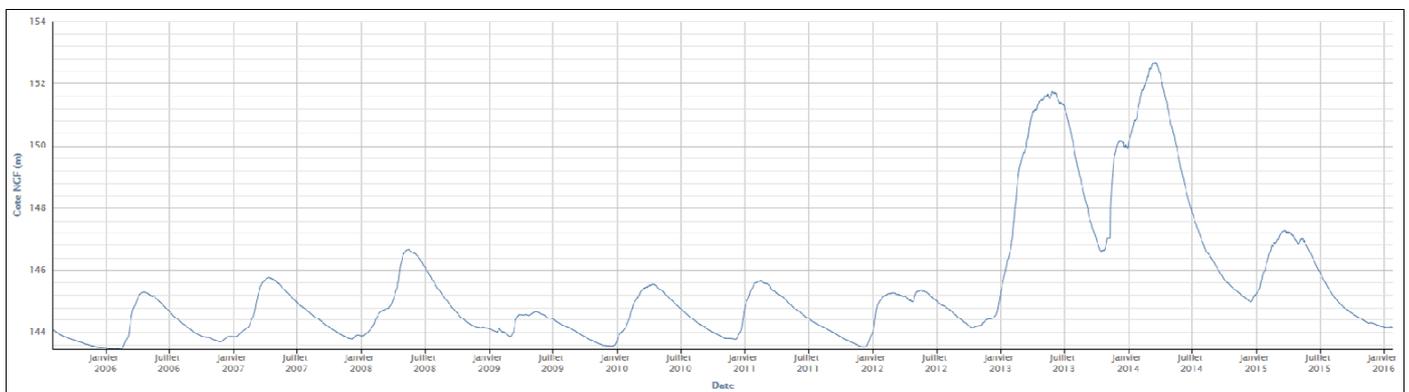


Figure 26 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage 03662X0222 (Source : ADES – Février 2016)

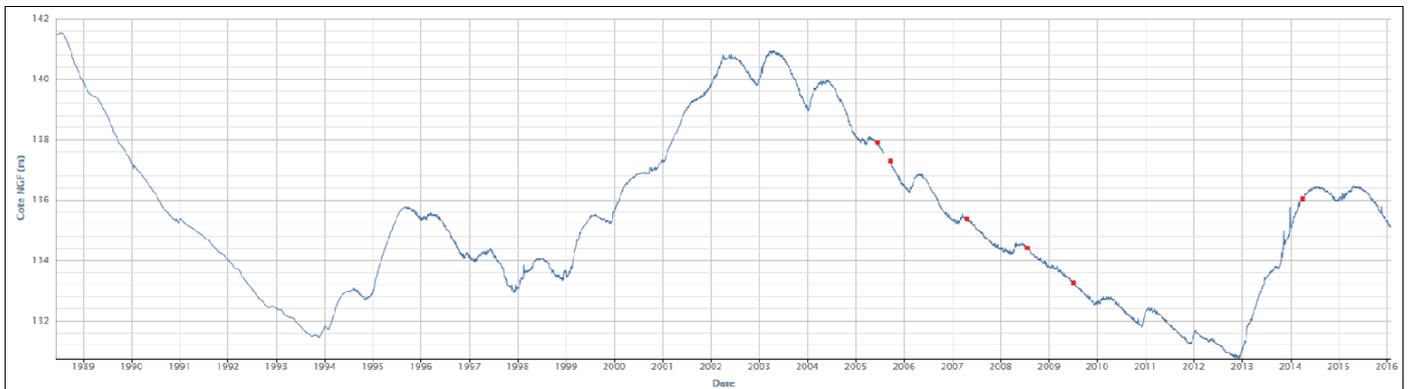


Figure 27 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage 03308X0027 (Source : ADES – Février 2016)

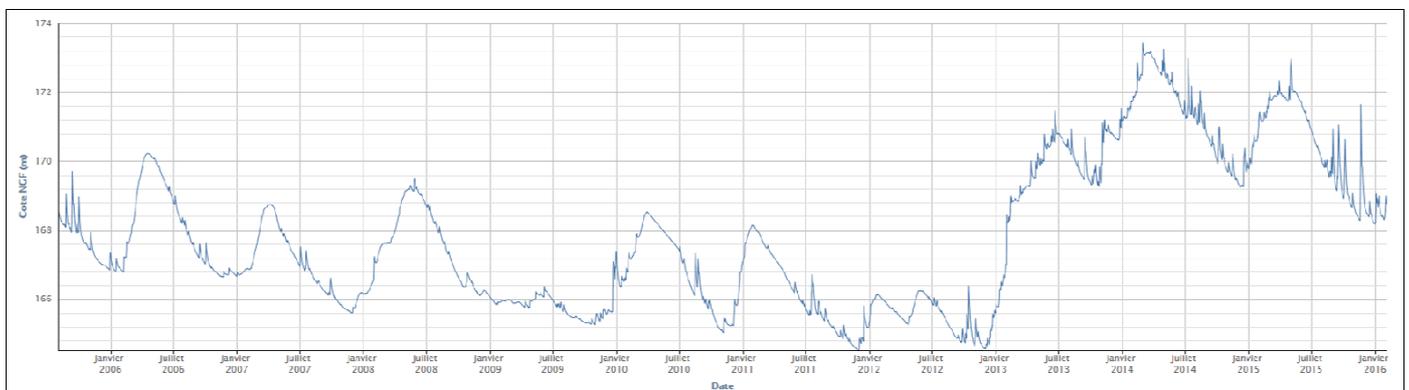


Figure 28 : Évolution du niveau piézométrique au droit du forage 03298X1013 (Source : ADES – Février 2016)

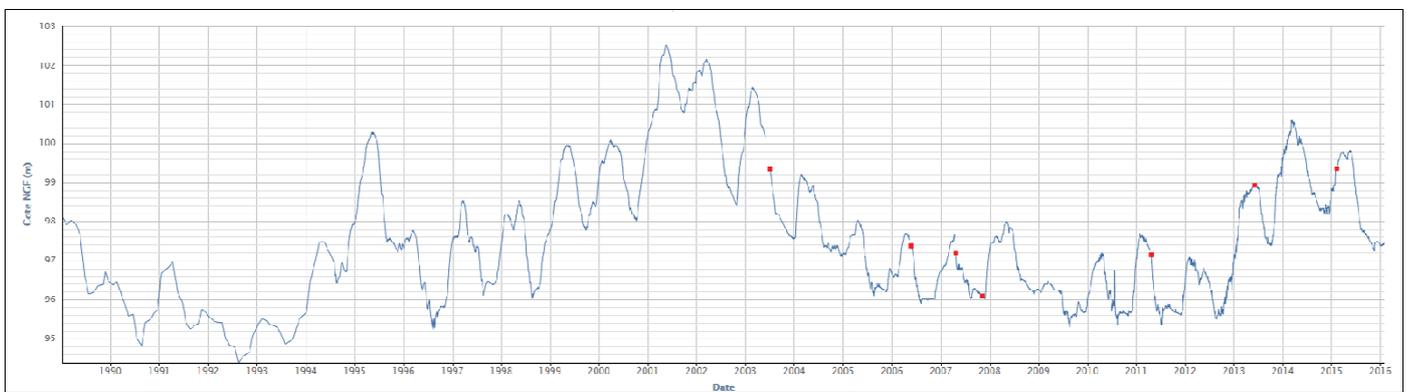
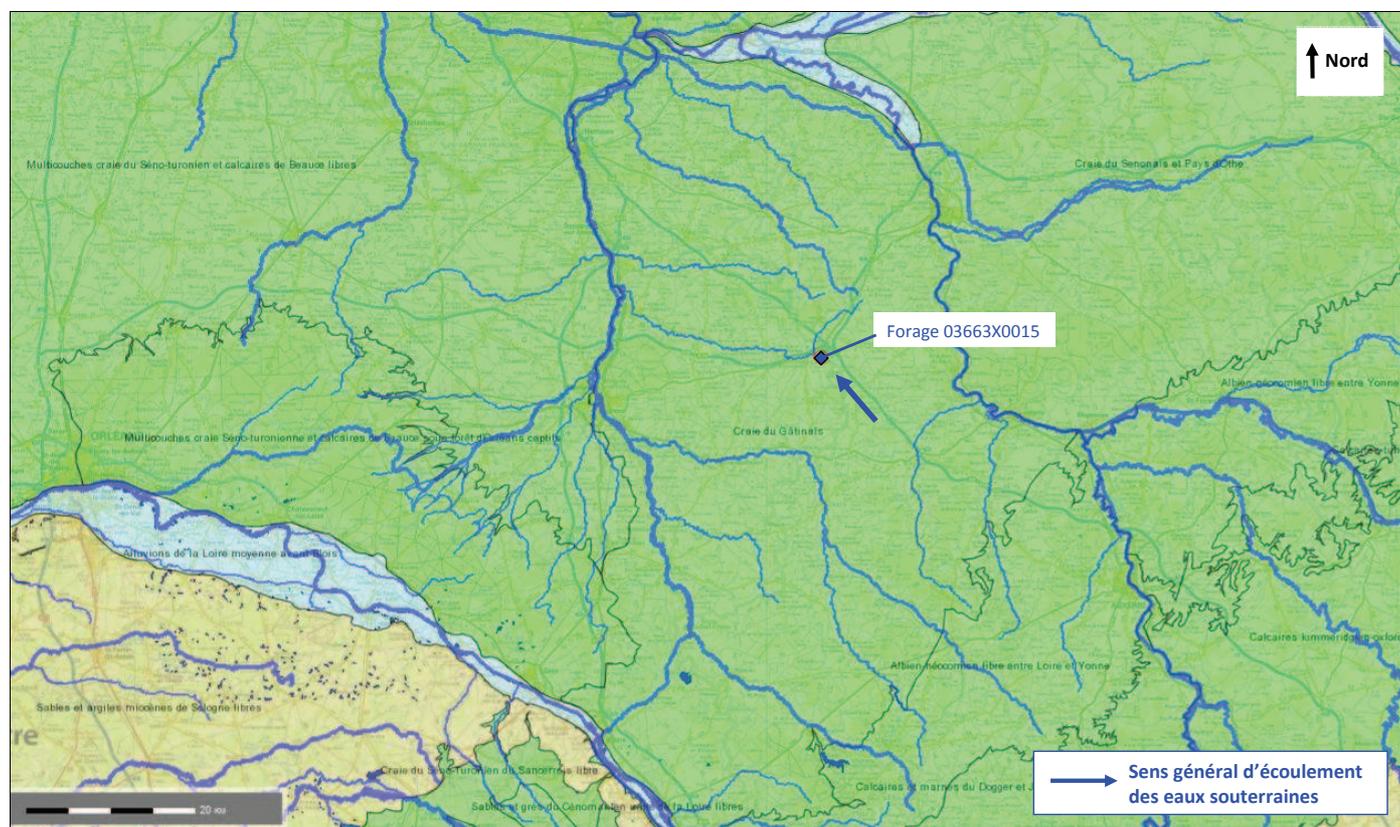


Figure 29 : Masse d'eau exploitée par le forage (Source : Infoterre – Février 2016)



5.8. Vulnérabilité

5.8.1. *Vulnérabilité de l'ouvrage*

Malgré la clôture continue, le portail cadénassé avec alarme anti-intrusion et la rehausse de tête habillée par un tertre enherbé, le captage est vulnérable en raison :

- de sa situation en zone inondable du Ru de Bougis,
- de l'absence de dalle périphérique étanche, jointoyée à la margelle et pentée vers l'extérieur pour éloigner les eaux de pluie,
- de la trappe d'accès non étanche.

Dans le cadre de la régularisation du captage, des travaux correctifs seront menés.

5.8.2. *Vulnérabilité intrinsèque de la ressource*

Le bureau d'étude Hydro Géo Consult a analysé dans son rapport d'octobre 2006 (Études hydrogéologiques complémentaires) la vulnérabilité de la ressource. Les éléments suivants sont issus de son rapport.

5.8.2.1. *Paramètres considérés*

La vulnérabilité de la ressource dépend :

- de la nature du réservoir : karstique, à perméabilité de fissures, élargies, avec peu de filtration et des vitesses de circulation rapides (20 à 200 m/h) ;
- de la nature des formations superficielles : argiles limoneuses et argiles à silex, peu perméables mais peu épaisses, localement entaillées par des ruisseaux et dolines ;
- de l'épaisseur de la couverture : la nappe est peu profonde (3-6 m sous les vallées, 15-20 m sous les plateaux), la zone non saturée peu épaisse (2 à 20 m)
- des échanges avec les eaux de surface : perte diffuse du ru de Piffonds avant sa confluence avec ru de Bougis, infiltration directe par le fond des dolines, ...
- de la pente des terrains qui limite l'infiltration au profit du ruissellement.

La couverture végétale, variable dans l'année, n'est pas un paramètre constitutif de la vulnérabilité intrinsèque de l'aquifère même si son état influence la réponse du système à une pluie.

5.8.2.2. *Méthodes d'évaluation*

Vulnérabilité intrinsèque

L'indice de vulnérabilité intrinsèque V_{tot} est calculé à partir de plusieurs paramètres [5]:

- V_1 = pluie efficace,
- V_2 = pente des terrains,
- V_3 = épaisseur de la couverture,
- V_4 = perméabilité de l'aquifère,
- V_5 = épaisseur de la zone non-saturée.

$$V_{tot} = V_1 + V_2 - V_3 + 0,6 \times V_4 + 0,8 \times V_5$$

	<i>indice de vulnérabilité</i>	<i>qualification</i>
talwegs	12	moyennement vulnérable
coteaux	10	
plateaux	5	faiblement vulnérable

La "méthode IDPR/ZNS" (Indice de développement et de persistance des réseaux/ épaisseur de la zone non-saturée) est utilisée à l'échelle du bassin Seine-Normandie. Elle constitue une approche simplifiée de la perméabilité des sols et donc du coefficient d'écoulement (rapport écoulement/infiltration).

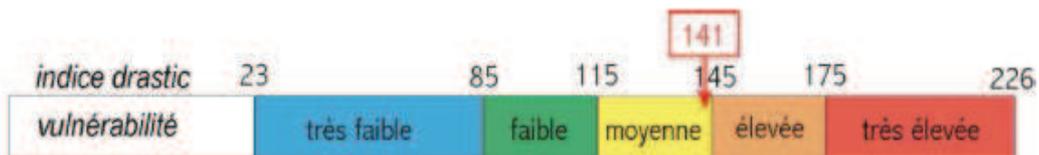
Dans l'aire d'alimentation de la source, seul un tronçon du Ru de Bougis sur un linéaire de 1,2 km est pérenne pour 26 km de chevelu temporaire cumulé (figurés en tiretés sur la carte Ign 1/25.000 : Ru de Bougis = 6,8 km + affluents RD = 12,3 km (dont Ru Piffonds = 4,8 km) + affluents RG = 7 km).

Avec un indice de drainage de 31 m/km² (pour un indice théorique de 670 m/km² supposant la persistance des réseaux), **l'infiltration est dominante**. A l'inverse, les nombreux plans d'eau permanents dans le talweg principal (ru de Bougis) soulignent la faible perméabilité de la couverture dans son axe.

DRASTIC

	Paramètres	Description ou valeur retenue	
		talwegs / coteaux	plateaux
D	Profondeur nappe	0 à 5 m	15-20 m
R	Recharge annuelle	150 mm	
A	Milieu aquifère	craie karstifiée	
S	Nature du sol	limon argileux	
T	Pente du terrain	2-5 %	0-2 %
I	Nature zone non saturée	limon + limon argileux	limon argileux +craie
C	Perméabilité	10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁶ m/s	10 ⁻⁶ (couv.) à 10 ⁻⁴ (craie) m/s
	Indice Drastic	ID = 141	ID = 131

Calcul de l'indice DRASTIC



D'autres méthodes d'évaluation de la vulnérabilité ne sont pas utilisées :

- EPIK, adaptée aux aquifères karstiques mais d'application complexe, nécessitant des connaissances et un maillage détaillés du réservoir et de sa couverture,
- Forster, plus adaptée aux milieux poreux.

En résumé, la **vulnérabilité** de l'aquifère crayeux, distinguée en zones de plateaux/zones de talweg (voir fig. 21), est moyennement **élevée** en raison :

- de sa nature karstique, avec un réseau souterrain bien développé, des circulations rapides et peu de filtration,
- de la faible épaisseur de la couverture limono-argileuse peu perméable,
- de la faible profondeur de la nappe à l'aplomb des talwegs.

6. AVIS DE L'HYDROGÉOLOGUE AGRÉÉ

Les périmètres de protection ont été définis par l'hydrogéologue agréé, M. Schmidt, dans son rapport de novembre 2007 (présenté intégralement en **annexe 3**). Les éléments suivants en sont extraits.

6.1. Périmètre de protection immédiate

L'emprise du périmètre de protection immédiate est précisée sur la **Figure 30**.

Figure 30 : Emprise du périmètre de protection immédiate (Source : Géoportail – Février 2016)

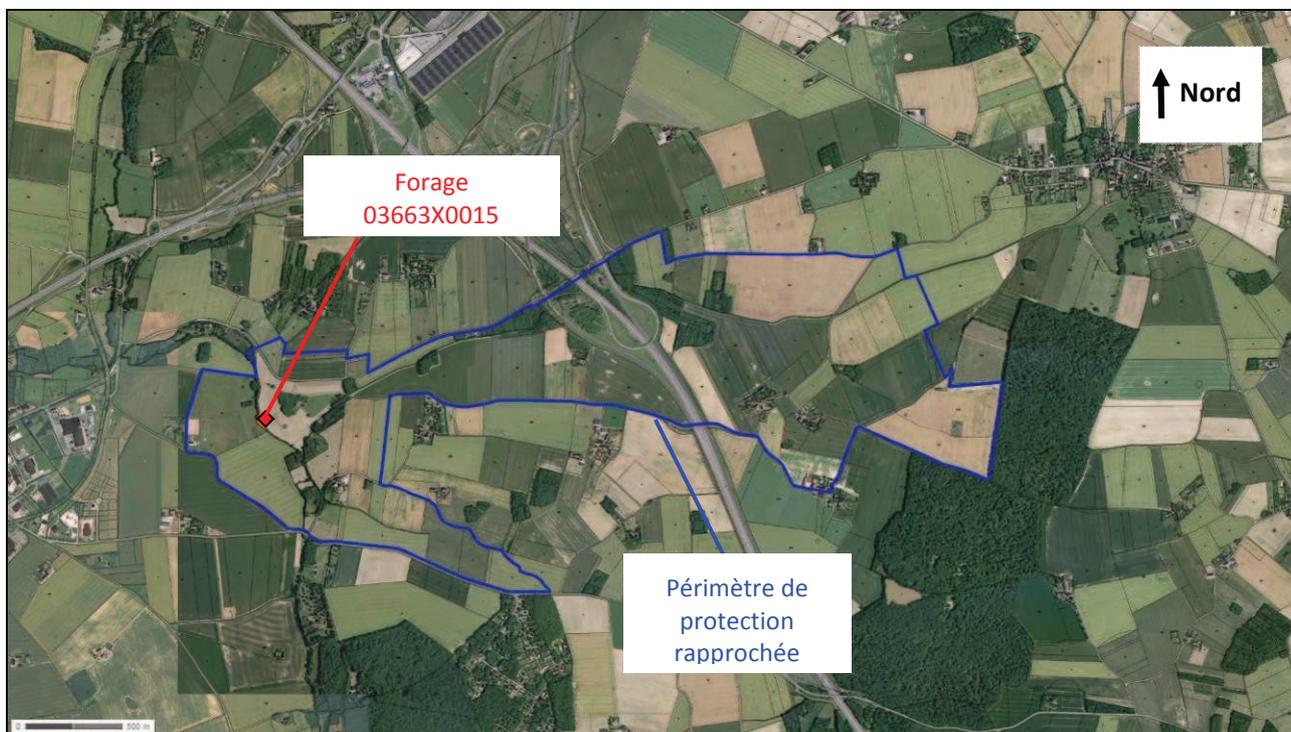


La parcelle cadastrée ZR09, d'une superficie d'environ 3 000 m², propriété de la ville et sur laquelle est implantée la source constitue ce périmètre.

6.2. Périmètre de protection rapprochée

L'emprise du périmètre de protection rapprochée est précisée en **Figure 31**.

Figure 31 : Emprise du périmètre de protection rapprochée (Source : Géoportail – Février 2016)

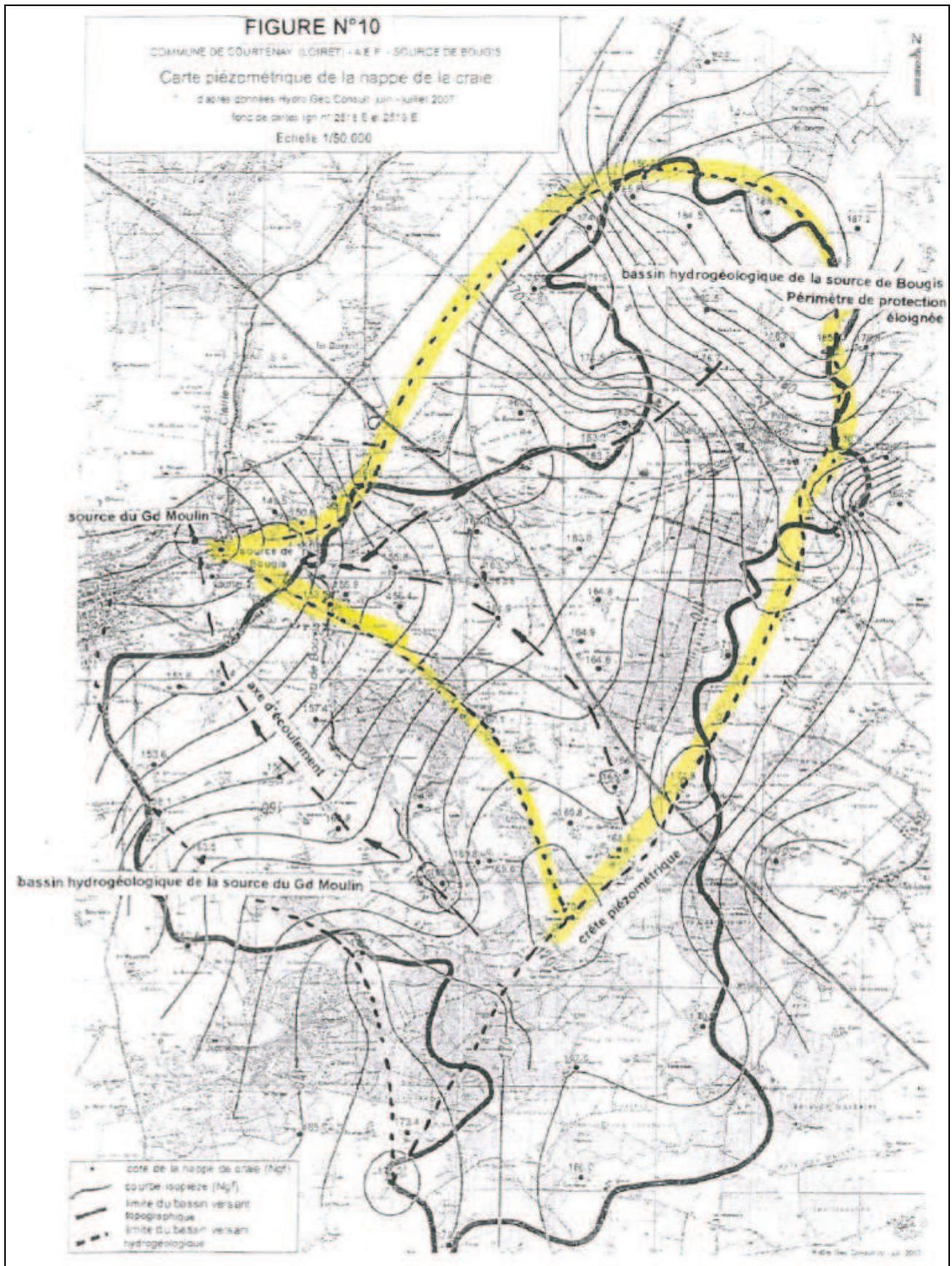


6.3. Périmètre de protection éloignée

L'hydrogéologue agréé propose l'instauration d'un périmètre de protection éloignée.

Celui-ci sera constitué par l'ensemble du bassin-versant hydrogéologique. Pour en préciser les limites, il préconise que les limites de la carte piézométrique établie en juillet 2007 soient largement étendues à au moins 3 km au-delà de l'emprise actuelle.

Figure 32 : Périmètre de protection éloignée (Source : rapport de l'hydrogéologue agréé – Novembre 2007)



7. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION ET DE DISTRIBUTION

7.1. Description du site de production de Bougis

7.1.1. Description du site de production

Le reportage photographique ci-après illustre les différentes parties du site de production de Bougis. Le site de production comprend :

- Le captage de Bougis réalisé en 1981 ;
- Un piézomètre ;
- Les installations de trop plein.

Après plusieurs avis hydrogéologiques relatifs à l'alimentation en eau potable de la commune de Courtenay à partir de la source de Bougis, l'entreprise Intrafor/Cofor effectue des travaux d'amélioration du captage en 1981. Celui-ci est remis en service en 1982.

La zone d'émergence est reconnue par sondages et un forage de gros diamètre captant le sommet de l'aquifère crayeux est réalisé à l'aplomb d'une cavité existante matérialisant un des principaux griffons de 3,5 m de profondeur (correspondant au toit de la craie).

La technique du tubage provisoire à l'avancement a été utilisée en raison de l'instabilité de l'épiderme crayeux, très fracturé et fissuré. Le déroulement des travaux du piézomètre en janvier 2006 confirme cette grande instabilité de la craie dans la zone d'émergence. Le secteur a d'ailleurs été remblayé autour du captage jusqu'au ru de Bougis en 1981.

L'ouvrage recoupe donc la craie à partir de 3,5 m et d'importantes venues d'eau jusqu'au fond à 6,5 m.



Vue extérieure du captage



*Vue intérieure du captage
raccord tube plein / crépines*

Le 29 mars 2006, le niveau statique était reconnu à 0,6 m/sol dans le captage. La margelle du captage est constituée d'une buse en béton de diamètre 2000 mm, d'une hauteur de 1,05 m, sous un talus enherbé.

La coupe technique est la suivante :

- De 0 à 1,3 m de profondeur : tube plein acier de diamètre 1200 mm ;
- De 1,3 à 6,1 m de profondeur : tube acier crépiné de diamètre 1200 mm (trous oblongs 30*6 mm, 20% de vides), massif filtrant de 20 cm d'épaisseur (gravillons siliceux calibrés de granulométrie inconnue) à l'extrados.

La fermeture de l'ouvrage est assurée par une trappe métallique cadenassée.
L'équipement est composé de deux pompes KSB 8'', immergées à 4 m de profondeur.

Figure 33 : Reportage photographique



Photo 1 : Terre du captage



Photo 2 : Captage

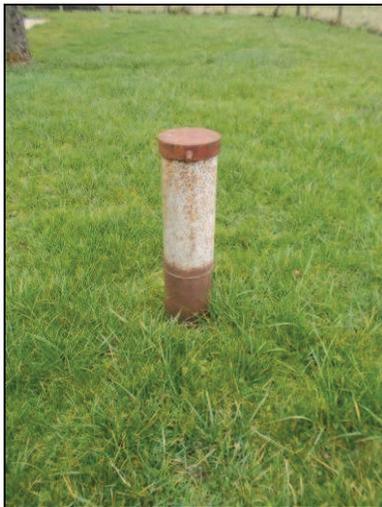


Photo 3 : Piézomètre



Photo 4 : Trop plein

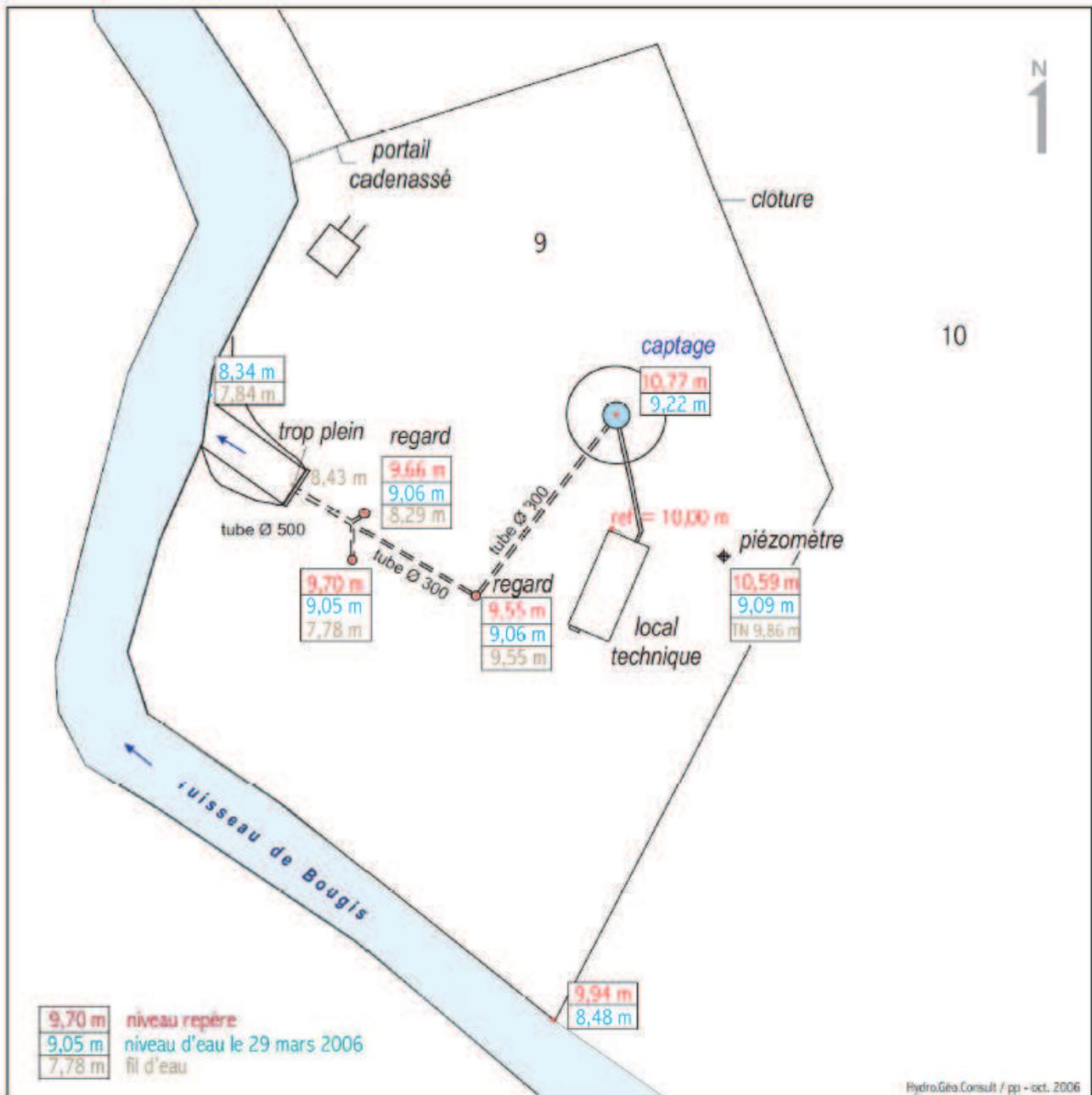


Photo 5 : Regard en aval de la source



Photo 6 : Entrée du PPI

Figure 34 : Plan de masse schématique du site de production (source : Etude préalable – Hydro Géo Consult - 2006)



7.1.2. Productivité

La productivité de l'ouvrage a été testée par des pompages d'essai les 25 et 26 janvier 2006. La productivité s'est avérée très bonne, avec un débit spécifique de 230 m³/h/m de rabattement, soit plus de 4 fois supérieure à celle supposée en 1989.

Aucune donnée de jaugeage de la source ou du trop-plein n'est retrouvée en archives, seulement quelques estimations dans les avis hydrogéologiques ("*débit de l'ordre de 100 m³/h*"; Caudron - 1976).

Connaissant les plages horaires de fonctionnement des pompes et le débit de prélèvement, le débit enregistré au trop-plein permet de reconstituer le débit total de la source à chaque instant.

Les enregistrements révèlent :

- débit minimum 171 m³/h
- **débit moyen 207 m³/h**
- débit maximum 330 m³/h

La valeur du débit moyen conforte la délimitation de l'aire d'alimentation de la source vers le Sud sur la base des données géologiques et interprétations tectoniques, au-delà du bassin du ru de Piffonds vers l'Est, seul axe de drainage de l'aquifère crayeux supposé en première approche dans les avis hydrogéologiques successifs.

Le **débit moyen de la source est plus de 3 fois supérieur aux besoins moyens** de la collectivité, 1,5 à 2 fois supérieur à la demande de pointe.

La valeur du débit spécifique moyen annuel, 1,5 l/s/km², est comparable à celles observées sur quelques sources voisines (Trois-Fontaines à Saint-Loup-de-Gonnois, Douchy, ...).

Les hautes-eaux sont observées au printemps après la recharge hivernale, les basses-eaux à la fin de l'automne.

En réponse à une pluie de 10 mm/j minimum, le débit augmente 8-10 h plus tard.

7.1.3. Diagnostic du captage

Une inspection par caméra couleur Ø90 mm à tête rotative (visées radiale et axiale, dotée d'éclairages supplémentaires de 70 W- ; informations enregistrées sur CD-ROM, assorties de clichés significatifs) a permis de contrôler l'état du captage :

- le tubage plein et le sommet des crépines en acier ordinaire est corrodé sur 1 m, (partie émergée + zone de battement de la nappe en pompage) ;
- les crépines à trous oblongs sont partiellement tapissées d'encroûtements carbonatés **blanchâtres**, plutôt sur les faces S et E (arrivées d'eau selon ces axes) ;
- des racines et des radicules traversent les crépines ;
- le massif filtrant à l'extrados des crépines est visible au travers des trous oblongs ;
- le fond est touché à 6,10 m/repère, soit 0,4 m plus haut que les indications portées sur la coupe initiale (différence de repère et/ou colmatage de fond) ;
- les 2 soudures à 1,3 m et 4,2 m sont lisses, sans boursouffure anormale ;
- les 2 pompes sont immergées entre 2 et 4 m de profondeur ; une est en excellent état, la seconde est recouverte d'encroûtements carbonatés.

L'inspection vidéo a conduit à préconiser des opérations de maintenance :

- brossage mécanique des crépines, complété si nécessaire par un traitement chimique (acide sulfamique ou chlorhydrique) ;
- éventuellement l'amélioration des conditions de filtre vis-à-vis de la turbidité par un rechemisage, l'augmentation des pertes de charges serait tolérable ; l'efficacité du filtre présentera une durée limitée et nécessitera des régénérations régulières tous les 2-3 ans a priori.

7.2. Schématisation de l'alimentation en eau potable

L'alimentation en eau potable de Courtenay, tant au niveau de la production que de la distribution, est assurée en affermage par la Lyonnaise des Eaux.

La production d'eau potable est assurée de façon exclusive par la source de Bougis. Les eaux brutes sont envoyées vers la station de traitement des Husquins puis dirigées vers les deux réservoirs communaux (Courtenay et Jacqueminière). Le plan du réseau est présenté en **Figure 36**.

Figure 35 : Synoptique de fonctionnement (Source : RAD 2014)

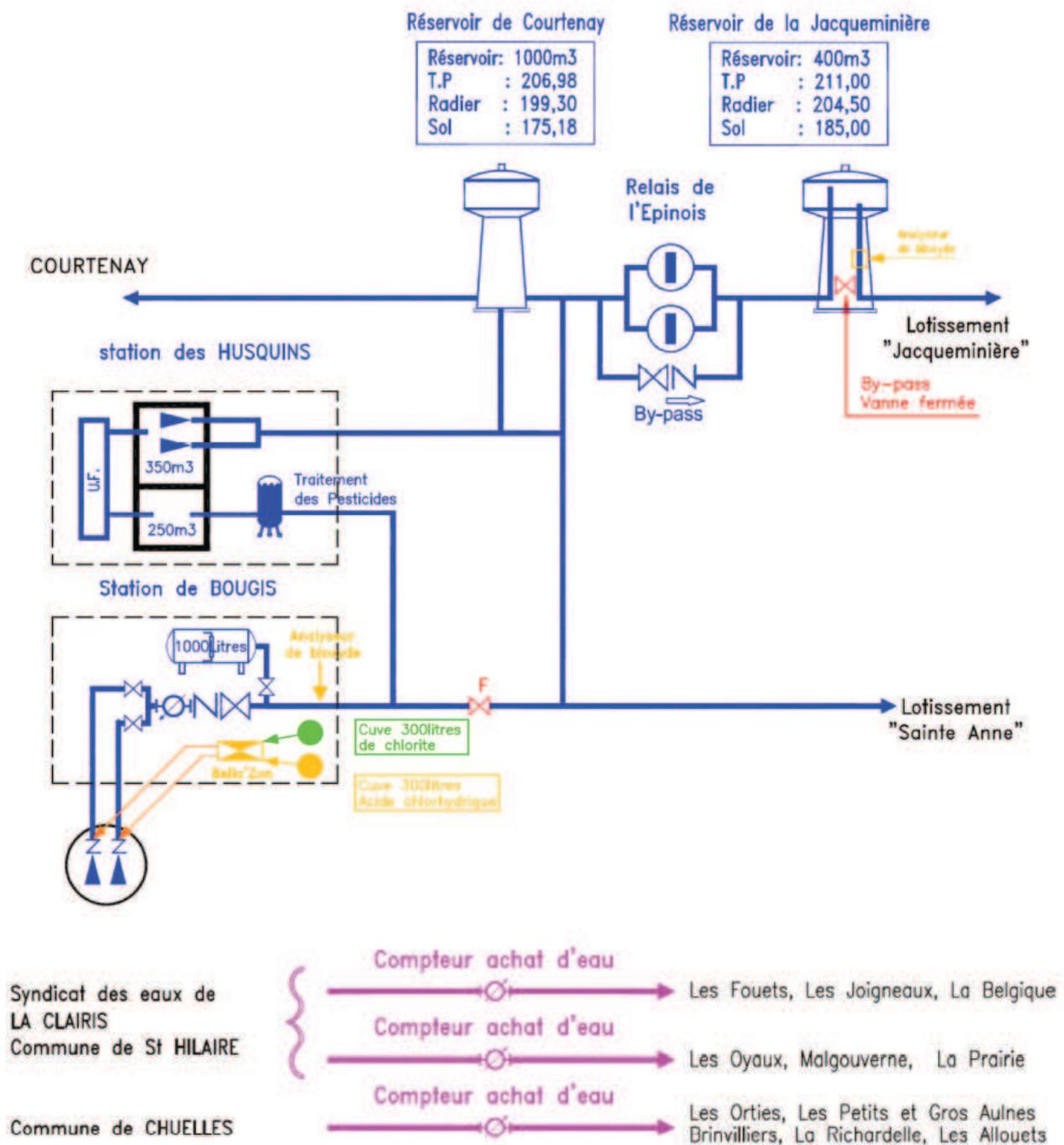
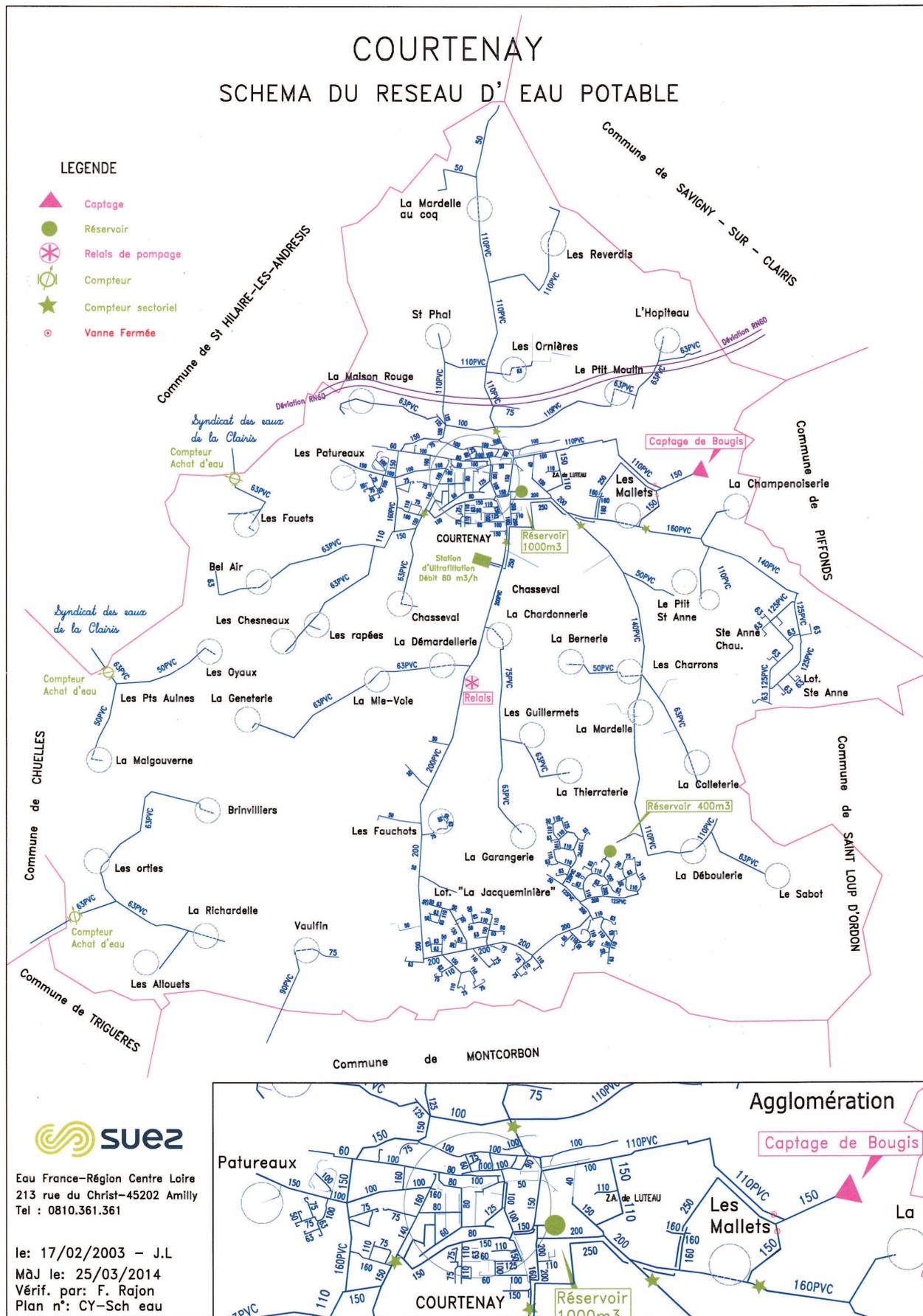


Figure 36 : Réseau AEP de la ville de Courtenay (Source : Ville de Courtenay – Février 2016)



7.3. Descriptif du traitement et justification

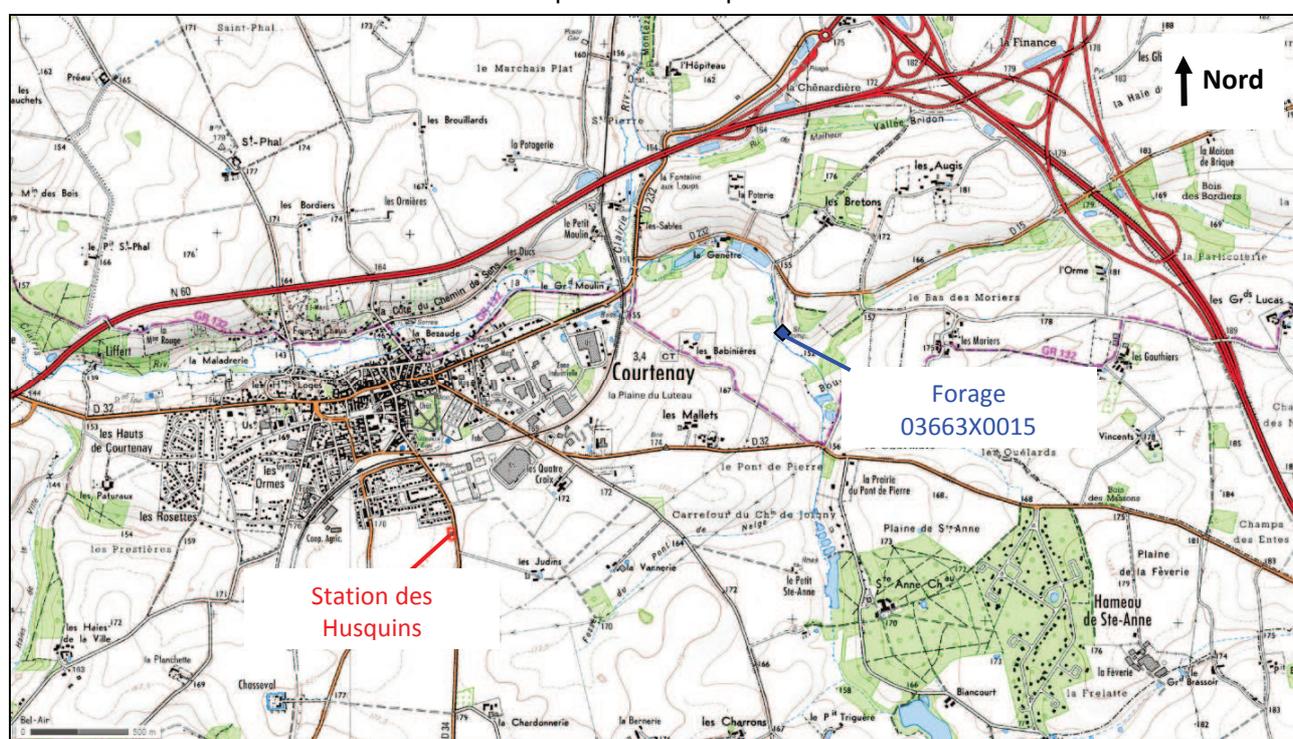
La station de traitement des Husquins est en service depuis 2010. Elle se compose de deux étages de traitement, situés dans deux locaux différents.

Le 1^{er} étage est constitué de filtres à charbon actif en grain (CAG) visant à traiter les pesticides et une partie de la turbidité et de la matière organique.

Le 2^{ème} étage est constitué des membranes d'ultrafiltration visant à finaliser le traitement de la turbidité et de la matière organique.

7.3.1. Localisation

La localisation de la station de traitement est présentée ci-après :



Le reportage photographique suivant présente la station de traitement.

Figure 37 : Reportage photographique



Photo 1 : Local de la station de traitement



Photo 2 : Ancien forage non utilisé



Photo 3 : Bâche de stockage



Photo 4 : Filtration par charbons actifs



Photo 5 : Filtration sur membrane



Photo 6 : Lagune de décantation

7.3.2. Filtration à Charbon actif en grain

7.3.2.1. Principe

La filtration sur charbon actif en grain (CAG) est définie comme le passage d'un fluide à travers une masse poreuse.

Le CAG dispose des propriétés suivantes :

- Adsorption des micropolluants
- Elimination du carbone organique

Le CAG est posé sur un plancher, qui laisse passer les eaux filtrées. Les filtres sont alimentés en partie haute à l'aide d'un dispositif adapté. L'eau traverse le filtre de haut en bas, travers le plancher filtrant.

Au cours de la filtration la quantité de matières en suspension retenue augmente progressivement. Une fois le filtre colmaté, il faut procéder à son lavage, qui s'effectue à contre lavage en utilisant conjointement de l'air et de l'eau.

7.3.2.2. Descriptif de l'installation

La station comprend 3 filtres à CAG en parallèle.

Les caractéristiques de ces filtres sont décrites dans le tableau ci-dessous.

	Filtre 1	Filtre 2
Diamètre (m)	2.2	2.8
Hauteur totale (m)	2.2	2.2
Hauteur de CAG (m)	1.6	1.6

Avant le passage sur les filtres à CAG, du chlorure ferrique (qui est un coagulant) est injecté afin d'agglomérer les colloïdes présents dans l'eau pour pouvoir séparer plus facilement à l'étape de filtration. Celui-ci est injecté à l'aide de deux pompes, au débit de 2,5 l/h.

Après passage sur les filtres à CAG, les eaux sont dirigées vers la bêche de stockage dans le compartiment eau filtrée d'un volume de 250 m³.

7.3.2.3. Lavage des filtres

Le lavage des filtres s'effectue en deux temps :

- brassage à l'air pour détasser le filtre à une pression de 0.5 bar
- rinçage à l'eau à l'aide d'eau traitée filtrée, à un débit de 25 m³/h et une pression de 10 bar.

Les eaux de lavage sont envoyées vers une lagune de décantation dont le réseau d'eaux usées constitue l'exutoire.

7.3.3. Filtration sur membrane

7.3.3.1. Principe

L'ultrafiltration est un procédé uniquement physique qui permet de retenir les matières en suspension. Il consiste à faire passer de l'eau à travers un milieu poreux et élimine toutes les matières en suspension.

Pour prévenir le colmatage des membranes, est réalisé :

- un rétrolavage à contre-courant avec de l'eau filtrée qui évacue les particules agglomérées sur la membrane.
- Un lavage chimique faisant intervenir de la soude de la javel et de l'acide chlorhydrique

7.3.3.2. Description

L'installation est constituée de deux racks de 20 modules chacun, totalisant une surface de 800 m² de membranes chacun. Ces membranes sont constituées de fibres creuses (tubes) dont les parois sont constituées de pores de 0,02 µm.

Le passage sur ces membranes nécessite une préfiltration au moyen d'un pré-filtre pour éliminer des particules grossières.

Les eaux filtrées par le CAG sont dirigées sur les membranes d'ultrafiltration au moyen de deux pompes de reprises.

Les caractéristiques des membranes sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Nature de la fibre	Polyéther Sulfone
Diamètre de la fibre (mm)	0,8
Seuil de coupure (µm)	0.02
Nombre de fibre par module (U)	10 000
Surface de filtration d'un module (m ²)	40

7.3.3.3. Lavage

Contre lavage

Pour retrouver la capacité de filtration de la membrane qui tend à décroître dans le temps, des contrelavages sont réalisés au moyen de deux pompes de contre lavage (ou recirculation) d'un débit de 100 m³/h, avec de l'eau traitée.

Lavage chimique

Le lavage chimique nécessite les trois réactifs suivants :

- La soude, utilisée pour sa capacité à éliminer les dépôts organiques
- La javel, utilisée pour sa capacité à éliminer les dépôts organique et son action désinfectante
- L'acide chlorhydrique, utilisée pour sa capacité à éliminer les dépôts métalliques

Ces réactifs sont injectés dans la conduite de refoulement des pompes de lavage.

Les tableaux suivants présentent les caractéristiques de stockage des réactifs et les caractéristiques d'injection.

	Concentration du réactif	Volume de stockage (m3)
Soude	30 %	3
Javel	17%	1
acide chlorhydrique	30%	1

	Débit d'injection (l/h)
Soude	167
Javel	125
acide chlorhydrique	133

Les eaux de lavage sont envoyées vers une lagune de décantation dont le réseau d'eaux usées constitue l'exutoire.

7.3.4. Désinfection

Après le passage sur les membranes d'ultrafiltration, les eaux sont désinfectées par injection de chlore gazeux au moyen d'un chloromètre à dépression et d'un hydroéjecteur.

Le chlore gazeux est conditionné dans deux bouteilles d'une capacité de 30 kg chacune.

Après désinfection, les eaux sont dirigées vers la bêche de stockage dans le compartiment eau traitée ultra filtrée d'un volume de 250 m³.

Figure 38 : Synoptique de fonctionnement de la station de traitement

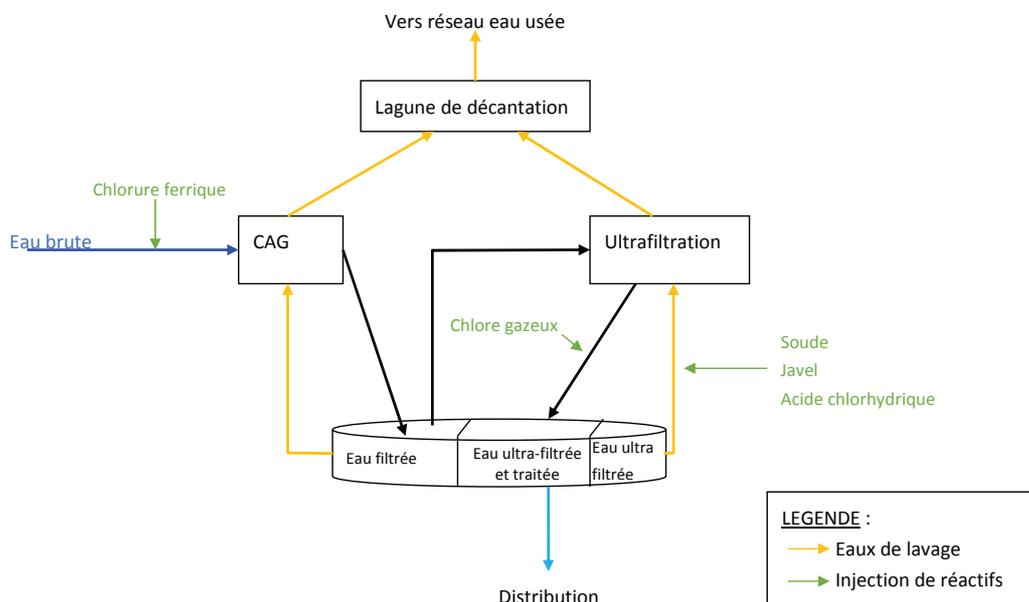


Figure 40 : Filtration sur charbon actif en grain

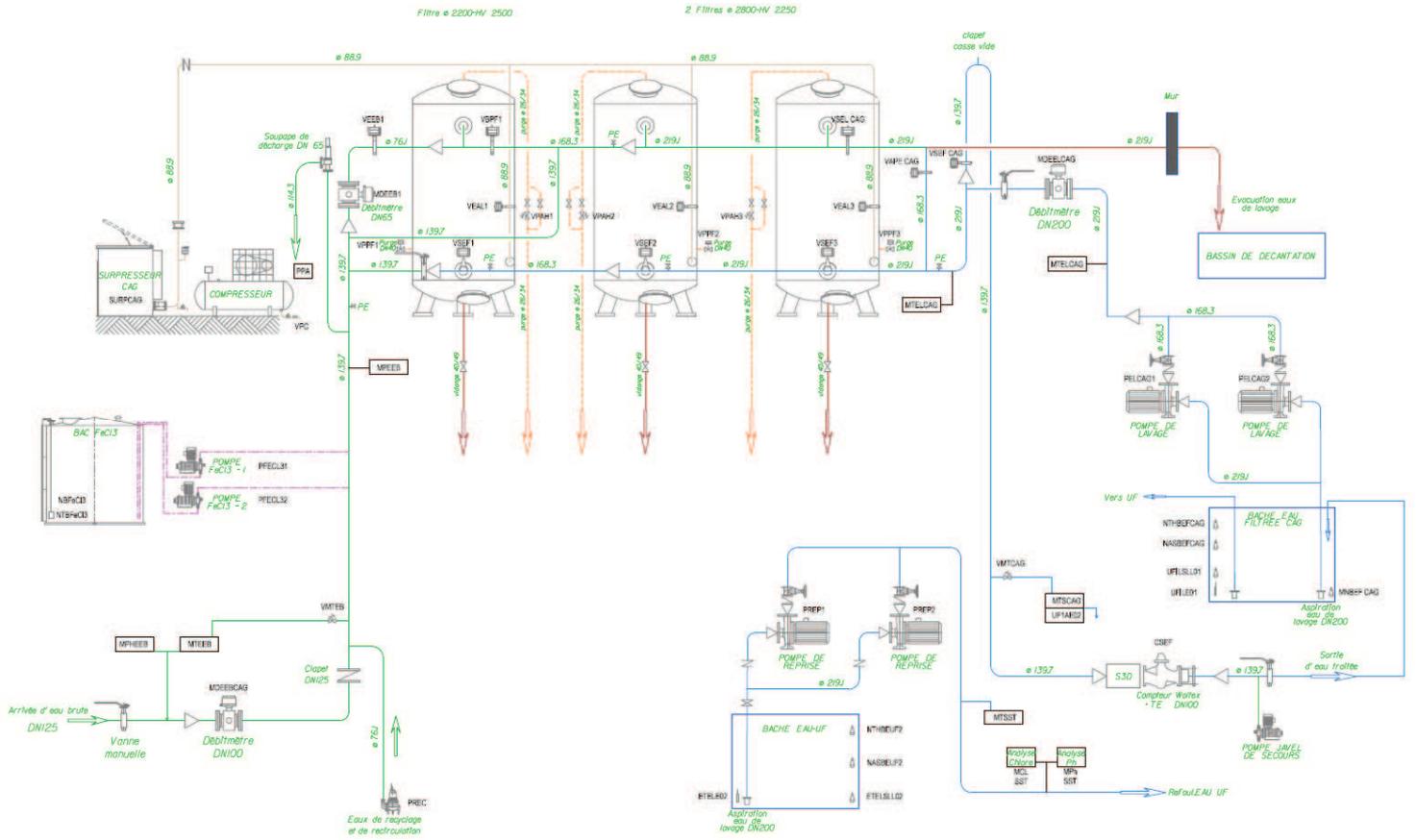
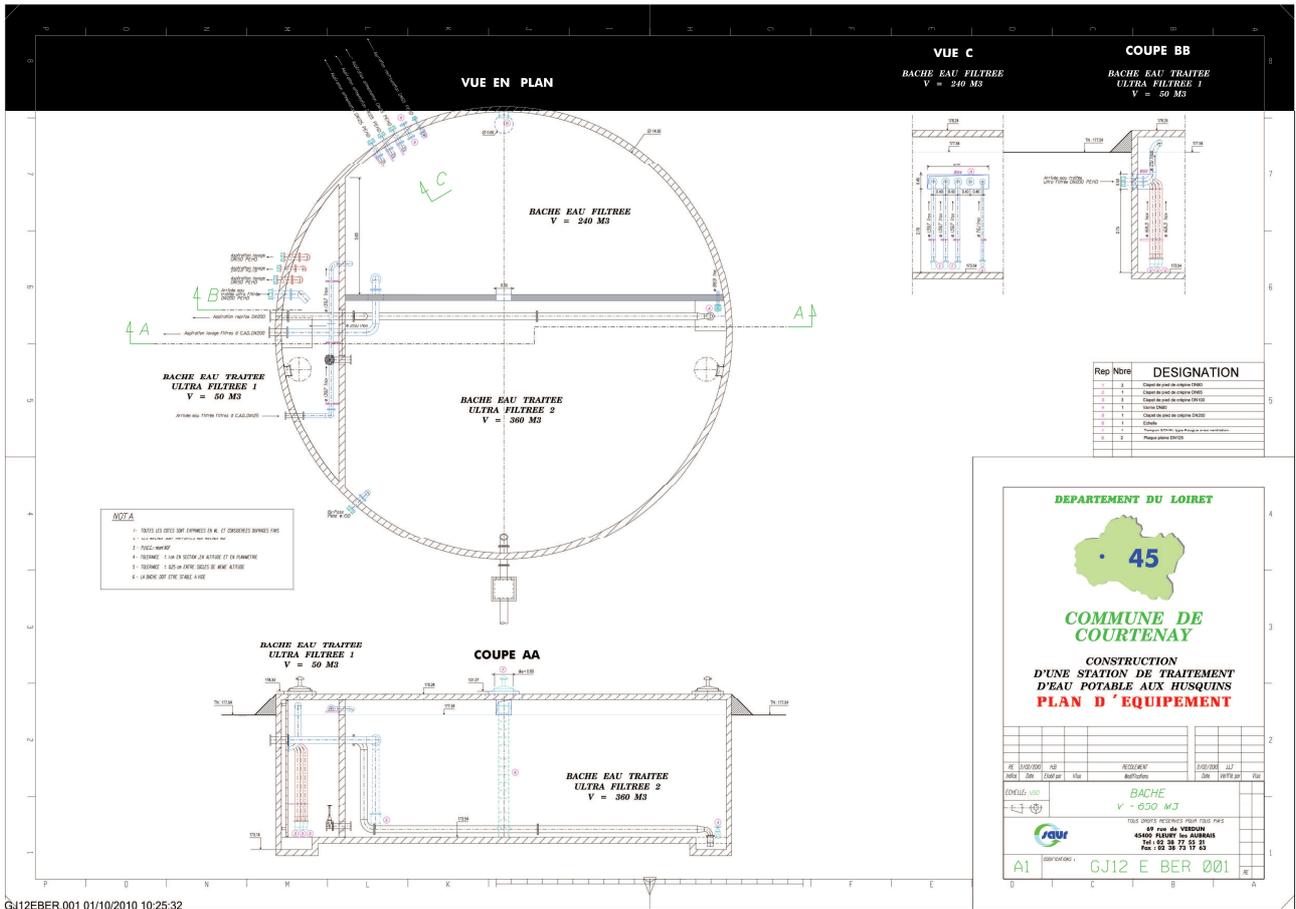


Figure 42 : Plan de la bache de stockage



7.4. Historique des consommations et volumes prélevés

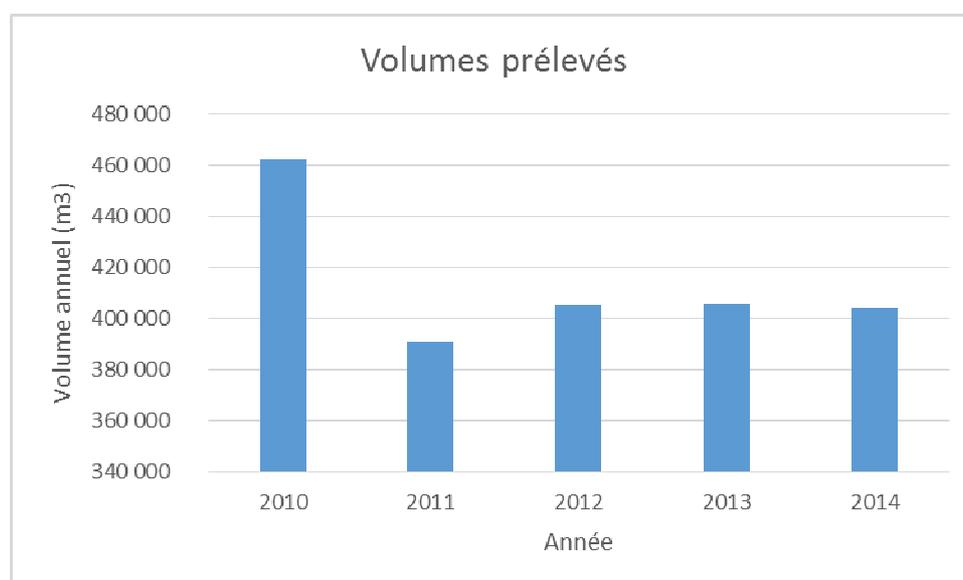
Les éléments ci-dessous sont extraits du rapport d'activité annuel 2014 établi par la Lyonnaise des Eaux sur le territoire de Courtenay.

Le **Tableau 8** et la **Figure 43** présentent les volumes annuels produits par la source de Bougis de 2010 à 2014.

Tableau 8 : Volumes annuels prélevés et consommés sur la commune de Courtenay (source : RAD 2014 – Février 2016)

	2010	2011	2012	2013	2014
Volumes prélevés	462 202	390 644	404 957	405 740	404 200
Volumes importés	5 804	4 988	4 762	5 559	4 982
Volumes consommé autorisé	330 534	282 868	249 898	266 808	267 746
Rendement de réseau	64,77%	74,46%	68,31%	76,85%	74,50%

Figure 43 : Volumes prélevés à la source de Bougis entre 2010 et 2014 (Source : RAD 2014 – Février 2016)



Il est constaté une baisse des volumes prélevés à partir de 2010. Cette baisse correspond à une augmentation conséquente du rendement du réseau entre 2010 et 2011. Le rendement en 2014 était de 74,5 %.

7.5. Évolution de la population

L'évolution de la population de Courtenay est présentée dans le Erreur ! Source du renvoi introuvable. ci-dessous.

Tableau 9 : Évolution du nombre d'habitants sur le territoire desservi par les forages (source : RAD 2014)

Commune	Population	
	2007	2012
Courtenay	3 704	4 075

Il apparait que la population desservie est en légère augmentation depuis 2007, avec un gain de 371 habitants soit une augmentation de 10 % en 5 ans.

7.6. Prélèvements futurs

Les volumes demandés sont les suivants :

Tableau 10 : Volumes réglementaires demandés pour le captage de Bougis

Volume	Source de Bougis
Débit horaire (m ³ /h)	150
Volume journalier (m ³ /jour)	3 000
Volume annuel (m ³ /an)	600 000

8. DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DES DÉBITS ET DE LA QUALITÉ DE LA NAPPE

8.1. Protection du captage

Une clôture de 1,2 m de hauteur avec portail fermé à clef, entoure le périmètre de protection immédiate. Seul le personnel gestionnaire est et sera habilité à accéder aux installations.

La station de traitement est également entourée d'un grillage qui en interdit l'accès au personnel non autorisé.

8.2. Protection des équipements et instrumentation de surveillance

Sur l'eau brute à l'arrivée à la station de traitement, le pH, le débit et la turbidité sont suivies en continu.

Les pompes du captage sont asservies à la bêche de stockage de la station de traitement.

Une auto-surveillance interne est également réalisée sur la station de traitement : la concentration en chlore et la turbidité sont suivies automatiquement également.

Un contrôle visuel de l'installation est réalisé avec contrôle des points d'injection et de débit des pompes d'acide, soude et eau de javel.

Un passage mensuel est effectué sur le site de la source. La station de traitement est quant à elle visitée une à deux fois par semaines en fonction des épisodes de turbidité.

Une prise en main manuelle de la station sur chaque point critique de colmatage (liés aux épisodes de turbidité) est possible.

8.3. Stockage des réactifs chimiques

Les réactifs servant à nettoyer les membranes sont stockés dans un local spécifique, dans des cuves étanches (acide chlorhydrique, soude, hypochlorite de sodium). Le chlore gazeux est également stocké dans un local isolé.

Les intervenants sont formés aux risques inhérents à l'installation.

9. SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Le suivi sanitaire (prélèvement et analyse), géré par l'Agence Régionale de Santé, est effectué par un laboratoire agréé par le Ministère de la Santé, conformément à l'arrêté du 19 septembre 2011.

D'après l'arrêté du 11 janvier 2007 (et de son arrêté modificatif du 21 janvier 2010) présenté en annexe 5 relatif au programme de prélèvement et d'analyses du contrôle sanitaire pour les eaux fournies par un réseau de distribution, ce contrôle doit être réalisé au niveau de 3 points :

- Sur l'eau brute de l'ouvrage (type RP)
- Sur l'eau mise en distribution (type P1, P2)
- Sur l'eau issue du robinet du consommateur (type D1, D2)

La demande de prélèvement est établie pour un débit journalier moyen de 1 644 m³/jour.

9.1. Suivi de l'eau brute

D'après le tableau 1 de l'annexe II de l'arrêté du 21 janvier 2010, une analyse complète de type « RP » devra être effectuée une fois par an sur l'eau brute du forage (débit compris entre 100 et 1 999 m³/jour). Les paramètres à analyser sont définis dans la colonne « RP » du tableau 1 de l'annexe I du même arrêté.

9.2. Suivi de l'eau mise en distribution

En ce qui concerne le suivi de routine de l'eau de distribution, les analyses à réaliser sont de type « P1 » selon une fréquence de 5 fois par an et de 2 fois par an pour l'analyse complémentaire « P2 » (débit journalier compris entre 1 000 et 2 999 m³/jour).

9.3. Suivi au robinet du consommateur

Le suivi est effectué par les services préfectoraux de l'ARS en divers points publics.

Les analyses à réaliser sont de type « D1 et D2 » et portent sur les paramètres indiqués dans le tableau 1 de l'annexe I de l'arrêté du 21 janvier 2010.

Selon le tableau 2 présenté en annexe II de l'arrêté précédemment cité, la fréquence de contrôle est de 16 fois par an pour l'analyse de type D1 et 3 fois par an pour l'analyse complémentaire de type D2 (pour un débit journalier de 1 644 m³/jour en moyenne).

9.4. Autocontrôle de l'exploitant

Les teneurs en chlore, pH, turbidité sont suivies automatiquement grâce au système de télésurveillance.

Un passage est effectué sur la station de traitement une à deux fois par semaine et sur le forage une fois par mois.

ANNEXES

Annexe 1

Bulletins d'analyses « Eau Brute » de la source de Bougis